

INFORMACIJE MIDEM

Strokovno društvo za mikroelektroniko,
elektronske sestavne dele in materiale

Stručno društvo za mikroelektroniku,
elektronske sestavne delove i materijale

2 • 1988

LJUBLJANA, JUNIJ 1988, LETNIK-GODINA 18, ŠTEVILKA-BROJ 46



TANKOPLASTNA POKRITJA NA OPTIČNIH KOMPONENTAH
PODROČJE TEHNOLOGIJE MATERIALOV

ISKRA — CENTER ZA ELEKTROOPTIKO

INFORMACIJE MIDEM

Izdaja trimesečno Strokovno društvo za mikroelektroniko,
elektronske sestavne dele in materiale

Izdaje tromesečno Stručno društvo za mikroelektroniku,
elektronske sestavne delove i materijale.

Glavni in odgovorni urednik	Iztok Šorli, dipl. ing.
Glavni i odgovorni urednik	
Tehnični urednik	Janko Colnar
Tehnički urednik	
Uredniški odbor	Mag. Rudi Babič, dipl. ing.
Redakcioni odbor	Dr Rudi Ročak, dipl. ing.
	Mag. Milan Slokan, dipl. ing.
	Pavle Tepina, dipl. ing.
	Miroslav Turina, dipl. ing.
Člani izvršnega odbora MIDEM	Mr Vlada Arandelović, dipl. ing. — Ei-Poluprovodnici, Niš
Članovi izvršnog odbora MIDEM	Mr Mladen Arbanas, dipl. ing. — RIZ-KOMEL, Zagreb
	Franc Beravs, dipl. ing. — Iskra-Polprevodniki, Trbovlje
	Mr Željko Butković, dipl. ing. — Elektrotehnički fakultet, Zagreb
	Jasminka Čupurdija, dipl. ing. — Rade Končar-ETI, Zagreb
	Mr Miroslav Damjanović, dipl. ing. — VTI, Beograd
	Prof dr Tomislav Đekov, dipl. ing. — Elektrotehnički fakultet, Skopje
	Mihajlo Filiferović, ing. — Mipro, Rijeka
	Prof dr Jože Furlan, dipl. ing. — Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
Tajnik-sekretar	Mr Miroslav Gojo, dipl. ing. — RIZ-KOMEL, Zagreb
	Franc Jan, dipl. ing. — Iskra-HIPOT, Šentjernej
	Mr Slavoljub Jovanović, dipl. ing. — Ei-Poluprovodnici, Niš
	Alojzij Keber, dip. ing. — Institut Jožef Stefan, Ljubljana
	Prof dr. Drago Kolar, dipl. ing. — Institut Jožef Stefan, Ljubljana
Podpredsednik	Ratko Krčmar, dipl. ing. — Rudi Čajavec, Banja Luka
	Mag Milan Mekinda, dipl. ing. — Iskra-Mikroelektronika, Ljubljana
Podpredsednik	Mr Vladimir Pantović, dipl. ing. — Ei-IRI, Zemun
	Ljutica Pešić, dipl. ing. — Institut Mihailo Pupin, Beograd
	Ervin Pirtovšek, dipl. ing. — Iskra IEZE, Ljubljana
Predsednik	Dr Rudi Ročak, dipl. ing. — Iskra-Mikroelektronika, Ljubljana
	Dr Alenka Rožaj-Brvar, dipl. ing. — Iskra-Center za elektrooptiko, Ljubljana
Tajnik-sekretar	Pavle Tepina, dipl. ing. — Ljubljana
	Prof dr Dimitrije Tjapkin, dipl. ing. — Elektrotehnički fakultet, Beograd
	Prof dr Lojze Trontelj, dipl. ing. — Fakulteta za elektrotehniko, Ljubljana
	Mag Stanko Solar, dipl. ing. — Iskra-Avtoelektrika, Nova Gorica
Podpredsednik	Mag Milan Slokan, dipl. ing. — Ljubljana
	Prof dr Ninoslav Stojadinović, dipl. ing. — Elektronski fakultet, Niš
	Prof dr Sedat Širbegović, dipl. ing. — Elektrotehnički fakultet, Banja Luka
	Mr Srebrenka Ursić, dipl. ing. — Rade Končar-ETI, Zagreb
Naslov uredništva	Uredništvo Informacije MIDEM
Adresa redakcije	Elektrotehniška zveza Slovenije
	Titova 50, 61000 LJUBLJANA
	telefon (061) 316-886, (061) 329-955

Člani MIDEM prejemajo Informacije MIDEM brezplačno

Članovi MIDEM primaju Informacije MIDEM besplatno

Po mnenju Republiškega komiteja za kulturo SRS številka 4210-56/79 z dne 2. 2. 1979 je publikacija oproščena plačila davka od prometa proizvodov.

Mišljenjem Republičkog komiteta za kulturo SRS broj 4210-56/79 od 2. 2. 1979 publikacija je oslobođena plaćanja poreza na promet.

Tisk: Partizanska knjiga, Ljubljana
Tisk ovojnice: Kočevski tisk, Kočevje
Naklada: 700 izvodov

Tisak: Partizanska knjiga, Ljubljana
Tisak omota: Kočevski tisk, Kočevje
Tiraž: 700 komada

VSEBINA - SADRŽAJ

R. Ročak: Raziskave in razvoj v mikroelektroniki potrebujejo proizvodnjo	80
M. Maček: Intrinzično getranje in inženiring defektov	81
L. Trontelj, J. Trontelj, S. Zorman: Komplementarna unipolarna tehnologija na siliciju z najmanjšimi razsežnostmi v mikrometrskem področju	90
J. Benda, M. Cergolj : Metaloksidni varistorji	95
A. Demšar : Merjenje hrapavosti površin, primerjava elektromehanskih profilometrov Talystep in Alphastep	102
R. Vrlinič, D. Sašek : Razvoj 8 bitnega mikroprocesorskega krmilnika za vodenje procesa navijanja kondenzatorjev in nadzor merilne opreme	106
V. Milutinović: Microprocessor Architectur and Design for GaAs Technology (povabljeni referat MIEL-88)	108
M. Kevorkijan: Zaključni komentar	112
H. Radonjić: Nastava o materijalima na Tehnološkem fakultetu u Novom Sadu	112
T. Džekov: Za zastapenosta na fizičkite i tehnološkite osnovi na elektronikata na našite elektrontechnički fakulteti	114
M. Trontelj : Izobraževanje za področje keramike	117
XVI. jugoslavensko savjetovanje o mikroelektronici MIEL-88, Komentar	118
J. Čupurdija: Izveštaj o organizaciji konferencije MIEL-88	118
V. Srića : Govor na otvorenju MIEL-88	119
S. Ursič -Izveštaj o programskom dijelu konferencije	121
M. Gojo: Izložba	121
R. Ročak : Podelitev priznanj društva MIDEM za leto 1988	122
P. Tepina: XXXII. Jugoslovanska konferenca ETAN	123
M. Živanov : Kratak izveštaj sa tribine „Korak u 21 vek sa mikroelektronikom“ Predstavljamo sponzorje MIDEM	123
A. Rožaj-Brvar - Iskra Center za elektrooptiko	124
S. Sulčić - MIPOT	124
Obletnice jubileji	125
Novi člani MIDEM	127
Vesti	127
Obvestilo o knjigi CEOK	132
Koledar prireditev 1988-1989	133
Jugoslovanski terminološki standardi	134

S JOKOVNI ČLANKI :	31	31	48%
FORUM :	6		
POROČILA :	6		
MIDEM NOVICE :	3		
VESTI + PRIREDITVE :	6	21	33%
JTS :	6	6	9%
REKLAMU :	6	6	9%

64

1 NAPAKA / 3 STRANI

RAZISKAVE IN RAZVOJ V MIKROELEKTRONIKI POTREBUJEJO PROIZVODNJO

R. Ročak

Ob zaključku letošnjega posvetovanja MIEL - 88 v Zagrebu sem moral povedati nekaj sklepnih misli. Vedno mi je težko takoj po nekem dogodku opisati vtise o njem. Tako je bilo tudi tokrat v Zagrebu. Po mesecu dni pa ugotavljam, da mi je takratna sprostitelj spontanah občutkov pomagala izraziti misel, ki je ostala v meni do tega uvodnika.

Kaj je pokazalo letošnje posvetovanje MIEL?

Naši raziskovalci na področju polprevodniških tehnologij in načrtovalci mikroelektronskih vezij ne zaostajajo za svojimi kolegi iz tujine, niti v metodologiji dela, niti v marljivosti, niti v profesionalnosti svojega nastopa. Vendar je v nečem bistvena razlika. Naši jugoslovanski rezultati so ustvarjeni v daleč težjih pogojih dela. Aktualnost rezultatov pa na žalost, vsaj za tiste, ki niso iz silicijeve doline, postaja vprašljiva. Kaže se, da aktualnost dosežkov za JUGOSLOVANSKO POLPREVODNIŠKO INDUSTRIJO ni več niti blizu aktualnosti dosežkov polprevodniške tehnologije v svetu.

Je to morda čudno ob zanemarljivem investiranju v EI, RIZ in Iskri in ob upadanju mikroelektronske proizvodnje že ob tako najmanjši instalirani kapaciteti, ki sem jo imel priložnost videti v Evropi?

Mnogi so bili presenečeni ob obisku Mihaila Gorbačova v Iskri. Ob, zanj pripravljene razstavi Iskrinih dosežkov, je predvsem vpraševal in se zanimal za to, kako stojimo z mikroelektroniko (glej glasilo ISKRA).

Čuden je ta današnji svet, ko se Američani, znani „moneymakeri“ ukvarjajo s tako „ekonomsko nezanimivo stvarjo“, kot je mikroelektronska proizvodnja, ko si majhne dežele, take, da jih 4 postaviš na zemljevidu na jugoslovanski del Balkana, zgradijo mikroelektronske proizvodnje za nekaj desetiških potenc večje od naše „sjedinjene poluvodičke zajednice“.

Ali je možno še nadalje na tako trhlo zgradbo „baze“ postavljati znanstveno, raziskovalno streho „nadgradnje“? Bo ta streha še kaj podobna ostalim? Ne bo kmalu preveč izmalíčena zaradi izgleda zgradbe? Bo kdo našel opravičilo za razvojne milijardne izdatke, ki bodo uporabni samo v inozemstvu?

Zato moja misel ob zaključku posveta, da se morajo tudi raziskovalci boriti za čimboljšo polprevodniško industrijo, za proizvodnjo.

Predsednik Društva MIDEM



INTRINZIČNO GETRANJE IN INŽENIRING DEFEKTOV

M. Maček

1. UVOD

Polprevodniške tehnologije, še zlasti izdelava integralnih vezij (IV), doživljajo v zadnjih nekaj letih nesluten razmah. Število integriranih aktivnih elementov se je v drugi polovici 80. let povzpelo še do nedavno komaj slutene obsega in znaša pri spominskih vezjih že krepko prek 1 milijona. Tudi vezja po naročilu sledijo temu trendu, seveda v nekoliko manjši meri; po drugi strani pa se postavljajo za ta vezja, zlasti še za analogna, vedno hujše omejitve glede nekaterih drugih parametrov.

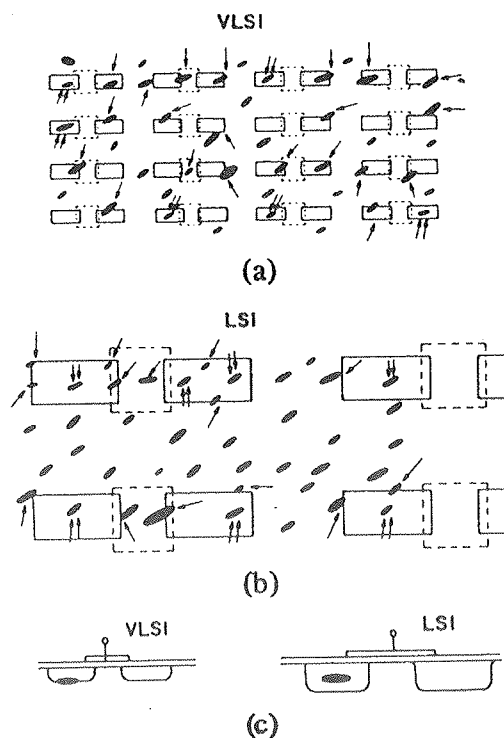
Vzporedno z zniževanjem dimenzije načrtovanih elementov so se ustrezno nižale debeline dielektričnih plasti in globine spojev, kar je postavilo oblikovalce procesov pred nove, do nedavnega slabo poznane probleme zanesljivosti tankih oksidov in p-n spojev.

Že iz zgodovinskih časov ⁽¹⁾ je dobro poznan vpliv kristalnih defektov v substratu in to tako onih prisotnih v startnem materialu (pri današnji kvaliteti Si rezin skoraj nepomembno), kakor tudi tistih, ki nukleirajo in rastejo med termičnim procesiranjem, na izplen vezij ⁽²⁾ ter na kvaliteto in zanesljivost tankih dielektričnih plasti ^(3,4), p-n spojev ^(5,6) in na življenjske čase nosilcev nabojev ^(7,8). Škodljivi so seveda samo tisti defekti, ki leže v osiromašenem področju aktivnih gradnikov integriranega vezja, to je na določenem delu površine rezine. Shematično je pozicija neškodljivih in škodljivih kristalnih defektov za LSI in VLSI proces prikazan na sliki 1.

Po drugi strani pa je tudi poznano, da imajo lahko defekti locirani v notranjosti, na hrbtni strani in tudi na čelni strani izven osiromašenih področij aktivnih elementov, pozitiven vpliv in se izkoriščajo za getranje, ki je lahko:

INTRINZIČNO ⁽⁹⁾, pri katerem izkoristimo defekte nastale med termičnim procesiranjem (precipitacijske, dislokacijske zanke in napake zloga) v notranjosti rezine kot mesta za getranje neželenih kovinskih nečistoč.

EKSTRINZIČNO ⁽¹⁰⁾, ko getramo nečistoče na namerno ustvarjene defekte na čelni ali hrbtni strani (difuzija fosforja, mehanski defekti „soft damage“, implantacija Ar na hrbtno stran, lasersko pretaljevanje hrbtne strani rezin, depozicija Si_3N_4 ...).



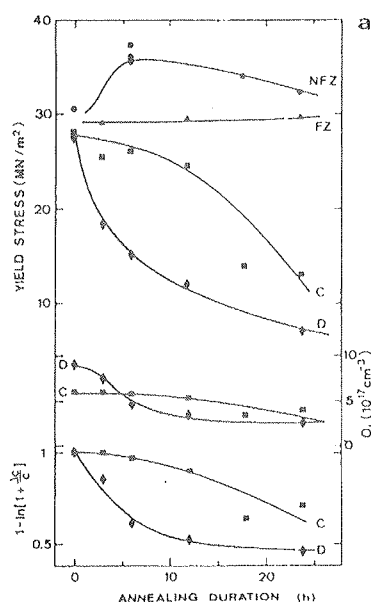
Slika 1: Efekt defektov ⁽²⁾ v substratu na VLSI (a) in na LSI (b) vezju. Defekti, označeni s puščico, sekajo osiromašeno področje in prispevajo k puščanju. Efekt defektov, označenih z dvojno puščico, je odvisen od globine spoja, kar vidimo na sliki c.

Po drugi strani lahko z defekti v notranjosti tudi kontrolirano zmanjšujemo življenjske čase nosilcev naboja in na ta način povečujemo odpornost proti „latch-up“ efektu ⁽¹¹⁾.

2. VPLIV DEFEKTOV NA IZPLEN IN ZANESLJIVOST VEZIJ

Najdirektnjši vpliv defektov na izplen opazimo zaradi zvijanja rezin (warp) po termičnih operacijah in s tem povezanim odklonom površine rezine od idealne fokalne ravnine med postopkom preslikave. Za sodobne projekcijske poravnalnike nekako velja, da je maksimalna dovoljena deviacija manjša od $\sim 2.5 \times D_{\text{min}}$ ⁽²⁾. Posledica prekomernega zvijanja se tako pokaže v nekvalitetni preslikavi (moščenja, neodprti kontakti ...) in s tem povezanimi defekti v SUPERSTRUKTURI vezja, kar ima vpliv na funkcionalne napake, prekomerno porabo itd., ali pa v obliki defektov v SUBSTRATU zaradi njegove plastične deformacije, kar se

lahko odraža v funkcionalnih odpovedih, povečani porabi in v slabši zanesljivosti. Odpornost rezin nasproti zvijanju je odvisna v največji meri od koncentracije intersticijalnega kisika (večja ko je koncentracija, večja je odpornost), od deleža sprecipitiranega kisika ^(12,13,14), od mikrostrukture defektov v notranjosti, vedno večjo pomembnost pa dobiva tudi nadzor nad koncentracijo dušika in ogljika ⁽¹⁵⁾, saj se s povečano koncentracijo dušika povečuje odpornost rezin na zvijanje. Na sliki 2 so prikazane eksperimentalno dobljene krivulje ⁽¹⁴⁾ za prepustno napetost („yield stress“) in precipitacijo kisika in FZ rezine dopirane z dušikom, ki nam zgornje navedbe najlepše komentirajo.



Slika 2: Eksperimentalne krivulje za prepustno napetost „yield stress“ in precipitacijo kisika ⁽¹⁴⁾ kot funkcija popuščenja na 1050°C in različno koncentracijo intersticijalnega kisika (D: 9E17 in C: 5.5E17/cm³). NFZ pomeni z dušikom (5.4E15/cm³) dopiran FZ silicij.

Vendar na splošno velja, da se da s pazljivim načrtovanjem termičnih operacij zvijanje skorajda preprečiti, držati se je potrebno le dovolj nizkih temperatur vlaganja in izvlačanja rezin, ki naj ne presegajo 850°C, kakor so predlagali Andrews in soavtorji ⁽¹⁶⁾. Navedena temperatura se tudi lepo ujema s temperaturo 800°C na kateri se Si razine začno plastično deformirati ⁽¹⁷⁾.

Defekti v substratu zanimivi s stališča polvodniških tehnologij se delijo na točkaste defekte (intersticijali, vakance, kemijske primesi), linijske (ra-

zne vrste dislokacij in njihovih kompleksov), ploskovne (napake zloga) in na volumnske pod katerimi zajemamo vse vrste precipitativ, ki pa so v bistvu gručice bolj, ali manj urejenih intersticijalnih defektov.

Kristalni defekti so sami po sebi v določeni meri električno aktivni, njihova škodljivost pa se močno poveča z dekoracijo s težkimi kovinami (glej na primer ⁽²⁾). Defekti lahko povzročijo trenutno odpoved v funkcionalnem smislu ali pa povzročijo preveliko porabo določenega vezja, oz. povzročijo poznejšo odpoved. Vzrok leži v lokaliziranih generacijskih tokovih, če defekti leže v osiromašenem področju ali pa v povečanem reverznem toku zaradi pojava lokalno okrepljenih difuzij („diffusion spikes“).

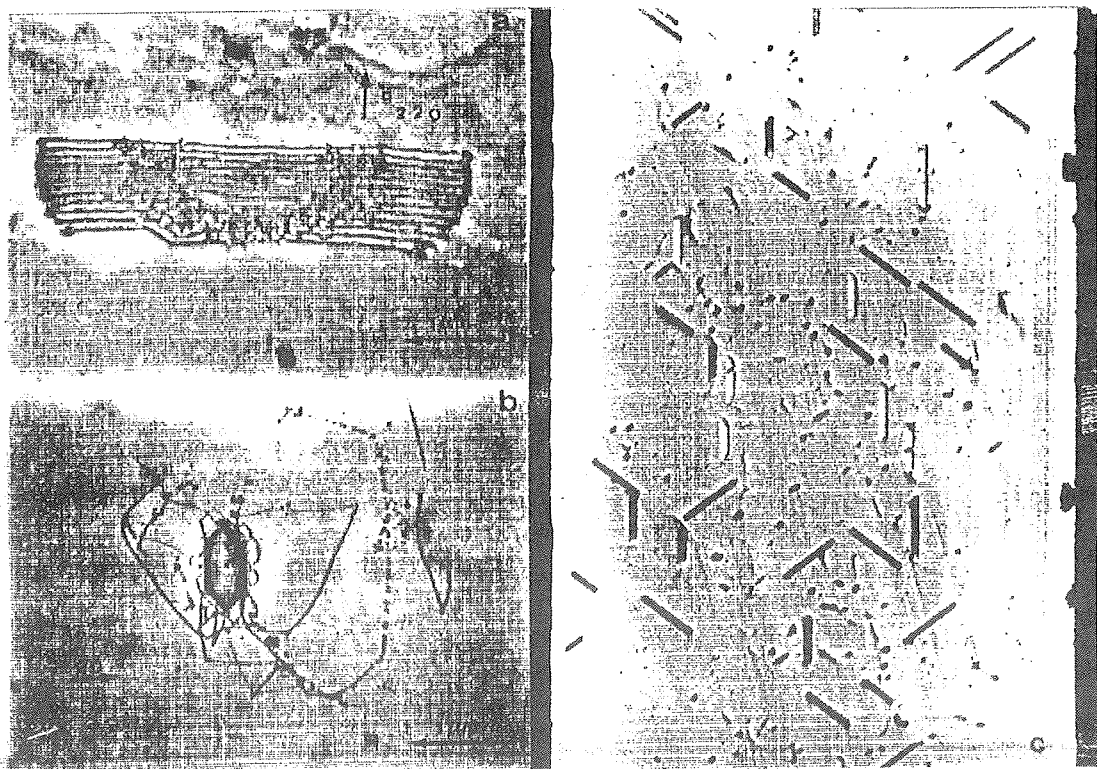
3. INŽENIRING DEFEKTOV

Kot je že bilo omenjeno, so defekti lahko škodljivi in neškodljivi, oz. celo koristni. Zato se je v zadnjem času razvila posebna veda, tako imenovani INŽENIRING DEFEKTOV. Njegova vodilna ideja je na osnovi poznavanja tvorbe in vplivov defektov doseči optimalno defektno strukturo substrata, ki bo zagotavljala:

BREZDEFEKTNO POVRŠINSKO PLAST, oz. denudirano cono (DZ) globine 2-3x večje od največje globine osiromašenih področij ⁽¹⁸⁾, kar znaša tipično okrog 20 μm za sodobne procese CMOS. V njej naj ne bo ne precipitativ kisika, kakor tudi ne ostalih kristalnih defektov.

OPTIMALNO KONCENTRACIJO IN STRUKTURO DEFEKTOV v notranjosti rezine ^(19,20,21), katerega namen je optimizirati možnost internega getranja pri optimalni odpornosti rezin na zvijanje. Zahteva po čim boljšem getranju in odpornosti proti zvijanju sta si namreč nasprotni pa tudi zahteva po lepo denudirani površini je mnogokrat v nasprotju z željo po čim uspešnejšem getranju in je potrebno poiskati kompromis med nasprotujočimi si zahtevami. Primer dobro načrtovane defektne strukture notranjosti rezine s pozitivnim vplivom na izplen je prikazan na sliki 3.

Preden pa se lahko lotimo inženiringa defektov si moramo razčistiti osnovne pojme o najvažnejših intrinzičnih in ekstrinzičnih defektih v Si kristalu, pomembnih s stališča inženiringa defektov, kakor tudi na delovanje in zanesljivosti vezij. Defekti so lahko točkasti, linijski (razne oblike dislokacije), ploskovni (tipičen primer so napake zloga), ali pa volumnski, od katerih so najpogostejši razni precipitativ, oz. gručice točkastih defektov.

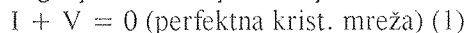


Slika 3: a) primer močno dekorirane napake zlaga v procesu CMOS; b) primer heksagonalnega precipitata obdanega z dekoriranimi dislokacijami v istem procesu ⁽¹⁴⁾; c) presek rezine z lepo razvito DZ in optimalno defektno strukturo za določen bipolarni proces.

3.1. Točkasti defekti

V skladu s termodinamiko so v kristalu vedno prisotni točkasti defekti v obliki lastnih intersticialnih atomov in praznin-vakanc. Njihova koncentracija je odvisna od tehnologije vlečenja kristala in poznejših termičnih obdelav, manifestirajo se kot tako imenovani A, B in D „swirl“ defekti ⁽¹⁷⁾, ki pa so v bistvu gruče točkastih defektov z volumsko naravo.

V kristalu obstaja med točkastimi defekti termodinamsko ravnovesje. Defekti med seboj namreč reagirajo z naslednjo reakcijo



Vedno pa velja, da kljub zunanjim ali notranjim perturbacijam kristala ostaja produkt koncentracij $C_{iV}C_v$ bolj ali manj konstanten. To so bili tako imenovani intrinzični defekti. Poznamo pa tudi ekstrinzične defekte. V to grupo spadajo tisti defekti, ki smo jih v kristal hote ali nehote vnesli. S stališča zagotavljanja izplena in zanesljivosti polvodniških tehnologij so najpomembnejši naslednji ekstrinzični defekti:

KISIK, OGLJIK, DUŠIK, ki so prisotni že v startnem polikristaliničnem materialu ali pa jih naknadno vnesemo vanj med procesiranjem. Do nedav-

nega je bil njihov pomen (razen kisika) na procesiranje IV še slabo poznan, danes pa jim dajejo veliko pozornost, zaradi njihovih direktnih pozitivnih ali pa tudi negativnih vplivov na lastnosti vezij in izplen.

PREHODNE KOVINE so nezaželene, vendar vedno prisotne ekstrinzične primesi že v startnem polikristaliničnem materialu, še večjo koncentracijo pa dosežejo med samim vlečenjem kristala in poznejšim procesiranjem. Najpogosteje prisotne kovine so Fe, Ni, Cu in imajo katastrofalne posledice na izplen ter na kvaliteto in zanesljivost p-n spojev in tankih dielektričnih plasti.

HALKOGENI ATOMI S, Se, Te povzročajo v Si pojav donorjev, zato so jih v zadnjem času začeli intenzivno raziskovati.

Poleg teh defektov sodijo s stališča fizike med ekstrinzične defekte tudi dopanti P, As, Sb, B, Ga, vendar pa jih s stališča tehnologije ne uvrščamo med defekte, saj so nujno potrebni v določenih koncentracijah za delovanje polvodniških elementov.

3.2. Dislokacije

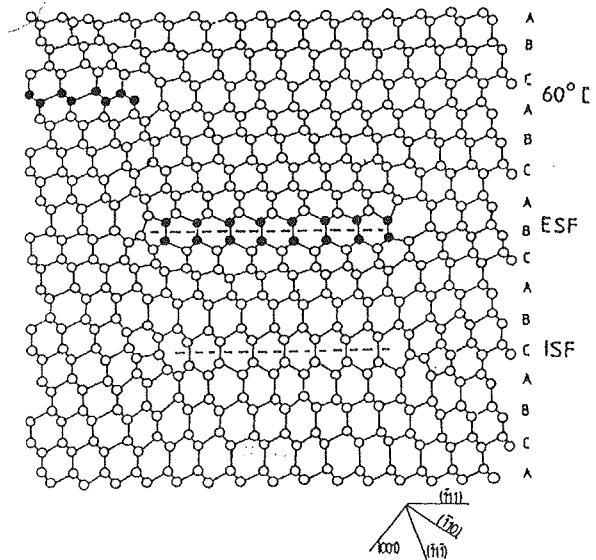
Današnji Si monokristali se prodajajo kot brezdislokacijski. Gostota dislokacij je torej zelo majhna, oz. jih po zagotovilih proizvajalcev ne bi smelo biti. Vendar prihaja med procesiranjem IV do tvorbe dislokacij v raznih oblikah (pretežno v obliki zank) kot posledica mehanskih napetosti na robu LOCOS strukture, precipitativ SiO_x, kot posledica rekristalizacije implantiranih območij in difuzije (12,22). Ker pa so te dislokacije prostorsko omejene, običajno niso škodljive (vsaj dokler so omejene na neaktivna področja, kot na primer implantacijski defekti v ponorjih in izvorih). V primeru, ko pa pride zaradi termičnih napetosti pri temperaturah nad 800°C do plastične deformacije, nastanejo tako imenovane „slip“ dislokacije, ki imajo še posebej, če so dekorirane s kovinami in če leže v osiromašenem področju p-n spoja, oz. ga prečkajo, katastrofalne posledice. Znano je, da jih težko getramo.

3.3. Napake zloga

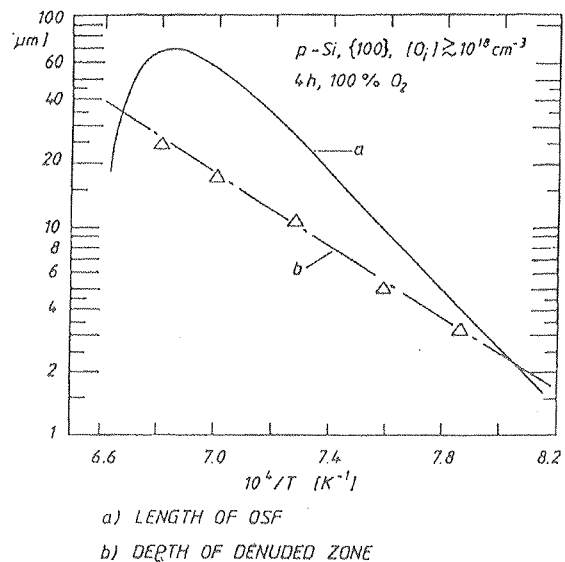
Napake zloga (SF) so največji defekti, prisotni v monokristalnem Si, saj dosegajo velikost tudi do 200 μm. Nastanejo med termičnimi operacijami, s precipitacijo lastnih intersticialnih atomov in so torej ekstrinzične narave. Intrinzične SF nastanejo s precipitacijo vakanc, vendar so do sedaj bile opažene le v epitaksialnih plasteh. Kristalna struktura defektov je prikazana na sliki 4. S stališča procesiranja pa jih moramo deliti na volumske, ki rastejo v notranjosti rezine in jim za vir intersticialov služijo precipitati kisika ter površinske, oksidacijsko inducirane, ki rastejo na površini med visoko temperaturnimi oksidacijami zaradi kontaminacije s kovinami ali pa mehanskih poškodb površine in preslabega intrinzičnega getranja. Ločimo jih po izgledu, saj so slednje enakomerne velikosti, medtem ko so volumske različnih velikosti na površini. Slika 5 (17) nam kaže odvisnost rasti volumskih SF in globine denudirane cone. Vidimo, da na temperaturah med 1000 in 1200°C lahko napake rastejo v denudirano cono, zato je potrebno pred operacijami, ki povzročijo rast SF, doseči ustrezno globino cone brez kisika. S stališča intrinzičnega getranja so SF v notranjosti rezine zelo zaželeni, saj so zelo ugodna mesta za precipitacijo kovin (slika 3a).

3.4. Precipitati

Precipitati so defekti s katastrofalnimi posledicami za procesiranje, če so na površini rezine v aktivnem področju, saj direktno vplivajo na kvaliteto p-n spojev, tankih oksidov in na življenjske čase. Najpogostejši precipitati v CZ Si so SiO_x v



Slika 4: Projekcija (110) ravnine Si mreže z intrinzično (ISF) in ekstrinzično (ESF) napako zloga ter 60° dislokacijo (60°/D), (17).



Slika 5: Primerjava dolžine napake zloga in globine denudirane cone za različne procesne temperature, (17).

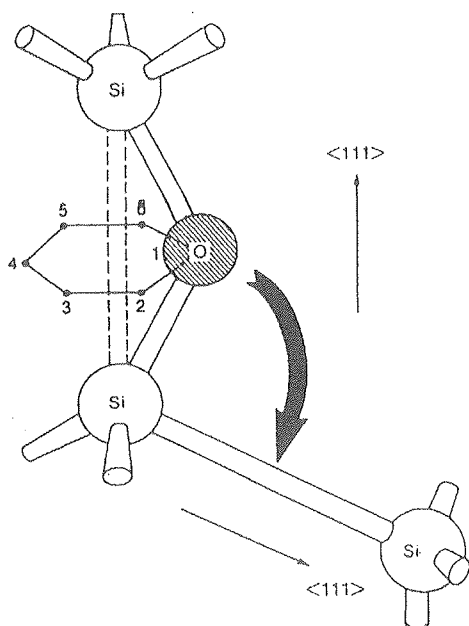
različnih kristalnih strukturah in morfologijah ter precipitati prehodnih kovin. Slednji so v vsakem primeru nezaželeni, medtem ko so precipitati SiO_x zelo zaželeni v notranjosti rezine, saj so vir Si lastnih intersticialov in dislokacijskih zank (primer je na sliki 3b). Zato igrajo v inženiringu defektov, oz. intrinzičnem getranju ključno vlogo.

4. KISIK V SI

Kisik je glavna primes v CZ Si kristalih. Njegova koncentracija se giblje od $5E17-1E18$ at/cm³, izvira pa v glavnem iz direktnega kontakta Si taline in kvarčnega lonca med postopkom vlečenja kristala. Kisik je vgrajen na intersticialnih položajih, kakor nam kaže slika 6, povzeta po ⁽²³⁾. Najustreznejša metoda za študij kisika (O_i) v Si je IR spektroskopija, s pomočjo katere je bila tudi določena pozicija intersticialnega O_i na sliki 6, prav tako pa se s to metodo meri koncentracija intersticialnega kisika ⁽²⁴⁾. Topnost kisika opišemo z enačbo:

$$C_s = C_o * \exp(-E_a/kT) \quad (2)$$

Vrednosti za C_o in E_a varirajo od avtorja do avtorja, najpogosteje pa se uporabljajo vrednosti $C_o = 0.15E22/cm^3$ in $E_a = 1.03$ eV, ki jih je določil Craven ⁽²⁵⁾.



Slika 6: Shematičen prikaz položaja intersticialnega kisika, ⁽²³⁾.

Med termičnim procesiranjem Si rezine prihaja do treh pojavov:

Na temperaturah pod $1000^{\circ}C$, še zlasti pa pod $800^{\circ}C$, prihaja do NUKLEACIJE ^(9,10), to je tvorbe precipitacijskih jeder. Pojav je lahko homogen ali pa heterogen, odvisno od kvalitete vlečenja kristala. O heterogeni nukleaciji govorimo takrat, kadar so v izvlečenem kristalu prisotni defekti (zelo majhni precipitati SiO_x , C ..), ki služijo kot mesta za nadaljno precipitacijo. O homogeni pa govorimo tedaj, ko se jedra tvorijo enakomerno med nizkotemperaturnim popuščanjem. Opišemo jo z naslednjo enačbo:

$$N_o(x,t) = J_s(x)(t-t_o(1-\exp(-t/t_o))) \quad (3)$$

v kateri pomeni

$$J_s(x) = J_o D(T) O_i(x,0) T \wedge (-1/2) * \exp(-E_o/(T(1-T/T_s) \wedge 2)) \quad (4)$$

V njej pomeni t - čas popuščanja, t_o - inkubacijski čas, potreben, da precipitat zraste do kritične velikosti $R_c(*)$ (10) za naslednji postopek, T_s - pomeni temperaturo, na kateri je koncentracija O_i enaka topnosti. Konstanti J_o in E_o sta materialni konstanti ($J_o \sim 7.94E-11$ cmK^{1/2}, $E_o \sim 1082$ K), ⁽²⁶⁾.

Predstopnjo nukleacije na temperaturah pod $700^{\circ}C$ predstavlja tvorba sekundarnih termičnih donorjev, katerih struktura pa danes še ni enolično določena.

Med termičnim procesiranjem na temperaturah nad $1000^{\circ}C$ pride do dveh pojavov: DIFUZIJE kisika iz/v rezine(o) in difuzijsko kontrolirane PRECIPITACIJE.

Difuzijo kisika opišemo z znano difuzijsko enačbo, koeficient difuzije pa opišemo z enačbo:

$$D = D_o * \exp(-E_a/kT) \quad (5)$$

Najpogosteje upoštevamo naslednje vrednosti: $D_o = 0.07$ cm²/s in $E_a = 2.44$ eV ⁽²⁷⁾, vendar pa lahko iz slike 7 vidimo precejšnje razlike med izmerjenimi vrednostmi, še zlasti pri temperaturah pod $800^{\circ}C$, za katere se predpostavlja, da je difuzija ojačana vsled difuzije molekularnega kisika ⁽²⁸⁾.

Delež sprecipitiranega kisika v sferičnih precipitatih, katerim raste velikost skladno s količino precipitirane snovi, opišemo s Hamovo ⁽²⁹⁾ teorijo precipitacije. Velja:

$$K_o t = H(Sp \wedge 1/3) \quad (6)$$

K_o - je tako imenovana dinamična konstanta

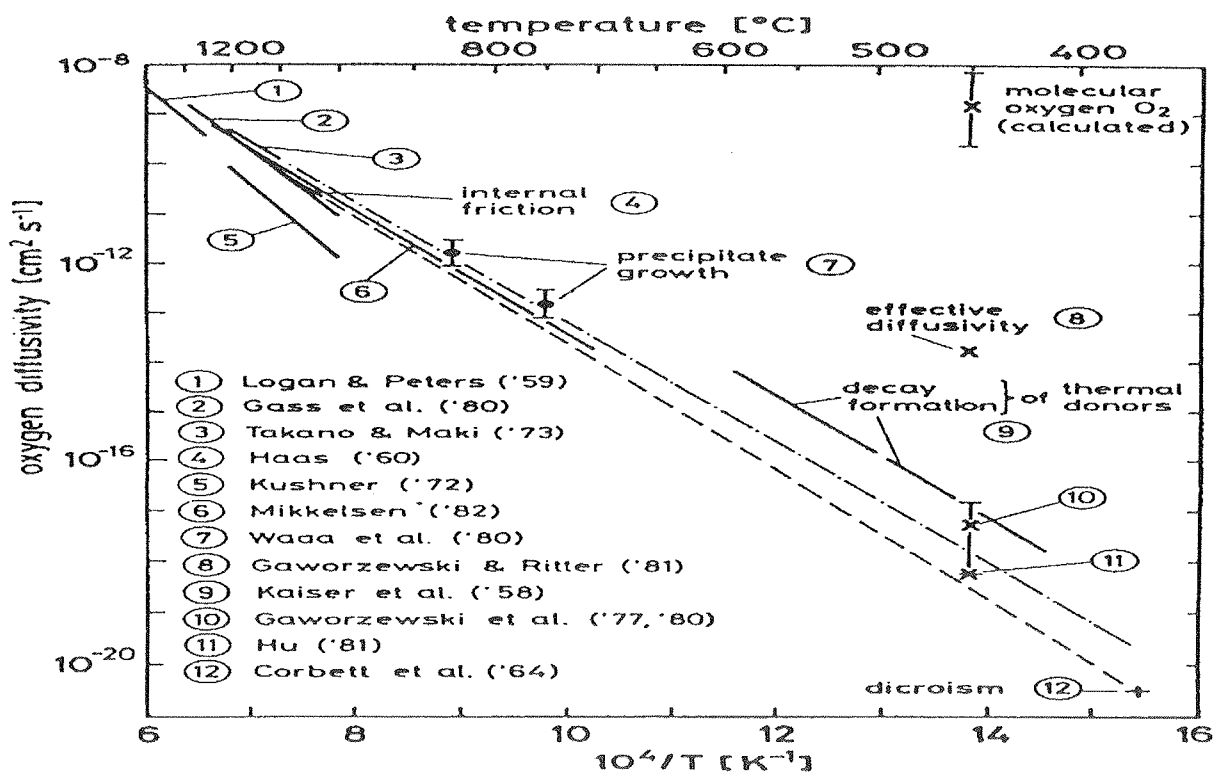
$$K_o = D(T) 3 \wedge (1/3) (4\pi N_o) * 9(2/3) * ((C_o - C_s(T))/C_p) \wedge (1/3), \quad (7)$$

pri čemer pomenita C_o in C_p koncentraciji precipitanta v matriki in precipitatu. $H(x)$ je komplicirana funkcija razmerja koncentracij Sp

$$H(x) = (1/2) \ln((x \wedge 2 + x + 1)/(x \wedge 2 - 2x + 1)) - 3 \wedge (1/2) \operatorname{artg}((2x + 1)/3 \wedge (1/2)) + 0.09068 \quad (8)$$

$$Sp(t) = (C_o - C(t))/C_o - C_s(T), \quad (9)$$

v katerem pomeni: $C(t)$ - Trenutno koncentracija precipitanta v matriki, $C_s(T)$ - pa topnost pri temperaturi T .

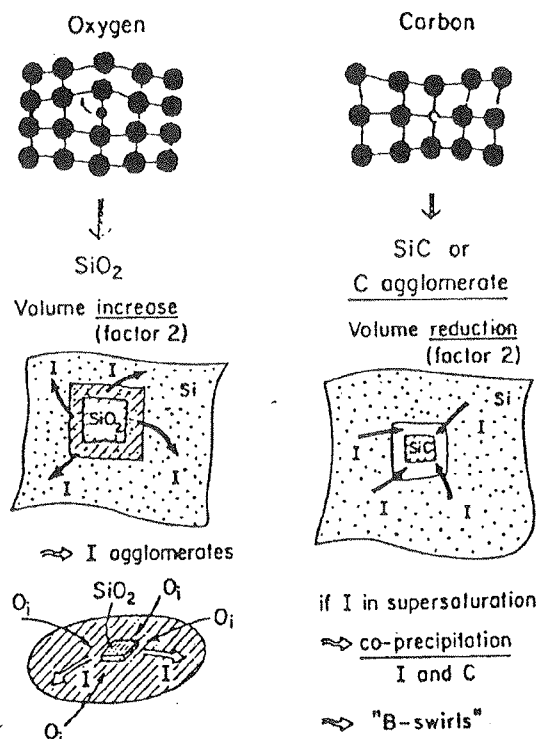
Slika 7: Difuznost kisika kot funkcija temperature, ⁽²⁷⁾.

Popuščanje Si na temperaturah 650-1150°C povzroči formacijo vrste različnih defektov, kot so paličasti coesitni precipitati, ploščati amorfni precipitati, napake zloga, dislokacije in razne kompleksnejše strukture. Vsi ti defekti so postali dobro določljivi šele v 80. letih, z uporabo HRTEM, saj je na primer tipična velikost precipitativ SiO_x od nekaj do nekaj 100nm. V tabeli 1 ⁽²²⁾ so shematično prikazani tipi in morfologija precipitativ za eno, oz. dvostopenjsko popuščanje.

Proces precipitiranja SiO_x povzroči veliko volumsko spremembo približno za faktor 2, kar pomeni, da se morajo na nek način relaksirati napetosti. Zato prične precipitat po določeni količini precipitiranega kisika emitirati intersticijske Si atome v mrežo, oz. absorbirati vakance. V poznejši fazi pa spremlja proces precipitacije emitiranje prizmastičnih dislokacijskih zank. Volumske razmere v okolici precipitata so razvidne na sliki 8 ⁽²⁷⁾.

4.1. Prehodne kovine

Omenjeno je že bilo, da so v Si kristalu vedno prisotne večje ali manjše koncentracije kovinskih nečistoč. Pretežno so to elementi iz 3d skupine Fe, Cr, Co, Ni in Cu, ki so vgrajeni pretežno na intersticijskih mestih, medtem, ko z naraščajočim atomskim številom narašča tendenca po zasedbi substicionalnih mest kristalne rešetke. Kovinske

Slika 8: Preprost shematski prikaz volumskih razmer pri precipitaciji kisika in ogljika, ⁽²⁷⁾.

nečistoče povzročijo dodatne nivoje v sredini prepevedanega pasu in s tem okrepljeno rekombinacijo. Še bolj škodljivo pa delujejo kovinski precipitati v osiromašenem področju. Tipične koncentracije kovin v surovih rezinah, ugotovljene z metodo NNA so okrog $1E13-1E14/cm^3$, med procesiranjem pa se koncentracija poveča na $1E14-1E16$ in tudi več v primeru velike kontaminacije⁽²⁹⁾.

Topnost kovin⁽³¹⁾ prikazana na sliki 9 na tipičnih procesnih temperaturah je mnogo nižja od tipičnega nivoja kontaminacije, kar pomeni da so kontaminanti v prenasičenem stanju in teže k precipitaciji. Še bolj neugodna pa postane zadeva zaradi velike difuzijske konstante intersticialnih kovin. Primer je prikazan na sliki 10 in je zajet iz istega vira kot topnost. Vidimo, da tipična kovinska primes predifundira globino celotne rezine v nekaj minutah pri zmerni temperaturi $800^{\circ}C$.

4.2. Princip getranja kovinskih nečistoč

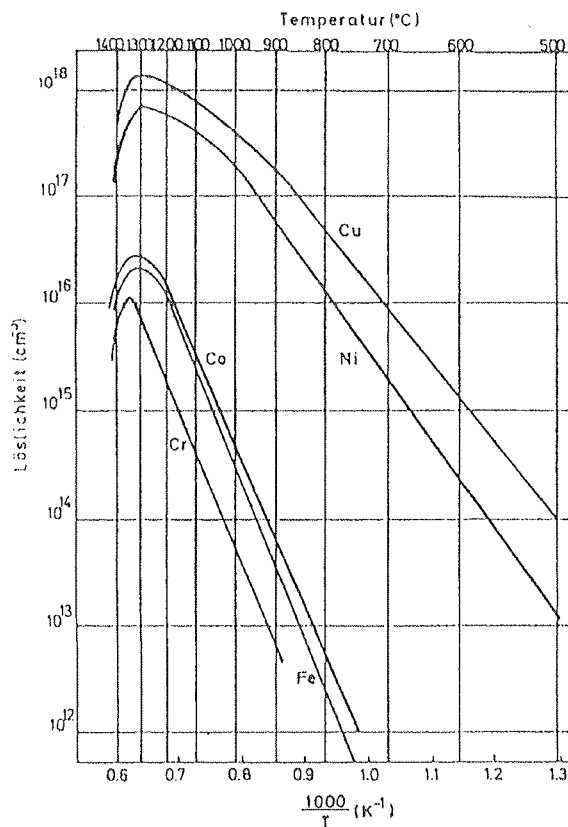
V zgodovini procesiranja IV je bilo mnogo razlag getranja kovinskih nečistoč s takoimenovanim ekstrinzičnim načinom, ko mesta za getranje uvedemo na površino ali intrinzičnim, ko izkoristimo lastnosti intersticijskega kisika oziroma defektov v notranjosti rezine. Vendar kaže, da se izoblikuje nekakšna splošna teorija, ki opiše getranje tako intersticijskih (Fe, Ni, Cu), kakor tudi substitucionalnih prehodnih kovin (Au, Pt). Po tej teoriji imajo ne glede na način getranja vodilno vlogo Si lastni intersticijali.

Postopek getranja sestavljata v bistvu dve fazi. V prvi fazi uvedemo v kristal intersticiale v zadostni koncentraciji tako, da povzročimo topljenje kovinskih precipitativ, saj vemo da je topnost kovin majhna in so pretežno prisotne v obliki silicidnih precipitativ. V teoriji precipitacije obstaja namreč kritični radij R_c , ki je funkcija temperature T , koncentracije lastnih intersticialov C_i , vakanc C_v , precipitanta P , vrste precipitirane faze Si_yP_x in površinske energije σ ^(14,32). Po tej teoriji bodo precipitati z radijem večjim od R_c na določeni temperaturi rasti, medtem ko se bodo precipitati z radijem manjšim od R_c raztopili, kljub temu, da je topnost za določeno temperaturo presežena. Kritični radij definiramo z enačbo:

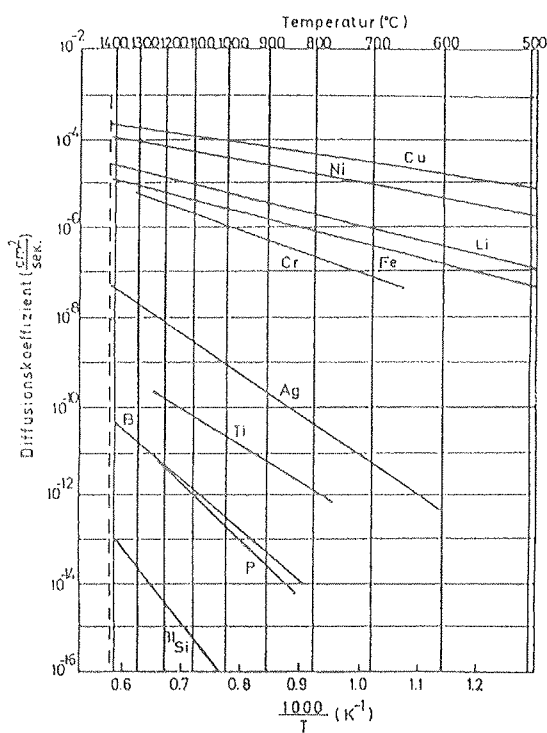
$$R_c = 2\sigma / (E_k T / q) \ln(C_o C_v \wedge m / C_i \wedge n) - 6\mu d E' \quad (10)$$

v kateri pomenijo:

$E = (1 - E') \wedge -3$ in pomeni E' - napetost, ki je v idealnem primeru, ko se vse napetosti relaksirajo zaradi emitiranja intersticialov enaka 0.



Slika 9: Topnost prehodnih kovin v Si,⁽²⁹⁾



Slika 10: Difuzijski koeficienti⁽²⁹⁾ raznih elementov iz 3d skupine v Si.

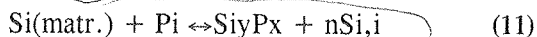
n, m - število emitiranih intersticialov in absorbiranih vakanc.

C_0, C_i, C_v - relativno koncentracijo $C/C(T)$ precipitanta, intersticialov in vakanc, ki imajo ravnotežno vrednost $C_i, v(T)$.

μ, d - sta strižni modul in linearna neskladnost matrike in precipitata.

q - gostota precipitata $SiyPx$.

Reakcija namreč poteka po naslednji enačbi:



v kateri je volumska sprememba, oz. število emitiranih intersticialov n v idealnem primeru enako:

$$n = y/x(C(Si, \text{matr.})/C(Si, SiyPx) - 1) \quad (12)$$

Vidimo, da injekcija lastnih intersticialov (bodisi iz notranjosti zaradi rasti precipitatom, bodisi od zunaj zaradi ekstrinzičnega getranja) povečuje kritični radij, če je volumska sprememba n večja od 0 ($SiO_2, CuSi, Fe(1,3)Si, Ni(1,2,3)Si$) in zmanjšuje, če je manjša ($NiSi_2, FeSi_2$)⁽³²⁾. Na srečo pa oba poslednja silicida z n_0 , ki rasteta ob presežku Si intersticialov precipitirata v območju z visoko koncentracijo intersticialov⁽³³⁾ (v bližini SiO_x precipitata, močno s fosforjem, ali bromom dopirane plasti).

Mehanizem getranja substitucijskih prehodnih kovin (Au, Pt) je nekoliko drugačen. Pri njih dosežemo z visoko koncentracijo lastnih Si intersticialov s tako imenovano „klick-out“ reakcijo:

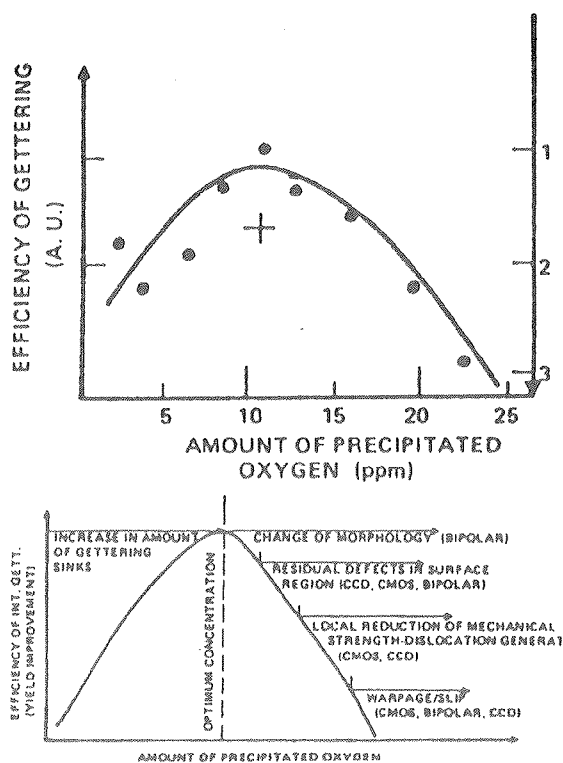


pretvorbo substitucijske (večinske) v intersticijsko kovino, ki ima mnogo večjo difuzijsko konstanto (razlika znaša okrog 5 velikostnih razredov!). Na ta način omogočimo difuzijo zlata na s fosforjem močno dopirana področja rezine, ki so hkrati tudi izvor intersticialov, kjer se veže s kompleksom fosfor-vakanca⁽³⁴⁾.

Pri optimiziranju intrinzičnega getranja lahko sledimo dvema fazama:

HITRI PRECIPITACIJI kisika na startu umazanega procesnega koraka, pri čemer tvegamo, da povečamo nukleacijo defektov zaradi difuzije intersticialov generiranih med precipitacijo v aktivno območje na površini in s tem povezanim zmanjšanjem popustne napetosti, kar lahko privede do plastične deformacije na robovih LOCOS struktur in difuzijskih front, kar lahko v končni meri izplen celo poslabša.

POSTOPNI PERCIPITACIJI v kontroliranem obsegu skozi celoten proces, ki izgleda bolj obetavna. Seveda pa smo pri optimizaciji omejeni s procesnimi koraki in se vedno ne da doseči optimalne postopne percipitacije, kar je običajno primer pri tipičnih procesih CMOS, kjer se večina percipitacije izvrši med difuzijo p otoka, ki je edini res visokotemperaturni korak s temperaturo večjo od 1100°C . Na sliki 11a⁽²⁰⁾ je prikazana odvisnost izplena od količine sprecipitiranega kisika za nek bipolarni proces, medtem ko je na sliki 11b shematično prikazan efekt percipitacije.



Slika 11: Izboljšave izplena z uporabo intrinzičnega getranja v bipolarnem procesu kot funkcija sprecipitiranega kisika za hitro (+) in za postopno (o) precipitirajoč material; b) shematični prikaz vpliva količine sprecipitiranega kisika na izplen.

5. STANJE V ISKRI MIKROELEKTRONIKI

V zadnjem pol leta smo se v naši tovarni začeli načrtno ukvarjati z uvajanjem filozofije inženiringa defektov v obstoječe in predvidene procese. Prvi rezultati raziskave percipitacije kisika za določen proces so bili prikazani že na MIEL v Zagrebu meseca maja. Upam pa, da bodo končni rezultati vsaj tako dobri, če ne še boljši kot rezultati ekstrinzičnega getranja, ki ga že uspešno uporabljamo za specialne produkte.

TEMPERATURE (°C)	N ₂ ANNEAL								
	650	700	750	800	850	900	950	1000	
Rod-like coesite precipitates	●	●	●						
Platelike SiO ₂ precipitates with small perfect loops	●	●	●	●	●	●	●	●	
60° dislocation dipoles	●	●	●	●					
90° dislocation dipoles	●	●	●	●					
				+ WET O ₂ 1150°C					
Frank stacking faults	●	●	●	●	●	●	●	●	
$\frac{a}{6}$ <114> stacking faults	●	●	●				●		
Elongated dislocation loops	●	●	●	●					
Hexagonal prismatic loops	●	●	●	●	●		●	●	
Octahedral SiO ₂ precipitates	●	●	●	●	●	(*)			
Platelike SiO ₂ precipitates						●	●	●	
Prismatic punching systems						●	●	●	
Small irregular loops						●	●	●	

Tabela 1: Tipični defekti ⁽²²⁾ nastali med eno in dvostopenjskim popuščanjem Si kristala. Velikost pike je sorazmerna gostoti defektov.

6. LITERATURA

1. A. Goetzberger, W. Shockley, J. Appl. Phys., 31, 1821 (1960)
2. L. Jastrzebski, IEEE Trans. Electron Devices ED-29, No. 4, 475 (1982)
3. K. Yamabe, K. Taniguchi, IEEE Journal of Solid State Circuits, SC-20, No. 1, 343 (1985)
4. J.O. Borland, Proceedings 2nd Int. Autumn Meeting GADEST, 360, Garzau, DDR, October 1987
5. S.P. Murarka, T.E. Seidel, J.V. Dalton, J.M. Dishman, M.H. Read, J. Electrochem. Soc., 127, No. 3, 716 (1980)
6. M. Maček, Proceedings 2nd Int. Autumn Meeting GADEST, 357, Garzau, DDR, October 1987
7. J.M. Hwang, D.K. Schroder, A.M. Goodman, IEEE Electron Devices Letters, EDL-7, No. 3, 172 (1986)
8. M. Kittler, H. Richter, W. Seifert, Proceedings ESSDERC 87, 343, Bologna, Italy 1987
9. N. Inoue, J. Osaka, K. Wada, J. Electrochem. Soc., 129, 2780 (1982)
10. N. Inoue, J. Osaka, K. Wada, Semiconductor Silicon 1981, ed. H.R. Huff, R.J. Kriegler, Y. Takeishi, (J. Electrochem. Society, NJ, 1981), p 282
11. J.O. Borland, T. Deacon, Solid State Tehnology 27, 123 (1984)
12. L. Jastrzebski, R. Soydan, J. McGinn, R. Kleppinger, M. Blumenfeld, G. Gillespie, N. Armour, B. Goldsmith, W. Henry, S. Vecrumba, J. Electrochem. Soc., 131, 2944 (1984)
13. Chang-Du Lee, P.J. Tobin, J. Electrochem. Soc., 133, 2147 (1986)
14. C. Claeys, J. Vanhillemont, Proceedings 2nd Int. Autumn Meeting GADEST, 3, Garzau, DDR, October 1987
15. H.U. Habermeier, Proceedings 2nd Int. Autumn Meeting GADEST, 72, Garzau, DDR, October 1987
16. J.M. Andrews, S. Muller, G.A. Rozgony, VLSI Science and Technology 1982, Edt. C.J. Dell Oca W.M. Bullis, The Electrochem. Soc. Softbound Proceedings Series, Princeton, NJ (1982)
17. W. Zulehner, D. Huber, Crystals, 8, p131, Springer-Verlag Berlin
18. D. Huber, osebno obvestilo
19. R.B. Swaroop, Solid State Technology, 27, 177 (1984)
20. L. Jastrzebski, R. Soydan, J. McGinn, J. Electrochem. Soc., 131, 2944 (1984)
21. M. Polignano, G.F. Cerofolini, Proceedings ESSDERC 87, 335, Bologna, Italy 1987
22. C. Claeys, J. Vanhillemont, H. Bender, Proceedings 2nd Int. Autumn Meeting GADEST, 130, Garzau, DDR, October 1987
23. W. Kaiser, P.H. Keck, C.F. Lange, Phys. Rev. 101, 1264 (1956)
24. ASTM F121-79
25. R.A. Craven, Semiconductor Silicon 1981, ed. H.R. Huff, R.J. Kriegler, Y. Takeishi, (Electrochem. Society, NJ, 1981), p 225
26. M. Pagani, W. Huber, Proceedings ESSDERC 87, 339, Bologna, Italy 1987
27. J.C. Mikkelsen Jr., Appl. Phys. Lett., A 40, 336 (1982)
28. U. Goesele, T.Y. Tan, Appl. Phys. Lett., A 28, 79 (1982)
29. P.F. Schmidt, C.W. Pearce, J. Electrochem. Soc., 128, 631 (1981)
30. F.S. Ham, J. Phys. Chem. Solids, 6, 335 (1958)
31. E.R. Weber, Appl. Phys. Lett., A 30, 1, (1983)
32. G. Bronner, J. Plummer, Proceedings ESSDERC 87, 557, Bologna, Italy 1987
33. A. Ourmazd, W. Schroeter, Appl. Phys. Lett., 45 (7), 781 (1984)
34. D. Lecrosnier, J. Paugam, G. Pelous, F. Richou, M. Salvi, J. Appl. Phys., 52 (8), 5090(1981)

Mag. Marjan Maček
ISKRA MIKROELEKTRONIKA
LJUBLJANA, Stegne 15d

KOMPLEMENTARNA UNIPOLARNA TEHNOLOGIJA NA SILICIJU Z NAJMANJŠIMI RAZSEŽNOSTMI V MIKROMETRSKEM PODROČJU

L. Trontelj, J. Trontelj, S. Zorman

UVOD

Sodelavci Laboratorija za mikroelektroniko Fakultete za elektrotehniko, skupaj s strokovnjaki iz firme International Microelectronic Products, Inc. že več kot leto dni intenzivno delujejo na raziskavah in razvoju posameznih korakov v zahtevnem procesu CMOS, ki omogoča realizacijo analognih in digitalnih funkcij skupaj s pomnilniškimi elementi E²PROM. Končni cilj te dejavnosti naj bi bil utečen tehnološki proces z obširno knjižnico standardnih celic in z načrtovalskimi orodji za načrtovanje integriranih vezij za srenjo sistemskih inženirjev. Za tipičen operacijski ojačevalnik je v izbrani tehnologiji ciljni parameter produkta pasovne širine in ojačenja 300 MHz, komparator naj izvrši funkcijo v 6 nsec, sifa SC naj delujejo v „uporabniškem“ frekvenčnem področju za radio televizijske naprave.

Digitalno analogni pretvorniki naj konverzijo opravijo s taktom 100 MHz. Ne nazadnje naj tehnologija omogoča realizacijo vezij za digitalno omrežje z dodanimi storitvami (ISDN).

Skratka, tipične aplikacije v sodobni elektroniki zahtevajo višjo hitrost in natančnost obdelave informacij, programabilnosti in izboljšano integracijsko gostoto v skladu z Moorovim pravilom, ki je v mikroelektroniki v veljavi že dve desetletji. Celična zasnova funkcijskih blokov omogoča strukturiran načrtovalski pristop.

DILEME V RAZVOJU TEHNOLOGIJE

Kvalitetna realizacija analognih vezij omogoča proces CMOS, ki zagotavlja med ostalim natančno izdelavo interpolisilicijevih kondenzatorjev, povsem izolirane bipolarne tranzistorje na vходу vezja za zagotovitev čim nižjega šuma ter precizne tankoplastne upore. Po drugi plati zahteva „hitri“ digitalni proces visoko transkonduktanco integriranih tranzistorjev in kompaktnost. Zaželeno je možnost doravnavanja in programiranja. Oba tipa elektronskih funkcij seveda težita za čim boljše imunostjo na degradacijo lastnosti integriranega tranzistorja, ki nastaja zaradi vročih elektronov v kratkem kanalu.

Izbira tipa otoka je odvisna od več med seboj nasprotujočih si kriterijev.

Realizacija z otokom p za tranzistor tipa n omogoča sicer trikratno transkonduktanco kot jo ima enak gradnik s kanalom p zaradi višje gibljivosti nosilcev. Seveda pa ima n kanalni gradnik večji „flickerjev“ šum v primerjavi z gradnikom tipa p. To „hibo“ lahko „popravimo“ z ustreznimi dimenzijami tranzistorja n, kot je to razvidno iz izraza za šumno napetost (Enačba 1):

$$\bar{V}_{eq}^2 = \left(\frac{K}{C_o W L} \frac{1}{f} \right) \Delta f$$

Enačba 1: Šumna napetost

Uporabljeni simboli imajo standardno notifikacijo.

Aplikacije v biomedicinski nizkofrekvenčni elektroniki, kjer je nizek „flickerjev“ šum še posebej pomemben pa zahtevajo vhodno stopnjo na otoku n.

Pri višjih frekvencah je izbira tipa otoka manj pomembna.

Porast pragovne napetosti in s tem povezano zmanjšanje dinamičnega območja za gradnike v otokih, bogatejših s primesmi v primerjavi z onimi na „visokoohmskem“ substratu je lahko ovira za fleksibilnost v analognem načrtovanju.

Posebej prirejen postopek z otokom n dovoljuje izvedbo izoliranega vertikalnega bipolarnega tranzistorja npn. Kolektor tega tranzistorja leži v otoku, njegova baza pa je posebej difundirana. Taka izvedba ima seveda veliko prednosti pred konvencionalno lateralno.

E²PROM pomnilniki so danes zgrajeni s tehnologijo z otokom n. Če torej tehtamo prednosti in slabosti otoka n v primerjavi z otokom p, se odločimo za otok n, saj je z njim možno realizirati vse omenjene ciljne parametre.

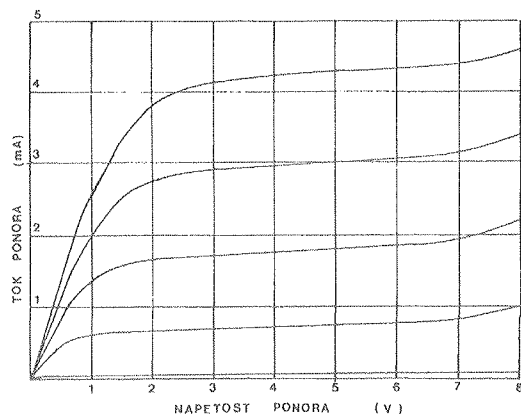
Digitalni del vezja z napajalno napetostjo 5V shaja z debelino oksida pod krmilno elektrodo v velikosti vsega 25 nm. Brez potrebnih ukrepov pa se bo tranzistorju s tako tankim dielektrikom pod krmilno elektrodo že po nekaj urah obratovanja zmanjšala transkonduktanca za približno 10%. To

povzročijo vplivi vročih elektronov v kanalu. Substratni tok bo namreč pri napetosti 5,5V za tak gradnik presegal 5 % toka ponora. Električno polje v bližini spoja ponora je prevladujoči faktor, ki vpliva na degradacijo. Izraz za maksimalno električno polje E_{max} je z globino spoja ponora x_j , njegovo napetostjo nasičenja U_{dsat} in debelino izolatorja t_{ox} nad kanalom približno takle (Enačba 2):

$$E_{max} = \frac{U_d - U_{dsat}}{\sqrt{3 t_{ox} x_j}}$$

Enačba 2: Maksimalno električno polje

→ To polje lahko zmanjšamo s strukturno LDD (nizkodopiran ponor) skupaj z oksidnimi ločniki. Taka rešitev dramatično poveča življenjsko dobo gradnika in tako zmanjša degradacijo zaradi vročih elektronov. Taka rešitev pa seveda vnese dodatno serijsko upornost ponora in izvora. Rezultirajoča karakteristika I-U kaže zmanjšan tok in transkonduktanco ter zmanjšanje uporabnega področja nasičenja (slika 1).



Slika 1: ID/VD karakteristika, $W/L = 20/1.2$

0 Posebno skrb zahteva povečana napajalna napetost (10V) za nekatere telekomunikacijske zahteve. V tem primeru je ob uporabi strukture LDD treba tudi povečati debelino tankega oksida na 40 nm. Za mešana analognodigitalna vezja je treba torej področje, kjer tranzistorji delujejo v režimu napetosti $U_{ds} > 8V$, načrtati s posebno topologijo (masko) za relativno povečanje debeline tankega oksida.

Zmanjšanje dimenzij in naštetih dodatki v topologiji gradnika so poseben izziv za vse fotolitografske postopke. Uspešnost preslikave zagotavlja metoda s koračnim poravnalnikom v razmerju 1:1. Jedkalni postopki so omejeni na suhe v plazmi.

Nekaj naših izkušenj je naštetih v naslednjem poglavju.

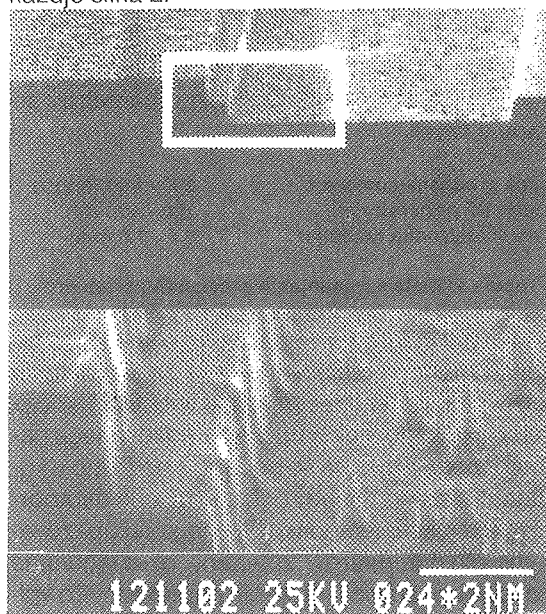
JEDKANJE

Za ilustracijo problematike, s katero se srečujemo pri plazma jedkanju, lahko dobro služi primer jedkanja polisilicija. Najprej navedimo nekatere nastavljive parametre, ki vplivajo na izid jedkanja:

- Tlak procesne komore
- Izhodna moč RF generatorja
- Medelektrodna razdalja
- Sestava plinske mešanice
- Masni pretoki posameznih plinov v plinski mešanici

Tudi trajanje jedkanja je lahko odločilno za kvaliteto jedkanja. To kontroliramo po metodi končne točke. Ta omogoča določitev trenutka, ko je jedkanje v glavnem končano ter s tem izključi poškodbo spodnje plasti.

Številni nastavljivi parametri omogočajo optimizacijo jedkalnih programov. Jedkanje lahko izvršimo v več korakih, z vsakim korakom pa lahko optimiramo določeno fazo. Presek rezine med jedkanjem tipično sestavljajo plasti različnih materialov. V primeru jedkanja polisilicija se pod njim nahaja plast silicijevega dioksida, na kateri je potrebno jedkanje ustaviti. Na vrhu polisilicija je fotorezistna maska, katere podobo želimo čimbolj verno prenesti na polisilicij. Za mnogo težav pri jedkanju poskrbi plast tankega samorodnega oksida med polisilicijem in fotorezistom. Le-ta deluje kot mikromaska in jo je treba pred jedkanjem plasti odstraniti. V primeru, da nam to ne uspe, je izgled jedkane površine lahko takšen kot ga prikazuje slika 2.



Slika 2: Posledica mikro maske

Optimalni jedkalni program za polisilicij je sestavljen iz več korakov. V prvem, imenujemo ga inicializacija, želimo s površine polisilicija odstraniti ves silicijev dioksid. V tej fazi jedkanja je zaželena čim nižja selektivnost proti silicijevemu dioksidu. Ko je površina polisilicija čista, sledi glavni jedkalni korak, ki zahteva visoko stopnjo anizotropnosti. Biti mora zadovoljivo hiter in mora imeti še sprejemljivo selektivnost proti oksidu. Obema omenjenima korakoma običajno sledi še korak prejedkavanja. Potreben je zato, da zanesljivo odstranimo ves preostali polisilicij z mest, kjer je bila začetna debelina polisilicija večja od normalne in z mest, kjer je na začetku jedkanje napredovalo počasneje zaradi prisotnosti neželene mikro maske. Glavna zahteva v tem koraku je, da ne napravimo škode že oblikovanemu profilu izjedkanih figur in ne poškodujemo oksida.

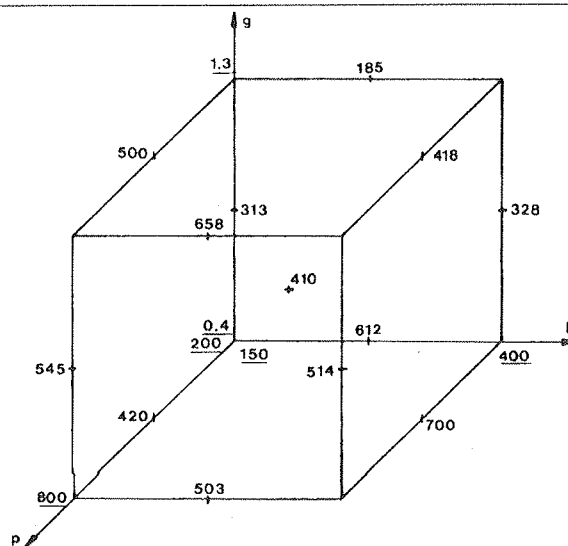
Med vsemi jedkalnimi koraki želimo čim manj spreminjati geometrijo maske, saj ta določa končne oblike v polisiliciju. Zato v vseh korakih jedkanja ne smemo poškodovati fotopolimera.

Tako za optimiranje, kot tudi za samo vzdrževanje procesa je izredno pomembno poznavanje vplivov procesnih parametrov. Veliko število vplivnih parametrov ne dopušča možnosti izvršitve popolne karakterizacije jedkalnega procesa. Taka karakterizacija bi zahtevala preobsežno eksperimentalno delo, da bi to bilo praktično. Zadovoljiti se moramo z delnimi karakterizacijami, ki nam dajejo določeno predstavbo o dogajanju v procesu. Študij vpliva tlaka procesne komore, izhodne moči RF generatorja in medelektrodne razdalje na jedkalno hitrost polisilicija, selektivnost in profil izjedkanih linij, je primer delne karakterizacije procesa. Karakterizacija je bila izvršena za He, Cl₂ plazmo, ob nespreminjanih masnih pretokih obeh plinov. Izbrane meje opazovanih vplivnih parametrov so zbrane v tabeli 1.

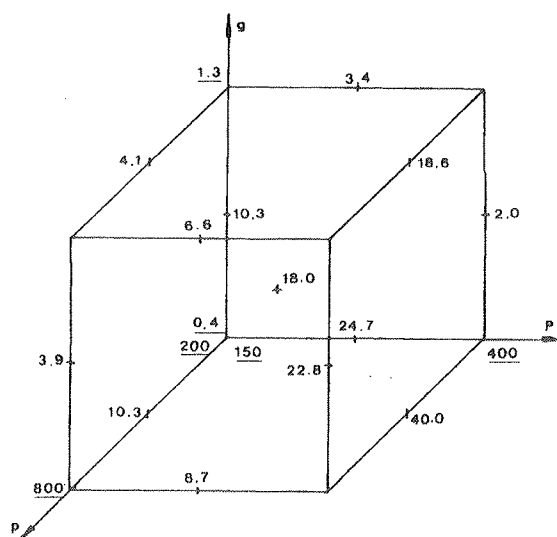
tlak procesne komore:	200 - 800 (mtorr)
moč RF generatorja:	150 - 400 (W)
medelektrodna razdalja:	0.4 - 1.3 (cm)

Tabela 1: Meje spreminjanih procesnih parametrov.

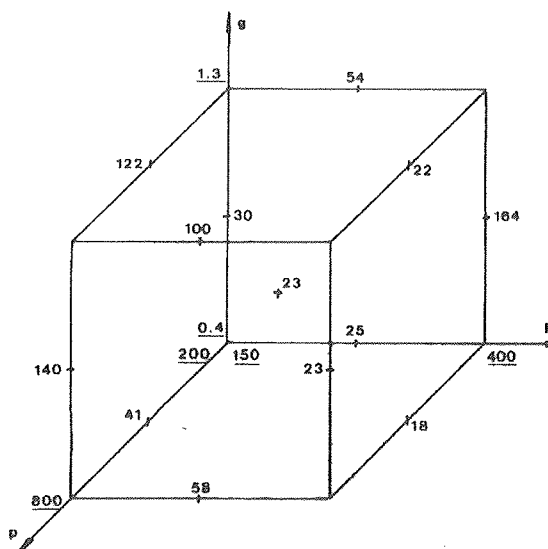
Slike 3,4 in 5 nazorno prikazujejo kakšni so bili rezultati meritev jedkalnih hitrosti za polisilicij in silicijev dioksid ter izračun selektivnosti polisilicija proti silicijevemu dioksidu. Meje opazovanega parametričnega prostora so podane s površino v koordinatni sistem vrisane kocke. Vsaka od osi koordinatnega sistema predstavlja enega od opazovanih vplivnih parametrov. Izmerjene, oz. izračunane vrednosti opazovanih odvisnih parametrov so vpisane na mestih, ki ustrezajo eksperimentalnim točkam.



Slika 3: Hitrost jedkanja polisilicija



Slika 4: Hitrost jedkanja oksida (nm/min)



Slika 5: Selektivnost

Na podlagi rezultatov je mogoče postaviti izkustveni model procesa. Enačba 3 predstavlja eno izmed možnih oblik takega modela za jedkalno hitrost polisilicija. Tabela 2 vsebuje numerične vrednosti koeficientov enačbe 3. Pri vsem tem se moramo zavedati, da model te vrste lahko dobro služi kot orientacija.

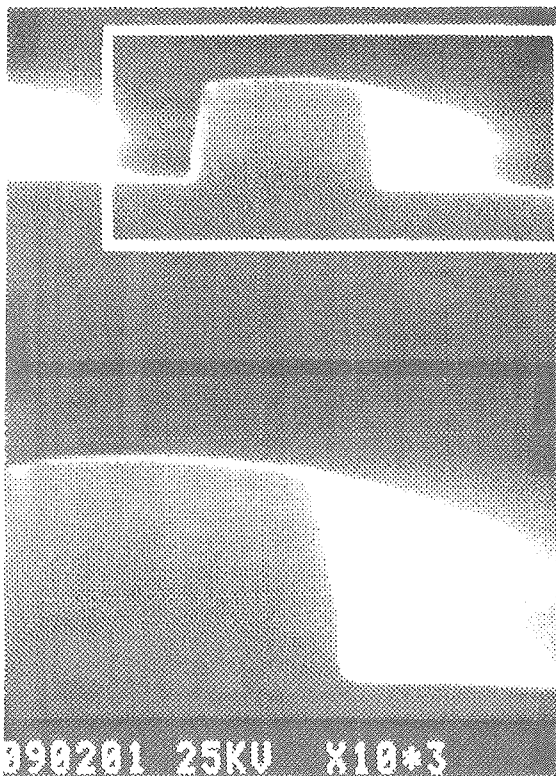
$$V_j = a_0 + a_1 p + a_2 P + a_3 g + a_4 pP + a_5 p g + a_6 P g + a_7 p^2 + a_8 p^2 + a_9 g^2$$

Enačba 3: V_j ... jedkalna hitrost

- * a_x ... koeficient modela
- * p ... tlak (mtorr)
- * P ... moč (W)
- * g ... razdalja med elektrodama (cm)

a_x	vrednost
a_0	6500.7
a_1	-3.864
a_2	12.38
a_3	-8122.1
a_4	-0.003
a_5	10.22
a_6	-15.32
a_7	-0.001
a_8	0.008
a_9	3421.6

Tabela 2: Numerične vrednosti koeficientov enačbe 3.



Slika 6: Profili poli linije

Slika 6 prikazuje tipični presek izjedkanih linij. Zgornji del linije, z rahlim naklonom bokov je po jedkanju preostali fotorezist. Spodnji odsekano strm del pa polisilicij. Visoka stopnja anizotropnosti jedkanja je očitna. Spodjedkavanja fotorezista ni opaziti.

Seveda tlak, moč in medelektrodna razdalja niso edini vplivni parametri. Opazili smo, da dodatek SF_5 v plinsko mešanico He in Cl_2 , močno spremeni jedkalno hitrost polisilicija in zmanjša selektivnost za silicijev dioksid. Kot se je izkazalo vpliva SF_5 tudi na zmanjšanje stopnje anizotropnosti jedkanja. Tabela 3 vsebuje rezultate meritev vpliva dodajanja SF_5 v He, Cl_2 plinsko mešanico. SF_5 smo dodajali tako, da smo pri stalnih masnih pretokih He in Cl_2 povečali masni pretok SF_5 od 0 do 20 sccm. Očiten je vpliv SF_5 na zmanjšanje poškodb fotopolimera.

SF_5 tok (sccm)	ERpoli (nm/min)	ERoks (nm/min)	ERres (nm/min)	Sp/o (°)	Sp/r (°)
0	349	17	149	20.5	2.3
5	1112	73	255	15.2	4.4
10	1061	76	273	14.0	3.9
15	1095	78	253	14.6	4.3
20	997	65	196	15.3	5.1

Tabela 3: Jedkalne hitrosti polisilicija, silicijevega dioksida, fotorezista in selektivnosti polisilicija proti oksidu in fotorezistu v odvisnosti od pretoka SF_5 .

Na hitrost jedkanja polisilicija vpliva tudi število vgrajenih primesi v plasti. Znano je, da tip n polisilicija jedkamo znatno hitreje od tipa p ali nedopiranega polisilicija.

Meritve jedkalnih hitrosti smo izvršili na dva načina.

Prva meritev jedkalne hitrosti je bila izvršena tako, da smo dano rezino jedkali 30 s ter pred jedkanjem in po jedkanju pomerili debelino polisilicija. Iz teh podatkov smo nato izračunali jedkalno hitrost:

V tabeli 4 so rezultati meritev jedkalne hitrosti po drugi metodi. To pot smo izmerili debelino polisilicija na vsaki od rezin le pred jedkanjem. Nato smo vse rezine jedkali dokler nismo odstranili vsega polisilicija z nemaskiranih mest. Med jedkanjem smo snemali izhodni signal sensorja za detekcijo končne točke jedkanja. Na podlagi tega podatka in podatka o začetnih debelinah polisilicija, je bilo mogoče izračunati jedkalno hitrost.

N	Pt	r	t	ER	plazma
04	423	16.1	26	976	
12	433	45.5	33	787	He
16	433	32.3	31	838	Cl ₂
22	460	/	62	445	SF ₅
23	460	/	62	445	
05	442	15.8	80	317	
13	433	39.1	90	289	He
15	433	39.2	90	289	Cl ₂
20	463	/	112	248	
21	460	/	112	247	
03	422	16.0	49	/	
10	435	46.5	67	/	o
14	437	47.2	67	/	b
24	460	/	96	/	e
25	458	/	96	/	

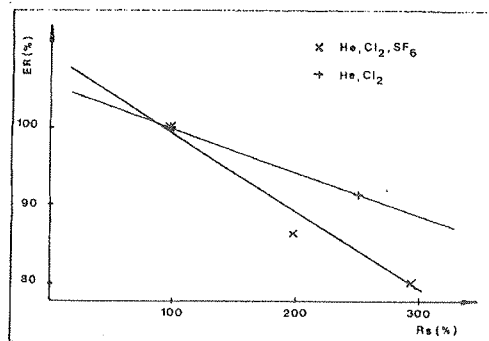
Tabela 4. Meritve jedkalne hitrosti polisilicija na podlagi znane začetne debeline in izmerjenega časa jedkanja.

Oznake v tabeli imajo naslednji pomen:

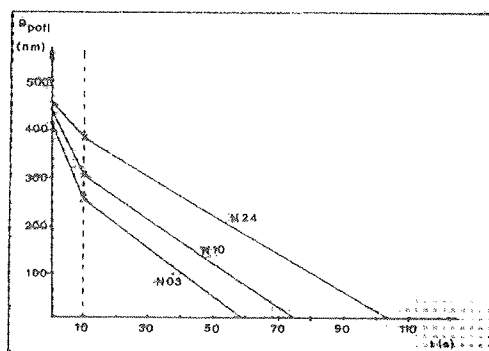
- * N ... Številka rezine
- * Pt ... Debelina polisilicija (nm)
- * r ... Plastna upornost polisilicija (ohm/ ())
- * t ... Čas jedkanja polisilicija (s)
- * ER ... Jedkalna hitrost (nm/min)
- * plazma ... Tip plazme

Rezultati naših meritev kažejo, da je jedkanje v He, Cl₂, SF₅ plazmi veliko bolj občutljivo na spremembe v plastni upornosti polisilicija, kot pa jedkanje v He, Cl₂ plazmi. To vidimo tudi na sliki 7. Rezultati na tej sliki so normirani tako, da so spremembe plastne upornosti podane relativno na maksimalno jedkalno hitrost in minimalno plastno upornost.

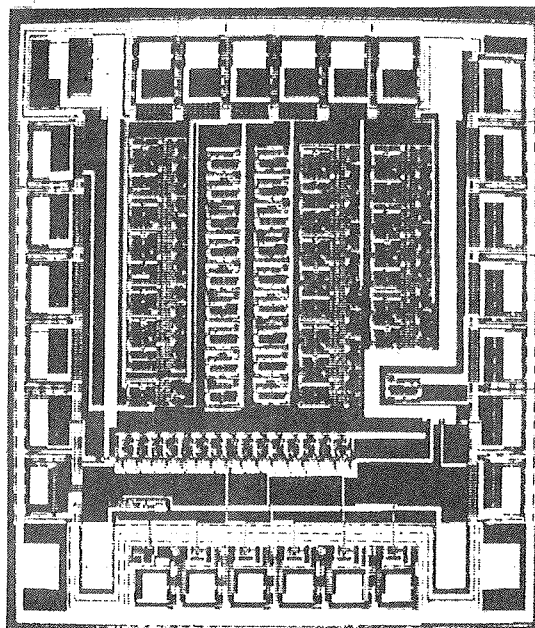
Ob upoštevanju rezultatov, dobljenih za jedkanje v He, Cl₂, oz. He, Cl₂, SF₅ plazmi, je bilo mogoče konstruirati potek jedkanja za kombiniran postopek jedkanja. Eno grupo rezin smo namreč za začetek 10 s jedkali v He, Cl₂, SF₅ plazmi, nato pa jedkanje nadaljevali v He, Cl₂ plazmi. Slika 8 je grafična konstrukcija poteka jedkanja za rezine N 03, N 10 in N 24 in predstavlja pričakovan potek jedkanja omenjenih rezin, ob upoštevanju začetnih debelin polisilicija ter ocenjenih jedkalnih hitrosti na osnovi znanih plastnih upornosti. V tabeli 4 so navedeni dejanski izmerjeni časi jedkanja. Ujemanje rezultatov iz tabele 4 in rezultatov dobljenih z grafično konstrukcijo je dobro. Ob predpostavki, da v naprej poznamo debelino polisilicija in njegovo plastno upornost, lahko zanesljivo ocenimo čas potreben za jedkanje dane rezine.



Slika 7 Sprememba jedkalne hitrosti polisilicija v odvisnosti od plastne upornosti



Slika 8 Grafična konstrukcija poteka jedkanja



Slika 9 Testna struktura

ZAKLJUČEK

Izbrani procesni koraki zagotavljajo štiri nivoje povezav, kar omogoča potrebno fleksibilnost za načrtovanje in realizacijo kombiniranih analogno digitalnih vezij.

Dosežene električne lastnosti posameznih funkcijskih blokov iz testne strukture (slika 9) potrjujejo pravilnost izbora tehnoloških korakov. Predikcija modelov gradnikov na podlagi študija njihove degradacije zaradi vpliva vročih elektronov v kanalu smo verificirali z meritvami. Lahko zaključimo, da bodo tehnološki koraki in razvite funkcionalne celice učinkovito orodje za snovalce elektronskih sistemov bodočnosti.

LITERATURA

- J. Trontelj, L. Trontelj, S. Ožbolt
T. Pleteršek, V. Kunc, M. Khambaty,
C. M. Liu, M. Robinson:
1.2 micron, high speed, high density
CMOS analog library
Custom Integrated Circuits Conference
1988, Rochester, ZDA

Prof. dr. L. Trontelj, dipl. ing.
Prof. dr. J. Trontelj, dipl. ing.
Sašo Zorman, dipl. ing.
Fakulteta za elektrotehniko
Tržaška 25, 61000 Ljubljana

METALOKSIDNI VARISTORJI

J. Benda, M. Cergolj

Varistor je napetostno odvisen nelinearni upor. Njegova U-I karakteristika je simetrična in precej podobna Zenerjevi diodi. Ko je varistor izpostavljen visokonapetostnemu impulzu, se varistorska upornost od izredno velike vrednosti zniža na izredno majhno (nekaj ohmov).

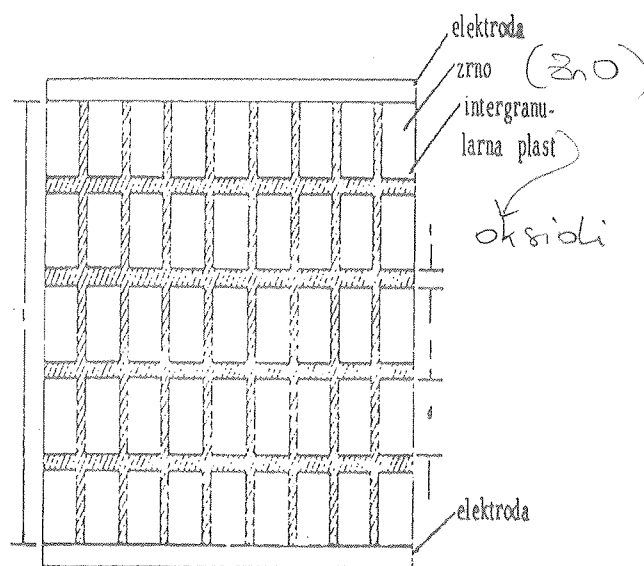
Varistorska masa je sestavljena v glavnem iz ZnO. Dodanih pa je še vrsta drugih oksidov (Bi_2O_3 , Sb_2O_3 , MnO, CoO, ...).

Glavna sestavina oksidnih varistorjev je ZnO z majhnimi dodatki ostalih oksidov. Bistven je dodatek Bi_2O_3 , ki ima največji vpliv na nelinearno karakteristiko varistorjev. Pomembni so še dodatki Co, Mn, Sb, Cr oksidov. Količinska sprememba dodanega Bi_2O_3 vpliva na spremembo nazivne napetosti in nelinearnega koeficienta varistorja.

Znano je, da neohmsko obnašanje varistorjev izhaja iz njihove mikrostrukture, v kateri so prevodna ZnO zrna ločena med seboj s tankim filmom izolativne intergranularne plasti (specifična upornost $\sim 10^{12}$ ohmcm). Ta vmesna plast pa postane pri določeni napetosti prevodna. Intergranularno plast sestavljajo dodani oksidi.

Na naslednji sliki je shematsko prikazana mikrostruktura varistorja.

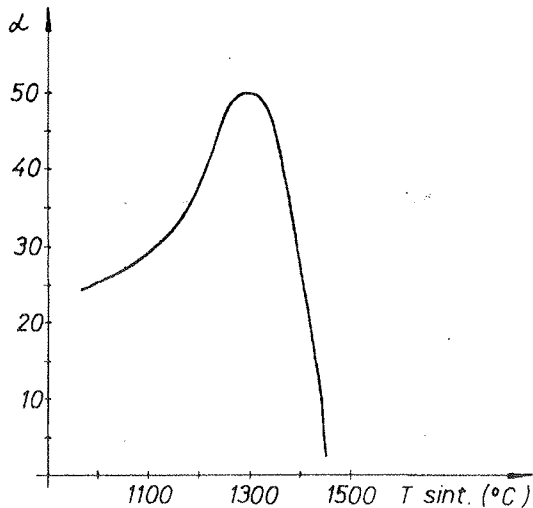
Pri pripravi materiala za varistorje je posebno pomembno kontrolirati mikrostrukturo, to se pravi velikost zrn, od katere je odvisna napetost varistorja. Napetost varistorja je obratno sorazmerna



Slika 1: Shematski prikaz mikrostrukture varistorja

velikosti zrn. Na velikost zrn vplivamo z dodatki, atmosfero in režimom sintranja.

Na vrednost nelinearnega koeficienta pa močno vplivata sestava in režim sintranja. Spreminjanje vrednosti α je v povezavi z dogajanjem v intergranularni fazi. Do temperature 1300°C vrednost α narašča, nato pada in na 1450°C postane varistor upor.



Slika 2: Odvisnost vrednosti α od temperature sintranja

Varistorji so uporabni zlasti pri omejevanju visokonapetostnih konic, ki zelo škodljivo vplivajo na elektroniko. Ko je varistor izpostavljen visokonapetostnemu impulzu, se varistorska impedanca od skoraj neskončne vrednosti zniža na zelo majhno (nekaj ohmov). Tako se nevarni prenapetostni impulzi znižajo na dovoljen nivo in na ta način zaščitijo občutljive elektronske dele pred uničenjem. Varistor v takem primeru absorbira energijo visokonapetostnega impulza in jo oddaja okolici v obliki toplote.

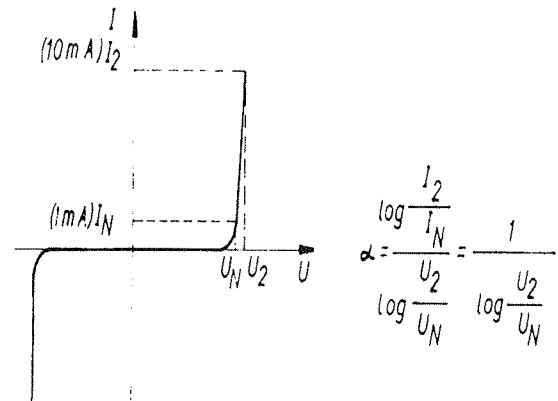
Za primerjavo pogledimo razlike med posameznimi zaščitnimi elementi.

ZnO varistor

Tipična vrednost nelinearnega koeficienta α , je pri ZnO varistorjih 40-60 in tudi več.

Prepustni tok I_L pri stalni priključeni napetosti je relativno majhen (nekaj μA). Pri standardni ponudbi se nazivne napetosti gibljejo od približno 11 V do 750 V, trajne enosmerne napetosti pa od 14 V do 1060 V.

Odzivni čas teh varistorjev je kratek in znaša pod 25 ns.

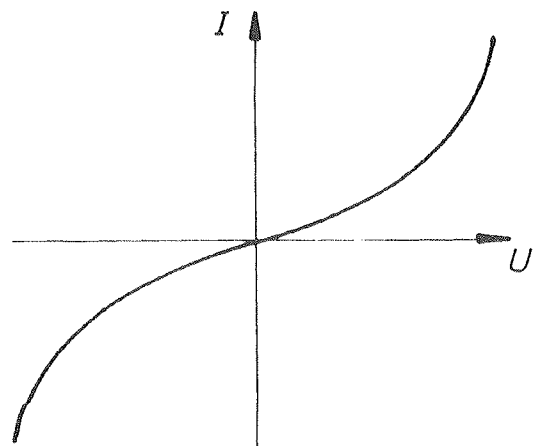


Slika 3: Napetostno tokovna karakteristika ZnO varistorja

SiC varistor

SiC varistor je nelinearni upor z razmeroma majhnim koeficientom α (2-7). Zato ta varistor ponavadi uporabljamo v seriji z iskriščem (energetika). Ker je α nizek, je tudi koleno karakteristike slabo izrazito, zato že pri majhni delovni napetosti lahko teče prevelik tok skozi varistor. To pa povzroči močno segrevanje varistorja in odpoved.

Primer $\alpha = 1$: navaden upor

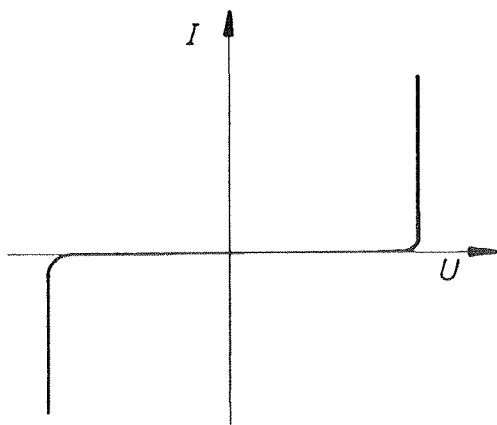


Slika 4: Napetostno tokovna karakteristika SiC varistorja

Posebna dvojna Zener dioda

To so Zener diode s simetrično karakteristiko. Koleno karakteristike je izredno močno izrazito, saj se vrednost nelinearnega koeficienta α giblje tudi do 120 in več.

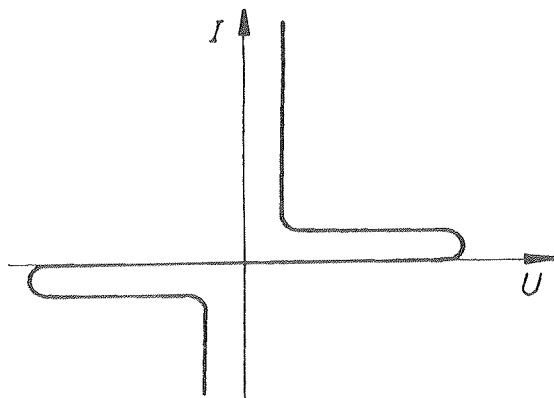
Slabost teh elementov pa je v tem, da ne prenesejo tako velikih udarnih tokov in energij kot varistorji. Imajo pa še eno dobro lastnost. Pri pravilni montaži imajo namreč izredno kratek odzivni čas (približno 10 ps).



Slika 5: Napetostno tokovna karakteristika dvojne Zener diode

Plinski odvodniki

Odvodniki običajno prenesejo večje udarne tokove in absorbirajo večjo energijo, imajo pa relativno dolg odzivni čas (0,5 μ s). To pomeni, da je plinski odvodnik približno 20-krat počasnejši kot ZnO varistor.



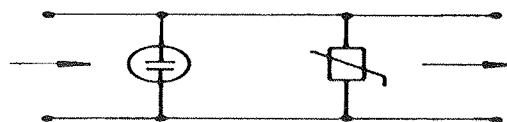
Slika 6: Napetostno tokovna karakteristika plinskega odvodnika

Taka počasnost je prevelika za današnje občutljive elektronske elemente. Slaba stran plinskih odvodnikov je tudi v tem, da pod 90 V vžigne napetosti niso na razpolago.

KOMBINIRANI SISTEMI ZAŠČITE

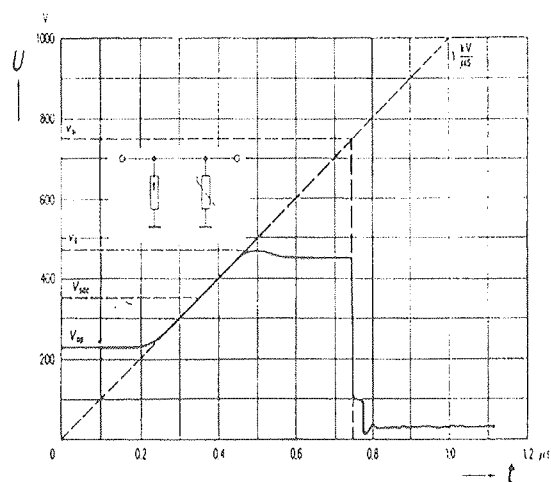
- direktna paralelna vezava plinskega odvodnika in varistorja

ZnO varistor s svojim kratkim odzivnim časom vsekakor pomeni v tem primeru veliko pridobitev.



Slika 7: Direktna paralelna vezava plinskega odvodnika in varistorja

Ker je odzivni čas plinskega odvodnika relativno dolg (0,5 μ s), pride tudi pozno do aktiviranja letega. S paralelno vezavo ZnO varistorja to situacijo bistveno popravimo.

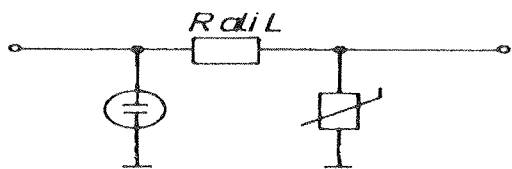


Slika 8: $U(t)$ prikaz direktne paralelne vezave plinskega odvodnika in varistorja

- indirektna paralelna vezava plinskega odvodnika in varistorja

Tako vezavo uporabimo, če je zaščitni nivo nižji od 100 V. Zato med plinski odvodnik in varistor vstavimo upor ali induktivnost.

Takšna zaščita se praktično uporablja v nizkoohmskih vezjih.



Slika 9: Indirektna paralelna vezava plinskega odvodnika in varistorja



Slika 11: Serijska vezava plinskega odvodnika in varistorja

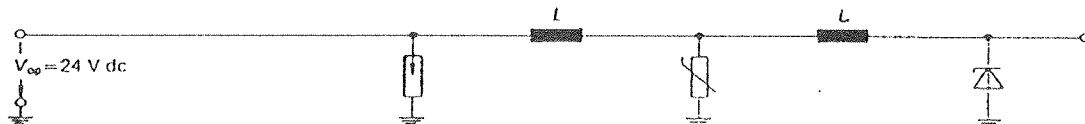
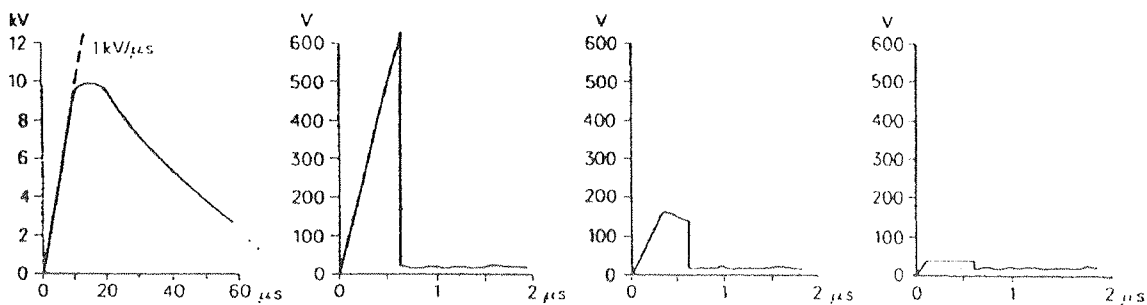
- tristopenjska kombinirana zaščita

odzivni čas

500 ns

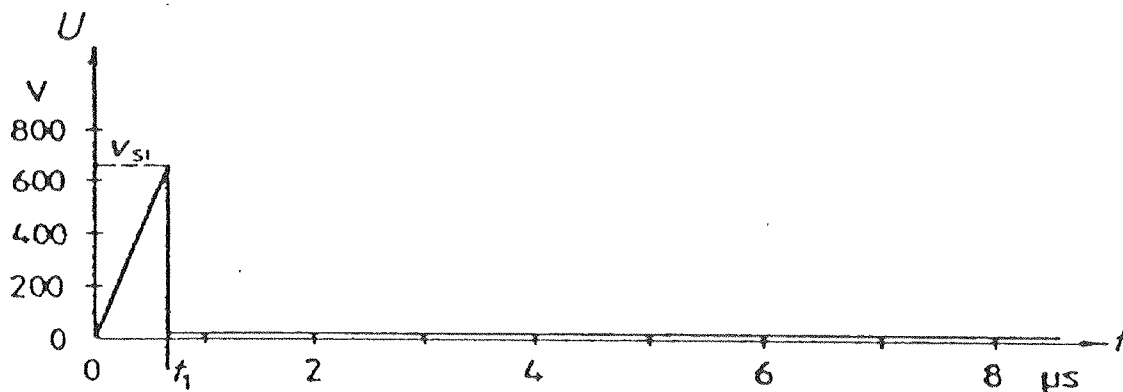
25 ns

10 ps

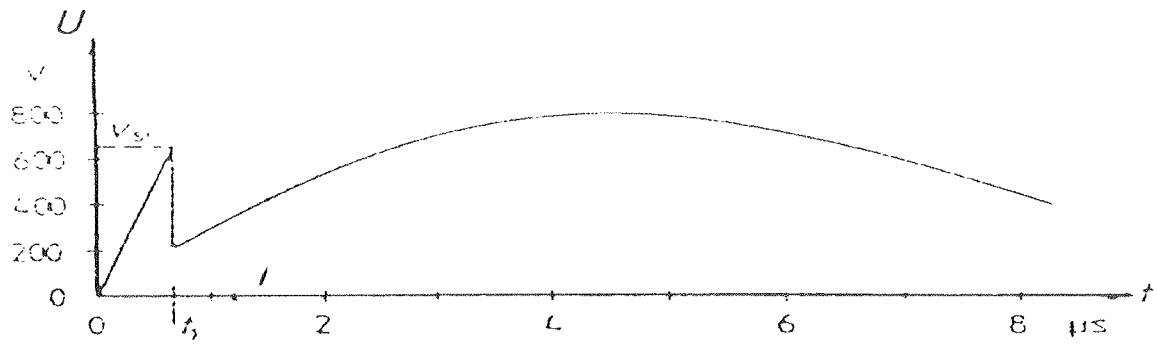
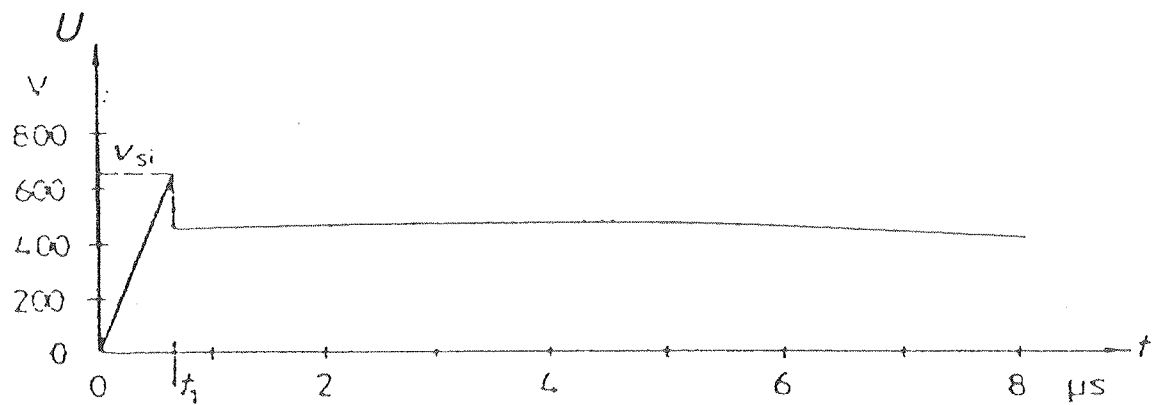


Slika 10: Tristopenjska zaščita

- serijska povezava plinskega odvodnika in varistorja



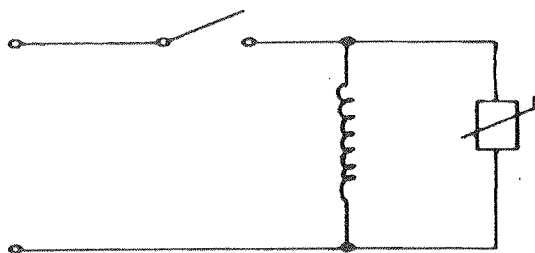
Slika 12: $U(t)$ karakteristika, če je uporabljen samo plinski odvodnik

Slika 13: $U(t)$ karakteristika, če je plinski odvodnik v seriji s SiC varistorjemSlika 14: $U(t)$ karakteristika, če je plinski odvodnik v seriji s ZnO varistorjem

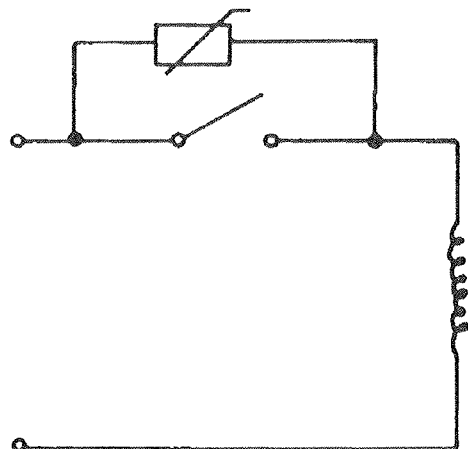
NEKATERE APLIKACIJE VARISTORJEV

- preprečevanje visokonapetostnih konic pri vklopjanju in izklapljanju induktivnih bremen

Z uporabo varistorja lahko zmanjšamo ali preprečimo iskrenje na stikalu.

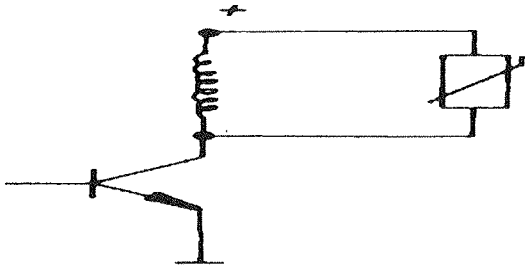


Slika 15: Prva možnost preprečevanja iskrenja

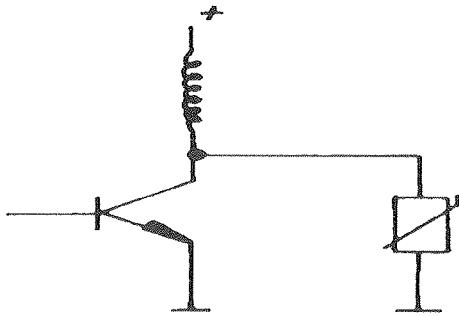


Slika 16: Druga možnost preprečevanja iskrenja

Vlogo stikala pa največkrat prevzame tranzistor. Visokonapetostne konice izredno slabo vplivajo na občutljive elektronske elemente (največkrat pride do odpovedi elementa).



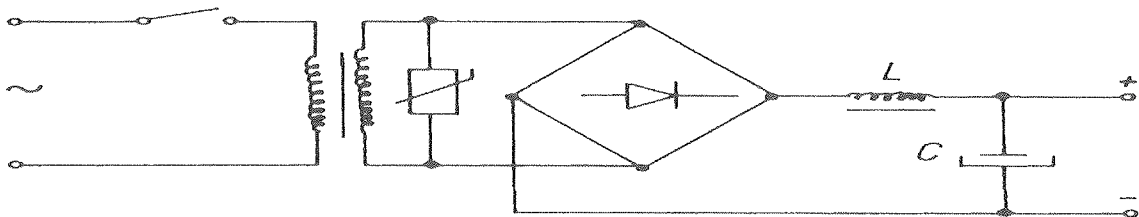
Slika 17: Prva možnost preprečevanja škodljivih visokonapetostnih konic



Slika 18: Druga možnost preprečevanja visokonapetostnih konic

Varistor je idealni zaščitni element za zaščito kontaktov relejev in preprečevanje iskrenja. Pri normalni delovni napetosti teče skozi varistor relativno nizek tok. Ko se pojavi visoka napetost, se varistorjeva upornost zelo zmanjša. Tok skozi varistor se zato poveča, energijo pa tako absorbira varistor. Napetostni nivo pa je tako ohranjen na varni vrednosti.

Enak problem se pojavlja pri vklopih in izklopih napajalnikov.

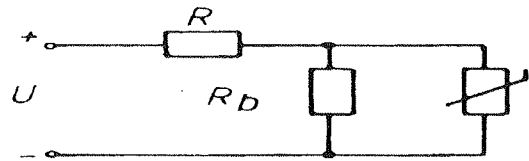


Slika 19: Reševanje problema visokonapetostnih konic pri vklopih in izklopih napajalnikov

- uporaba varistorja za stabilizacijo napetosti na bremenu

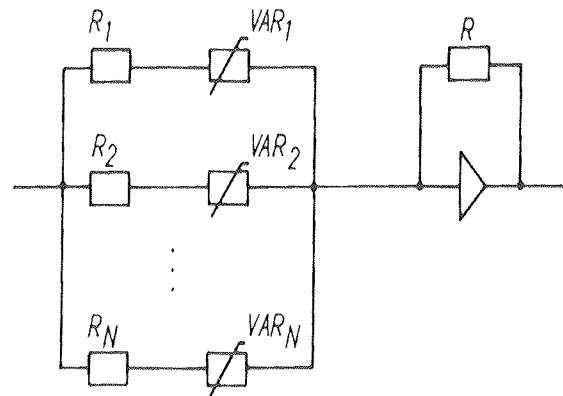
Taka rešitev je zlasti ugodna pri višjih napetostih, za katere ni Zener diod.

Napetost na bremenu je tem manjša, čim večja je upornost R .



Slika 20: Stabilizacija napetosti s pomočjo varistorja

- generiranje kvadratnih in kubnih napetostno-tokovnih karakteristik

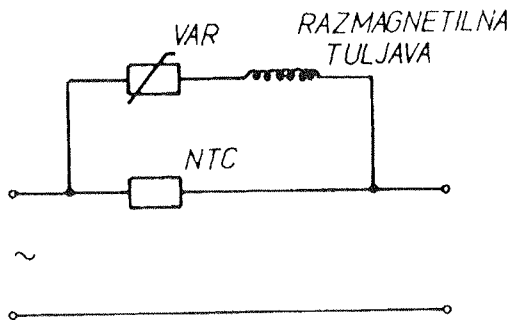


Slika 21: Vezje za generacijo kvadratnih in kubnih napetostno tokovnih karakteristik

Za čim boljše ponazarjanje kvadratnih in kubnih $U-I$ karakteristik, moramo vzeti čim večje število varistorjev in uporov. Varistorji morajo imeti čim nižjo toleranco nazivnih napetosti in približno enake nelinearne koeficiente α .

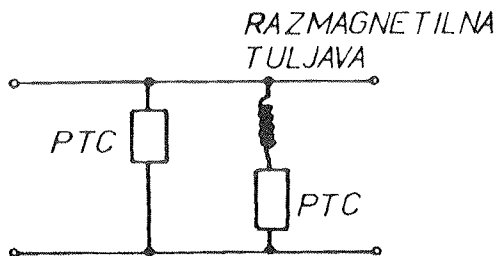
- razmagnetenje slikovnih cevi pri barvnih TV sprejemnikih

Ob vključitvi napetosti ima NTC upor relativno veliko upornost. Zato steče velik tok skozi varistor in razmagnetilno tuljavo. NTC upor pa se segreva in njegova upornost se zmanjšuje, zato skozenj lahko teče vedno večji tok.



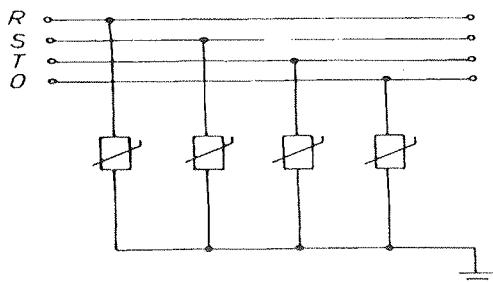
Slika 22: Vezje za razmagnetenje slikovnih cevi s pomočjo varistorjev

Klasična rešitev razmagnetenja slikovnih cevi je izvedena z dvema PTC uporoma in razmagnetilno tuljavo:



Slika 23: Klasična rešitev za razmagnetenje slikovnih cevi

- zaščita potrošnikov v hišah pred atmosferskimi razelektritvami



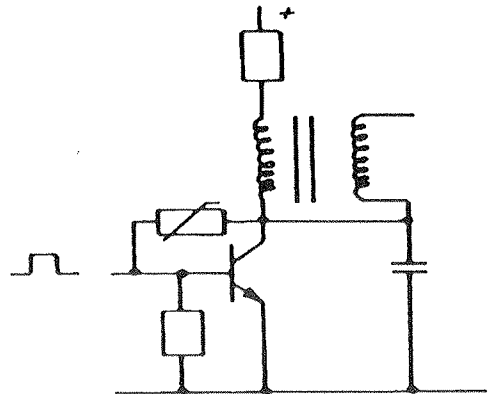
Slika 24: Vezje za zaščito potrošnikov v hišah

- uporaba varistorjev v telefoniji

Dandanes, ko je v centralah in telefonih vse več občutljivih elektronskih vezij, je zaščita linij samo s plinskimi odvodniki zaradi počasnega reagiranja le-teh premalo. Zato paralelno k odvodnikom montiramo še varistorje.

- uporaba varistorjev v avtomobilski tehniki

Tu ponavadi ščitimo potrošnike (radio...) pred prenapetostnimi konicami, ki prihajajo iz napajalnega dela. Tudi druge uporabe so vse pogostejše.



Slika 25: Zaščita elektronike pri elektronskem vžigu

Janez Benda, dipl.ing
Mirjam Cergolj, dipl.ing
Iskra Elementi - TOZD Keramika
Stegne 27-Ljubljana

MERJENJE HRAPAVOSTI POVRŠIN

primerjava elektromehanskih profilometrov Talystep in Alphastep

Andrej Demšar

I. IZVLEČEK

Ena od možnosti merjenja hrapavosti in mikrosprememb topografije na površini je merjenje z elektromehanskim profilometrom. V članku je opisan princip delovanja profilometrov. S pomočjo izmerkov na različnih vzorcih je narejena primerjava profilometra z računalnikom in brez njega.

II. UVOD

Hrapavost površine je pomembna na mnogih področjih. V optiki povzroča sipanje in absorpcijo; od nje je odvisna količina podatkov, ki jih lahko spravimo na magnetni trak oz. disketo; kvaliteta mikrovezja je odvisna od gladkosti podloge, na katero nanašamo tanke sloje; upornost električnih kontaktov je odvisna od površine stika dveh hrapavih površin; s pomočjo hrapavosti okarakteriziramo obdelanost površin v strojništvu.

Hrapavost merimo na več načinov (1,2,3): z Nomarskim mikroskopom, z interferometrijo, elektromehansko z iglo, s sipanjem svetlobe in z elektronskim mikroskopom (TEM, SEM). Primerjavo med posameznimi statističnimi metodami vidimo v tabeli 1.

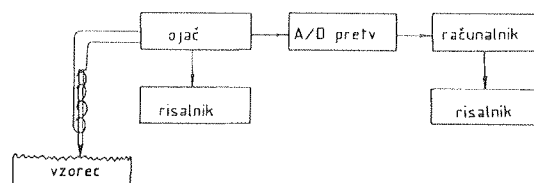
Tabela 1: primerjava statističnih metod merjenja hrapavosti

metoda	vertikalna občutljivost	lateralna ločljivost	max. dolžina
FECO interferometer	$\sim 3 \text{ \AA}$	$\sim 2 \text{ \mu m}$	1 mm
Elektronski mikroskop	$\sim 100 \text{ \AA}$	$\sim 100 \text{ \AA}$	3 \mu m
Talystep profilometer	$\sim 5 \text{ \AA}$	$\sim 1 \text{ \mu m}^*$	2 mm
Alphastep	$\sim 5 \text{ \AA}$	$\sim 1 \text{ \mu m}^*$	2 mm
Nomarski mikroskop	$\pm 20 \text{ \AA}$	$\sim 5 \text{ \AA}$	$\sim 1 \text{ \mu m}$
Sipanje svetlobe	2 - 3 \AA	2 - 3 \AA	

* odvisno od premera igle

Elektronski mikroskop in Nomarski mikroskop sta uporabna za kvalitativno določanje hrapavosti, oz. topografskih sprememb na površini. Merjenje sipane svetlobe v odvisnosti od kota je natančna metoda, vendar nas običajno zanima obratna pot: napoved sipanja na podlagi meritve hrapavosti. Interferometrične meritve so absolutne, saj je enota, s katero merimo valovne dolžine svetlobe. Z interferometrom umerimo standarde za kalibracijo elektromehanskih profilometrov, ki nam s pomočjo elektronike dajo topografsko sliko merjene površine.

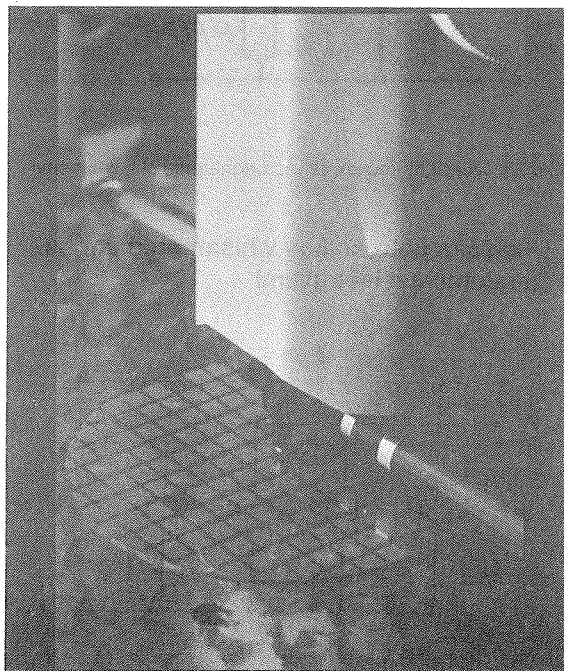
III. PROFILOMETRA - opis



Slika 1: Shematski prikaz delovanja profilometra

Pri elektromehanskih profilometrih igla z diamantno konico potuje po merjencu. Zaradi vertikalnih odmikov se inducira napetost v tuljavi, ki obdaja iglo. Signal ojačimo in na risalniku dobimo povečan profil površine - merjenje s Talystepom. Če želimo statistično obdelati profil površine, moramo podatke o profilu digitalizirati, nakar jih pošljemo v računalnik. Ta jih obdelata in v ustrezni obliki izpiše - merjenje z Alphastepom (glej sliko 1).

V Iskri-CEO imamo dva elektromehanska profilometra: Taylor-Hobsonov Talystep in Tencorjev Alphastep (glej sliko 2 in 3). V tabeli 2 so zbrani podatki o obeh.



Slika 2: Taylor-Hobsonov Talystep I



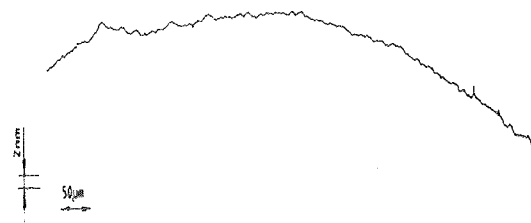
Slika 3: Tencorjev Alphastep

Tabela 2: podatki o profilometrih

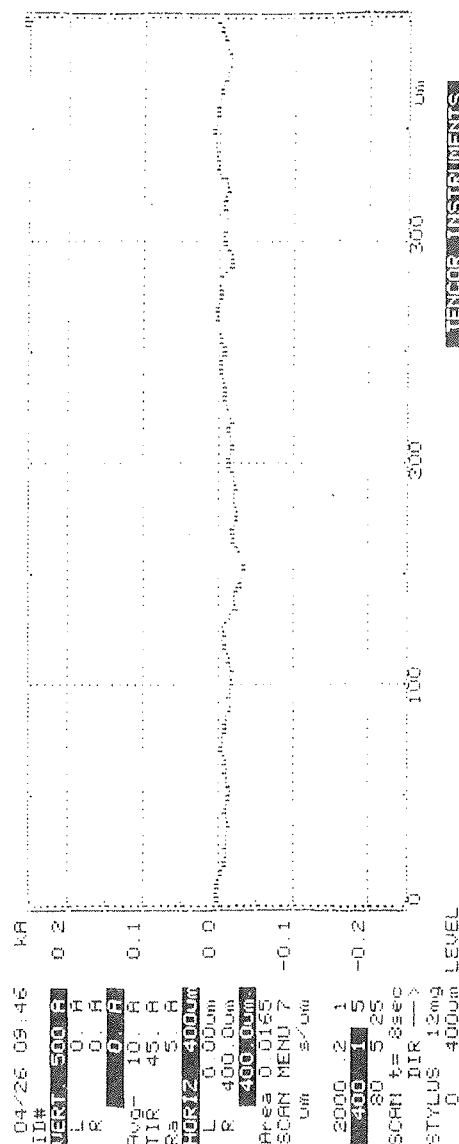
podatek	Talystep	Alphastep
vertikalno območje	do 10 μm	do 160 μm
max.dolžina poti	2 mm	10 mm
ločljivost	$\sim 5 \text{ \AA}$	$\sim 5 \text{ \AA}$
filter	da	da
max.debelina vzorca	20 mm	23 mm
r igle	1 - 12 μm	1 - 12 μm
pritisk igle na podlago	1 - 30 mg	1 - 25 mg
niveliranje vzorca	ročno	avtomatično
mikroskop	da	ne
video	ne	da
računalnik	ne	da
risalnik	da	da

Ločljivost obeh instrumentov je enaka. Igle, s katerimi sledimo profilu površine, lahko menjavamo, pritisk na površino pa spreminjamo zvezno. Pri Alphastepu poteka niveliranje vzorca avtomatično. Čas, potreben za meritev, se tako močno zmanjša. Površino, ki jo merimo, vidimo bolje z video ekranom kot z mikroskopom pri Talystepu. Bistvena prednost Alphastepa je, da analogne podatke, dobljene z iglo, digitalizira. V izpisu dobimo digitaliziran profil, informacijo o poprečni hrapavosti R_a (4), poprečni višini izmerjenih točk glede na bazno črto (AVG), izračun razlike med najnižjo in najvišjo izmerjeno točko (TIR), pritisk igle, čas skeniranja. Pri Talystepu dobimo analogni izpis profila in moramo ročno „digitalizirati“ podatke ter narediti izračun. Z izmerjenim profilom ne moremo manipulirati. Če želimo izmerek oz. zapis v drugačni obliki, moramo meritev ponoviti. Različnost

izpisa oz. predstavitve profila površine vidimo na slikah 4. in 5. Hrapavost R_a pri Alphastepu odčitamo takoj, pri Talystepu pa jo lahko le ocenimo.



Slika 4: Hrapavost poliranega optičnega stekla BK-7; merjeno s Talystepom

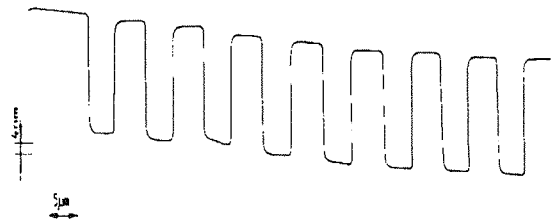


Slika 5: Hrapavost poliranega optičnega stekla BK-7; merjeno z Alphastepom.

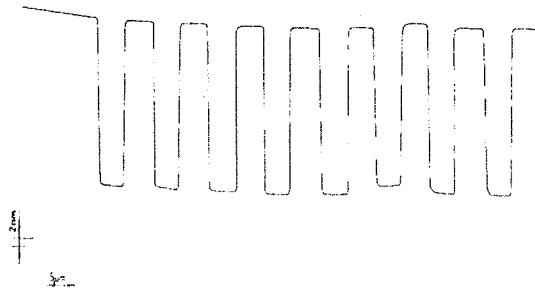
IV. MERITVE

Za natančno meritev na celotni dolžini je najbolje, da imamo raven vzorec, ki ima čimbolj paralelni površini. Meriti je možno tudi krive vzorce, vendar je dolžina snemanja hrapavosti precej manjša (100-500 μm , odvisno od ukrivljenosti površine). Velikost igle narekuje „vrsta“ hrapavosti površine, obtežbo na igli pa trdota materiala, po katerem igla drsi. Poleg profila oz. hrapavosti površine lahko merimo še stopnice in periodične strukture (debelino nanešenih tankih slojev oz. filmov, debelino fotorezista, obliko mask, profil IC komponent).

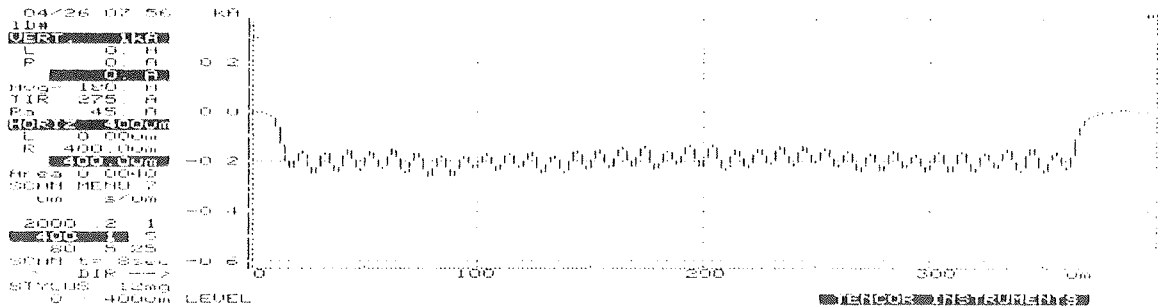
Periodični profil stopnic v razmaku 10 μm vidimo na slikah 6,7,8,9 in 10. Pri Alphastepu je več možnosti različnega prikaza profila; odčitavanje širine in višine je v vseh primerih enako. Na slikah 11 in 12 pa opazimo, da je odčitavanje višine stopnice pri Alphastepu lažje. S pomočjo označevalnikov, ki ju postavimo na in pod stopnico, lahko na izpisku levo zgoraj odčitamo višino.



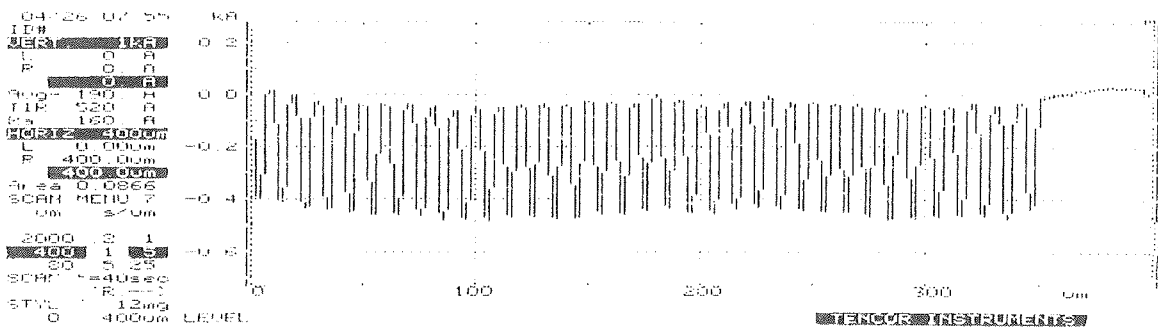
Slika 6: Meritev profila s Talystepom.



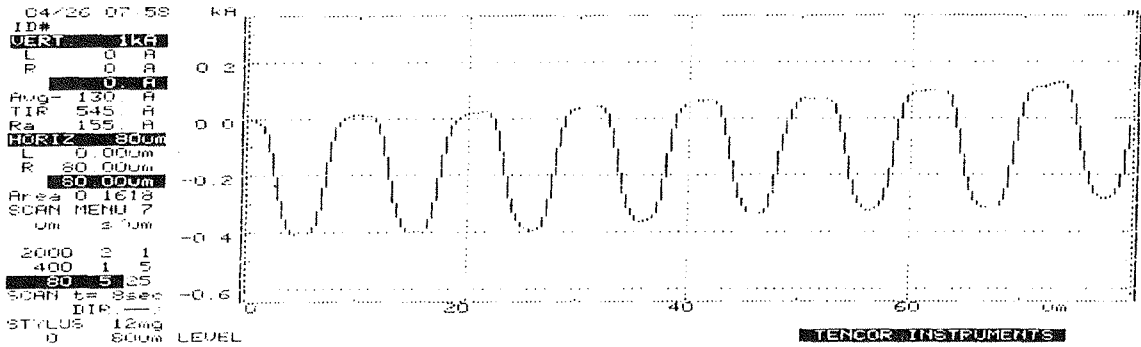
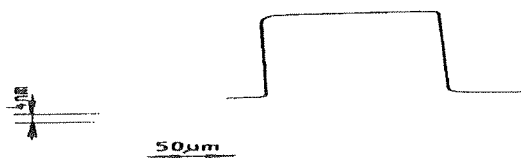
Slika 7: Nova meritev profila s Talystepom - pri večji povečavi



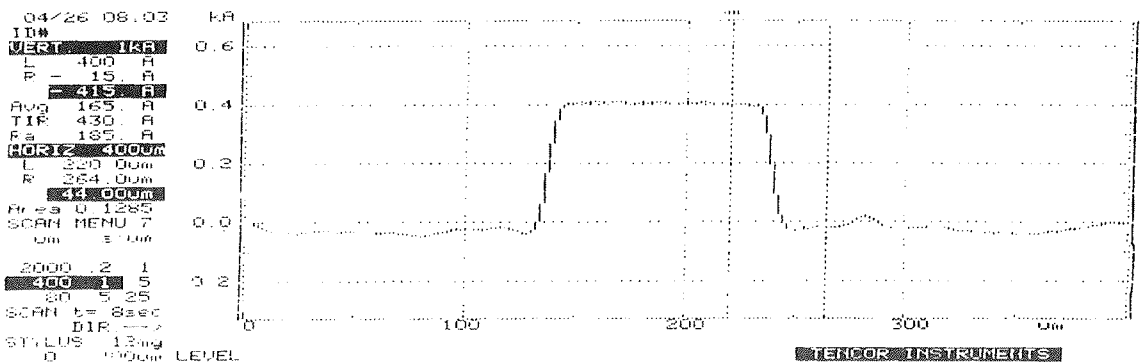
Slika 8: Meritev profila s Alphastepom - enak profil kot na sliki 6 in 7.



Slika 9: Meritev profila z Alphastepom - ista meritev kot na sliki 8. le večja povečava

Slika 10: Meritev profila z Alphastepom - ista meritev kot na sliki 8. prikazan je 80 μ m izsek od skupno 400 μ m

Slika 11: Meritev profila stopnice s Talystepom



Slika 12: Meritev profila stopnice z Alphastepom

V. ZAKLJUČEK

Primerjava meritev pokaže, da je digitalizacija podatkov in obdelava z računalnikom potrebna in koristna. Poveča se preglednost izpisov, takoj dobimo določene informacije in, kar je najvažnejše, izognemo se subjektivni oceni pri določanju hrapavosti. Obstaja vprašanje, koliko je algoritem, s katerim računalnik izračuna hrapavost, dober oz. kako se ta algoritem pri različnih „vrstah“ hrapavosti obnese. V določenih primerih, npr. pri sipanju svetlobe, je potrebno za izhodišče vzeti rms hrapavost in ne Ra hrapavost. To pa je pomanjkljivost softwera in ne instrumenta in metode merjenja.

VI. LITERATURA

1. J.M.Bennett, Measurement of the rms roughness, autocovariance function and other statistical properties of optical surfaces using a FECO scanning interferometer, Applied Optics, Vol. 15, No. 11, str. 2705, Nov. 76
2. D.L.Decker in J.M.Bennett, Surface evaluation techniques for optical components, SPIE Vol. 140, str. 32, 1978
3. J.M.Bennett in J.H.Dancy, Stylus profiling instrument for measuring statistical properties of smooth optical surfaces, Applied Optics, Vol. 20, No. 10, str. 1785, May 81
4. JUS M.A1.020, 1981, Hrapavost površine industrijskih kovinskih proizvodov - OSNOVNI POJMI IN DEFINICIJE

Andrej Demšar, dipl.ing.
ISKRA - CEO, STEGNE 7
61210 LJUBLJANA

RAZVOJ 8-BITNEGA MIKROPROCESORSKEGA KRMILNIKA ZA VODENJE PROCESA NAVIJANJA KONDENZATORJEV IN NADZOR MERILNE OPREME

R. Vrlinič, D. Sašek

1. VSEBINA

V tem prispevku želimo prikazati zgradbo mikroročunalnika po posameznih enotah, njihov osnovni funkcijski pomen ter njihovo uporabnost v ISKRI industriji kondenzatorjev Semič.

2. UVOD

Zaradi zahtev po večji avtomatizaciji v naši tovarni smo že leta 1981 iskali možnost uporabe mikroročunalniških krmilnikov za vodenje avtomatskih procesov.

Takratno domače tržišče praktično ni omogočalo nakupa nobenega ustreznega sistema, zato smo se odločili za razvoj lastnega mikroprocesorskega krmilnika na osnovi razvojne opreme, ki je bila takrat dostopna na tržišču, to je ID 1680, kar pomeni, da je mikroprocesorski krmilnik zasnovan na Motorolini družini 6800.

Razvoj krmilnika je potekel s časovnimi zamiki oz. neposredno odvisno od same uporabe, ker je bilo vedno najbolj pomembno, da se izdela avtomat, kar pa je pomenilo določene težave pri unificiranju oz. standardiziranju krmilnika.

V preteklem letu smo si načrtali to kot nalogo in jo v letošnjem letu tudi uspešno zaključili.

3. ZGRADBA KRMILNIKA

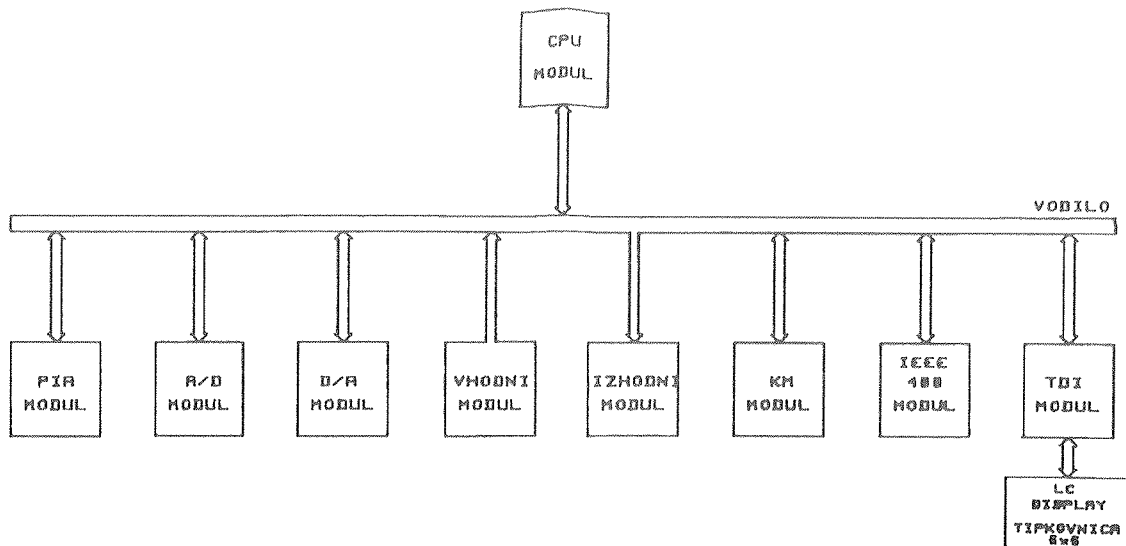
3a. Vodilo

Vodilo je popolnoma kompatibilno z vodilom razvojnega sistema ID 1680, kar zagotavlja možnost neposrednega testiranja posameznih enot z razvojnim sistemom.

3b. Centralna procesna enota - CPU

Ta enota v bistvu predstavlja mikroročunalnik na kartici evropa formata.

Shematično je sestava prikazana na sliki.



Zgradba 8-bitnega sistema na osnovi procesorja M6802

Slika 1: Zgradba 8-bitnega sistema na osnovi procesorja M 6802

Iz tega je razvidno, da lahko taka enota sama zase nadzoruje 32 vhodno/izhodnih vrat, poleg tega pa omogoča serijsko komunikacijo enote s periferijo (npr. printer, modem, računalnik) po standardu V24 (RS 232).

Na enoti je možno uporabljati 4 neodvisne časovnike, ki se nahajajo v VIA elementih.

Tako lahko za manjše sisteme uporabljamo samo to enoto, medtem ko pri večjih sistemih dodajamo samo periferne adapterje (PIA), sama CPU enota pa ostane v povsem isti konfiguraciji.

3c. PIA - enota

Vsebuje 2 PIA (VIA) elementa z možnostjo nastavitve adrese.

Na ta način nam vsaka taka enota zagotavlja 32 vhodno/izhodnih vrat.

Kot pri CPU enoti lahko tudi tukaj brez omejitev uporabljamo 4 neodvisne časovnike.

3d. A/D - pretvornik

To je 16 kanalni 10 ali 8 bitni pretvornik zasnovan na vezju HD 46508.

3e. D/A - pretvornik

To je 8-bitni pretvornik zasnovan na vezju DAC 0800.

3f. Vhodna enota

Kartica ima velikost evropa formata in omogoča 20 vhodov. Njene osnovne funkcije so:

- * svetlobna ločitev periferije od mikroračunalnika
- * prilagoditev napetostnih nivojev
- * ojačitev vhodnih signalov
- * možnost sprejema podatkov iz večjih razdalj

3g. Izhodna enota

Omogoča 18 izhodov, osnovne funkcije so iste kot pri vhodni enoti.

3h. Enota za krmiljenje koračnih motorjev

Sistem krmiljenja koračnih motorjev je zasnovan na kontrolerju PPMC101C, ki pa samostojno zagotavlja krmiljenje 2,4 ali 5 faznih koračnih motorjev, od računalnika pa zahteva samo referenčne podatke.

3i. Enota IEEE-488

To enoto uporabljamo za merilne sisteme, kjer se zahteva zanesljiva komunikacija in je potrebno v kratkih časovnih enotah opraviti več različnih meritev (spreminjanje parametrov v času meritve).

Deluje po protokolu GPIB-488.

Enota lahko deluje kot govornik, poslušalec, ali kontroler.

3j. Enota TDI

Ta enota nam omogoča komunikacijo s tastaturo (matrika 6x6) in družino alfanumeričnih prikazovalnikov HITACHI serije LM z vgrajenim kontrolerjem.

4. APLIKACIJA KRMILNIKA

Največ aplikacij je izvedenih na avtomatskih strojih za navijanje kondenzatorjev. Čeprav je predpostavka, da v današnjem času 8-bitni mikroprocesorji ne morejo zadovoljevati vseh potreb, lahko rečemo, da smo brez težav izvajali vse procese v realnem času.

Seveda, to smo dosegli tudi s pravilno izbiro ostale elektronske opreme na avtomatu.

Ena ključnih točk avtomata je sam navijalni sistem, ki ima v osnovi 4-6 (nekateri celo 16) direktno gnanih odvijalcev oz. navijalcev z enosmernimi „disk“ motorji, ki imajo odzive v razredu 1ms.

Vse pogonske enote za motorje imajo lastne analogne regulatorje, saj drugače tudi 16-bitni mikroprocesor ne bi mogel zagotoviti delovanja v realnem času.

Poleg tega ima navijalni avtomat še okrog 60 vhodno/izhodnih vrat, tastaturo za vpis podatkov, stikala za vodenje stroja in prikazovalnik za prikaz zelenih vrednosti in kode napak.

S področja merilne tehnike je bila najuspešnejša aplikacija na merilnem avtomatu za testiranje pasivnih filtrov. V ta namen je bila razvita enota IEEE-488 za komunikacijo z merilnim instrumentom GR 1689.

To aplikacijo smo realizirali v sodelovanju s prof. Tomažem Slivnikom s Fakultete za elektrotehniko Ljubljana.

Avtomat omogoča izmero vseh parametrov na filtru pri različnih frekvencah v času 2 sek.

5. ZAKLJUČEK

Prikazana izvedba mikroračunalniškega krmilnika nam zagotavlja možnost nadaljnje avtomatizacije procesov v naši tovarni.

Hkrati to pomeni možnost 2. stopnje avtomatizacije ter vodenja in nadzora teh procesov z višjega računalniškega nivoja, kjer bomo uporabljali standardni (kupljeni) nadzorni računalnik.

Radivoj Vrlinič, dipl.ing.

Dušan Sašek, dipl.ing.

ISKRA industrija kondenzatorjev

RTS - oddelek za elektroniko

Vrtača 1-68333 SEMIČ

MICROPROCESSOR ARCHITECTURE AND DESIGN FOR GaAs TECHNOLOGY

uvodni referat na MIEL*88 v Zagrebu

Veljko Milutinović

ABSTRACT

GaAs technology has reached the VLSI level of integration. At the same power consumption, it is up to about half order of magnitude faster than Silicon technology, and up to several orders of magnitude more radiation hard. However, it imposes radical changes in the area of computer architecture and computer design. This paper explains several processor design strategies for GaAs technology, and emphasizes the RISC strategy. It discusses the impacts of GaAs technology on the design of CPU resources (adder, register file, etc.), system resources (cache, coprocessing, etc.), and system software resources (code optimization, hardware-to-software migration, etc.). It summarizes the essence of one 32-bit GaAs microprocessor design, and reviews the lessons learned. Finally, it concentrates on the synergism methodology for GaAs microprocessor design; actually, on its most promising aspect: the catalytic migration.

1. INTRODUCTION

Possible approaches to microprocessor design for GaAs technology include: bit-slice, functional-division, and RISC^(1,2,4). For a number of reasons, the RISC approach seems to be the most promising; however, the design has to be done with a maximal care, and a maximal awareness of the requirements of the GaAs technology (5,6,7). Issues that present special problems include, but are not limited to: high ratio of off-chip to on-chip delays and storage recess times (high „off-on“), small on-chip transistor count, plus a relatively high sensitivity of gate delays on fan-in and fan-out.

The RCA's design of a 32-bit GaAs RISC microprocessor represents one of the first three efforts in its domain. General architecture and the pipeline structure of this machine are given in the enclosed figure. Further details can be found in (13). Experiments that have preceeded the design are explained in^(12,16). Discussions of other relevant issues can be found in^(3,8,9,10,11,14,15).

* Copyright *o* 1988 by Purdue University. Reprinted with permission of Purdue University.

2. SUMMARY OF THE BOTTLENECKS

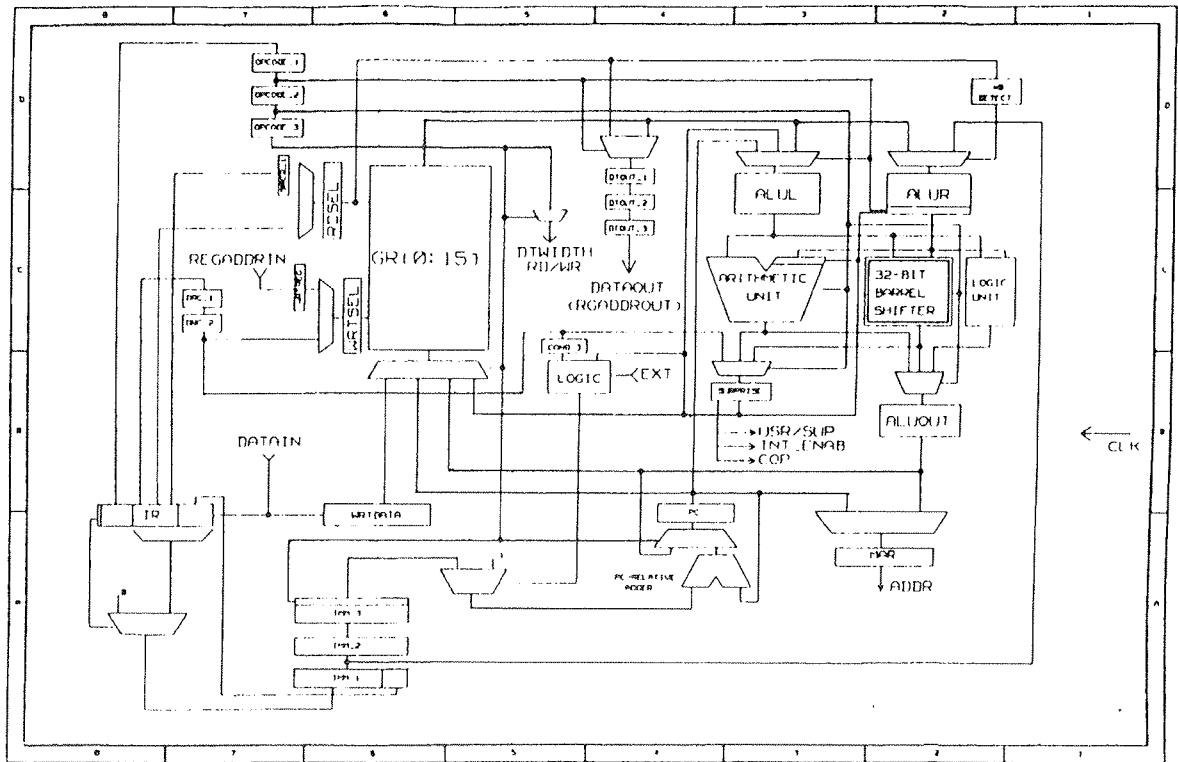
Today it is not a problem to design and implement a 32-bit GaAs microprocessor. The problem is how to design it so that it is close to N times faster (for compiled HLL code) than its Silicon counterpart, where N is the ratio of GaAs/Silicon speeds on the gate level. Benchmarking on the final design has shown that the actual speed (for compiled HLL code) is much below the peak speed of 200 MIPS (for various benchmarks, from about 80 MIPS to about 120 MIPS).

The major bottlenecks are: (a) GaAs technology itself (practical speed and radiation hardness are below the theoretical expectations), (b) Packaging and interconnection technology (this bottleneck seems to be the most difficult to improve), (c) Architecture (architectural constructs are needed that would better address the requirements of the GaAs design environments, and (d) Compiler technology (deep pipelines impose special restrictions not found in Silicon designs).

The purpose of this paper is to concentrate on some new elements of the architecture/compiler synergism methodology that are believed to be able to solve some of the major problems that limit the N-times speed-up.

3. CATALYTIC MIGRATION

Common trend in VLSI processor/computer design for technologies with a relatively large on-chip transistor count, and a relatively low ratio of off-chip to on-chip delays (e.g., CMOS Silicon), is to migrate some of the system software (typically, operating system) into hardware (typically, firmware). The research at Purdue University suggests that the solution for technologies with a relatively small on-chip transistor count, and a relatively large ratio of off-chip to on-chip delays (the case not only with GaAs) is in an opposite type of migration, from hardware (whatever that typically means) to system software (typically, optimizing compiler). The variety of hardware resources that could be migrated into the optimizing compiler is surprisingly large. We are just not used to thinking in that direction, sometimes we don't dare.



INSTRUCTION FETCH STAGE	WAIT	WAIT	OPERAND FETCH STAGE	ALU OPERATION STAGE	OPERATION RESULT WRITE-BACK STAGE	WAIT	WAIT	MEMORY OPERAND WRITE-BACK STAGE
-------------------------------	------	------	---------------------------	---------------------------	--	------	------	--

Slika 1

The rationales behind the usefulness of this migration are as follows. If the ratio of off-chip to on-chip delays is fairly high, then the penalty (in terms of the number of clock cycles) for going off the processor chip is fairly high, too. The solution is to „invest“ as much processor chip area into the resources that have been proven useful in reducing the frequency of going off the processor chip, or „frequency reducers“ (e.g., larger register file, or a larger on-chip cache memory*). However, if technology is characterized with a small on-chip transistor count, then the on-chip implementation of „frequency reducers“ may not be feasible, since these resources are typically useful only if large enough. One way to make their implementation feasible is to migrate some of the traditional hardware resources into the optimizing compiler, and make extra room for „frequency reducers“ to be properly implemented.

The earliest and the most popular examples of the hardware-to- compiler migration are found in

the RISC research of late 70's and early 80's (18,19,20). These examples include delayed branching, software implementation of the pipeline interlock, and instruction scheduling that eliminates the need for internal forwarding. One possible classification and generalization of the problem is given in (7) where the special attention was dedicated to the synergistic effects that the hardware-to-compiler migration can produce. An important impetus to this research comes from (17). It is the first to recognize the fact that, in some cases, the synergistic effects can be more easily achieved, or performance gains further improved, if the migration is accompanied by an addition of some simple hardware to assist in the utilization of static compile-time decisions. Dietz and Chi (17) refer to this type of migration as integration (of compile-time information and run-time hardware).

*After a certain point, these don't serve as „frequency reducers“ any more.

Paper ⁽¹⁷⁾ discusses several migration examples (e.g., migration of complex arithmetic functions by implementing them out of add/subtract, shift/rotate, and increment/decrement, migration of complex addressing modes by implementing them out of the simplest ones, and migration of deskewing algorithm, in skewed memory systems). It also discusses several Integration examples (e.g., migration of cache pollution control, squashing branches, and CRegs).

The main purpose of this paper is to introduce and analyze further examples of migration and especially integration. Here, term migration will be substituted by the term direct migration. Term integration will be substituted by the term catalytic migration. The latter is to underline the fact that the newly added hardware should be much less in complexity than the migrated hardware, and should predominantly serve as a catalyst which enables an effective synergistic process to take place.

This paper also discusses the issues of importance for the implementation and evaluation of different migration candidates.

4. RELEVANT ISSUES

Further classification of direct and catalytic migrations is straightforward. Basic elements of a processor/computer system are control, arithmetic, storage, and I/O. Therefore, it is natural that examples of both direct and catalytic migration are classified in the same way.

Any migration is not necessarily useful, for given criteria. Assume that the criterion is the speed of compiled HLL code, and that the VLSI chip area is fixed. After a function is migrated, it may become slower (typical case). The slowdown is highly dependent on the implementation of the migration, i.e. on the utilized compile-time algorithm; the two main components of each migration (run-time procedure and compile-time procedure) should be treated jointly. Evaluation of the slowdown is an important problem. On the other hand, the released VLSI area is „invested“ into resources which speed-up the compiled HLL code. The speedup is dependent both on the type of new resource and on the capability of the optimizing compiler to utilize that resource efficiently. Again, the two issues should be treated jointly. Evaluation of the speed-up is another important problem.

Since it is assumed here that the overall VLSI area did not change, the VLSI area for added resources should be equal to the area under the

removed resource(s), minus the area under the catalytic resource(s), if any.

One way to look into the migration issue is as follows. The major problems to solve are:

- * 1. Invention of a new migration (direct or catalytic).
- * 2. Specification of the run-time architecture (and possible modifications of the machine-level instruction set).
- * 3. Determination of the saved VLSI area (which is implementation tools dependent).
- * 4. Specification of the compile-time procedures (for new migrations), plus improvements for old migrations (not subject of this research).
- * 5. Determination of the slowdown due to migration (in general, could be done empirically or analytically).

Due to a variety of problems involved, the best results are accomplished through a joint effort of researchers with the backgrounds in computer design, computer architecture, VLSI design, compiler design, and performance evaluation. The synergism methodology gives the best results through synergistic effects of joint research of an interdisciplinary team.

5. EXAMPLES

This section briefly introduces a number of recently recognized catalytic migrations, and underlines the migration issues of relevance for computer design and computer architecture. Issues of relevance for VLSI design (i.e., area estimation), compiler design (i.e., compile-time algorithms), and performance evaluation (i.e., speed-up estimation) are the subject of the follow-up work. Here is the list of candidates for the catalytic migration:

- * 1. Catalytic running of two different programs in the branch delay slot of each other, with a catalyst which controls the expansion of the code „fanout“ tree.
- * 2. Catalytic migration of a 2-read-port register file into a 1-read-port register file, with a catalyst which facilitates the „bang-bang“ operation.
- * 3. Catalytic migration of post-branch NOOPs through the use of IGNORE-like instructions.
- * 4. Catalytic migration of the PC-stack, with a catalyst which enables the usage of instructions rather than their addresses.
- * 5. Catalytic migration of static RAM into dynamic RAM for on-chip cache memories.

- * 6. Catalytic migration of the destination control for loading from multidistance memories.
- * 7. Catalytic migration of the windowed register file.
- * 8. Catalytic migration of the bus sizing.
- * 9. Catalytic migration of the remote-PC.
- * 10. Catalytic migration of some elements of instruction/data buffers.

More details on each of the above could be found in ⁽²¹⁾. The common thread in all above examples is the existence of a catalyst which is in some cases not absolutely necessary, but helps to increase the efficiency. In many cases a new instruction type serves as a catalyst.

6. CONCLUSION

We strongly believe that the future of GaAs microprocessor is in a further exploitation of the catalytic migration design methodology. In our opinion, future success of GaAs microprocessors depends largely on our ability to come up with new and efficient forms of catalytic migration. Of course, efficient implementation (in the architecture and the compiler) is an important prerequisite of the final success.

7. LIST OF RELATED REFERENCES

The text to follow includes references to various sources that have been quoted in this paper, directly or indirectly. These references include both, surveys of general R&D activities in the field, as well as the research results from Purdue University (only those in the area of microprocessor architecture and design for GaAs technology).

Edited Original Book:

(1) V. Milutinović (editor), *Microprocessor Design for GaAs Technology*, Prentice Hall, 1988. Contributors to this book include, but are not limited to: Naused (Mayo Foundation), Larson (Hughes), Fura (Boeing), Vlahos (TRW), Heemeyer (CDC), Geideman (McDonnell Douglas), Helbig (RCA), and Milutinović (Purdue).

Edited Reprinting Selection:

(2) V. Milutinović, D.Fura (editors), *Tutorial on GaAs Computer Design*, IEEE Computer Society Press, 1988.

State-of-the-Art Survey Paper:

(3) V.Vlahos, V. Milutinović, „GaAs Microprocessors and Digital Systems: A Survey of R&D Efforts," *IEEE Micro*, February 1988.

Journal Papers:

(4) V. Milutinović, D.Fura, W.Helbig, „An Introduction in the GaAs Computer Architecture for VLSI," *IEEE Computer*, March 1986, pp. 30-42.

Translated into Japanese and republished by NIKKEI ELECTRONICS, Tokyo, Japan, October 1986.

(5) V. Milutinović, „State-of-the-Art Computer Design for GaAs Technology," *IEEE Computer*, October 1986 (Guest Editor's Introduction), pp.10-15.

(6) V. Milutinović, A.Silbey, K.Keirn, M.Bettinger, D.Fura, W.Helbig, W.Heagerty, R.Ziegert, R.Schellack, W.Curtice, „System Issues in VLSI Computer Architectures for GaAs," *IEEE Computer*, October 1986, pp. 45-57.

(7) V. Milutinović, D.Fura, W.Helbig, J.Linn, „Architecture/Compiler Synergism in VLSI Computer Systems for GaAs," *IEEE Computer*, May 1987, pp. 72-93-

(8) K.McNeley, V.Milutinović „Emulation of a CISC with a RISC," *IEEE Micro*, February 1987, pp. 60-72.

(9) V. Milutinović, N.Lopez-Benitez, K.Hwang, „A Vertical Migration Microprocessor Architecture for GaAs Implementation and Real-Time Applications," *IEEE Transactions on Computers*, June 1987, pp. 714-727.

(10) V. Milutinović, „Simulation Study of Vertical-Migration Microprocessor Architecture," *IEEE Transactions on Software Engineering*, December 1987, pp. 1265-1277.

(11) V. Milutinović, „A Simulation Study of GaAs-Oriented Suboptimal Detection Procedures," *IEEE Transactions on Communications*, May 1988.

(12) V. Milutinović, M.Bettinger, W.Helbig, „Multiplier/Shifter Design Trade-offs in a 32-bit Microprocessor," *IEEE Transactions on Computers*, October 1988.

(13) W.Helbig, V. Milutinović, „The RCA's DCFL/D-MES-FET GaAs 32-bit Experimental RISC Machine," *IEEE Transactions on Computers*, December 1988.

Conference Papers:

(14) J. Fortes, V.Milutinović, R.Dick, W.Helbig, W.Moyers, „A High-Level GaAs Systolic Array," *Proceedings of the ACM/IEEE International Workshop on High-Level Computer Architecture*, Honolulu, HI, January 1986.

(15) B. Preuničić, S.Lakhani, V.Milutinović, „Modelling and Analysis of Stochastic Propagation Delays in GaAs Adders," *Proceedings of the ACM/IEEE Hawaii International Conference on System Sciences*, Kona, HI, January 1988.

(16) V.Milutinović, M.Bettinger, W.Helbig, „Adder Design Analysis for GaAs Technology," *IEEE Tutorial on GaAs Computer Design*, Washington, D.C., January 1988.

Other References:

(17) Dietz, H., Chi, C.-H., „A Compiler-Writer's View of GaAs Computer System Design," *Proceedings of the HICSS-21*, Kona, Hawaii, January 1988, pp. 256-265.

(18) Radin, G., „The 801 Minicomputer," *IBM Journal of Research and Development*, Vol. 27, No. 3, May 1983, pp. 237-246.

(19) Paterson, D.A., „Reduced Instruction Set Computers," *Communications of the ACM*, Vol 28, No. 1, January 1985, pp. 8-21.

(20) Hennessy, J., *VLSI Processor Architecture*, *IEEE Transactions on Computers*, Vol. 34, No. 12, December 1985, pp. 66-77-

Internal Report:

(21) Milutinović, V., „The 1988 Sponsored Research Progress Report," *Purdue University Internal Report*, 1988.

Veljko Milutinović
School of Electrical Engineering
Purdue University
West Lafayette, IN 47907
U.S.A.

MATERIALI - MATERIJALI - MATERIALI

Zaključna beseda za referate - FORUM

V.M. Kevorkijan

U ovom broju Informacija završavamo sa objavljivanjem priloga sa Foruma: „Školovanje kadrova za elektronske materijale u Jugoslaviji“. Pored pozvanih t.j. uvodnih referata objavili smo i deo diskusije kao i odredjena vidjenja i komentare. Svi učesnici Foruma već su dobili u pismenom obliku zaključke sa Foruma, a MIDEM će i u budućnosti nastaviti sa sličnim akcijama.

Inicijative ove vrste ne mogu da daju rezultate u relativno kratkom periodu ali su, bez sumnje korisne. Da je to tako svedoči interesovanje nekih

univerzitetskih i institutskih sredina za ovu problematiku koja se nadovezuje na probleme Foruma kao i sasvim konkretan predlog sa Novosadskog univerziteta o pokretanju medjurepubličke studije o kadrovskim potrebama jugoslovenske elektronske industrije.

Koristimo i ovu priliku da se zahvalimo svim učesnicima Foruma u nadi, da ćemo uskoro ponovno saradivati na ovom području.

V.M. Kevorkijan

Predsednik komisije za materijale, MIDEM

OBRAZOVANJE O MATERIJALIMA NA TEHNOLOŠKOM FAKULTETU U NOVOM SADU

Lj. Radonjić

Ovaj skup gde se nalaze ljudi iz čitave zemlje, je pravo mesto za diskusiju o stvarnom stanju obrazovanja kadrova iz materijala i o planovima šta bi trebalo da se učini, imajući u vidu pri tome da materijali kao nauka ili više kao struka, u Jugoslaviji ne postoje (interdisciplinarne postdiplomske studije u Beogradu su izuzetak u tome).

Prema sadašnjem stanju stvari u zemlji, prema novim reformisanim programima, na fakultetima se uvodi blago usmerenje iz materijala na 4 i 5 godini studija, ali fakultet za materijale uopšte, ne postoji, i mada nam je poznato iz strategije razvoja Jugoslavije, opredeljenje da razvoj materijala ima prioritet. I ja dolazim sa fakulteta gde je uz velike napore, uspelo da se izbori za neko blago usmerenje za materijale u novoj reformi studija, kao verovatno i na drugim Tehnološkim fakultetima u zemlji. Nešto više prostora je dato za materijale na postdiplomskim studijama. Pored inercije sredina prema promenama, jedna od objektivnih smetnji stvaranja usmerenja za materijale na fakultetima je i ne postojanje kadrova ni opreme za takvu vrstu studija.

Što se tiče ovog skupa koji se specifično više interesuje za elektronske materijale, moje je mišljenje da bi elektronski materijali trebalo da se sta-

ve na postdiplomskim studijama, kao i u razvijenom svetu, a ne da se pravi fakultet za elektronske materijale. Jedan od razloga je i nama dobro poznata naša realnost u zemlji o zapošljavanju naših završenih studenata. Gde će raditi posle diplomiranja, student nikad ne zna a najmanje je siguran da će posao dobiti u oblasti koju je završio. Student zato radije bira neko opšte usmerenje, verujući da su mu šanse za zapošljavanje, time povećane. Da postoji dobra saradnja, a ne postoji, između elektronskih industrija i fakulteta, pa da se studenti sa tih usmerenja i zaposle u adekvatnoj industriji, to bi imalo opravdanje. Iz mog ličnog iskustva znam (odnosi se samo na Srbiju), da ako uz silan napor na postdiplomskim studijama usmerimo studenta na elektronske materijale, on se obično ne može da zaposli u elektronskoj industriji (iz razno raznih razloga). Moje je uverenje da smo mi još uvek tehnološki nerazvijeno društvo za neka fina usmeravanja. To je ovog trenutka bar tako ali ne znači da o sutra treba da razmišljamo. Ja se isključivo, zbog toga, zalažem za uvođenje materijala uopšte a elektronski materijali, sa dobrim osnovama materijala na nižim godinama studija, mogu lako da se savladaju i na postdiplomskim studijama.

ORKE
*

*

Uopšteno, fakulteti su dosta konzervativne ustanove koje se veoma teško menjaju. Razlog za ovu veliku inertnost fakulteta je i naš sistem obrazovanja, gde profesor jednom izabran, do kraja radnog veka ostaje, pa makar dalje ništa ozbiljnije i ne radio. A uvođenje materijala kao usmerenje zahteva i nov kadar, nove predmete, laboratorije, opremu za što u ovom trenutku naše stvarnosti nema ekonomske osnove a ni želje fakulteta da napravi napor za to. Možda bi u ovoj akciji i privreda mogla da ima značajnu ulogu. Da bi se reorganizacija fakulteta vršila tako da fakulteti više nego do sada zadovoljavaju potrebe privrede, privreda bi mogla da decidiranije definiše svoje zahteve za stručnim profilima i zahteva od fakulteta to. To bi verovatno ubrzalo promene fakulteta u smeru brže reorganizacije sa ciljem uvođenja materijala kao smeru na fakultetima. Medjutim, privreda tu i tamo se žali da fakulteti ne prave profile koji im trebaju, a specijalno da nema stručnjaka za materijale, ali ni jednu organizovanu akciju ne preduzima.

Sada bi nešto konkretnije iznela stanje na Tehnološkom fakultetu u Novom Sadu. Prvobitno, Tehnološki fakultet u Novom Sadu je osnovan samo sa Prehranbenim inženjerstvom. Nešto kasnije, stvoren je smer i za Hemijsko inženjerstvo. U okviru hemijskog usmerenja postoje tri smeru: procesno, neorgansko, polimerno i petrohemijsko. Pošto Hemijsko inženjerstvo ima osećaj da je razvoj materijala danas veoma bitan, pokušano je da se nešto učini u tom smeru. Hemijsko inženjerstvo je u svetu nastalo iz potrebe naftne industrije a pošto je vreme „nafte“ prošlo, čine se pokušaji da sebe nadje u nekom novom smeru (npr. bioinženjering ili materijali). Tako su kod nas uslovi sazreli da se u ovoj reorganizaciji nastave u smeru uvođenja materijala. U tom novom predlogu reorganizacije nastave, materijali su uvedeni na usmerenje neorgansko inženjerstvo koje je do sada bilo klasično. Tu smo imali najviše prostora da se smer preorijentiše u smer za neorganske materijale. Mi smer za polimere imamo ali polimeri smatraju da su materijali nešto drugo t. j. da polimeri nisu materijal (što je nonsense ali je tako). Zato se naš smer ne zove za materijale, već za neorganske materijale (obuhvata samo metale i keramiku).

U trećoj godini studija mi imamo dosta hemijsko inženjerskih predmeta (numerička matematika, automatika, hemijska termodinamika, regulacija) i neko blago usmeravanje ka materijalima (samo elementarni kursevi iz materija). Tek na četvrtoj godini studija uvodimo stvarno predmete iz materijala kao što su: struktura i osobina materijala, karakterizacija materijala, i neorganske tehnolo-

gije smo preveli u osnovne procesehemijske pregrade i neorganske bazne tehnologije. Tako je klasično izučavanje tehnologija ovim zamenjeno sa proučavanjem osnovnih tehnoloških procesa koji bi trebalo da budu dovoljna osnova za razumevanje specifične tehnologije kojom se u datom trenutku neko bavi.

Na petoj godini studija, student pored diplomskog rada bira još par specifičnih predmeta iz materijala, koji su kod nas povezani sa keramikom gde je uveden i jedan specifičan predmet iz materijala visoke tehnologije koji bi pratio najsavremenije pristupe u dobijanju materijala.

Ovo je bio opšti pristup materijalima, jer su i materijali dosta široko područje pa nije moguće obuhvatiti nastavom sve materijale a pogotovu što su interdisciplinarni što može da dodje do izražanja na postdiplomskim studijama. Naše postdiplomske studije su u fazi reorganizacije gde se planira uvođenje specifičnih grupa materijala u okviru blokova nastave, koji će ostati izborni u zavisnosti od interesovanja datog studenta. Ako student ima dobre osnove iz materijala, to neće biti problem da se specijalizuje za date materijale na postdiplomskim studijama.

Ovo bi zapravo bili naši pokušaji da na Tehnološkom fakultetu, takvom kakav jeste, napravimo napor u smeru stvaranja skromnog kadra koji se može dalje da bavi materijalima na svom radnom mestu. Naravno da samo nastava nije dovoljna za stvaranje stručnjaka za materijale. Neophodne su i laboratorije gde bi student stekao i neko praktično znanje. Na žalost, naše postojeće laboratorije su veoma skromno opremljene, sa zastarelom opremom i kada je ima. Oprema laboratorije za materijale je veoma skupa, i u doglednoj budućnosti za opremanje se ne očekuju velika sredstva. Za to će sigurno trebati još puno vremena. Ali to je realnost za nas, van koje se ništa ne može. Ostaje da se nadamo boljem sutra.

*Prof. Liljana Radonjić
Tehnološki fakultet
V. Vlahovića 2
21000 Novi Sad*

ZA ZASTAPENOSTA NA FIZIČKITE I TEHNOLOŠKITE OSNOVI NA ELEKTRONIKATA NA NAŠITE ELEKTROTEHNIČKI FAKULTETI

Tomislav Džekov

1. SOSTOJBA VO ZEMLJATA

Edna od osnovnite pričini poradi koi dojde do relativno zaostanuvanje na elektronskata industrija vo Jugoslavija vo odnos na svetskite trendovi beše stavot, koj počna da prevladuva vo stručnite krugovi vo vtorata polovina na 60-tite godini, deka pomalite i ekonomski poslabo razvijenite zemji ne treba da investiraat bo vozičnata elektronska tehnologija, tuku deka svojot interes i svoite usilbi vo razvojot na elektronikata treba da gi nasočat kon proektiranje, t. e. kon aplikacijata na veke gotovi, odnavor nabaveni, integralni i diskretni komponenti. Poznato e deka neispravnosta na ovoj stav, koj go zabavi razvojot na jugoslovenskata elektronika za najmalku edna decenija, beše jasno konstatirana od našite poširoki stručni krugovi duri kon krajot na 70-tite godini, koga vo svetot počna prodorot na t. n. integralni kola po naračka. Prodiranjeto na integralnite kola so visok i mnogu visok stepen na integracija vo site oblasti na elektronikata, kako i soodvetnite promeni vo arhitekturata na elektronskite uredi i sistemi vo smisla na drastično namaluvanje na vkupniot broj na komponenti, pokaža deka nema razvoj na elektronikata bez razvoj i proizvodstvo na integralni komponenti od site stepeni na kompletnost, a osobeno bez možnost na proizvodstvo na integralni komponenti po naračka. Vo situacija koga stana očigledno deka proektiranje na elektronski uredi i sistemi ke se sveduva vo idnina, faktički, na proektiranje na soodvetni elektronski komponenti, dojde do celosen izraz besmislenosta na koncepcijata deka našite inžineri-elektroničari treba da bidat glavno proektantski orientirani, a deka tehnologijata i proizvodstvoto na elektronskite komponenti treba da se ostavat na stručnite lica od drugi zemji.

Dodeka golem broj, deneska glavno razvieni, zemji vo celiot poven period, a osobeno po 1960-tata godina planski vložuvaa vo naučnoistražuvackata i razvojnata dejnost, bidejki ovie vložuvanja doveduvaa do značajni rezultati vo inovacijata na elektronskite proizvodi, do proširuvanje na primenata na elektronikata na razni oblasti na čovekovata dejnost i se razbira do značajni ekonomski efekti - kaj nas fundamentalnite i razvojnite istražuvanja počnaa sosema da se zapostavuvaa, bidejki se smetaše deka e ekonomski neopravdano

edna zemja kako Jugoslavija direktno da učestvuva vo razvojnot na tehnološkata osnova na elektronikata. Soglasno so ova praktika, kadrovskata baza vrabotena vo sektorot na fundamentalnite i razvojnite istražuvanja počna da se tretira kako opštestveno malku značajna - postoeše duri i određen ignorantski odnos kon nea, a se forsiraše, proširuvaaše i podmladuvaaše kadrovskata baza povrzana so aplikativniot sektor. Seto ova se slučuvaaše vo vremeto koga brziot razvoj na elektronikata beše vsušnost najdramatičen točno vo podračjeto na elektronskata tehnologija, koja go minuvaaše patot od nivo na SSI do nivoto na VLSI.

Gledištata vo vrska so nasokite i patišтата na razvojot na elektronikata vo Jugoslavija imaa smoj celosen odraz, se razbira, i vo nastavnite planovi i programi na našite elektrotehnički fakulteti. Dodeka, na primer, nastavata od podračjeto na telekomunikaciite, informatikata, kompjuterskate tehnika, ili od podračjeto na šematikata na elektronskite kola, gi sledeše, poveke ili pomalku uspešno, svetskite trendovi vo visokoto obrazovanie, oblasta na elektronskata tehnologija beše praktično, so mal broj na isklučoci, sosema zapostavena. Se do početokot na 80-tite godini, znači do navršuvanjeto na 20-godišnjinata od ragahjeto na mikroelektronikata, vo nastavnite programi na pogolemiot broj elektrotehnički fakulteti vo Jugoslavija praktično ne bea vključeni sodržini od oblasta na tehnologijata na integralnite kola. Ne može a da ne začuduvaa faktot što vo vremeto koga vo svetskata periodična literatura glavna tema na denot stanuvaa integralnite kola od četvrti stepen na integracija (VLSI) na neкои naši fakulteti seušte se generiraa elektroničari koi vo tekot na školuvanjeto nema možnost preku redovnata nastava da se zapoznaat so taka osnovni poimi od rečnikot na elektronikata kakvi što se, na primer, planarnata tehnologija ili debeloslojnata i tenkoslojnata tehnika.

Sosema e razbirliv faktot što vo edna vakva situacija elektronskite materiali (nomenklaturata na materijalite što se koristat vo elektronikata broi poveke od 500 nazivi) ne se prisutni ili se sosema slabo prisutni vo nastavnite planovi i programi na elektrotehničkite fakulteti vo Jugoslavija. Osven toa se postavuva i prašanjeto dali nie razpolagame

so dovolen broj osposobeni kadri za održavanje nastava od oblata na elektronskate materijali. Ova prašanje ne e ni najmalku besmisleno ako se ima predvid našeto mnogogodišno zapostavuvanje na naučno- istražuvačkata i obrazovnata dejnost vo ova podračje kako i teškotiite so koi se sreka vame vo nastojuvanjeto da supstituirame so domašni mateirijali barem del od materijalite što se potrebni na našata elektronskata industrija.

So golem stepen na sigurnost može da se pretpostavi deka profilite na nastavnite sodržini od oblata na fizikata što se nudat na elektrotehničkite fakulteti vo Jugoslavija ne se, gledano globalno, usklađeni so potrebite na razvojot na elektronskata tehnologija. Prašanje e, na primer, dali podračjeto na fizikata na čvrstoto telo, koe leži vo osnovata na naukata na materijalite, e vo dovolna mera i na soodveten način zastapeno vo nastavnite programi na elektrotehničkite fakulteti. Nema somnenie deka dobar del od elektrotehničkite fakulteti vo Jugoslavija ke moraat vo idnina da mu posvetat pogolemo vnimanie na ova prašanje.

2. SOSTOJBA NA ELEKTROTEHNIČKIOT FAKULTET VO SKOPJE

Odredeni sodržini od tehnološkite osnovi na elektronikata vo nastavnite programi na Elektrotehničkiot fakultet vo Skopje se pojavija durivo učebnata 1983/84 godina, so voveduvanjeto na predmetot mikroelektronika vo IX-ot semestar na nasokata elektronika i telekomunikaciji - ET (pokraj ova nasoka na Elektrotehničkiot fakultet vo Skopje se neguvaat ušte i nasokite: avtomatika i informatika (AI), elektroenergetika (EE) u industriska elektroenergetika i avtomatizacija (IEA). Predmetot mikroelektronika e pokrien so istoimen univerzitetski učebnik (skripta), izlezen od pečat vo 1986 godina. Materijalot što se tretira vo učebnikot e podelen vo četiri osnovni poglavja. Vo prvoto poglavje se razgleduvaat najznačajnite postapki i etapi vo procesot na planarnata tehnologija. Vo vtoroto poglavje se stava akcent na nekoj elementi od fizičkite osnovi na monolitnate integralni kola. Vo tretoto poglavje se razgleduva strukturata na elementite na monolitnate integralni kola. Konečno, vo četvrtoto poglavje se dava prikaz na tehnologijata i elementite na debeloslojnite, tenkoslojnite i hibridnate integralni kola. Kako što e vobičaeno za učebnici od vakov vid, vo tekstot se pojavuvaat i nazivite na golem broj od materijalite što se koristat vo elektronskata tehnologija, pri što, najčesto, se naveduvaat samo onie nivni karakteristiki koi vsušnost i gi činat ovie materijali pogodni za primena kako gradežna supstanca na integralnate kola, odnosno kako učesnici vo soodvetnate tehnološki procesi; znači ne može da se

zboruva za postoenje na nekoj podetalen pregled, odnosno analiza na nivnite osobini.

Nastavnata programa po fizika na Elektrotehničkiot fakultet vo Skopje se realizira vo prvata godina od studiiite preku dva ednosmestralni kursa so fond na časovi 3+3, a gi opfaka slednive osnovni poglavja: fizički osnovi na mehanikata, oscilatorno i branovo dviženje, zvuk, mehanika na fluidite, toplina i termodinamika, optika, atomska fizika i nuklearna fizika. Ona što vednaš paga vo oči e otsustvoto na sodržini od kvantnata mehanika i od fizikata ili cvrstoto telo. Ova, bez somnenie, pretstavuva seriozen defekt vo nastavnite planovi i programi na Elektrotehničkiot fakultet vo Skopje i veke postoji inicijativa za naoganje na soodvetno rešenje.

Predmetot elektrotehnički materijali (ili - kako što e ušte poznat - tehnologija na elektromaterijalite) e isto taka od interes koga zboruvame za zastapenosta na elektronskate materijali vo nastavnite programi na elektrotehničkite fakulteti. Ovoj predmet na Elektrotehničkiot fakultet vo Skopje beše koncipiran i formiran ušte pred otvoranjeto na „slabostrujaškite“ nasoki, pa beše, pretežno, „jakostrujaški“ orientiran. Takov ostana (so isklučok na malite izmeni koi se sostoeja glavno vo proširuvanjeto na spisokot na razgleduvanate materijali so germaniumot i siliciumot), za žal, se do učebnata 1984/85. Nastavnata programa što vo posledno vreme se nudi od ovoj predmet e vo značitelna merka izmeneta. Navistina se čuvstvuvaa odredeno lutanje vo izborot na sodržinite (se javuvaat preklupuvanja so drugite predmeti), no isto taka i vložuvanje na seriozni napori da se osovremeni predmetot i da se napravi podednakvo korisen za site nasoki. Sepak, imajki ja predvid duri i najnovata nastavna programa na ovoj predmet, ne možemo da kažeme deka so nego sem napravile dovolno golem čekor kon rešavanjeto na problemot na izučuvanje na materijalite što se primenuvaat vo elektronskata tehnologija.

3. NEKOI RAZMISLUVANJA VO VRSKA SO NASOKITE NA PROMENA NA POSTOJNATA SITUACIJA

Deneska, koga e veke sosema jasno deka bez aktiven odnos kon elektronskata tehnologija ne može da se smeta na siguren i dolgoročen razvoj na elektronikata, koga našata elektronska industrija pravi golemi napori da navleze vo tehnologijata i proizvodstvoto na integralnate kola, obiduvajki se da go nadomesti izgubenoto vreme, neophodno e da se izvršat soodvetni intervencii i promeni i vo nastavnite planovi i programi na elektrotehničkite fakulteti. Poznata rabota e deka bez

soodvetni, visokokvalificirani, kadri ne može da se očekuju brz napredok u nišnim područjima, pa ni u područjima na elektronskoj tehnologiji.

U prvom redu, potrebno je u nastavne planove naći što više predmeta da bi se čisto elektroničarski da se uvede više predmeta od oblasti na elektronskoj tehnologiji i projektiranje na integrirane kola. U stvari, u situaciji kada poluprovodnici predstavljaju osnovu na savremenoj elektronici i kada mikroelektronika ne samo specijalan, već najvažniji i najobimniji deo elektronske tehnologije, teško bi moglo da se izboriti za naći konstruktivno hardverski karakter ako u najvažnijem nastavnom planu ne bude sadržan barem jedan dopunitelan, ednosemestralan, predmet od područja na fiziku na poluprovodnicima i barem tri ednosemestralna predmeta od područja na mikroelektroniku (najmanje dva od kojih bi bile posvećeni na fizičke i konstruktivno-tehnološke aspekte na integrirane kola, a jedan na nišnu projektiranje). Jasno je da ne može biti moguće, barem ne u početnom periodu, da bi se ispunili ovi zahtevi na sekoj naš elektrotehničkoj fakultetu. Imeno, nišna ispunjavanja podrazbija postojanje na soodvetna kadrovska baza (dovoljan broj na kvalificirani nastavnici za držanje na vakvoj nastavi) i soodvetni materijalni uslovi (mikroelektroničkoj laboratoriji, kompjuterska oprema i slično). No, tamo gde što nema uslovi bi bilo i pogrešno, da se organizira naći od vakvoj karakter. So ogled na obimnost na problematiku koja se bavi mikroelektronikom, mislim da je dobro i racionalno ako zainteresirani za mikroelektroniku elektrotehničkoj fakultetu dogovorno se specijalizira po određeni nišni delovi.

Potrebno je da se razgleda mogućnost u nastavne planove na "čisto elektroničarske" naći da se uvede predmet koji bi bio striktno orijentiran na tehnologiju i svojstva na elektronske materijale. Predmeti so vakvoj sadržina postojat ne samo u visokom, već i u srednjem obrazovanju na zemljama koje na problematiku ne elektronskoj tehnologiji i se posvetuju pogolemo pažnje.

Mikroelektronika ima toliku veliku važnost u savremenoj elektronici i elektrotehnici, što određeni nišni aspekti, uključujući i konstruktivno-tehnološke, treba, ako ništa drugo, da stanat sastavni deo na tehničkoj kulturi na sekoj diplomirani elektroinženjer. Zato smetam da u nastavne planove na ostanite "slabostrujaški" naći (telekomunikacije, informatika, automatika i sl.) treba da se predvidi jedan ednosemestralan predmet koji će i pokriva fizičke i konstruktivno-tehnološke aspekti na integrirane kola. Što se

odnosi na "jakobstrujaški" naći, treba u okvirima na nišni predmeti od oblasti na elektronskoj tehnologiji da se predvidi određeni prostor i za osnovne na mikroelektroniku.

U programima na predmet elektrotehničkoj materijali (ovaj predmet se sluša obično naći naći) soodvetno mesto treba da najde barem jedan od mnogobrojnih materijala što se koriste u elektronskoj tehnologiji. Ovde pred se mislim na one materijale koji se javljaju kao građevna supstanca na integrirane kola.

Veliki progres u oblasti na elektronskoj i elektrotehnici uveliko je vezan so uspešna na kvantna mehanika i fizika na čvrsto telo. Ovi veliki na fiziku predstavljaju osnovni intelektualni dvigatelj u razvoju na elektronskoj tehnologiji i zato smetam da treba da im se posveti pogolemo pažnje. U stvari, bez soodvetno poznavanje na ovi područja ne je moguće da se objasni mnogu pojava što dođaju do izražaja u submikrometarskoj integralnoj tehnologiji, za koja u svetlo dana naširoko se izboruje, a ušte pomaliko je moguće da se navleže u probleme na funkcionalna elektronika, koja se smeta kao naredna etapa u razvoju na elektronskoj tehnologiji.

*Dr. Tomislav Džekov
Elektrotehničkoj fakultet
Skopje*

Izobraževanje za področje keramike

Marija Trontelj

V razvitem svetu je izobraževanje zvezni proces, ki se za večino udeležencev, ki končajo visoko stopnjo, nadaljuje kot redni študij na univerzi, ali občasno na seminarjih in specializacijah. Medtem ko se na Japonskem izobražuje naprej 90 % vseh, ki končajo univerzo, so taki pri nas, lahko rečemo, le izjeme. Vzrok tiči v veliki meri v tem, da vodstva tovarn ne čutijo potrebe po izobraževanju svojih strokovnjakov in morda tudi v tem, da je pri nas ponudba podiplomskega izobraževanja izven univerze pičila.

Pomemben premik smo zabeležili v Sloveniji pred 3 leti, ko je stekla akcija „2000 raziskovalcev“. V okviru te akcije naj bi se v srednjeročnem obdobju 1986-1990 dodatno specializiralo 2000 mladih strokovnjakov. Družba je izločila dodatna sredstva, ki jih prek Raziskovalne skupnosti Slovenije odobravajo Univerzi in kvalificiranim institutom za kritje dohodka in materialnih stroškov strokovnjakov na izpopolnjevanju. Program izobraževanja omogoča doseganje akademskih stopenj (mgr., dr.) pa tudi krajše, enoletne specializacije. Posebno slednje omogočajo številnim mladim strokovnjakom iz industrije dodatno izpopolnjevanje. Sredstva RSS zagotavljajo mentorski kader in načrtno delo. Kot primer naj navedemo, da se je ob koncu 1987 v Odseku za keramiko ob raziskovalnem delu izpopolnjevalo 16 mladih raziskovalcev.

V Odseku za keramiko na Institutu „Jožef Stefan“ se trudimo vrzel v izobraževanju na področju keramike zapolniti s prirejanjem seminarjev za keramiko v industriji. Seminar obsega 30-35 ur predavanj in je sestavljen iz dela, ki zajema splošna poglavja iz nauka o keramiki ter iz dela, ki ga prilagajamo zahtevam naročnika. Udeleženci dobijo tudi pisni material. Teme, posebno v specialnem delu so sodobne in trudimo se, da jih dopolnujemo in v seminarju ponudimo najnovejše informacije in spoznanja na področju keramičnih materialov in tehnologij za keramiko.

Druga oblika delovanja odseka za keramiko v izobraževanju so redni letni sestanki Sekcije za keramiko, ki deluje pri Slovenskem kemijskem društvu. Ti sestanki so organizirani tako, da so gostiteljice udeležencev sestanka delovne organizacije, ki imajo v proizvodnem programu keramične materiale, ali so na kak drug način povezane z njimi (npr. raziskovalni instituti). Na ta način se ude-

leženci sestanka seznanijo s tovarno - gostiteljico ter z njenimi problemi in uspehi. V programu sestanka je vedno tudi strokovno predavanje, ki obravnava sodobno temo s področja materialov. Udeležba na teh sestankih je vedno številna in mnenje udeležencev je, da so ti sestanki zelo koristni za navezavo osebnih stikov.

V izobraževanje vsekakor štejejo tudi udeležbo na kongresih v tujini. Taki kongresi so neizčrpen vir informacij, kar zna zelo dobro izkoristiti razvita industrija v svetu. Predstavnike naše keramične industrije tu vsekakor pogrešam. Posterske sekcije so izredna priložnost dobiti koristne informacije, saj omogočajo neposreden stik z avtorji prispevkov. Na zadnjem kongresu „Science of Ceramics 14“ so bile jugoslovanske raziskovalne organizacije zastopane z osmimi deli in smo bili tako na četrtem mestu. Ni pa bilo nikogar iz industrije, ki bi zbiral informacije. Bilo je veliko Američanov, Zahodnoevropejcev in Japoncev, ki so živahno sodelovali v razgovoru ob posterjih.

Grozi nam, da bomo odrinjeni tudi s tega področja, kajti pojavlja se težnja po zapiranju informacij v določene kroge. Zdi se mi pomembno, da postanemo člani združenj, ki organizirajo kongrese in si tako zagotovimo pravico do prisotnosti. Keramična sekcija Unije kemijskih združenj Jugoslavije je zaprosila za sprejem v novo ustanovljeno Evropsko keramično združenje (E Cer S). Skušamo se tudi vključiti v bilateralne in širše mednarodne projekte, ki omogočajo dostop do priznanih strokovnih ustanov v tujini, specializacijo strokovnjakov in izmenjavo mnenj. Pomemben dostop do najnovejšega znanja predstavljajo mednarodna srečanja, ki jih prirejamo v Jugoslaviji. S tem, da pripeljemo v Jugoslavijo priznane strokovnjake iz tujine, omogočamo številnim našim interesentom z njimi neposreden stik. Primer takega srečanja je posvetovanje o visokotemperaturnih materialih, ki ga je odsek za keramiko priredil lani v okviru nemško-jugoslovanskega sodelovanja na Brdu pri Kranju. Poleg 30 tujcev se je 4-dnevna srečanja udeležilo 70 jugoslovanskih strokovnjakov.

*Dr. Marija Trontelj
Institut „Jožef Stefan“
Ljubljana, Jamova 39*

XVI. JUGOSLAVENSKO SAVJETOVANJE O MIKROELEKTRONICI MIEL 88, Zagreb 11. - 13. maj 1988

Redakcijska napomena

M. Turina

Za članove društva i ostale čitaoce INFORMACIJA, koji nisu prisustvovali konferenciji MIEL 88 donosimo nekoliko informacija o konferenciji. Urednički odbor je planirao u ovome broju objaviti i razgovor s dr. Velimirom Srićom, predsjednikom Republičkog komiteta za znanost, tehnologiju i informatiku SR Hrvatske, koji je bio i predsjednik organizacijskog odbora konferencije MIEL 88. Međutim zbog zauzetosti dr. Sriće razgovor će biti objavljen u slijedećem broju časopisa.

Svi članovi MIDEM dobili su program konferencije poštom zato ga ne objavljujemo u Informacijama.

Članovi organizacijskog odbora MIEL-88 pripremili su izvještaje po slijedećem redoslijedu: J. Čupurdija, Izveštaj o organizaciji konferencije; V. Srića, govor na otvaranju konferencije; S. Ursić, Izveštaj o programskom dijelu konferencije i M. Gojo, Izložba.

Izveštaj o organizaciji konferencije MIEL-88

J. Čupurdija

Nakon bure događaja oko završnih radova oko organizacije konferencije, mnoštva dogovora, razgovora, nesporazumijevanja, krivo shvaćenih informacija, ličnih stresova s obzirom na odgovornost i na postupke potrebne da se obave, a neuobičajne u našoj struci, odnosno svakodnevnom načinu razmišljanja, dogodila se i konferencija MIEL.

U trenutku sadašnjeg življenja i načina razmišljanja jugoslavenske javnosti koja traži izlaz iz privredne krize, jedno od mogućih rješenja čini se da su i moderne tehnologije. S tog stanovišta i sa stanovišta reputacije i tradicije MIEL-a, te činjenice da je predsjednik organizacionog odbora konferencije koja se održava u Zagrebu od 11. - 13. 5. 1988 bio predsjednik Republičkog komiteta za znanost, tehnologiju i informatiku prof. dr. Velimir Srića, čiji renome sam po sebi znači određeni nivo pridavanja važnosti konferenciji, otvaranju konferencije su prisustvovali: Z. Vrbanec, M. Poček-Matić, L. Miletić, S. Uzelac, R. Kolar, M. Solar, S. Tojčić, M. Mikić i Z. Markotić, ljudi na funkcijama u privrednom i društveno političkom životu Republike i Grada. Pored njih otvaranju su prisustvovali i potpredsjednik organizacionog komiteta, te više direktora radnih organizacija Končara. Konferen-

cija je bila zabilježena i praćena sredstvima javnog informiranja (radio, televizija i novine).

Mjesto održavanja konferencije bio je hotel „Panorama“, u čijim prostorima, namijenjenim održavanju sličnih skupova možemo biti vrlo zadovoljni, kao i sa susretljivošću osoblja hotela.

Priznanje i značaj MIEL-u potvrdio se i u spremnosti predsjednika skupštine grada Zagreba, Mate Mikića, da priredi prijem za učesnike konferencije u reprezentativnim prostorima gradske skupštine na Gornjem gradu, u palači Dverce.

Mišljenja sam da je prijem uspio i da su u ugodnim razvedenim prostorima Dverca učesnici koktela mogli, ugodno i opuštено razgovarati o zanimljivim temama.

* * 2

MIEL-88 sa vodećim temama i pozvanim referentima, mogao se održati samo uz pomoć pokrovitelja (sponzora) koji su svakako bili zainteresirani da se MIEL održi u zamišljenom opsegu. U današnjoj situaciji, kada smo zbog financijskih poteškoća sve više u nemogućnosti biti u toku sa svjetskim zbivanjima iz područja mikroelektroničke tehnologije, od neprocjenjive nam je važnosti stupiti u personalni kontakt s osobama koje su na vrhu tehnoloških zbivanja i preko njih do znanja i spoznanja koja se u svijetu normalno izmjenjuju. Glavni sponzori i organizatori konferencije MIEL-88 su bili Republički komitet za znanost, tehnolo-

logiju i informatiku SRH, SOUR Rade Končar, RIZ Tvornica poluvodiča i Elektrotehnički fakultet u Zagrebu, dok su konferenciju sufinancirali SIZ za znanost SRH, Nikola Tesla, Infosistem, Electronic, Tehničar OOUR Tera, SELK, Velebit-OOUR Informatika, Turistički savez grada Zagreba i Muzej Mimara.

Organizacijski gledano, konferencija je uspješna. Međutim, nameće se zaključak, da konferencije takvog nivoa i obima, kakvog je postao MIEL, više ne možemo i ne trebamo organizirati na amaterskoj bazi.

Govor dr. Velimira Sriće na otvorenju MIEL-88

Drugarice i drugovi, cijenjeni gosti, dragi prijatelji, poštovani kolege!

Ja sam ovdje zadužen da vas pozdravim u dvije funkcije, i sa zadovoljstvom sam se prihvatio toga, da budem predsjednik Organizacijskog odbora ovog skupa, prema tome tko god ima neke prigovore na organizaciju dio toga ide i na moja leđa.

Sa druge strane, dozvolite da vas pozdravim u ime Republičkog komiteta za znanost, tehnologiju i informatiku SR Hrvatske, i zaželim mnogo uspjeha u radu.

Ujedno gostima iz svijeta kojih imamo na ovom skupu izvjestan broj želim vrlo ugodan boravak u našem gradu, u našoj Republici i našoj zemlji.

Zagreb kao znanstveni centar ima jednu vrlo značajnu tradiciju, istina, ovdje je naš predsjednik Izvršnog vijeća skupštine grada koji daleko ljepše govori o Zagrebu i više o njemu zna, a ja ću u nekoliko riječi ocrtati Zagreb kao znanstveni centar.

Prije svega u njemu je prva Gimnazija koja je danas klasična gimnazija osnovana još 1607. godine. Zagreb ima Sveučilište osnovano 1669. Ima i vrlo staru i uglednu Jugoslavensku akademiju znanosti i umjetnosti iz sredine prošlog stoljeća. Prošle godine Zagreb je bio kao što znate, mjesto održavanja Univerzijade, značajnog svjetskog okupljanja studenata koji osim sportskih rezultata i sportskih ljepota, našim očima pružio je primjer druženja mladih cijelog svijeta. Ovaj skup dio je značajnih znanstvenih aktivnosti i znanstvenog pogona, da ga tako nazovemo, koji Zagreb pruža našoj znanstvenoj i društvenoj javnosti.

U Zagrebu se momentalno događa niz značajnih investicija na području znanosti. Jedna od njih je gradnja Nacionalne i sveučilišne biblioteke

kao jednog od kapitalnih objekata naše kulture i znanosti. Isto tako u toku je, nadamo se već pomalo pri kraju, druga faza Elektrotehničkog fakulteta. Započinje gradnja Centra za molekularnu genetiku na Institutu „Rudjer Bošković“. S obzirom na veliki značaj genetičkog inženjerstva i visokim tehnologijama na tom području, ovo smatramo izuzetno značajnom strateškom investicijom. Priprema se i druga faza realizacije investicije u novi objekat Jugoslavenskog leksikografskog zavoda. Završavaju se pripreme na početak gradnje Prirodoslovno-matematičkog fakulteta na Horvatomcu, kao jezgre budućeg znanstvenog i tehnološkog parka.

I da ne nabrajam dalje, Zagreb pokušava znanosti otvoriti svoja vrata, svoje prostore, svoje zgrade, pa pomalo, i srca svojih ljudi.

U našoj zemlji mjesto i uloga znanosti u ovim kriznim vremenima ipak postepeno počinje dobivati onaj prostor koji objektivno zaslužuje. Mentalno je u toku proces usvajanja programa znanstvenog razvoja Hrvatske za naredno razdoblje, i program tehnološkog razvoja naše Republike. I upravo kao jedan od prioriteta u tom programu tehnološkog razvoja, pojavljuje se područje mikroelektronike. Zbog toga nije slučajno da se na ovom skupu nalazi veliki broj uglednika, veliki broj kvalitetnih referata i da je značajna pažnja usmjerena na ovaj skup i na njegove rezultate.

Danas se u svijetu izuzetno mnogo polaže na znanje kao resurs. Možemo reći da glavne uspjehe na svjetskoj ekonomskoj sceni doživljavaju inovacijska društva. To su one zemlje koje su uspjele individualnoj grupnoj i društvenoj kreativnosti otvoriti sva vrata i ostvariti pretpostavke da inovacija, znanje, informacija postanu temelji na kojima se gradi uspjeh društva i razvojne perspektive društva. Isto tako umjesto klasičnih koncepata eko-

*maslovi? **

nomije resursa i ekonomije energije svijet se okreće ekonomiji znanja. Danas možemo govoriti o informatičkoj fazi koje uvode sva društva, i mikroelektronika je upravo jedan od temelja na kojima se zasniva informatičko društvo. Netko je u šali rekao, kada bi Marx danas pisao epohalno djelo u kojem bi pokušao sintetizirati sve ono što karakterizira svjetsku ekonomsku političku i društvenu scenu, ono se ne bi zvalo „Kapital“, ne bi se moglo zvati „Kapital“, nego bi se moralo zvati „Znanje“ ili „Informacije“. To je danas ključni pojam oko kojega se stvaraju i razrješavaju proturječnosti trenutnog razvoja na našoj planeti. Eksponencijalni rast ljudskog znanja jedna je činjenica koju ne možemo zaobići. Prema nekim istraživanjima cjelokupno ljudsko znanje koje je stvoreno od 1900 godine, udvostručilo se već 1950 godine. Do novog udvostručenja došlo je 1960 godine, i nakon toga svakih 6 do 8 godina, svjedoci smo udvostručenja cjelokupnog, dosad stvorenog ljudskog znanja. Uz malo mašte možemo zamisliti da se svo to znanje slaže ispred nas na police, u obliku knjiga, članaka, monografija, časopisa. Ta polica se danas toliko brzo puni, da se njen kraj od nas udaljava brzinom svjetlosti i nemoguće je bez suvremenih tehnologija i njihovog burnog razvoja pri čemu ponovno naglašavam značaj mikroelektronike.

Uopće, savladati tu informacijsku krizu i taj informacijski bum na tom području, mikroelektronika ima neslućene kvalitativne skokove. Također, ovdje ima mnogo ljudi koji o tome znaju više od mene, ali ja sam izdvojio neke pokazatelje. Dozvolite mi, da vam prezentiram tih nekoliko činjenica:

Prva: broj komponenti na silicijskom čipu kroz posljednjih 20 godina udvostručava se svakih 12 do 18 mjeseci, prema tome, možemo reći da imamo eksponencijalni trend složenosti ove tehnologije u vrlo drastičnom razmjeru. Danas već pojedini čipovi imaju po nekoliko milijuna komponenti na sebi, a do kraja stoljeća očekuje se da to bude i više od 100 milijuna. Bez obzira na neke alternativne tehnologije koje se kuhaju u svjetskim inkubatorima znanja, kao što su biočipovi, područje mikroelektronike je daleko u budućnosti, još uvijek na ovoj tehnologiji sigurno i plodonosno. Cijena tranzistora u 20 godina, kao komponente, pala je za 1000 puta i gotovo da nema niti jedne druge tehnologije koja je tako drastično povećala svoju kvalitetu, brzinu, pouzdanost a istovremeno toliko drastično smanjila cijenu.

Godišnji rast produktivnosti u proizvodnji poluvodiča u posljednjih 20 godina, ne prelazi 15% prema dolje, barem je 15% godišnje.

Isto tako područje proizvodnje poluvodiča ima u svijetu dramatičnu stopu rasta zaposlenosti. Ta zaposlenost prelazi u prosjeku 100% godišnje. I da ne redamo sve ove pokazatelje, jer oni su svi podjednako ovako dramatični, možemo reći da je jedan od najkvalitetnijih, najznačajnijih tehnoloških stupova, kamena temeljaca, na kojima počiva suvremena, znanstveno tehnološka revolucija, upravo je ono na što se koncentrira ovaj današnji skup.

Dozvolite mi na kraju, još samo jednu napomenu. Za izlazak iz ove, sada već dugotrajne ekonomske, možemo reći političke, društvene, moralne krize našeg društva, jedan od najsnažnijih pokretača mora biti promjena odnosa prema znanju, prema znanju kao resursu. Da je to moguće lako je ukazati jednom metaforom s Dalekog istoka. Naime, pojam krize na kineskom piše se sa 2 ideograma, od kojih prvi znači opasnost a drugi znači dobru priliku. Kriza ne mora biti samo opasnost nego može biti i odskočna daska za kvalitativne promjene. U tom smislu jedan dio te odskočne daske sastoji se i od područja mikroelektronike, znanstvenih dostignuća na tom vitalnom području, suvremene tehnološke revolucije i ideja koje se u njega ugrađuju.

Dozvolite mi još jednom da vas pozdravim i zaželim mnogo uspjeha u radu ovog skupa za koji smo sigurni da će u velikoj mjeri doprinjeti razvoju mikroelektronike u gradu Zagrebu, našoj Republici, u našoj zemlji a možda i u svijetu.

MIEL-88: IZVJEŠTAJ O PROGRAMSKOM DIJELU KONFERENCIJE

Srebrenka Ursić

Program se odvijao kroz slijedeće sekcije:

- * Si tehnologija/karakterizacija - 20 izlaganja
- * Fizika čvrstog stanja - 5 izlaganja
- * Projektiranje integriranih sklopova - 15 izlaganja
- * Testiranje integriranih sklopova - 6 izlaganja
- * Modeliranje - 7 izlaganja
- * Komponente/Modeliranje/Pouzdanost - 9 izlaganja
- * Tehnologija hibridnih sklopova - 9 izlaganja
- * Optoelektronika/mikrovalni sklopovi - 5 izlaganja
- * Zakašnjeli referati - 3 izlaganja

Ukupno je izneseno 79 radova, od toga 12 radova stranih autora. Glavni avtor ovogodišnjega programa, mr. Z. Živić obavio je dobar posao i može se reći da su sekcije bile složene vrlo kompaktno, što je omogućilo učesnicima da se koncentriraju na područja i radove koji ih zanimaju.

Održani su svi pozvani referati, koji su izazvali poseban interes i opravdali izbor pozvanih gostiju: P.G.A. Jespers, V. Milutinović, S.L.Hurst, R.L. Anderson, P. Wagner, Z. Ogorelc i Lj. Pešić. Svi pozvani referati bit će objavljeni u redovnom izdanju časopisa „Microelectronics Journal“ izdavača Benn Publishing iz Londona, zaslugom i angažmanom prof. N. Stojadinovića.

Smetnje u praćenju programa pojavile su se zbog višejezičnosti konferencije. Simultano prevođenje na engleski jezik bilo je organizirano samo u jednoj od dvije dvorane, tako da su dvije zanimljive sekcije, Projektiranje integriranih sklopova i Testiranje integriranih sklopova, bile gotovo isključivo na našim jezicima, iako su strani gosti imali

veliki interes da ih prate i sudjeluju u njihovom radu. Osim toga nije bilo osigurano prevođenje sa slovenskog na engleski jezik, pa zahvaljujemo svim referentima sa slovenskog jezičnog područja koji su u zadnji čas prerađivali svoja izlaganja, uglavnom na engleski jezik. U svakom slučaju, treba pozdraviti iz niza razloga odluku da od iduće godine u Nišu radni jezik MIEL bude samo engleski.

Satnica konferencije je bila veoma nabita, tako da su voditelji sekcija trebali uložiti dosta napora da održe red u izvještavanju i omoguće tako prijelaz slušalaca iz sekcije u sekciju. Sekcije su vođene aktivno i profesionalno, pa zahvaljujemo svim voditeljima: Z. Đurić, D. Tjapkin, V. Litovski, V. Ružić, N. Stojadinović, I. Šorli, R. Krčmar, R. Ramović, M. Miličević, V. Radić, N. Janković, Z. Krivokapić.

Program pokazuje da MIEL i dalje pokriva vrlo široko područje mikroelektronike - od istraživanja u fizici čvrstog stanja do VLSI integriranih sklopova. Zastupljenost i kvaliteta radova koji obrađuju integrirane sklopove svake godine raste i može se reći da su ove godine ravnopravni do sada pretežnim područjima tehnologije (monolitne i hibridne) i modeliranja (processa i komponenata). Sve je više radova koji opisuju aplikativno specifične integrirane sklopove (ASIC). Čini se da će se veza s primjenom, koja je oduvijek bila neispunjena želja organizatora MIEL-a, ostvariti na prirodan način, preko izvještavanja o razvoju ASIC-a i njihovih mogućih aplikacija. U tom smislu aktivno sudjelovanje na MIEL-u može postati interesantno i za korisnike rezultata naših istraživanja - projektante električnih uređaja i sistema.

IZLOŽBA

Miroslav Gojo

Kao prateća manifestacija uz 16. jugoslavensko savjetovanje o mikroelektronici MIEL - 88 bila je organizirana izložba iz razvojnih, proizvodnih i prodajnih programa naših radnih organizacija.

Na izložbi su sudjelovali:

- * RIZ RO Tvornica poluvodiča Zagreb
- * Rade Končar, OOUR Elektrotehnički institut Zagreb
- * RIZ IETA Zagreb
- * Croatia, Tvornica baterija i svjetiljaka Zagreb
- * Chemcolor Zagreb
- * Electronic Zagreb

- * Selk Kutina
- * Iskra, DO Mikroelektronika Ljubljana
- * Iskra, Elementi, TOZD HIPOT, Šentjernej
- * Rudi Čajavec Banja Luka
- * Institut „Mihajlo Pupin“ Beograd

Za sudjelovanje na izložbi bile su pozvane i druge radne organizacije, ali na žalost nisu se odazvale pozivu. Sama izložba izazvala je pažnju kako sudionika Savjetovanja, tako i pozvanih gostiju na otvaranju Savjetovanja.

Ujedno mislimo da je izložba poslužila i za upoznavanje, te dodatne razgovore i razmjenu iskustava stručnjaka ovog područja znanosti.

PODELITEV PRIZNANJ DRUŠTVA MIDEM ZA LETO 1988

Rudi Ročak

Ob otvoritvi letošnjega posvetovanja MIEL 88 v Zagrebu je predsednik društva R. Ročak podelil priznanja društva MIDEM.

Izvršni odbor društva MIDEM je imenoval prof. dr. Dimitrije Tjapkina za zaslužnega člana društva.

Prof. dr. Dimitrije Tjapkin je bil pred ustanovitvijo društva MIDEM član SSESD. Njegova je zasluga, da se v okviru konference ETAN vsako leto pojavljajo tudi sekcije SD, saj je vsa pretekla leta sodeloval v organizaciji teh sekcij in skrbel za recenzijo prijavljenih referatov. Kot profesor Elektrotehniške fakultete v Beogradu je vzgojil vrsto odličnih strokovnjakov s področja polprevodnikov in s svojim osebnim in mentorskim delom dal velik strokovni prispevek. Prof. dr. Dimitrije Tjapkin je član IO MIDEM:

Jasminka Čupurdija, dipl.ing., Mag. Slavoljub Jovanović, Mag. Milan Mekinda, Mag. Nenad Strižak in Miroslav Turina, dipl.ing. so prejeli priznanja naziva aktivnega člana.

Jasminka Čupurdija, dipl.ing. iz Rade Končara v Zagrebu, član SSESD od 1978. leta, aktivno sodeluje v IO MIDEM in v sekretariatu Društva. Sodelovala je v organizacijskih odborih zadnjih dveh konferenc MIEL, ki sta bili v Zagrebu. Posebej je zaslužna pri uspešni organizaciji MIEL 88. Strokovno deluje na področju uporabe mikroelektronskih vezij.

Mag. Slavoljub Jovanović iz EI Poluprevodnici je dolga leta bil tehnični direktor našega največjega polprevodniškega proizvajalca, trenutno pa je glavni direktor. Kot vodilni delavec in strokovnjak na področju polprevodnikov je aktivno prispeval k ustvarjanju pogojev za delovanje društva MIDEM. Član je izvršnega odbora društva.

Mag. Milan Mekinda, glavni direktor DO Iskra Mikroelektronika je od vsega začetka svojega delovanja na področju mikroelektronike aktivno podprl delovanje društva. Je eden od ustanoviteljev društva MIDEM in član Izvršnega odbora. Njegovo razumevanje in podpiranje vseh akcij društva MIDEM je velik prispevek pri ustvarjanju pogojev za aktivnosti društva MIDEM.

Mag. Nenad Strižak iz RIZ-IETA je član SSESD od leta 1976. Aktivno sodeluje že mnoga leta v manifestacijah MIDEM s svojimi strokovnimi prispevki na področju hibridne mikroelektronike. Na skupščinah društva s svojo aktivno prisotnostjo pomaga pri usmeritvah delovanja društva.

Miroslav Turina, dipl.ing., mnoga leta direktor RIZ-Tvornice poluvodiča v Zagrebu je s svojo aktivno podporo delovanju svojih sodelavcev v SSESD omogočil aktivnost velikega števila članov društva v Zagrebu. Svojo strokovno aktivnost nadaljuje v mikroelektronskih aplikacijah v Elektrotehničkom Institutu Rade Končar. Član je uredniškega odbora „Informacij MIDEM“, zadolžen za zbiranje novic in zanimivosti. Njegov prispevek je bil občuten tudi v organizacijskem odboru letošnjega posvetovanja MIEL.

Za dolgoletno moralno in finančno podporo društva MIDEM so priznanja dobile naslednje jugoslovanske delovne organizacije:

Iskra-Avtomatika-Ljubljana

Birostroj-Maribor

Belinka-Ljubljana

Iskra Commerce, Zastopanje tujih firm - Ljubljana

Elektronik - Proizvodnja električnih uređaja - Zagreb

Rade Končar - Elektrotehnički institut - Zagreb

Tehniška fakulteta Maribor

*Predsednik MIDEM
dr. Rudi Ročak
MIDEM, Titova 50
Ljubljana*

XXXII. JUGOSLOVANSKA KONFERENCA ETAN

Pavle Tepina

Od 6. do 10. juniya je bila v prostorih poslovne zgradbe UNIS v Sarajevu XXXII. Jugoslovska konferenca ETAN. Udeležilo se je je prek 400 strokovnjakov iz vse Jugoslavije. Soorganizatorji in sponzorji so bili: SOZD Energoinvest, SOZD Unis in Fakulteta za elektroniko - Sarajevo.

Ob odsotnosti predsednika Odbora za jugoslovske konference ETAN je konferenco odprl podpredsednik Paja Ciner. Po pozdravnem govoru predsednika SO Sarajevo Salka Selimovića je predsednik Zveznega komiteja za znanost in tehnologijo Božidar Matić podal referat o jugoslovske sistemih znanosti in odnosih znotraj njih.

Ker ETAN letos slavi 35-letnico obstoja, je predsednik predsedstva ETAN Georgije Dimirovski podal kratek oris njegovega delovanja.

Ob zaključku so podelili diplome najboljšim referatom na XXXI. konferenci ETAN.

Na trinajstih komisijah je bilo podanih prek 400 referatov s celotnega področja, ki ga zajema Jugoslovska združenje za ETAN.

Na dveh plenarnih sejah sta bila podana referata:

Distribuirani sistemi za vodenje in nadzor tehnoloških procesov in elektroenergetskih postrojev (avtor Adnan Salihbegović) in Izkušnje v razvoju in realizaciji računalniško-komunikacijskih mrež za prenos podatkov s komutacijo paketov.

Konferenco je dopolnjevalo X. Jugoslovska posvetovanje o sodobnih neorganskih materialih, na katerem je bilo podano 49 referatov.

V okviru konference je bila tudi seja predsedstva ETAN. XXXIII. Jugoslovska konferenca ETAN bo naslednje leto v Novem Sadu.

*Pavle Tepina, dipl. ing.
Društvo MIDEM
Ljubljana, Titova 50*

KRATAK IZVEŠTAJ SA TRIBINE „KORAK U 21 VEK SA MIKROELEKTRONIKOM“

Miloš Živanov

U okviru multimedijalnog programa „KORAK U 21 VEK“ koji se održavao povodom Dana mladosti u Novom Sadu od 25. maja do 5. juna 1988 god. 31.05. održana je javna tribina „Korak u 21 vek sa mikroelektronikom“. Predavanja je organizovala „Narodna tehnika Vojvodine“ u saradnji sa „Društvom inženjera i tehničara za saobraćaj i veze“ podružnica za mikroelektronske tehnologije i materijale iz Novog Sada.

Od 8 prijavljenih predavanja održano je 7 predavanja i to:

1. Šta je to mikroelektronika, dr. Vojin Cvekić
2. Tehnika projektovanja integrisanih kola, dipl. ing. S. Pantić i R. Stokanović
3. Projektovanje GEM integrisanih kola, dipl. ing. S. Pantić

4. Interaktivna grafika u projektovanju elektronskih kola, Z. Radenković
5. Perspektiva razvoja 3D integrisanih kola, mr. M. Živanov
6. Budućnost mikro i makroelektronike: superprovodljivost, dr. J. Šetrajčić
7. Presek sadašnjeg stanja u mikroelektronici, dr. D. Raković

Predavanja, koja su bila na relativno visokom stručnom nivou, su održavana po unapred utvrđenoj satnici, a dužina predavanja je zavisila od teme i kretala se od 30 do 60 min. Poseta predavanjima se kretala od 10 do 40 slušalaca. tj. u proseku oko 25.

Nakon predavanja održan je okrugli sto pod nazivom „Mesto i uloga mikroelektronike u strategiji tehnološkog razvoja SFRJ“. S obzirom da su učesnici bili pretežno iz Vojvodine, težište ove diskusije je stavljeno na mogućnosti razvoja mikroelektronike u Vojvodini. Kako postoje određene teškoće u našoj zemlji u razvoju mikroelektronike i u sredinama koje su mnogo ranije počele razvijati mikroelektroniku, preovladalo je mišljenje da je u

Vojvodini potrebno razvijati prvenstveno elektroniku i srodne delatnosti. Potrebe razvoja mikroelektronike se mogu javiti tek nakon sagledavanja konkretnih potreba u elektronskoj i srodnoj industriji, kao i u poljoprivredi.

*Miloš Živanov dipl.ing.
Naftagas - Novi Sad*

PREDSTAVLJAMO SPONZORJE MIDEM

ISKRA Center za elektrooptiko

Alenka Rožaj-Brvar

ISKRA Center za elektrooptiko je ena izmed 14. Iskrinih proizvodnih organizacij. Sedež ima v Ljubljani. Zaposluje več kot 550 delavcev, od teh jih dobra tretjina dela na razvoju in raziskavah.

Osnovni program našega Centra so elektrooptične naprave, vse bolj pa se posvečamo razvoju in proizvodnji termovizijskih kamer in opreme za področje optičnih komunikacij. Uveljavljamo setudi kot ponudnik prenosa tehnoloških znanj.

V našem proizvodnem programu so plinski in trdni laserji ter laserske naprave, ki se uporabljajo že skoraj povsod: He-Ne plinski laser kot učni pripomoček v šoli, v medicini se vse bolj uporablja laserska akupresura, v oftalmološko-kirurškem instrumentu je He-Ne laserski žarek (viden) indikator smeri za Nd-YAG laserski žarek, ki ga ne vidimo. Plinske CO₂ pulzne ali kontinuirno delujoče laserje uporabljajo v industriji za rezanje, vrtanje, za površinsko obdelavo kovin, za varjenje. Naši CO₂ laserji so opremljeni s sistemi za vodenje žarka in z računalniško krmiljenimi pomičnimi mizami.

V medicini, industriji in v vojaške namene se vedno bolj uporabljajo termalne kamere, to so naprave, ki na opazovanem predmetu natančno zaznavajo temperaturne razlike. Tovrstni instrumenti služijo za odkrivanje malignih procesov, za meritve toplotnih izgub, za gledanje ponoči.

Na področju optičnih komunikacij smo razvili vrsto instrumentov in tehnologij, ki nas uvrščajo med enakopravne konkurente na zahodnem trgu. Proizvodnjo treh vrst optičnih vlaken smo postavili na osnovi lastnega znanja. Prav tako smo samo z lastnim znanjem razvili linijsko terminalno opremo za prenos optičnega in TV signala. Danes lahko

ponudimo tudi digitalni prenos TV slike z različnimi prenosnimi hitrostmi.

Zaradi svojega specifičnega programa smo bili v preteklosti prisiljeni ustvariti lastno infrastrukturo in sistematsko razvijati tako bazična kot aplikativna in sistemska znanja, saj v modernih elektrooptičnih napravah brez enega ali drugega ne gre.

Tako imamo danes v CEO na voljo najmodernejši računalniško krmiljeni strojni park. Večino optičnih komponent izdelamo sami v svojih optičnih delavnicah, tankoplastna optična pokritja razvijamo, naparimo in testiramo sami.

Večino svojih proizvodov, ki vsebujejo dovršen del visokotehnološkega znanja, izvozimo na konvertibilna tržišča.

Zavedamo se, da bi brez lastnega znanja in dobrih strokovnjakov vsega tega ne bilo.

*Dr. Alenka ROŽAJ-BRVAR
Iskra CEO
Ljubljana, Stegne 7*

MIPOT-Cormons Italija

Slavko Sulčič

Podjetje MIPOT S. p. a. je bilo ustanovljeno leta 1973. Dve leti pozneje je začelo s proizvodnjo elektronskih komponent v lastnem centru v Krminu (CORMONS), kjer je tudi vse izdelke načrtovalo v lastnem laboratoriju za raziskave.

Že od takrat MIPOT uporablja debeloplastno in tankoplastno tehnologijo za načrtovanje in proizvodnjo preciznih uporov, uporovnih mrež in hibridnih mrež.

Ugodne tržišne razmere so leta 1983 omogočile ustanovitev novega proizvodnega centra v Viškorši, Beneška Slovenija. Hkrati se je MIPOT pojavil na vojaškem in vojaško-letalskem trgu z visokoprofesionalnimi izdelki. Pretežni del odjemalcev se ukvarja s telekomunikacijami, z avtomatizacijo proizvodnih procesov in z merilnimi inštrumenti.

Leta 1985 je MIPOT odprl nov laboratorij za raziskave v Sgoniku, Trst. Že od vsega začetka se je njegova dejavnost osredotočila v dve smeri:

- * raziskovanje novih tehnologij za proizvodnjo senzorjev pritiska
- * izdelava naprav za napajanje v visokem vakuumu

V oddelku, ki se ukvarja z drugo smerjo, deluje osebje z desetletno prakso v načrtovanju naprav in razvoju tehnologij na področju tankih filmov.

Danes je v MIPOT zaposlenih 90 oseb, med njimi je 9 diplomiranih inženirjev in 15 specializiranih tehnikov. Družbena glavica je 600.000.000 lir.

Proizvodi MIPOT so visoko konkurenčni, saj niso izdelani serijsko, temveč po posebnih željah in potrebah kupcev. V večini primerov MIPOT nudi v celoti svoje naprave z ustrezno tehnologijo.

Slavko Sulčić
MIPOT S. p. a.
Via Corona 5
34071 CORMONS(GO)
Italia

OBLETNICE JUBILEJI OBLETNICE JUBILEJI

Docent OLIVERA JOSIFOVIĆ, dipl.ing.

Povodom 60.-tog rodendana

Docent Elektrotehničkog fakulteta u Banjaluci Olivera Josifović je 29.2.1988. godine navršila 60. godinu života. Rođena je u Prištini. Školovala se u Vranju, Nišu i Smederevskoj Palanci. Elektrotehnički fakultet je završila u Beogradu 1953. godine.

Kao mladi inženjer elektrotehnike prvo je radila u tvornici „Rudi Čajavec“ u Banjoj Luci. U razvojnem odjeljenju profesionalne elektronike radila je na razvoju i konstruisanju elektronskih uređaja namjenske proizvodnje (radarskih uređaja, profesionalnih prijemnika i predajnika male snage). Godine 1961. kao glavni konstruktor za uspješno izvedene konstrukcije dobila je Medalju za vojne zasluge.

Godine 1966. prelazi na Tehnički fakultet u Banjaluci, gdje prvo radi kao predavač, viši predavač, a od 1981. docent na predmetu „Primopredajna tehnika“.

Godine 1962. bila je na stručnom usavršavanju u tvornici Fuba u Zapadnoj Njemačkoj iz područja razvoja i konstruisanja televizijskih pretvarača, a 1965. na Kolumbijskom univerzitetu u Nju Jorku, gdje je proučavala organizaciju laboratorijskog rada.

Od 1961. do 1966. godine vodila je Sekretarijat tehničkog odbora 46 pri Jugoslovenskom elektrotehničkom komitetu. Kao sekretar tog odbora bila je u Jugoslovenskoj delegaciji na generalnom zasjedanju IEC-a u Bukureštu 1962. godine. Uče-

stvovala je u radu Komiteta 46-a, 46-b i 46-c, koji se bavi problemima visokofrekventnih kablova, vodova i talasovoda kao i njihovim komponentama. U okviru rada Sekretarijata TO46 izradila je više prijedloga za Jugoslovenske standarde. Posebno se bavila problemima i razradom propisivanja mjerenja za serijsku proizvodnju i završna električna ispitivanja primopredajnika.

Za svoj aktivni društveno-politički rad 1966. godine dobila je Plaketu grada Banjaluke.

Za potrebe studenata Elektrotehničkog fakulteta u Banjaluci u više navrata je izdala skripta iz predmeta „Primopredajna tehnika“ i „Primopredajnici“.

Rezultate svoga dugogodišnjeg rada u oblasti radarske tehnike i TV frekventnih pretvarača izlaže na Savjetovanju u Zadru 1956 i objavljuje u Automatici 3, 1962 odnosno Elektrotehnici 6, 1979. godine.

Realizator je niza elektronskih uređaja i komponenata od kojih napominjemo samo neke:

- * visokoomske slušalice,
- * mjerač otpora rada $500\text{ G}\Omega$,
- * stabilizirani izvor za napajanje,
- * avionski interfon,
- * uređaj za legitimisanje aviona
- * predajnik snage 10 kW,
- * radarski sistem za brisanje stalnih odraza,
- * TV frekventni pretvarač izlazne snage 50 mW,
- * VF pojačavač snage za I i III frekventno područje i dr.

Učestvuje kao istraživač i odgovorni istraživač u realizaciji više naučnoistraživačkih projekata koje finansira SIZ nauke BiH i „Rudi Čajavec“ Banjaluka.

Kolegica Olivera je članica društva MIDEM odnosno njegovih prethodnika u ETAN-u, Saveznog stručnog odbora (SSOSD) odnosno Savezne stručne sekcije za elektronske sastavne delove, mikroelektroniku i materijale (SSESD), već od osnivanja 1963. godine. Za vrijeme djelovanja SSOSD vodila je duže vrijeme sekciju za žice i kablove, a i

kasnije je često učestvovala na društvenim priredbama.

Ove 1988. godine Olivera Josifović odlazi u penziju. Kolektiv Elektrotehničkog fakulteta u Banjaluci ostaje bez jednog vrijednog i savjesnog člana sa kojim će, istina u nešto izmijenjenim uslovima, nastaviti stručnu saradnju.

Članovi društva MIDEM želimo joj još puno zdravih i aktivnih godina kako bi se mogli još često vidati na našim konferencijama.

Marjanca Kobe, dipl. ing.

Ob 60. -tem rojstnem dnevu

Med Iskrinimi strokovnjaki, ki so strokovno delo in veliko življenjskih naporov posvetili reševanju problematike kakovosti, ima pomembno mesto Marjanca Kobe, katere življenjski jubilej smo proslavili pred kratkim. Po diplomu na Fakulteti za elektrotehniko v Ljubljani se je zaposlila na tedanjem Institutu za elektrozveze, kjer je sprva delala na razvoju merilnih instrumentov in vzdrževanju merilnih instrumentov, vendar se je kmalu potem posvetila laboratorijskim preiskavam kakovosti in sorodnim dejavnostim tako, da se je v svoji inženirski praksi uveljavila na številnih področjih sodobnega obvladovanja kakovosti. Njene izkušnje segajo od tipskih in kvalifikacijskih preskusov izdelkov in raziskav kakovosti do sodelovanja pri formiranju novih laboratorijev v okviru sektorja za meritve in kakovost v Zavodu za avtomatizacijo in pozneje v Institutu za kakovost in metrologijo. Tu je vrsto let vodila oddelek za elektroniko, v okviru katerega so izvajali preiskave kakovosti elektronskih elementov, elektronskih radiokomunikacijskih in telekomunikacijskih naprav, vključno z raziskavami zanesljivosti in odpornosti na vplive okolja. Pozneje je v Industriji sistemov elektronike in zvez delala kot članica KPO za kakovost in tehnične predpise, naposled pa je bila pri vodstvu Iskre Commerce strokovna sodelavka za področje kakovosti.

Vodila je, oz. sodelovala pri več raziskovalnih nalogah, kjer se je posvečala predvsem metodologiji tipskega preskušanja izdelkov, preskušanja na vplive okolja in zanesljivosti ter načinom zagotavljanja kakovosti skozi sistematično vgrajevanje kakovosti v procesu nastajanja izdelka, kot tudi metodam in tehnikam za doseganje večje za-

nesljivosti. V naslednjih letih strokovne aktivnosti pa se je ukvarjala pretežno z organizacijskimi vprašanji celovitega obvladovanja kakovosti.

O rezultatih strokovnega in raziskovalnega dela je poročala na strokovnih posvetovanjih, kjer so bili njeni prispevki vedno s pozornostjo sprejeti, objavljala je članke v strokovnih časopisih, sodelovala v tehniških komitejih JEK in v komisijah Zveznega zavoda za standardizacijo pri obravnavi predlogov za standarde s področja preskušanja električnih in elektronskih elementov in naprav, predavala je na seminarjih in v šolah, ki jih organizira izobraževalni center Iskre itd., kot tudi v okviru društva MIDEM. Sicer pa jo v društvu poznamo in cenimo kot aktivno sodelavko, ki je v mnogočem prispevala k napredku društva.

Ob njenem nedavnem jubileju tudi naše iskrene čestitke!

NOVI ČLANI DRUŠTVA MIDEM

Bernik Slavko 567 Institut Jožef Stefan
 Dimitrijević Miljenko 576 RIZ-RO Profesionalna elektronika
 Ganza Dean 575 SOUR Rade Končar
 Gnjatović Zorica 584 EI RO IRI OOUR BETA
 Gradišnik Vera 580 Fakulteta za elektrotehniko Ljubljana
 Kolar Drago 568 Institut Jožef Stefan
 Kovačić Iztok 572 FAGG VTOZD Gradbeništvo in geodezija, Univerza E. Kardelj
 Kralj Ivan 570 Iskra HIPOT
 Križaj Dejan 581 Fakulteta za elektrotehniko Ljubljana

Ljubić Dubravka 577 RIZ-RO IETA Zagreb
 Lugović Mitra 574 Visoke Vojnotehničke škole
 Mandić Milan 571 Iskra Zmaj
 Muminović Djenena 583 SOUR Energoinvest RO IRCE
 Radić Vlatka 579 RIZ RO Tvornica poluvodiča Zagreb
 Senčar Damjan 573 Fakulteta za elektrotehniko in računalništvo Ljubljana
 Sibinoski Latko 585 EI RO IRI OOUR Beta
 Stadler Zmago 586 Iskra Elementi TOZD KEKO Žužemberk, Institut Jožef Stefan
 Stamenković Zoran 582 RO EI-Mikroelektronika Niš
 Suhadolnik Alojz 569 Fakulteta za strojništvo, Ljubljana
 Turato Skvorc Tea 578 Rade Končar, INEM-AZI

VESTI VESTI VESTI VESTI**Urednička napomena**

Čitaoci „Informacija“ vjerojatno su opazili da se među vijestima iz domaćih organizacija najčešće pojavljuju vijesti iz „Iskre“, „Rade Končara“ i „Rudi Čajavca“. Razlog za ovo nije povlašten položaj ovih kolektiva na stranicama našega lista niti posebne simpatije uredništva prema njima. Nedostatak informacija iz drugih kolektiva je odgovoran za neobjavlivanje vijesti o njima. Iskra, Končar i Čajavec nam redovno šalju svoje tvorničke novine i druge periodičke publikacije iz kojih crpimo informacije za naš časopis.

Uredništvo želi čitaoce časopisa informirati o drugim domaćim kolektivima, pa poziva čitaoce iz svih kolektiva na suradnju. Molimo vas da informacije o svome kolektivu, za koje smatrate da su interesantne čitaocima časopisa, šaljete uredniku rubrike „vijesti“. Adresa je: Miroslav Turina, Elektrotehnički institut „Rade Končar“, 41000 Zagreb, Baštijanova ul. bb. Također molimo da na istu adresu šaljete novine, ako ih vaš kolektiv izdaje, i ostale povremene ili periodičke publikacije (tehnoške biltene, prospekte, kataloge i t.sl.). Na taj način doprinijeti ćete unapređenju međusobnog informiranja, boljem međusobnom poznavanju i podizanju kvalitete „Informacija Midem“.

*Zahvaljujem!
M. Turina*

JUGOSLAVIJA - DRŽAVA OPTEREĆENA DUGOM ILI ZEMLJA MEDA I MLIJEKA?

Usprkos svojoj velikoj zaduženosti, Jugoslavija počinje stranim investitorima ličiti na zemlju meda i mlijeka.

Jedan japanski konzorcij upravo razmatra izgradnju jednog ili dva odmarališta u Dubrovniku, Ljubljani ili Splitu. Američki tour operator razmišlja o višegodišnjem iznajmljivanju cjelokupnog bosanskog zimskog sportskog kompleksa.

Jedan švicarski konzorcij planira izgradnju naftnog terminala u slovenskoj luci Koper, dok je u toku izrada studije isplativosti novog petrokemijskog kompleksa na jadranskom otoku Krku za jedan japanski konglomerat. Talijanski Fiat razmatra povećanje svog uloga u zajedničkoj investiciji sa Crvenom Zastavom.

Svi ti projekti, međutim, čekaju donošenje novih propisa čiji je cilj poboljšanje uvjeta za strane investitore u Jugoslaviji. Donošenje novog saveznog „zakona o poduzećima sa stranim ulaganjima“ u velikoj mjeri odgovara na ranije kritike omogućujući neocarinjenu uvoz opreme, devizne bankovne račune u Jugoslaviji i upravnu kontrolu proporcionalnu uloženom kapitalu. Ukratko, kontroverzni zakon dozvoljava stranim investitorima daleko veću slobodu od one koju uživaju domaće firme. Industrija mu je dala zeleno svjetlo. Donošenje se odlaže zbog nosilaca tvrde linije koji tvrde da su reforme opasna rasprodaja zapadnim kapitalistima.

Tekući krug jugoslavenskih pregovorov sa svojim zapadnim kreditorima koji traže olakšan pristup i uslove za strane investitore, mogao bi prekinuti neodlučnost oko zakona.

U kojoj su mjeri domaći ideolozi spremni na kompromise, trebalo bi biti jasno do sredine godine kada ističe tekući dogovor o odgodi otplate jugoslavenskog duga.

(International Management, May 1988.)

SEMINAR „LOGISTIKA ZA LETO 2000“

Vinka Soljančić, Igor Likar

V času od 21.-25. septembra 1987 je bil v Dubrovniku mednarodni seminar „Logistika za leto 2000“, ki so ga organizirale naslednje institucije: Jugoslovenski savez za ETAN, Institut za nuklearne nauke „Boris Kidrič“, Vinča, Mašinski fakultet, Beograd ter Institut za industrijske sisteme, Novi Sad.

Področje dejavnosti logistike na kratko najbolje predstavimo z definicijo logistike, ki jo je podalo združenje logističnih inženirjev (SOLE) in ki se je doslej najbolj uveljavila. Logistika je po tej definiciji „veščina in veda, ki obravnava vodenje, inženiring in tehnične dejavnosti v zvezi s postavljanjem zahtev, načrtovanjem, oskrbovanjem in vzdrževanjem sredstev za podporo ciljev, planiranja in delovanja sistemov“.

Na petdnevem seminarju, ki se ga je udeležilo okrog 100 predavateljev in slušateljev iz ZDA, Francije, Švedske, Nemčije in Jugoslavije, je bilo predstavljenih okrog 25 referatov. Omenili bi samo nekatere, ki predstavljajo osnovne smernice seminarja:

- * Integrirana logistična podpora v fazi načrtovanja in razvoja sistema,
- * Vključevanje faktorjev zanesljivosti v različnih fazah razvoja in proizvodnje elektronskih sistemov.
- * Analiza logistične podpore v železniškem prometu Švedske.
- * Razvoj ekspertnega sistema za model za vzdrževanje.
- * Planiranje funkcij zagotavljanja kakovosti programske opreme.
- * Standardizacija računalniških sistemov kot element vzdrževalnosti programske opreme.

Trenutno je logistični inženiring zelo aktualna tema v tehničnem svetu zahoda. V Jugoslaviji se s to problematiko že nekaj let ukvarjajo institucije, ki so tudi organizirale seminar. Povezujejo se z in-

dustrijo, oz. za njo pripravljajo posebne in namenske programe s tega področja.

V okviru seminarja so bile tudi predstavitve programskih paketov, ki so jih izdelali sodelavci instituta „Boris Kidrič“, npr.:

- * Program za izračun optimalnih količin rezervnih delov.
- * Program za izračun zanesljivosti in razpoložljivosti napakovno tolerantnih sistemov.
- * Program za analizo logističnih parametrov kompleksnih sistemov (mrež).
- * Program za analizo načinov, učinkov in kritičnosti odpovedi (FMECA metoda).

Zbornik referatov in dodatne informacije o seminarju lahko dobite pri Vinki Soljančić, Avtomatika - Razvojni inštitut, in pri Igorju Likarju, IKM, oz. v knjižnici INDOK Centra ali knjižnici Avtomatike.

(Tehnološki bilten Iskra)

POSVETOVANJE O SENZORJIH V BAD NAUHEIMU

Franc Kamenik

V prijetnem zdraviliškem mestu z nekaj desetisoč prebivalci, štirideset kilometrov severno od Frankfurta v Bad Nauheimu, je bilo letos že četrto posvetovanje o senzorjih. Vsaki dve leti organizira Združenje inženirjev in tehnikov v skupini 677 VDI/VDE skupaj z nemško sekcijo IEEE (Institute of Electrical and Electronic Engineers) strokovno srečanje na temo: Senzorji - tehnologija - uporabnost. Zaradi aktualne vsebine je tudi Iskra omogočila štirim članom kolektiva udeležbo na posvetovanju, ki je potekalo od 14. do 16. marca t.l.

Nad šeststo udeležencev je aktivno sledilo sedemindesetim referatom in dvajsetim posterskim predstavitev. Po številu so prevladovali referati iz Zvezne republike Nemčije. Predstavili so jih predvsem sodelavci z univerz, inštitutov in razvojnih laboratorijev znanih firm. Predavanja so potekala po skupinah, ki so bile smiselno razdeljene:

- * senzorji za silo in tlak,
- * ultrazvočni senzorji,
- * senzorji za temperaturo,
- * dinamometriški senzorji,
- * senzorji za robotiko,
- * senzorji z optičnimi vlakni,
- * biokemični senzorji,
- * inteligenčni senzorji.

Posebej so bile obravnavane teme o gradnji in načinu preskušanja senzorskih sistemov. V referatih so prevladovale teme s področja prostorsko-pozicijskih senzorjev, piezoresistivne metode za

tlačne senzore, optični senzori za robotiko, senzori iz infrardeće svetlobe za temperaturu. Močno je bil poudarjen razvoj s područja senzorjev z optičnimi vlakni in biokemičnih senzorjev. V tehnologiji prevladuje tenkoplastna kovinska in filmska (DMS) tehnika.

Tehniška univerza iz Hamburga je že leta 1984 (na drugem posvetovanju) podala osnovno koncepcijo gradnje sodobnega digitalnega senzora. Bistvo je v tem, da ne obravnava samo tehnologije izdelave tipal, temveč tudi vso pripadajočo komunikacijo prenosa merilnega signala za obdelavo podatkov. Na letošnjem posvetovanju je bila ta filozofija močno udeležena z vrhunsko mikroelektroniko.

Po uporabnosti in cenovni kompatibilnosti je bilo področje sensorike razdeljeno na dve temi:

- * industrijska uporaba, ki je usmerjena predvsem v promet, transport in tehniko energije in
- * široka raba (bela tehnika) z vso pripadajočo obdelavo podatkov.

V tem delu so sedaj tudi neomejena tržišča.

Leta 1984 se je vlada Zvezne republike Nemčije organizirano lotila razvoja senzorjev s tem, da je v izdelan razvojni program vključila fakultete, razvojno-raziskovalne inštitute in industrijske laboratorije ter jih tudi ustrezno financirala. Četrto posvetovanje je potrdilo pravilnost razvojnega pristopa, saj je viden že velik napredek s područja razvoja in proizvodnje senzorjev v Zvezni republiki Nemčiji.

(Tehnološki bilten Iskra)

INTERES ZA SISTEM BESKONTAKTNOG PALJENJA

I ovaj put je na 27. po redu Međunarodnom salonu automobila u Beogradu, održanom od 25. marta do 4. aprila, nastupila „Čajavečeva“ RO „Elektromehanika“ sa svojim standardnim proizvodnim programom, a predstavljeno je i nekoliko noviteta. Autoelektrooprema je bila izložena u paviljonu Zavoda „Crvena zastava“ na beogradskom sajmištu, na štandu veličine 50 kvadratnih metara. Pažnju posjetilaca (domaćih i stranih) posebno su privukli novi proizvodi, rađeni na bazi elektronike i to: sistem beskontaktnog paljenja motora, elektronski razvodnici paljenja i novi elektronski releji. Takođe veliki interes su izazvali motori brisača široke primjene.

Beogradski Salon je, naravno, bila prilika za brojne poslovne kontakte sa domaćim i stranim partnerima i za sklapanje poslovnih aranžmana. Među stranim partnerima, koji su s predstavnicima

„Elektromehanike“ dogovarali poslove, većina ih je iz zemalja Zapadne Evrope i sa Bliskog Istoka.

Prema riječima Rade Kosića, rukovodioca Odjeljenja izvoza definisani su uslovi ugovora sa francuskom firmom „Macarex“ o isporuci autoelektroopreme (u čemu dominiraju releji) u vrijednosti od oko 600 hiljada franaka. Takođe je pregovarano sa predstavnicima „Fecoma“, takođe francuske firme o isporuci 50 hiljada komada rotacionih svjetla, što je na nivou njihove prošlogodišnje proizvodnje u „Elektromehanici“. Za ovaj posao vrijedan 355 hiljada funti ili blizu 600 hiljada dolara znače se definitivna odluka od 11. aprila. Pregovori su vođeni i sa predstavnicima stalnog kupca „MCS“, zatim „Beloslava“ iz Belgije i nekoliko firmi sa Bliskog Istoka. To su sve trgovačke firme, a elektrooprema se isporučuje za drugu ugradnju.

M.Š.

„INOVA 88“ U ZNAKU KONČAREVACA

„INOVI 88“ na tek završenom Proletnom zagebačkom velesajmu, koja je bila 16. po redu izložba izuma, tehničkih unapređenja i noviteta, SOUR „Rade Končar“ posvetio je izuzetnu pažnju - to više što smo ove godine bili i generalni supkrovitelji ove afirmirane manifestacije jugoslavenkog stvaralaštva. Osim toga što smo imali izložbeni prostor od 144 četvorna metra sa 39 ekspozicija, i što su naši autori dobili 19 visokih priznanja, „Končarevi“ stvaraoci posebno su se angažirali u radu „INOVI“ razmjenom iskustava s drugim inovatorima, kroz seminare i stručna predavanja.

Posebno je u toku izložbe upriličen i Dan SOUR-a „Rade Končar“ i prezentacije našeg stvaralaštva kroz konferenciju za goste i štampu na kojoj je mr. Vitomir Kovačec, predsjednik Zajedničkog koordinacionog odbora za stvaralaštvo u SOUR-u prezentirao nastojanja i mnogobrojne rezultate koji se u proizvodnji u „Končaru“ ostvaruju kroz organizirani naučno-istraživački rad i inventivnu djelatnost. Istakao je da je naš nastup na „INOVI“ rezultat stvaralačkog rada 87 autora, te obuhvaća segmente širokog sortimana „Končara“ od rotacionih strojeva, preko kućanskih aparata do proizvoda iz područja elektronike. Ovi nastupi su izraz jasnog opredjeljenja i napora koje se u našem kolektivu ulažu u svakodnevnom radu oslanjajući se prije svega na vlastite snage i tehničko-tehnološki razvoj. Danas broj novih i inoviranih proizvoda koje se godišnje usvoji prelazi brojku 200. Takvi rezultati ogledaju se i kroz inovacijski dohodak koji pripada autorima (15 posto više nego

1986. godine) a iz takvog ostvarenja dohotka ostvaruje se i dio raspodjele za sve uposlene u kolektivu.

Izuzetnu ulogu u stvaralaštvu, naglasio je Kováčec, realizira se i kroz naš Elektrotehnički institut u kojem više od 900 radnika radi na istraživanju i razvoju. Stručni istraživači razvijaju i stvaraju nove materijalne vrijednosti pa se „Rade Končar“ aktivno uključuje u svjetske tokove ne samo plasmom proizvoda i kompleksnih objekata nego i plasmom vlastitih tehnologija i znanja. U tom smislu ostvareni su transferi tehnologija za određene proizvode u Indiju, Argentinu, Egipat i Tursku, a u toku su realizacije još desetak tehnoloških rješenja za inozemne korisnike.

PREDVIDEVANJA RASTI ELEKTRONSKIH ELEMENTOV V LETIH 1988-1989

Raziskave tržišča v razvitih zahodnih državah in državah daljnega vzhoda daleč prekašajo pomembnost predvidevanj, ki jih postavlja plansko gospodarstvo s svojimi togimi administrativnimi pristopi. Visoka inovativna vlaganja zahtevajo kvalitetne informacije, da se stopnje tveganja, ko gre pogosto za izredno visoka absolutna vlaganja v razvoj, tehnološke procese in v tržišče, kar čimbolj zmanjšajo.

Kot vedno bodo tudi tokrat dežele realnega socializma pri svojem razvoju izkoriščale marketinške izkušnje najbolj uspešnih proizvodov zahodnega in daljnjevzhodnega sveta elektronike. Iskraši bi morali biti v manjšem razkoraku in bi morali hitreje slediti razvitemu svetu, če želimo obdržati vlogo posredovalca. Zato je še kako zanimivo opraviti kratek pregled napovedi, ki jih predstavlja največje enotno tržišče elektronike na svetu, to je tisto, ki je v Združenih državah Amerike pa tudi evropske in daljnoazijske perspektive.

Svetovno povpraševanje po uporih in kondenzatorjih SMD

	1985		1990	
	kom	v delež trga mrd	kom	v delež trga mrd
Kondenzatorji	20,6	26 %	48,6	44 %
Upori	17,3	22 %	50,5	50 %

Vir: Philips Electronics Components and Materials

	1987	1988
Kondenzatorji	2.200	2.300
Fiber-Optic	73	68
Tiskano ožičen.	1.134	1.222
Podnožja	252	267

TISKANA VEZJA

	1987	1988

Po dveh precej sušnih letih vsi napovedujejo kljub pretresom na borzah v lanskem novembru znova hitro rast. Če je elektronika predstavljala v ZDA v letu 1986 15 % proizvodnje, jih bo v l. 1988 16,3 % in v letu 1991 17,2 %. Elektronika bo rasla v absolutnih številkah za polovico hitreje kot ostala industrija.

Napovedovalec bodočnosti DRI (Data Resources Inc. iz Massachusettsa) predvideva, da bo rast tržišča računalnikov in opreme z 1,4 % prešla na 11,4 %; za radio, TV in komunikacijsko opremo pa iz ničelne rasti v letu 1987 na 7,6 % v letu 1988. Povprečna rast tržišča elektronike naj bi bila 7,2 %, kar je posledica upočasnitev vojaških naročil zaradi nove mirovne politike Reaganove administracije. Sicer pa pričakujejo, da bo prišlo že do zamenjav računalnikov, ki so bili postavljeni v obratovanje v letih 1983 in 1984, saj je nove iz IBM osebnega računalniškega sistema bistveno lažje upravljati kot dosedanje.

Optimizem je zasnovan na dejstvih, da se v letu predsedniških volitev v ZDA vedno pojavi vrh gospodarske rasti zaradi velike potrebe po dodatni informatiki in telekomunikacijah in, da je to leto olimpijad in nogometnih svetovnih prvenstev, ki redno poživijo povpraševanje po TV napravah, radijskih sprejemnikih in periferiji. Po takem letu običajno sledi manjša recesija, ki jo bomo doživljali tokrat, če bodo le napovedi točne, kot zmanjšano stopnjo rasti ne pa absolutno nazadovanje.

Tako napovedovalci predvidevajo prodajo 19 milijonov kosov osebnih (PC) računalnikov, največ za pisarniško delo, v skupni vrednosti 39 milijard dolarjev. Polprevodniški trg, ki je začel svojo vnovično rast že v zadnjem trimesečju leta 1987 pa bo s 6,3 % rasti, ker jo je del že „pojedel“, v letu 1988 zrasel na 9,1 % kar znese 35 milijard dolarjev.

Plošče	1.800	2.150
Preklopniki	520	540
Baterije, kabli, tuljave, kristali, displeji, ventilatorji, filtri RFM, motorčki skupno	3.000	3.100
Tipkovnice	400	450
Releji	770	793
UPOROVNI ELEMENTI		
Potenciometri in trimmerji	250	250
Fiksni upori	290	300
U. vezja	150	280
Skupno tržišče naštetega in še ostalih spojnih elementov znaša v mio dolarjih	13.700	14.700

SILICON VALEY IN SANTA CLARA TRIUMFIRATA.

Telekomunikacijska naročila za čipe se večajo. Za vse leto so že razprodani 32 bitni čipi.

Prodaja mikroelektronskih čipov, ki je iz leta 1984 v leto 1985 nazadovala kar za 20 %, se je v letu 1986 vrnila na svoje pozicije iz leta 1984, sedaj pa nadaljuje z indeksi nad 20 % in s 17,9 % v letu 1988.

Pri elementih pa ni življenja le v siliciju, SMD (elementi za tehnologijo površinske montaže) in druge tehnologije dajejo novo življenje pasivnim elementom. Pri tem so ameriški proizvajalci pasivnih elementov večkrat zamenjali lastnika, nove firme pa se tudi ne pojavljajo. Kljub temu so trije segmenti tržišča, v katera dobavitelji investirajo. Ta zajemajo elemente posebnih aplikacij po kupčevih željah, elemente za površinsko montažo in avtomobilsko tržišče. Primeri so uporovno-kapacitivna vezja, uporovi trimmerji v plastičnem ohišju, pripravljene za toplotne tokove spajkalnih temperatur in kompleksa vezja kot monolitni element, toda na keramični tehnologiji.

Tudi proizvajalci avtomobilov so zelo blizu SMD tehnologije, ker prihrani prostor in omogoča več elektronskih sistemov pod ploščo.

Pri integriranih vezjih je rast SMD počasnejša (30 % v 1990), ker so pač pri uporabi in kondezatorju le dva, ali trije priključki in je strojna montaža IC v primerjavi z njimi otežena.

Prenekatero ameriške firme pasivnih elementov so pokupili tujci napr., japonski Shi-Zuki Elek, Comp., holandski Philips kot največji in Siemens iz ZR Nemčije.

Proizvajalci elementov so zelo izboljšali dobavno disciplino in kvaliteto, proizvajalci opreme pa s tem izredno znižali svoje zaloge repromateriala. To so dosegli s programiranimi organizacijskimi pristopi za dobave po sistemu „Just in time“ točno na določena vrata, določen dan, ob določeni uri, s krožki kvalitete itd.

Dobavni roki pa, ki so se v letu 1987 in začetku 1988 podaljševali, se bodo v drugi polovici leta 1988 zopet skrajševali.

Prodaje magnetnih, a predvsem feritnih materialov, ki so močno povezane z avtomobilskim sektorjem, s sektorjem informatike (motorčki, tipkovnice, ekrani, instrumenti) in računalništva, bodo dosegale visoke stopnje rasti med 10 %, varistor za zaščito elektronskih vezij pa 8 %, še več pa elektronska keramika Alumina.

Najhitrejšo rast elektronike forsira Daljni vzhod. Tržišče elementov Daljnega vzhoda se je za evropske proizvajalce elementov nenadno široko odprlo. Južna Koreja in Singapur z lastnimi projekti uvedbe računalnikov v obvezno šolsko opremo in Tajvan, so postali ob Hongkongu veliki kupci visokokvalitetnih elementov. Poleg tega bruhajo različne zelo konkurenčne finalne elektronske proizvode na trg ZDA, silijo v Evropo in drugam.

Toda na evropskih institutih za preizkus kvalitete VDE, Semco, Demco in druge čakajo daljnovzhodni elementi na homologacijo. Več kot dve leti se jih ne bo dalo zadrževati.

Kako bo kaj s trgi elektronskih elementov v Evropi. Tudi tu so pričakovanja usmerjena na liniji od čipov k računalnikom do komunikacij.

Stalno povpraševanje po elektronski opremi bo večalo med elementi največ prodajo polprevodnikov v Evropi v letu 1988.

Ostala azijska elektronska industrija bo rabila toliko čipov kot Evropa v l. 1988.

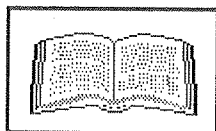
Zaradi visokih stroškov razvoja se združujejo SGS Microelectronica s Thompson Microelectronics Group in povezujejo številni ostali. Največji skupni projekt sta zastavila tudi sicer največja svetovna proizvajalca elementov Philips in Siemens. Pri velikih, ki so v telekomunikacijah pa je francoski Alcatel odkupil evropskih ITT. Ker sta se za francoski CGCT (generalna družba za konstrukcije telekomunikacij) zanimala AT&T iz ZDA in Siemens, ga je francoska vlada prodala meddržavno Matro in Švedskim Ericsonom. Za majhne ostaja manj prostora in možnosti.

Dataquest napoveduje, da bo rast evropskega tržišča v naslednjih petih letih presegla 50 % za 32 bitni osebni računalnik, 30 % za digitalne komunikacije, 60 % za mikroprocesorske „pametne“ kartice, 26 % za celularni mobilni radiotelefon in 10 % za avtomobilske elektronske komponente. Začetek rasti teh trgov bo v letu 1988. Kje je tu Iskra? Pohitimo!

Po Electronic Business 1988 in drugih virih priredil

Vladimir Murko
(Iskra)

CEOK - Celovito obvladovanje kakovosti



Knjiga s študijskega dne ob Sodobni elektroniki 1987, Brdo pri Kranju
Založba: MIDEM 1988
Format: A5

Obseg: 219 Strani
Jezik: slovenski, hrvatsko-srpski
Urednik: R. Ročak

Vsebina

M. Kobe: Japonski pristop k integralnemu zagotavljanju kvalitete (slovenski)
L. Kozina: Obvladovanje kakovosti v procesih (slovenski)
Z. Vuković: Osnovni pristup pouzdanosti elektroničkih sistema (hrvatsko-srpski)
N. Stojadinović, S. Dimitrijević: Pouzdanost mikroelektronskih kola (srpsko-hrvatski)
F. Mlakar: Standardizacija kot element zagotavljanja kakovosti izdelkov (slovenski)
L. Toplak: Pravni aspekti zagotavljanja kakovosti (slovenski)
D. Flam: Standardizacija sestavnih dijelova kao elemenat osiguranja kvalitete uređaja (hrvatsko-srpski)
S. Muždeka, Z. Muždeka: Logistika - pomoć efikasnom ulaganju u nove proizvode/sisteme (srpsko-hrvatski)
Diskusija (slovenski, hrvatsko-srpski)
Seznam udeležencev
Sponsorji društva MIDEM

IZ PREDGOVORA

V sodobnem razvitem svetu je močno narasla ponudba proizvodov in storitev. V takih pogojih pridobiva kakovost proizvodov in storitev na pomenu, še več, v vedno večjem številu primerov je kakovost osnova tržnega nastopa in konkurenčne sposobnosti. Kakovost moramo v proizvod in tudi v storitev vgraditi. Široko je razširjena zmotna, da kakovost lahko dosežemo le s kontrolo kakovosti. Kakovost proizvodov ali storitev lahko dosežemo le, če si začrtamo cilje in strategijo na področju kakovosti. Sistem, ki organizirano nastopa, imenujemo SISTEM ZA CELOVITO OBVLADOVANJE KAKOVOSTI. CEOK je sistem, ki zaokrožuje na organizirani način vsa prizadevanja, opravila in naloge, ki so potrebne za nastajanje dobrih proizvodov in storitev, takih, ki jih bo hotel kupec kupiti in biti z njimi dolgo zadovoljen. Takega celovitega pristopa h kakovosti pri jugoslovanskih podjetjih ni mogoče velikokrat videti, čeprav se ponekod pojavlja kot zavest posameznikov ali pa kot tržna prisila, posebej pri takoimenovanih „izvoznikih“.

KOMU JE KNJIGA NAMENJENA

Čeprav so bili udeleženci študijskega dneva večinoma iz elektronske industrije, veljajo njihova predavanja in misli, izrečene v diskusiji, tudi za ostale industrijske panoge. Knjiga je zanimiva za širši krog strokovnjakov, ki se zavedajo pomembnosti in nujnosti zagotavljanja in obvladovanja kakovosti.

Knjiga je primerna kot učbenik za šolanje ali seminarje vodilnih kadrov in kadrov za zagotavljanje kakovosti.

NAROČILNICA NARUŽBENICA

Nepreklicno naročam knjigo CEOK za ceno 39.990 din.
Knjigo bom plačal po prevzemu na pošti.
Neopozivo naručujem knjigo CEOK po ceni 39.990 din.
Knjigo ću platiti pouzećem.

Priimek in ime:
Prezime i ime:

Naslov:
Adresa:

Podpis:
Potpis:

Za delovne organizacije:
Za radne organizacije:

Naziv organizacije

Naslov:
Adresa:

Podpis in žig:
Potpis i žig:

Datm

Ob dobavi bomo izstavili račun. Za 10 ali več knjig priznavamo 20% popust.
Kod isporuke knjige biće priložen račun. Za 10 ili više knjiga priznajemo 20% popusta.
Naročilnico poslati na naslov: MIDEM, Titova 50, 61000 Ljubljana
Naružbenicu poslati na adresu: MIDEM, Titova 50, 61000 Ljubljana

KOLENDAR PRIREDITEV

1988

Julij

4.-8. Semiconductor Technology Seminar Muenchen (Technology Associates)

Avgust

29.-1.9. Advances in simulation Technology (seminar) Dubrovnik (ETAN, Beograd)

September

5.-10. Artificial Intelligence (seminar) Dubrovnik (ETAN, Beograd)

7.-9. SD 88 (Jugoslovanski simpozij o sestavnih delih in materialih) Nova Gorica (Midem, Ljubljana)

11.-15. ECOC 88 (14. European Conference on Optical Communication)

12.-15. EuMC 88 (18. European Microwave Conference) Stockholm (Swedish Institute of Microelectronics, P.O.B. 1084 S 16421 KISTA)

13.-16. ESSDERC 88 (18. European Solid-State Device Research Conference) Montpellier (Universite des sciences et techniques de Montpellier) Tel. (33) 67 54 71 84

14.-16. Introduction to Plasma Processing, Intensive Seminar, Cambridge (GB) (H. Barsamian ali P.L. Miller, Univ. of California, P.O.B. AZ, Irvine, CA 92716 USA)

19.-21. Multilevel Interconnect Technologies for VLSI Applications, Intensive Seminar, Cambridge (GB)

19.-23. Silicon Processing for the VLSI ERA, Intensive Seminar, Cambridge (GB) (H. Barsamian)

20.-23. Yugoslav-Austrian-Hungarian Fourth Joint Vacuum Conference, Portorož (Slovensko društvo za vakuumsko tehniko) JUVAK

21.-23. ESSCIRC 88 (14. European Solid-State Circuits Conference) Manchester (info. VDE)

Oktober

3.-5. Mikroelektronik fuer die Informationstechnik, Berlin (Info. VDE)

4.-5. YUTEL 88, Ljubljana (EVS, Ljubljana, Titova 50)

4.-5. ISEMEC 88 Ljubljana (Društvo za merilno tehniko Ljubljana)

4.-7. Burn in and Accelerated Life Testing of Semiconductor Devices Seminar Aix-en-Provence (Technology Associates)

6. SE 88 (Mikroelektronika in družba, FORUM), Brdo pri Kranju (MIDEM)

6.-7. Elektronika v prometu Ljubljana (EVS, Ljubljana, Titova 50)

6.-7. Relejna zaščita Ljubljana (EVS, Ljubljana, Titova 50)

10.-14. Semiconductor Technology Seminar Aix-en-Provence (Technology Associates)

11.-13. Practical IC Fabrication Workshop, Frankfurt am Main (ICE Workshop Coordinator Langgasse 35, D 6200 Wiesbaden, BRD, Mr. Roland Orlie)

14. Semiconductor Packaging Workshop, Frankfurt (ICE)

17.-18. Failure Analysis/Avoidance of IC Workshop, Frankfurt (ICE)

19. Basic integrated circuits technology Workshop Frankfurt (ICE)

20.-29. Simpozij o mjerenjima i mjerenoj opremi, Split (JUKEM- Mjeriteljsko društvo Hrvatske, tel. 041-422-932)

November

7. GaAs Technik (GME Posvet) Muenchen (info. VDE)

7.-8. IKM 88 (13. internationaler Kongres Mikroelektronik)

9.-10. Internationale Makroelektronik Conference, Muenchen

9.-10. Sensorik, Muenchen

11. DGQ/Zwei Symposium on Quality Assurance in the Field of Electronics, Muenchen (Muenchener Messe, PF 121009 Muenchen)

KOLENDAR PRIREDITEV

1989**Februar**

15.-17. Infina 89 (posvet), Karlsruhe (info. VDE)

Marec

7.-9. Semicon Europa, Zuerich (Semi, CCL House, 59 Fleet Street, London EC 4Y 1YZ, tel. 01-3538807)

13.-16. Grossintegration (posvet), Baden-Baden (Info. VDE)

Maj

8.-10. Vakuumelektronik und Displays (posvet), Garmisch-Partenk. (Info. VDE)

10.-12. MIEL 89 (17. Jugoslovansko posvetovanje o mikroelektroniki) Niš (Midem, Ljubljana)

10.-12. CCC 89 (2. Hungarian Custom Circuits Conference), Szeged (Mate Secretarial 1055 Budapest, Kossuth L. ter 6-8, tel. (1) 531 406)

Avgust

6.-18. VLSI 89 (Conference of International Federation for Information Processing) Muenchen (IFIP, info. VDE)

September

3.-7. ECOC 89 (15. European Conference on Optical Communication) Goeteborg (info. VDE)

Oktober

9.-11. EPE (3. European Conference on Power Electronics and Applications) Aachen (info. VDE)

November

28.-30. European Conference on Satellite Communications, Muenchen (info. VDE).

JUGOSLOVANSKI TERMINOLOŠKI STANDARDI

1	2	3	4	5
2.103	<ul style="list-style-type: none"> ● reprogramljiva čitačka memorija ● перепрограмлюваема читачка меморија ● репрограмљивна отчитувачка меморија, RePROM-меморија ● reprogramabilni braalni pomnilnik 	RePROM	<ul style="list-style-type: none"> ● reprogrammable read only memory 	<p>Polprevodniški pomnilnik, pri katerem se s posebnim postopkom more izvesti brisanje ene in vpisanje druge programske vsebine, ki je sicer namenjena za večkratno branje. Taki polspremenljivi pomnilniki se izdelujejo s polprevodniškimi pomnilniškimi celicami.</p>
2.109	<ul style="list-style-type: none"> ● pretežno čitačka memorija ● pretežno ispisna memorija ● претежно отчитувачка меморија, RMM-меморија ● pretežno braalni pomnilnik 	RMM	<ul style="list-style-type: none"> ● read mostly memory 	<p>Pomnilnik, namenjen v glavnem za branje, vendar obstoji tudi možnost, da se vpisana vsebina po potrebi zamenja z drugo. Ker sprejemba vsebine ni enostavna, se to pravi, da gre pri tem za polspremenljivi pomnilnik. Bolj se uporablja okrajšava RePROM.</p>
2.110	<ul style="list-style-type: none"> ● čitačka memorija ● ispisna memorija ● отчитувачка меморија, ROM-меморија ● braalni pomnilnik, čitalni pomnilnik 	ROM	<ul style="list-style-type: none"> ● read-only memory 	<p>Polprevodniški pomnilnik, v katerega je že pri njegovi izdelavi trajno vpisana vsebina, tako da se pri uporabi more samo brati. Čeprav gre funkcionalno za pomnilnik, njegova tehnična izvedba temelji na uporabi kombinacijskih vezij.</p>
2.111	<ul style="list-style-type: none"> ● čitačka memorija ● ispisna memorija ● отчитувачка меморија, ROS-меморија ● braalni pomnilnik, čitalni pomnilnik 	ROS	<ul style="list-style-type: none"> ● read-only storage 	<p>Pomnilnik, v katerega je že pri njegovi izdelavi trajno vpisana vsebina, tako da se pri uporabi more samo brati. Gre tu za pomnilnik s trajno vsebino. Bolj se uporablja okrajšava ROM (glej t. 2.110).</p>
2.112	<ul style="list-style-type: none"> ● RS bistabilni multivibrator, RS-bistabil, RS-flip-flop ● RS bistabil ● RS-флип-флон, RS-тригер, RS-бистабил ● RS bistabilni multivibrator 	RS-FF	<ul style="list-style-type: none"> ● reset-set flip-flop 	<p>Pomnilniško vezje z dvema vhodoma R in S, pri katerem obstoji možnost postavljanja v stanje logične nič (reset) oz. v stanje logične ene (set). Izhodna funkcija vezja je $Q_{n+1} = S + \overline{RQ}$ z omejitvijo $RS = 0$.</p>

JUGOSLOVANSKI TERMINOLOŠKI STANDARDI

1	2	3	4	5
2.113	<ul style="list-style-type: none"> RST bistabilni multivibrator, RST-bistabil, RST-flip-flop RST bistabil RST-флип-флп, RST-тригер, RST-бистабил RS prožilni bistabilni multivibrator 	RST-FF	<ul style="list-style-type: none"> reset-set-trigger flip-flop 	<p>Pomnilniško vezje s tremi vhodi R, S in T pri katerem obstoji možnost postavljanja v stanje logične nič (reset), logične ene (set) in izmenjalne spremembe teh dveh stanj (trigger). Izhodna funkcija vezja je $Q_{n+1} = S + \overline{TQ} + \overline{RTQ}$ z omejitvijo $RS = RT = ST = 0$. Uporablja se vedno manj.</p>
2.114	<ul style="list-style-type: none"> otorno-transzistorska logika otorno-transzistorska logika отпорничко-транзисторска логика, RTL-логика upravno-transzistorska logika 	RTL	<ul style="list-style-type: none"> resistor-transistor logic 	<p>Izvedba digitalnih vezij, pri katerih se logične funkcije izvajajo z upori in tranzistorji. Sedaj se ta izraz raje uporablja za modificirano tehniko DCTL vezij namesto izraza RCTL. Taka tehnika logičnih vezij se ne uporablja več.</p>
2.115	<ul style="list-style-type: none"> čitačko-upisna memorija ispisno-upisna memorija отчитувачко-впишувачка меморија, RWM-меморија bralno-vpisovalni pomnilnik 	RWM	<ul style="list-style-type: none"> read-write memory 	<p>Pomnilnik, pri katerem je branje destruktivno, vendar se po vsakem branju redno ponovno vpiše prebrana vsebina. Ta izraz se uporablja za nedestruktivne pomnilnike, ki se odlikujejo z enostavnim načinom branja in vpisovanja oziroma z enostavno spremembo vsebine. Bolj se uporablja okrajšava RAM.</p>
2.116	<ul style="list-style-type: none"> upis s vračanjem na nulu upis s vračanjem na nulu впишувачко с враќање на нула (vpisovanje) z vračanjem na nič 	RZ	<ul style="list-style-type: none"> return-to-zero 	<p>Postopek vpisovanja podatkov, npr. v magnetne površinske pomnilnike, pri katerem se vrednost vpisnega toka po vsakem vpisanem bitu vrne na nič. Vpisovanje se torej izvaja s kratkotrajnimi tokovnimi impulzi.</p>
2.117	<ul style="list-style-type: none"> memorija sa sekvencijskim pristupom memorija sa slijednim (sekvencijskim) pristupom меморија со секвенцијален пристап, SAM-меморија pomnilnik z zaporednim dostopom, pomnilnik s sekvencijskim dostopom 	SAM	<ul style="list-style-type: none"> sequentially accessed memory 	<p>Pomnilniški sistemi z lokacijskimi naslovi, pri katerih se pri vpisovanju ali branju podatkov pristopa k lokacijam posredno, s prehodom prek drugih lokacij v določenem zaporedju. Isto velja tudi za sisteme, pri katerih se pomnjena vsebina pomnika skozi pomnilniške celice do bralnega mesta. Pri takih pomnilnikih čas odstopa ni enak za vse lokacije in je daljši kot pri RAM pomnilnikih.</p>

JUGOSLOVANSKI TERMINOLOŠKI STANDARDI

1	2	3	4	5
2.118	<ul style="list-style-type: none"> ● standardni ukorani kolektor ● standardni ukorani kolektor ● стандартно вкоран колектор ● standardno zakriti kolektor 	SBC	<ul style="list-style-type: none"> ● standard burried collector 	<p>Postopek standardne tehnologije integriranega NPN transistorja, v katerem se pred nanašanjem epitaksijske plasti s selektivno difuzijo napravi plast tipa n^+, ki predstavlja del kolektorja. S tem se zmanjša kolektorjeva upornost in pojav parazitnega PNP transistorja.</p>
2.119	<ul style="list-style-type: none"> ● logika napajanja preko podloge ● logika napajanja preko podloge ● техника напојувања преку подлогата ● substratno napajana logika 	SFL	<ul style="list-style-type: none"> ● substrat fed logic 	<p>Tehnologija digitalnih vezij I^2L, pri katerih je napajanje izvedeno prek podlage (substrata), ki se uporablja kot emitor injekcijskega transistorja. S tem se zmanjša vpliv bazne ucornosti na kolektorske karakteristike stikalnega transistorja.</p>
2.120	<ul style="list-style-type: none"> ● uzimanje odbiraka i zadržavanje ● uzimanje i zadržavanje uzorka ● земање извадоци и задржување, семплирање и задржување ● vzorčuj in ohrani 	SH	<ul style="list-style-type: none"> ● sample and hold 	<p>Izraz, ki se nanaša na postopek vzorčenja in pomnjenja analogne vrednosti kot diskretne veličine. Ta postopek se uporablja, kadar je potrebno digitalno obdelati analogne signale, pri čemer je vzorčenje pred postopkom analogno-digitalne pretvorbe.</p>
2.121	<ul style="list-style-type: none"> ● Šotkijeva integrirana injekcijska logika ● Schottkyjeva integrirana injekcijska logika ● Шоткьева логика со инјекционо напојување ● Schottkyjeva integrirana injekcijska logika 	SI ² L	<ul style="list-style-type: none"> ● Schottky integrated-injection logic 	<p>Modificirana tehnika digitalnih vezij I^2L, pri katerih dodatni Schottkyjev PN spoj poveča hitrost delovanja transistorja. Uporablja se za izdelavo hitrih vezij z integracijo visoke stopnje.</p>
2.122	<ul style="list-style-type: none"> ● silicijum na izolatoru ● silicij na izolatoru ● силициумат врз изолатор ● silicij na izclantu 	SOI	<ul style="list-style-type: none"> ● silicon on insulator 	<p>MOS in CMOS tehnologija, pri kateri je silicij nanosen na izolant s podobno kristalno strukturo (npr. safir). Uporablja se za izdelavo hitrih digitalnih vezij.</p>

JUGOSLOVANSKI TERMINOLOŠKI STANDARDI

1	2	3	4	5
2.123	<ul style="list-style-type: none"> ● zbir proizvoda ● zbroj umnožaka ● дизјунктивна нормална форма ● vsota zmnožkov, vsota produktov 	SOP	<ul style="list-style-type: none"> ● sum od products 	<p>Normalna oblika prekladne funkcije, ki vsebuje logično vsoto logičnih zmnožkov, katerih vrednosti so enake ena. Označuje se kot DNF (disjunktivna normalna forma).</p> <p>Primer: $R(A, B, C) = \overline{ABC} + AC + \overline{ABC}$.</p>
2.124	<ul style="list-style-type: none"> ● silicijum na safiru ● silicij na safiru ● силициум врз сафир ● silicij na safirju 	SOS	<ul style="list-style-type: none"> ● silicon-on-saphire 	<p>MOS in CMOS tehnologija, pri kateri je silicij nanosen na safir, da se s tem izboljšajo nekatere karakteristike digitalnih vezij (zakasnitev, paketna gostota, odvajanje toplote).</p>
2.125	<ul style="list-style-type: none"> ● integracija niskog stepena ● integracija niskog stupnja ● низка интегрованост, SSI-интегрованост ● интеграција ниске ступње 	SSI	<ul style="list-style-type: none"> ● small scale integration 	<p>Integracija v polporevodniških elementih, ki imajo do 10 osnovnih elementov (transistorjev, diod itd.).</p>
2.126	<ul style="list-style-type: none"> ● Šottkijeva tranzistorsko-trenzistorska logika ● Шотткијева транзисторско-транзисторска логика ● Шотткиева транзисторско-транзисторска техника ● Schottkyjeva transistorsko-transistorska logika 	STTL	<ul style="list-style-type: none"> ● Schottky transistor-transistor logic 	<p>Modificirana izvedba vezij, pri katerih dodatni Schottkyjev PN spoj preprečuje nasičenje stikalnih transistorjev. Uporablja se pri izdelavi hitrih logičnih vezij.</p>
2.127	<ul style="list-style-type: none"> ● vremenski multipleks ● временски multipleks ● временски мультиплекс ● časovni multipleks 	TDM	<ul style="list-style-type: none"> ● time division multiplex 	<p>Sistem večkanalnega prenosa, pri katerem je vsakemu kanalu za prenos signalov dodeljen drug časovni interval. Na taj način je omogočen npr. hkratni telefonski prenos 24 ali več kanalov po enem vodju.</p>

JUGOSLOVANSKI TERMINOLOŠKI STANDARDI

1	2	3	4	5
2.128	<ul style="list-style-type: none"> ● T bistabilni multivibrator, T-bistabil, T-flip-flop ● T-bistabil ● T-флип-флоп, T-тригер, T-бистабил ● prožilni bistabilni multivibrator 	T-FF	<ul style="list-style-type: none"> ● trigger flip-flop 	<p>Pomnilniško vezje z vhodom T (trigger), ki se mu pri vsakem prožilnem impulsu na vhodu T spremeni stanje iz logične nič v logično eno in nasprotno. Izhodna funkcija vezja je $Q_{n+1} = T \oplus Q$. S tem vezjem se izdelujejo najenostavnejša števna vezja.</p>
2.129	<ul style="list-style-type: none"> ● okruglo kučiste ● okruglo tranzistorско kučiste ● стандардно транзисторско куќиште, ТО-куќиште ● izvenvrstna izvedba okrova 	TO	<ul style="list-style-type: none"> ● transistor-outline package 	<p>Okrov polprevodniškega elementa z 8, 10 in 12 priključki. Uporablja se v glavnem za integrirana linearna vezja, kot so operacijski ojačevalniki, primerjalniki, napetostni regulatorji itd.</p>
2.130	<ul style="list-style-type: none"> ● tranzistorско-transistorška logika ● tranzistorско-transistorška logika ● транзисторско-транзисторска логика, TTL-логика ● transistorско-transistorška logika 	TTL	<ul style="list-style-type: none"> ● transistor-transistor logic 	<p>Izvedba digitalnih vezij, pri katerih se logične funkcije izvajajo s transistorji. Uporablja se za izdelavo logičnih vezij in kombinacijskih vezij kot tudi za izvedbo mnogih pomnilniških vezij in sekvencijskih vezij, v integrirani tehniki. To je sedaj najbolj razširjena tehnika za izdelavo vezij na splošno.</p>
2.131	<ul style="list-style-type: none"> ● nedovršena logička mreža ● nedovršeno logičko polje ● недооформлена логичка структура, ULA-структура ● nedokončano logično vezje 	ULA	<ul style="list-style-type: none"> ● uncommitted logic array 	<p>Univerzalni integrirani element z vgrajenimi, a nepopolno povezanimi elementi, pri kateri se more nadaljnje povezovanje izvesti glede na dejansko potrebo.</p>
2.132	<ul style="list-style-type: none"> ● integracija ultraviskokog stepena ● integracija ultraviskokog stupnja ● ультрависока интеграција, ULSI-интеграција ● HOST ● integracija ultraviske stopnje 	ULSI	<ul style="list-style-type: none"> ● ultra large scale integration 	<p>Integracija v polprevodniških elementih, ki imajo nad 10 000 osnovnih elementov (transistorjev, diod itd.).</p>

JUGOSLOVANSKI TERMINOLOŠKI STANDARDI

1	2	3	4	5
2.133	<ul style="list-style-type: none"> ● vertikalno anizotropno nagrizanje ● vertikalno anizotropno jetkanje ● вертикално анизотропно нагрзување ● навршично анизотропно једкање 	V-ATE	<ul style="list-style-type: none"> ● vertical anisotropic etch 	<p>Tehnologija, pri kateri se v silicijevi površinski orientaciji s 100 primernimi kemikalijami naredijo navpične, piramidaste odprtine (s prerezom v obliki V), da se doseže boljša izolacija in s tem večja paketna gostota. Uporablja se pri izdelavi VMOS transistorjev. \</p>
2.134	<ul style="list-style-type: none"> ● V-izolacija sa polysilicijumom ● V-izolacija s polysilicijem ● V-изоляция со полисилициум ● V-ločitev s polikristalnim silicijem 	VIP	<ul style="list-style-type: none"> ● V isolation with polysilicon backfill 	<p>Bipolarna tehnologija, pri kateri je ločitev izvedena v obliki črke V, pri čemer je notranjost odprtine V izpolnjena s polikristalnim silicijem.</p>
2.135	<ul style="list-style-type: none"> ● integracija vrlo visokog stepena ● integracija vrlo visokog stupnja ● многу висока интегританост, VLSI-интегританост ● integracija zelo visoke stopnje 	VLSI	<ul style="list-style-type: none"> ● very large scale integration 	<p>Integracija polprevodniških elementov, ki imajo od 1000 do 10 000 osnovnih elementov (transistorjev, diod itd.).</p>
2.136	<ul style="list-style-type: none"> ● vertikalni MOS ● vertikalni MOS ● V-MOS tehnologija ● kovinskooksidni polprevodnik z navpično konfiguracijo 	V-MOS	<ul style="list-style-type: none"> ● vertical configuration ● metal-oxide-semiconductor 	<p>MOS tehnologija polprevodniških elementov, pri kateri je izveden navpični pretok toka, a z vsekanimi odprtinami v obliki črke V je doseženo krmiljenje dolžine kanalov, kar prispeva k povečanju dopustnega odvajanja toplote in mejne frekvence.</p>
2.137	<ul style="list-style-type: none"> ● splošnejši kristal ● vanjski kristal ● приклучок за кристал ● zunanji kristal 	XTAL	<ul style="list-style-type: none"> ● external crystal 	<p>Označba priključkov na integriranem vezju, na katere se veže kremenov kristal, ki stabilizira frekvenco npr. taktnega generatorja.</p>