

BELAVIC

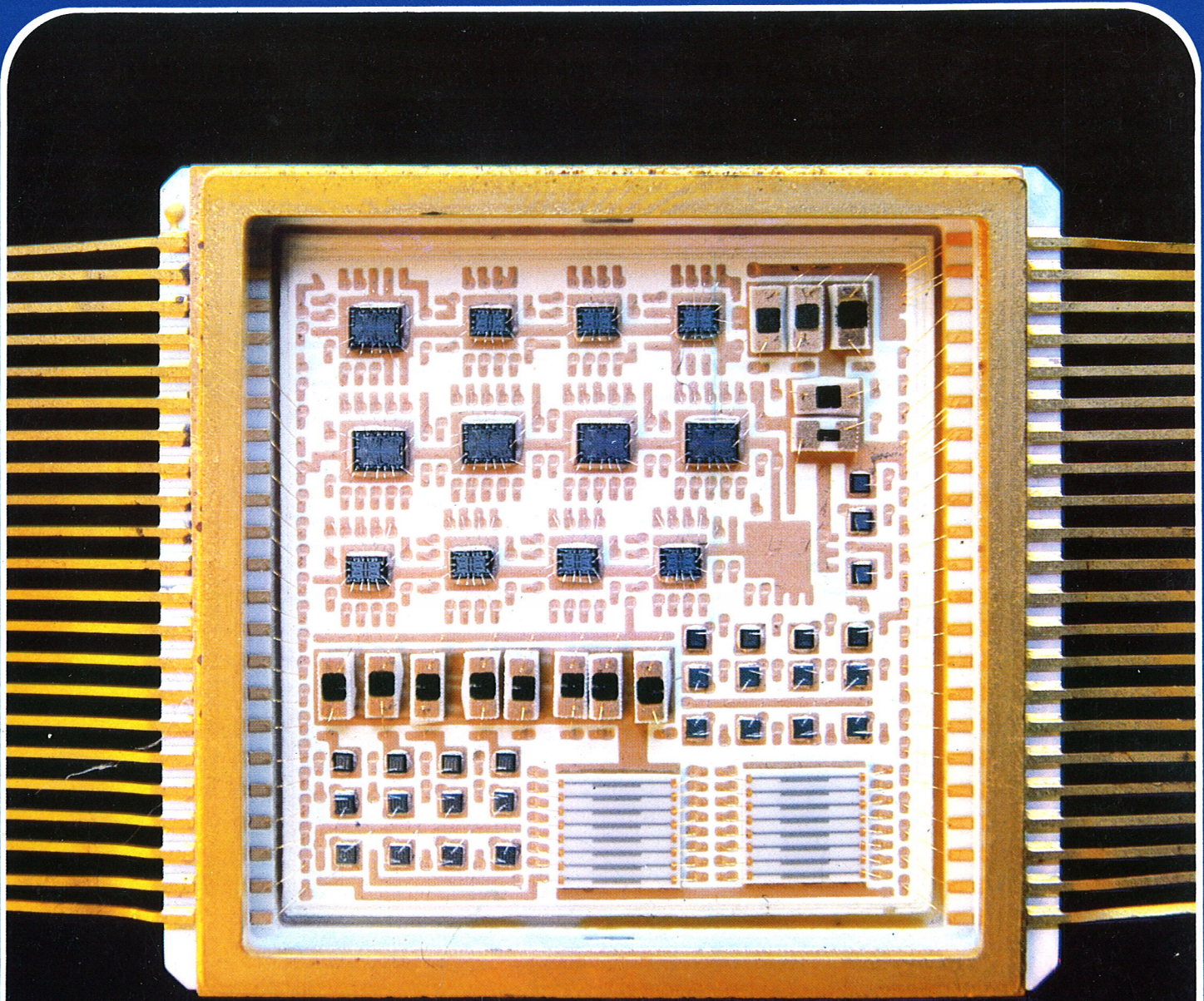
INFORMACIJE MIDEM

Strokovno društvo za mikroelektroniko,
elektronske sestavne dele in materiale

Stručno društvo za mikroelektroniku,
elektronske sestavne delove i materijale

3 ○ **1986**

LJUBLJANA, SEPT. 1986, LETNIK-GODINA 16, ŠTEVILKA-BROJ 39



Hibridno mikroelektronsko kolo
RUDI ČAJAVEC-MIKROELEKTRONIKA

I N F O R M A C I J E M I D E M

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

Izdaje tromesečno Stručno društvo za mikroelektroniko, elektronske sestavne delove i materijale

Glavni, odgovorni in tehnični urednik Alojzij Keber, dipl. ing.
Glavni, odgovorni i tehnički urednik

Uredniški odbor Mag Milan Slokan, dipl. ing.
Redakcioni odbor Miroslav Turina, dipl. ing.
Mag Stanko Solar, dipl. ing.
Dr Rudi Ročak, dipl. ing.
Pavle Tepina, dipl. ing.

Člani izvršnega odbora MIDEM
Članovi izvršnog odbora MIDEM

Mr Vlada Arandelović, dipl. ing. — Ei-Poluprovodnici, Niš
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, dipl. 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.

Tipkanje besedila: Metka Vidmar
Tisk: Partizanska knjiga, Ljubljana
Tisk ovojnice: Kočevski tisk, Kočevje
Naklada: 1000 izvodov

Prepis teksta: Metka Vidmar
Tisak: Partizanska knjiga, Ljubljana
Tisak omota: Kočevski tisk, Kočevje
Tiraž: 1000 komada

VSEBINA – SADRŽAJ

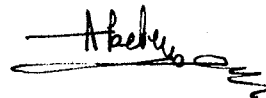
KAKO GRADITI INFORMACIJSKI MOST MED ČLANI MIDEM?	
Marija Kosec XXII. JUGOSLOVANSKI SIMPOZIJ O ELEKTRONSKIH SESTAVNIH DELIH IN MATERIALIH	119
Franc Jan OKROGLA MIZA O POVRŠINSKI MONTAŽI ELEMENTOV	121
Stanko Solar ŠESTDESET LET FRANCA PETRCE	122
Ljutica Pešič ALEKSA NEŠKOVIĆ – NAŠ AKTIVNI ČLAN	123
Bedrudin Trokić RAZVOJ TEHNOLOGIJE HIBRIDNIH MIKROELEKTRONSKIH KOLA I KOMPONENATA U RUDI ČAJAVECU	123
Ratko Krčmar REZIME REZULTATA U REALIZACIJI MAKROPROJEKTA "ISTRAŽIVANJE, RAZVOJ I PRIMJENA MIKROPROCESORA U SR BOSNI I HERCEGOVINI"	124
Tihomir Čutara, Aranka Pašalić, Sveto Vrhovac, Zdenka Majkić PROJEKTIRANJE I REALIZACIJA ŠESTNAEST-BITNOG PROCESORA NA BAZI STANDARDNIH LSI KOMPONENATA	135
Varužan Kevorkijan MEHANIZAM DEPOZICIJE FINIH ČESTICA OKSIDA KOD VAD (Vapor Axial Deposition) TEHNOLOGIJE DOBIJANJA PREDOBILKA ZA OPTIČKA VLAKNA	139
Kim Gauen NAČRTOVANJE VEZIJI S TMOS MOČNOSTNIMI MOSFET TRANZISTORJI	144
Varužan Kevorkijan REFERATI UVODNOG DELA OKRUGLOG STOLA "RAZVOJ I PROIZVODNJA DOMAĆIH MATERIJALA ZA ELEKTRONIKU"	154
Bojan Breskvar, Lado Kosec, Franc Vodopivec, Cveto Mali RAZVOJ PSEUDOZLITIN Ag-CdO IN NADOMESTIL ZA ELEKTRIČNE KONTAKTE TER NAŠI DOSEŽKI NA TEM PODROČJU	158
Aleš Cokan VISOKOENERGIJSKI PERMANENTNI MAGNETNI MATERIALI	162
P.M. Nikolić, D.M. Todorović FOTOAKUSTIČNA KARAKTERIZACIJA POLUPROVODNIČKIH MATERIJALA	167
Ninoslav Stojadinović PRIKAZ KNJIGE "ELEKTRONSKE KOMPONENTE I DEO" AUTORA DR STOJANA RISTIĆA	171
Petar Biljanović SHINGO – PARADOKS ILI O TEŠKOČAMA PREVODILAČKOG ZANATA	173
Strokovne informacije o proizvodih s područja mikroelektronike, elektronskih sestavnih delov in materialov - VODIKOV PEROKSID BELTRON	174

KAKO GRADITI INFORMACIJSKI MOST MED ČLANI MIDEM?

Analiza, kaj smo doslej storili za informiranje naših članov, ki se sicer v veliki večini med seboj osebno poznajo ravno zaradi dobro zastavljenih in izvedenih MIDEM-ovih posvetovanj, simpozijev, seminarjev in strokovnih ekskurzij, privede vedno znova do zaključka, da so pravzaprav Informacije MIDEM osrednji informacijski medij pri tej komunikaciji. Če želimo naše člane dobro informirati, potem rabimo prave informacije, le te pa dobimo, če smo sposobni vzpostaviti prave komunikacije. Podobno, kot gradimo danes krajevno razporejene računalniške mreže, ki naj obratujejo dvosmerno v realnem času, naj bi bila tudi informacijska mreža med našimi člani, ki bivajo in delajo širom Jugoslavije, spletena tako, da bi omogočala pravočasni dvosmerni pretok informacij preko osrednjega "računalnika", ki je v tem primeru naš strokovni informativni list.

Komunikacija: "osrednji računalnik" - člani MIDEM preverjeno deluje, čeprav kakšna številka zaradi večinoma objektivnih težav ne izide povsem v "realnem času". Komunikacija: člani MIDEM - Informacije MIDEM preverjeno ne deluje, čeprav se od časa do časa samoiniciativno prebudi kakšna strokovna duša in prida svoj delež k prizadevanjem uredniškega odbora. Analiza torej kaže, da bomo morali pri graditvi informacijskega mostu med člani MIDEM v bodočnosti posvetiti največjo skrb prebujanju zavesti naših članov, da bodo kljub temu, da jih članstvo tega ne obvezuje, pri sebi začutili, da enkrat ali dvakrat na leto napišejo kaj za naš strokovni informativni list. Vzpostavitev neposredne ali posredne zveze med našimi člani in uredniškim odborom Informacije MIDEM bo druga takšna naloga. Že dolgo je tega, ko smo jo pričeli načrtovati, pa smo še vedno na začetku. Je pa res, da naloga ni neizvedljiva, zahteva le nekoliko več profesionalne resnosti na strani naših članov in veliko, veliko potrpljenja ter obsežnih prizadevanj na strani uredniškega odbora. Informacijski most med člani MIDEM bo zgrajen, ko bo imel uredniški odbor Informacije MIDEM v vsaki delovni organizaciji in strokovni instituciji širom Jugoslavije svojega zastopnika oziroma dopisnika. Čeprav je ta dan še daleč, se ga vsi veselimo in se tudi zavedamo, da moramo biti v času, v katerem živimo, dovolj zadovoljni že z informacijskim mostom, ki smo ga zgradili doslej in paziti, da inflacijske poplave ne bodo načele njegovih temeljev prej, predno bomo lahko opredmetili pravkar razgrnjen načrt za nov, popoln informacijski most med člani MIDEM.

Urednik



XXII. JUGOSLOVANSKI SIMPOZIJ O ELEKTRONSKIH SESTAVNIH DELIH IN MATERIALIH

Marija Kosec

XXII. jugoslovanski simpozij o elektronskih sestavnih delih in materialih - SD 86 je bil letos od 10. - 12. septembra na Otočcu ob Krki. Tako je organizator, strokovno društvo MIDEM, prekinilo s tradicijo. Do sedaj so namreč ti simpoziji bili ob času sejma Sodobna elektronika v Ljubljani. Izkazalo se je, da je bila to dobra poteza. V prijaznem Otočcu se je zbralo okrog 140 ljudi, strokovnjakov iz industrije, institutov in univerz, pa tudi poslovneže si videl med njimi.

V otvoritvenem delu, po pozdravnih besedah predsednika lokalnega organizacijskega odbora, predstavnika občinske skupščine Novo mesto in predstavnika republiškega komiteja za industrijo in rudarstvo je strokovno društvo MIDEM podelilo priznanja ISKRI-Elementom, TOZD Polprevodniki in TOZD HIPOT za dolgoletno podporo društvu ter prof. dr. Evgenu Kanskemu in prof. dr. Dragu Kolarju za dolgoletno prizadevno delo prej v okviru Sekcije SSES pri Elektrotehniški zvezi in nato v novo ustanovljenem društvu. V dveh dneh je bilo nato na konferenci predstavljenih 69 del; 9 od teh so bila daljša pregledna vabljenega predavanja, 60 prispevkov je bilo predstavljenih v obliki posterjev. Tudi ta drugačnost v vsebini simpozija in v načinu predstavljanja del je pri večini udeležencev naletela na odobravanje.

Simpozij se je zaključil z okroglo mizo - razpravo na temo "Površinska montaža elementov (SMT in SMD), stanje in načrti v Jugoslaviji" ter z ogledom tovarn - gostiteljev ISKRA Elementi, TOZD HIPOT in TOZD Upori, Šentjerneji. Poleg omenjenih so bili sponzorji še ISKRA Elementi, TOZD Elektroliti, TOZD Feriti, TOZD Keko, TOZD Keramika, TOZD Polprevodniki, TOZD Industrijska elektronika, ISKRA Avtomatika, ISKRA Mikroelektronika in ISKRA Center za elektrooptiko Ljubljana.

Vodilne teme konference so bile:

- tankoplastne tehnologije
- materiali in njihova karakterizacija
- optoelektronski elementi

Na vsako temo se je nanašalo nekaj uvodnih predavanj.

Prof. Marinković iz Univerze v Ljubljani je v svojem predavanju "Mikrostrukturne posledice difuzije v tankoplastnih komponentah" tudi širšemu krogu ljudi razumljivo pri-

kazal difuzijske procese v kovinskih tankoplastnih parih, ki imajo za posledico različne mikrostrukturne spremembe, kot so na primer nastanek intermetalnih spojin, stanjšanje in deformiranje plasti, nastajanje por, lasastih kristalov in podobno. Te spremembe so lahko razlog za spremembe funkcionalnih karakteristik ali celo odpovedi tankoplastnih komponent. Avtor je opozoril tudi na nekatera empirična pravila, ki omogočajo orientacijske napovedi nekaterih dogajanj med interdifuzijo v tankih plasteh. Verjetno se je marsikateremu poslušalcu vtisnilo v spomin, da tanke plasti po določenem času niso tisto, kar so bile na začetku, pa tudi koliko temeljitega znanja je potrebno, da razumemo njihovo časovno obnašanje ali tisto, čemur včasih preprosto pravimo staranje.

Žal je bolezen prof. Kanskemu preprečila, da bi na simpoziju posređoval svoje in tuje izkušnje s področja rasti vakuumskih tankih plasti.

Ing. Jerič je s koavtorjem sistematično obdelal drug proces nanašanja tankih plasti in sicer breztokovno ali kemijsko depozicijo kovin iz vodnih raztopin s pomočjo avtokatalitske redukcije njihovih kompleksnih ionov. Prikazal je prednosti te tehnologije, kot so na primer možnost nanašanja na prevodnike, polprevodnike in izolatorje kompliciranih oblik, z izvrtinami; plasti so enakomerno debele, neporozne, odlikuje jih dobra adhezija. Vendar je postopek običajno dražji, kot na primer galvansko nanašanje. Predavatelj je obdelal kemizem avtokatalitskega procesa, aktivacijo, kopeli in posebej značilnosti nanašanj Ni in Co ter njunih binarnih ali ternarnih spojin s P.

Verjetno je v tem načinu nanašanja tankih plasti največ kemije in eksperimentalnih pastí, ki jih je ing. Jeriču uspelo obiti pri svojem dolgoletnem raziskovalno razvojnem delu.

V okvir druge teme "Materiali in njihova karakterizacija" lahko uvrstimo predavanja prof. Trontljeve z Instituta "Jožef Stefan" z naslovom "Mikrostrukturne karakteristike elektronske keramike". Avtorica je v prvem delu s karakterističnimi primeri predstavila vrsto metod, ki se uporabljajo pri preiskavah mikrostrukture keramike. V drugem delu je nato prikazala, kako izrazita je povezanost med mikrostrukturno in funkcionalnimi karakteristikami e-

lektronske keramike. Podrobno je obdelala varistorsko keramiko na osnovi ZnO, ko je predstavila del rezultatov raziskav, s katerimi se ukvarja že vrsto let. Ni pa zamenjala ostale polprevodne keramike, ferroelektričnih in magnetnih keramičnih materialov ter porcelana. Posebej je opozorila na niz efektov, ki so posledica heterogenosti keramike, še zlasti mej med zrnji. Te efekte se dá vse boljše pojasniti in jih obvladovati zahvaljujoč izrazitemu napredku analitskih tehnik.

Naslednji referat s področja karakterizacije materialov je predstavil dr. Barna z Instituta za fiziko Madžarske akademije znanosti in umetnosti iz Budimpešte. V delu je prikazal posebne načine priprave vzorcev in načine analize tankih plasti z elektronskim mikroskopom.

Avtorja dr. Zevnik iz Iskre in dr. Permanova iz IEVT sta pripravila delo "Korozijska problematika elektronskih sestavnih delov". Z različnih vidikov sta opredelila tipe korozij, potem pa sistematsko obdelala korozijo mikroelektronskih materialov, korozijo nekovinskih materialov elektronskih komponent, korozijo elektronskih komponent ter s tem v zvezi poslabšanje spajkljivosti ter atmosfersko korozijo elektronskih sestavnih delov. Navedla sta vrsto konkretnih primerov, ilustriranih z rezultati, ki so jih dobili z občutljivimi tehnikami za analizo površin.

Na temo "Optoelektronske komponente" sta bili dve pregledni predavanji. Prof. Blinc iz Univerze v Ljubljani in Instituta "Jožef Stefan" je govoril o trendih razvoja na področju optoelektronskih elementov. Velika mednarodna uveljavljenost omogoča avtorju dostop do svežih informacij, ki jih je posredoval udeležencem simpozija. Prikazal je nekatere novejšje dosežke na področju laserskih svetlobnih izvorov in organskih nelinearnih kristalov in polimerov, orisal probleme senzorskih tehnologij in materialov ter napredek in trende na področju tekočerkristalnih optičnih prikazalnikov. Na koncu je kritično ocenil perspektive molekularne elektronike.

Pod naslovom "Razvoj in smeri razvoja aktivnih prikazalnikov" je dr. Nemanič iz IEVT poleg uvodne predstavitve prikazalnikov na splošno, obširno obdelal principe delovanja, osnove tehnologij, karakteristike in predvideno bodočnost katodnih elektronov, elektroluminiscentnih prikazalnikov, LED diod, plazemskih prikazalnikov in vakuumskih fluorescentnih prikazalnikov. Referat je zaključil s prikazom nič kaj razveseljivih razmer na tem področju v Jugoslaviji.

Dr. B.C. Waterfield, International Society for Hybrid Microelectronic iz Velike Britanije je v svojem preglednem referatu prikazal stanje na področju hibridne tehnologije v Angliji. Ocenil je trg, področja, kamor se poskušajo prebiti hibridi, smeri tehnološkega razvoja, surovine, kadmre itd.

Predstavniki tvrdke Bollere Technologies A. Liziard je prijavil delo "Trendi na področju materialov za kondenzatorje". Izkazalo se je, da je naslov preširok. Francoski gost je prikazal stanje in bližnjo bodočnost na področju papirjev, propilenskih filmov, metaliziranih plasti in papirjev za elektrolitske kondenzatorje, v skladu s tem, kar na kondenzatorskem področju dela njegova firma.

Po vabljenih predavanjih je bil v obeh popoldnevih ogled posterjev. Prvi dan so avtorji predstavili pretežno dela, ki bi jih lahko malo širše gledano uvrstili v področje mikroelektronike. Obdelali so niz problemov iz tankoplastnih in debeloplastnih tehnologij, materialov, zanesljivosti ipd. Predstavljeno je bilo tudi nekaj del s področja senzorjev in senzorskih materialov.

Naslednji dan so avtorji predstavili posterje, ki bi jih ohrapno lahko uvrstili pod isti naslov - problematiko diskretnih komponent. Med deli si lahko našel teoretične prispevke o stanju materialov do problemov iz velikoserijske proizvodnje komponent. Dokaj številna so bila dela, ki so obravnavala keramične materiale, komponente in tehnologije, kot so npr. feriti, piezokeramika, varistor, PTC upor, keramični nosilci za upore. Avtorji so prikazali svoje rezultate s področja raziskav magnetne pločevine, kompozitov ter plastičnih materialov, EO elementov itd. Precej del je obravnavalo probleme analize pri razvoju materialov in komponent, pri zagotavljanju kvalitete v proizvodnji, pri reševanju korozijskih problemov, itd.

Predstavitev posterjev se je obakrat zaključila s kar živahnim strokovno razpravo.

Dela so razen redkih izjem objavljena v Zborniku referatov simpozija o elektronskih sestavnih delih in materialih-SD 86, ki ga je izdalo Strokovno društvo MIDEM, uredila pa Miroslav Gojo in Pavle Tepina.

Naj se ob koncu še enkrat vrnem k splošni oceni simpozija. Mislim, da delim mnenje z marsikaterim udeležencem, ko pravim, da je konferenco ob solidnem profesionalnem nivoju odlikovalo tudi posebno prijetno vzdušje. Ali so za

oboje "krivi" lokalni organizacijski odbor s Francetom Baznikom in Janezom Aličem na čelu, ali strokovni odbor, ki ga je vodil Milan Slokan, ali sekretar konference Miroslav Gojo s svojo ekipo, ali povsod prisotni predsednik MIDEM-a Rudi Ročak?

Kdo bi vedel? Upamo, da se bodo drugo leto ljudje na teh mestih spet tako ujeli in organizirali podoben SD-87 v Velenju.

Naslov avtorice: Dr Marija Kosec
 Institut Jožef Stefan
 Jamova 39
 61000 Ljubljana

OKROGLA MIZA O POVRŠINSKI MONTAŽI ELEMENTOV

Franc Jan

Ob priliki 22. posvetovanja o elektronskih sestavnih delih in materialih SD-86, je MIDEM pripravil 12.9.1986 na Otočcu ob Krki "OKROGLO MIZO" o površinski montaži elementov, ki ji je prisostvovalo okoli 80 strokovnjakov iz vse Jugoslavije. Namen okrogle mize je bil, da si udeleženci izmenjajo informacije o sedanjem stanju in načrtih uvajanja tehnologije površinske montaže v proizvodnjo. V ta namen je osem poročevalcev iz različnih organizacij združenega dela pripravilo kratka poročila, iz katerih je razvidno stanje priprav za uvajanje TPM.

Miroslav Turina iz "Rade Končar" je podal svoje poglede na probleme uvajanja TPM v jugoslovanski elektronski industriji in načrte, ki jih ima "Rade Končar". Ervin Pirtovšek je orisal projekt TPM, ki ga bo Iskri izvajalo šest organizacij združenega dela. I. Tufekčić iz "Rudi Čajavec" je prikazal izkušnje, ki jih imajo v proizvodnji hibridnih in tiskanih vezij. O izkušnjah vezanih na TPM, ki izhajajo iz proizvodnje in razvoja hibridnih vezij v RIZ IETA, je govoril Nenad Strižak. E. Lehotka, RIZ Komel TPV je prisotne seznanil s stanjem priprav za proizvodnjo polprevodnikov za površinsko montažo. F. Kogovšek, Iskra Delta, je predstavil center za načrtovanje tiskanih vezij, ki razpolaga tudi s programskim paketom za načrtovanje vezij v TPM. P. Priševac Ei Avala, je predstavil tantal čip kondenzatorja za PM. Vladimir Pantović, Ei IRI, pa je poročal o njihovi dejavnosti na področju epoksidnih lepil in pastoznih spajk.

Ob tej priliki je organizator pripravil priložnostno razstavo domačih komponent za površinsko montažo, ki so jih predstavili sledeči proizvajalci:

- Ei Avala; tantal čip kondenzatorji;
- Iskra: MELF upori, debeloplastni čip upori, čip dušilke, transformatorji, termistorji, večplastni keramični kon-

denzatorji in prototip folijskega kondenzatorja za PM; - RIZ je na posterju prikazal tranzistorje v okrovu SOT 103.

Glede na to, kar smo slišali o načrtih naših proizvajalcev elektronske opreme, izgleda, da je spoznanje o pomenu in potrebi te nove tehnologije že prodrlo mednje. Kako hitro se bo TPM uvajala v proizvodnjo, bo predvsem odvisno od nove generacije elektronskih naprav, ki ji edina lahko dá zagon. Tisti proizvajalci, ki so na TPM mislili že pred leti, bodo kmalu želi prve sadove, tisti pa, ki so se pričeli prebujati šele ob evforiji, ki trenutno obstaja, pa bodo morali še nekaj časa počakati, saj vemo, da uvajanje novih izdelkov ali sistemov lahko traja tudi pet let.

Kakšna naj bo vloga MIDEM-a pri podpiranju uvajanja TPM? MIDEM nima ambicij, da bi nudil recepte, kako naj uvajamo TPM, lahko pa je posrednik izkušen in informacij, ki naj bi dosegle vsaj tak obseg kot obstaja v razvitem zahodnem svetu. Osveščanje o potrebi TPM mora zajeti čim širši krog strokovnjakov, zlasti tistih, ki imajo največji vpliv na to, s kakšnimi tehnologijami bomo realizirali novo elektronsko napravo ali sistem. Poleg organiziranih strokovnih srečanj lahko pri tem odigra znatno vlogo tudi naš časopis "Informacije MIDEM", seveda le v primeru, če se bomo odzvali vabilu za izmenjavo informacij. Uredniškemu odboru zato predlagam, da v naslednjih številkah objavi čim več zanimivosti s področja uvajanja TPM v naših organizacijah združenega dela.

Avtorjev naslov: Franc Jan, dipl.ing.
 Iskra-HIPOT - Šentjernej
 Poštni naslov:
 Institut Jožef Stefan
 Jamova 39
 61000 Ljubljana

ŠESTDESET LET FRANCA PETRCE

Stanko Solar

Težko je ob šestdesetletnici našega dolgoletnega člana in neumornega delavca okarakterizirati prehojeno pot visokega jubilaranta. Zavedamo se, da je njegovo delo povezano z vsemi drobnimi značilnostmi bližnjega povojnega obdobja, to je od začetkov elektronizacije pri nas. Uvrščamo ga med pionirje razvojno raziskovalnih aktivnosti s področja elektronskih sestavnih delov, elektronskih naprav in instrumentov, ki jim je vgrajeval svoje neusahljive in večkrat edinstvene konstrukcijske rešitve.



Že raznolikost njegovih aktivnosti je pogojena z začetnim obdobjem elektronizacije pri nas, saj je sodeloval pri konstrukcijah elektronskih sestavnih delov, naprav in instrumentov v skladu s trenutnim stanjem razvojno–raziskovalnih aktivnosti in dal vsakemu proizvodu samo zanj značilen pečat.

Težko je danes ob raznih pomagalih primerjati njegovo delo, ker so v tistem obdobju praktično iz nič ustvarjali in zaključevali zastavljene naloge ne glede na dolžino delovnega časa.

Franc Peterca je svoje strokovno delo začel na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko v Ljubljani, kjer je prejel za avtorstvo S KW visokofrekvenčnega generatorja prirejenega za razplinjevanje kovinskih sistemov elektronk leta 1951 nagrado SUZUP-a.

Njegovo nadaljnje strokovno delo je tesno povezano s tedaj rastočo elektronsko industrijo IEV in kasneje, po združitvi, z Iskro, kjer ustvarja še danes. Nemirnost njegove-

ga duha mu je omogočala delovanje na raznih področjih v Iskri, povsod tam, kjer so bili njegove pomoči najbolj potrebni. Tako se je na tej svoji krožni strokovni poti večkrat vračal nazaj v sredine, kjer je že delal. Rezultate njegovega dela lahko srečamo v mornariških sprejemno–oddajnih napravah, kjer je skonstruiral vrtilni kondenzator z linearno karakteristiko in originalni pogon za uglaševanje končne stopnje oddajnika. Nadaljeval je s konstruiranjem in razvojem merilnih instrumentov, merilnih naprav in sistemov. Njegov priimek najdemo zapisan v dokumentacijah vodotesnih instrumentov za iskanje napak na telefonskih linijah, Ph–metra, colorimetra, iskalca napak na daljnovodih, Geigerjevega števca s sondami v ročni izvedbi za merjenje alfa, beta in gama žarkov, kontrolnega dekontaminatorja, kontrolne postaje za elektrodispečerski center, sistemov panelov za mešalne mize radijskih postaj, naprav za povezavo oddajno–sprejemnih centrov v letalstvu, naprav za razdeljevanje in kontrolo NF modulacije radijskih oddajnikov in naprav za odkrivanje radarskih signalov. Ne smemo zanemariti tudi njegovih prispevkov pri razvoju tračnih jeder, preklopnikov za elektronske naprave in instrumente, žičnih uporov in tankoplastnih uporov na Al_2O_3 keramiki.

Med njegove konjičke nedvomno sodijo elektromehanski releji, ki so ga v celoti prevzeli in jim ostaja zvest še danes.

Pravilnost svojih rešitev je dokazal tudi zunaj naših meja pri firmi ELESTO AG Švica, kjer je skonstruiral rele tipa KR in firmi IRET, kjer je skonstruiral male ročne sprejemno oddajne postaje.

Ob koncu ni več kaj dodati, rečemo lahko le hvala Ti Franci in ostani nam zvest še naprej. Ob Tvojem visokem jubileju Ti iskreno čestitamo in želimo, da bi še dolgo dodajal kamenčke v mozaik delovnih uspehov.

V imenu MIDEM zbral podatke

in zapisal:

Mag. Stanko Solar

MIDEM

Titova 50, 61000 Ljubljana

ALEKSA NEŠKOVIĆ – NAŠ AKTIVNI ČLAN

Ljutica Pešić

ALEKSA NEŠKOVIĆ, dipl.fiz.hem.

Aleksa Nešković (1947) dugogodišnji aktivni član naše Sekcije za elektronske sastavne delove, mikroelektroniku i materijale, još po diplomiranju 1972. godine na Prirodno-matematičkom fakultetu na Odseku za fizičku hemiju opredelio se za rad na elektronskim tehnologijama.



Prvi posao mu je bio u Institutu "M. Pupin" 1974. godine na tehnologiji štampanih ploča, da bi od 1978. godine prešao na tehnologiju debeloslojnih hibridnih mikrokola gde je postigao zapažen uspeh u razvoju i maloserijskoj proizvodnji hibridnih mikrokola.

Poseban smisao pokazuje u laboratorijskoj proizvodnji, gde dolaze do izražaja njegove organizatorske osobine kao što su: celovitost pripremnih radnji (tehničkih postupaka, kadra i materijala) i istrajavanja na tehnološkoj disciplini celog tima uz opominjanje saradnika: "Ostavi sada sve to i uzmi ovo da radiš..."

U posebnu zaslugu može mu se pripisati uspešan rad u organizovanju ovogodišnje konferencije o mikroelektronici MIEL-86 u Beogradu gde su sve te lične osobine i vrednoća došle do izražaja, tako da se organizacija MIEL-a nije primjećivala, što se približava i samoj definiciji dobre organizacije: ona se ne primećuje, primećuje se loša organizacija.

Njegove karakterne osobine: odgovornost i lični šarm obezbeđuju mu poštovanje okoline sa kojom svakodnevno radi kao i poštovanje kolega po struci širom Jugoslavije i poslovnih partnera.

Napisao: Ljutica Pešić, dipl.inž.
Institut "Mihajlo Pupin"
Volgina 15
11000 Beograd

**RAZVOJ TEHNOLOGIJE HIBRIDNIH MIKROELEKTRONSKIH KOLA I KOMPONENATA
U RUDI ČAJAVECU**

Bedrudin Trokić

HIBRIDNA MIKROELEKTRONSKA TEHNOLOGIJA jedna je od baznih tehnologija RO Profesionalna elektronika u okviru SOUR Rudi Čajaveca.

Novi trendovi razvoja u oblasti elektronike – posebno mikroelektronike u oblasti profesionalnih uređaja, opredjelili su R. Čajavec ka uvođenju ove tehnologije u svoje programe.

Karakteristike elektronskih uređaja realizovanih ovim tehnologijama kao što su:

- visoka pouzdanost
- značajno smanjenje dimenzija
- stabilnost funkcija
- visoka otpornost na uticaj ambijenta (temperatura, mehanička naprezanja, ...)

- specifične oblasti primjene (RF, konvertorske mreže, medicinska elektronika, mjerna i kontrolna oprema itd.)

pokazuju se vanredno kvalitetnim elementima koncepta jedinstvene tehnološke realizacije uređaja. Tehnologija hibridnih mikroelektronskih kola instalirana u R. Čajavecu obuhvata:

- fazu istraživanja i razvoja uključujući i izradu maski
- tehnologiju tankog filma
- tehnologiju debelog filma
- tehnologiju montiranja
- testiranje

Po mjestu primjene, strukturi i tehničkim zahtjevima R. Čajavec – OUR Mikroelektronika, realizuje ove tipove hibridnih mikroelektronskih kola i komponenata:

- a) Visoko pouzdana hibridna mikroelektronska kola pakovana u hermetička kućišta. Aktivne komponente za ove aplikacije su u tzv. CHIP - formi, a hibridno mikroelektronsko kolo najčešće se realizuje kao višeslojno kolo. Ova kola zadovoljavaju najviše zahtjeve MIL i drugih standarda (MIL-883, BSt, ...).
- b) Hibridna kola realizovana tehnologijom debelog filma uz primjenu SO - pakovanja aktivnih komponenata. Razvojem tehnologije kvalitetnih minijaturnih pakovanja poluprovodničkih komponenata u značajnoj mjeri je proširena oblast primjene hibridnih kola. Cijena ovih kola prihvatljivija je za mnoge aplikacije u odnosu na cijenu HMK izvedenih sa metalnim kućištima.
- c) RF kola i komponente - aktivna i pasivna. U oblasti RF primjene razvijena i realizovana su i kola sa S.A.W. komponentama, te neka kola u mikrostrip tehnici.
- d) Pasivne komponente. U ovoj oblasti realizuju se različite strukture otporničkih mreža i otpornika uz primjenu bilo tankog bilo debelog filma.
- R. Čajavec je atestirao precizne otpornike visoke stabilnosti po MIL-R-55182 i jedan je od svjetskih proizvođača

u ovoj oblasti. U oblasti istraživanja i razvoja R. Čajavec - MIKROELEKTRONIKA, uspješno je realizovao velik broj projekata u mnogim oblastima elektronike.

Vlastiti naučno-istraživački kadar daje značajan doprinos kako u oblasti aplikacije ove tehnologije u elektronskim uređajima, tako i u razvoju novih tehnoloških procesa.

Kvalitetna i moderna oprema omogućuje praćenje trendova razvoja u svijetu i verifikaciju stečenih iskustava i novih znanja.

Značajan doprinos u afirmaciji ove tehnologije stručnjaci R. Čajaveca daju i na različitim savjetovanjima u zemlji i inostranstvu kao i u stručnim časopisima (MIEL, ETAN, MIPRO, ISHM).

Pored angažovanja ove tehnologije za potrebe R. Čajaveca treba istaći uspješnu saradnju sa velikim brojem radnih organizacija u oblasti elektronike širom zemlje.

Adresa autora: Bedrudin Trokić, dipl.ing.

Rudi Čajavec
RO Profesionalna elektronika
Braće Pavlića 32 a
78000 Banja Luka

REZIME REZULTATA U REALIZACIJI MAKROPROJEKTA "ISTRAŽIVANJE, RAZVOJ I PRIMJENA MIKROPROCESORA U SR BOSNI I HERCEGOVINI"

Ratko Krčmar

1. UVOD

Ideja za uspostavljanje Makroprojekta rodila se za vrijeme posjete predstavnika "Rudi Čajavec"-a NII Avtopribo-rov iz Moskve 1978. godine. U toku posjete napravljen je Program mikroprocesorskog upravljanja radom automobilskog motora automobila "Lada" koji je trebalo realizovati zajedničkim snagama. Isti Program je ponudjen SIZ Nauke SR BiH da ga sufinansira. U njegovom finansiranju trebalo je da učestvuje i "Progres" - Autokuća iz Beograda, buduća izvozna organizacija mikroprocesorskih sistema VAZ-u. Na razgovorima kod sekretara SIZ Nauke prihvaćena je ideja Makroprojekta, ali je njegov sadržaj proširen i produbljen na istraživanje, razvoj i primjenu mikroprocesora u SR BiH.

2. VRIJEME USPOSTAVLJANJA MAKROPROJEKTA

Vrijeme uspostavljanja Makroprojekta, 1978-1980. godine, kratko se može okarakterisati kao početak intenzivnog svjetskog tehnološkog rata. Dalji razvoj mikroelektronike kao visoke, bazne, infrastrukturne i generičke tehnologije ide ka daljem povećanju gustine pakovanja i funkcija na nivou čipa VLSI. Dalje povećanje gustine pakovanja zahtijeva sve veći nivo tehnologije rada, uvođenje kompjuterski upravljanih mašina, posebno u fazama simulacije, logičke verifikacije, projektovanja, izrade maski, pa i određenim tehnološkim procesima. Razvoj novih kompleksnih mikroelektronskih sklopova omogućuje razvoj sve kompleksnijih kompjuterskih sistema koji dalje utiču na razvoj mikroelektronike, tako da računarska tehnika i mi-

kroelektronika međuzavisno djeluju na međusobni razvoj. Logično je da dalje povećanje gustine pakovanja zahtijeva nove materijale i tehnološke procese. Najavljuje se ulazak u informatičku eru. Očigledno je da borba za tehnološki razvoj dobija dimenziju borbe za nezavisnost u budućnosti, pa radi toga ni jedna zemlja ne smije dozvoliti indiferecentnost, mora imati sopstvenu strategiju tehnološkog razvoja. U istraživačkom smislu, pored razvoja tehnologija, usko grlo postaje razvoj softvera, a pojava mikroelektronskih sklopova projektovanih po zahtjevu preseljava težište znanja projektovanja sa nivoa uređaja i sistema na nivo mikroelektronskog čipa. Vodeće zemlje su SAD, Japan, zemlje EZ, a osjećalo se da i zemlje SEV pripremaju svoj odgovor za nastalu situaciju. Znanje postaje centar oko kojeg i na kojem se prave sve strategije.

U to vrijeme u Jugoslaviji nema organizovanih akcija u tom smislu. Naučno-istraživački rad je neorganizovan i rascjepkan, nema strategijskih pravaca razvoja, promjene u obrazovanju su upravo u suprotnosti sa zahtjevima tehnološkog razvoja, naučno-istraživačke institucije u borbi za dohodak ulaze u programe konkurentne privrednim organizacijama i napuštaju područja naučno-istraživačkog rada, a tehnološki razvoj je briga zatvorenih sredina. Pošto su svi značajniji programi multidisciplinarni i zahtijevaju visoku tehnologiju rada, ovakvo stanje u zemlji ne može nuditi ništa drugo do daljeg zaostajanja za visoko razvijenim zemljama u tehnološkom smislu. Kada se sve ovo ima u vidu, onda ideja o uspostavljanju određenog broja makroprojekata predstavlja izuzetan doprinos razvoju naučno-istraživačkog rada, ne samo u programskom, nego i u naučno-metodološkom, organizacionom i istraživačkom smislu kao najkvalitetniji odgovor zatečenom stanju naučno-istraživačkog rada. Ako se analizira Makroprojekat "Istraživanje, razvoj i primjena mikroprocesora u SR BiH", onda se može reći da on pored opštih obilježja, naznačenih gore, ima izuzetan značaj i u programskom smislu. Poenta istraživanja usmjerena je ka strategijskim znanjima koja se ne mogu dobiti niti kupiti. Ona se u osnovi svode na znanja iz oblasti simulacije, logičke verifikacije, logičkog i fizičkog projektovanja i izrade test programa i za najkompleksnije mikroelektronske sklopove uključujući i mikroprocesore. Njegova vrijednost ogleđa se i u konkretnom izlazu u svim ključnim fazama, saznanju da se svi procesi projektovanja i izrade mikroelektronskih sklopova mogu obaviti u zemlji, realnijem odnosu i pravilnom usmjeravanju istraživačkih kadrova u njihovom doprinosu razvoju i smanjivanju zaostajanja zemlje.

U konkretnoj aplikaciji mikroprocesorskog upravljanja radom automobilskog motora, treba reći da je to jedan od zadnjih, ako ne i zadnji, bastion u koji je mikroelektronika ušla zbog genijalnosti postojećih tehnoloških rješenja.

3. VRIJEME REALIZACIJE MAKROPROJEKTA

U toku realizacije Makroprojekta dolazi do punog zamaha tehnološki rat. Kompanije u SAD finansiraju udruženim snagama tehnološka istraživanja na univerzitetima raznih generičkih, infrastrukturnih tehnologija da bi zadržale tehnološku prednost. Ova finansiranja raznih tehnologija ujedinila su sredstva kompanija, jer se radi o finansiranju subkonkurentnog razvoja, kakvo obilježje imaju bazne tehnologije. Ulazi se u program UVLSI, submikronske tehnologije, i program VHSIC za koji je posebno zainteresovana američka armija. Dalji tehnološki razvoj kroz ove projekte znači povećanje brzina obrada stotinu puta u odnosu na postojeće, dalje povećanje gustine pakovanja osnovnih jedinica, povećanje broja funkcija na jednom mikroelektronskom čipu, nove materijale, tehnološke procese, novu kompleksniju opremu kompjuterski upravljanja i drugo. Na pragu je peta generacija računara na kojima se bazira američki koncept ulaska u informatičku eru. Njihova glavna obilježja su: prepoznavanje glasa, prepoznavanje konfiguracija, samodijagnosticiranje, donošenje odluka na bazi djelimičnih informacija i drugo. Na samom ulasku u informatičku eru, postindustrijsko društvo, najavljuje se biološka era, bio čip, jer se postojećim tehnologijama, sada već klasičnim, ne može ići u dalje smanjenje dimenzija, povećavanje gustine i broja funkcija i povećanje brzine obrade. Istraživanja u oblasti genetskog inženjerstva dostigla su već takve razmjere da se naučnici već sada pitaju da li nastaviti sa daljim istraživanjima, prije nego se obezbijedi potpuna kontrola razuma.

U oblasti, sada se može reći, klasičnih mikroelektronskih tehnologija ide se sve više u projektovanje mikroelektronskih sklopova po narudžbi. Procjenjuje se da će ovi mikroelektronski sklopovi dominirati na startu u 21. vijek, te da će činiti 95 % svih mikroelektronskih sklopova. Ovo nesumnjivo znači da nema standardnih integrisanih sklopova i da se tržište komponenata pomijera ka uređajima u čijoj cijeni dominira znanje. Dosadašnja orijentacija visokorazvijenih zemalja da obezbijede vrlo visoka ulaganja u razvoj tehnologija i niske cijene integrisanih sklopova, mijenja se prelaskom na dominaciju projektovanih kola po zahtjevu na novi vid ekonomske eksploatacije, tehničko-tehnološke, pa i ekonomske i društvene zavisnosti na vi-

šem nivou. Očigledno je da se uređaj i sistem rješava na nivou čipa, te da projektovanja uređaja i sistema dobijaju novu dimenziju.

Ovakav tehnološki rast mogu finansirati samo ekonomski jake zemlje u svijetu. On se, između ostalog, vodi i zbog startne pozicije za 21. vijek i zbog ekonomskog iscrpljivanja drugog političkog bloka, motivi SAD. Objedinjenom projektu pod motivom odbrambene strategije dat je u SAD naziv "rat zvijezda" Zemlje SEV se udružuju u oblasti mikroprocesorske tehnike, automatizacije i robotike, bazirane na sopstvenoj elementnoj bazi. Japan svjestan svojih prednosti i nedostataka ide sopstvenim putem uz neprekidno praćenje tehnološki vodeće zemlje SAD.

Zemlje EZ su se okupile oko projekta "EUREKA", svjesne opasnosti koje im prijeti, a i prednosti u ekonomskom i trgovinskom smislu.

Najavljuju se ogromna ulaganja u naučno-istraživački rad. Ova ulaganja će u SAD dostići 70 % svih nacionalnih investicija a 30 % će se ulagati u proizvodnju pri kraju ovog vijeka. Na početku 21. vijeka taj će odnos biti 90 % prema 10 % u korist NIR.

Trka za kadrovima i znanjem će dobiti dimenzije pravog rata. Prosto rečeno, nova radnička klasa će biti inženjeri.

Javlja se novi aspekt izvoza. On se posebno manifestuje u izvozu znanja čija cijena basnoslovno raste. Cijena hardvera će biti zanemarljiva u odnosu na cijene svih oblika znanja. S druge strane, visoke tehnologije imaju osobinu da smanjuju učešće materijala, energije i povećavaju učešće znanja tako da se obim izvoza sirovina i baznih materijala iz nerazvijenih u visokorazvijene zemlje sve više smanjuje. To znači da trgovina ne bi postala jednosmjerna, što može imati velike društvene posledice, trgovati se može u oba smjera samo na istim osnovama bez političkih i društvenih posledica. Ovo takodje znači da se i NIR i proizvodnja mora razvijati kao sastavni dio ukupnih svjetskih odnosa.

U ovakvim uslovima naša zemlja ima svoju šansu. Mada zvuči nevjerovatno, ali naša prednost i rezerva je sve ono što sada predstavlja nedostatak, naravno u uslovima zaokreta od **nedostatka** u prednost. Makroprojekat je ukazao na tu realnost. On je ukazao i na činjenicu da nemaju šansu zatvorene strategije tehnološkog razvoja, da ima

šansu samo strategija na nivou zemlje, ali u okviru svjetskih procesa radi čega je posebno značajna pozicija Jugoslavije u EUREKA-i i zajedničkom Programu zemalja SEV, ona ne smije biti izvan njih. Njegovo zasnivanje i realizacija Programa istraživanja opravdano je kroz rezultate realizacije Programa istraživanja, ocjenu stanja, realnost realizacije i ukazivanje na dalje pravce razvoja.

Detaljnije analize, ocjene i pravci daljeg razvoja mogu se pročitati u Studiji "Stanje i razvoj mikroelektronike u Jugoslaviji" u čijoj izradi su učestvovali stručnjaci koji su realizovali Makroprojekat.

4. CILJEVI I ZADACI ISTRAŽIVANJA

Osnovni cilj istraživanja u okviru Makroprojekta svodi se na ovladavanje strategijskim znanjima koja se nisu mogla dobiti na druge načine radi sticanja što veće nezavisnosti u strategijskim oblastima i pravilnom usmjeravanju NIR u budućnosti u funkciji razvoja Republike i zemlje u cjelini. Kao potvrda objektivnosti dostignutog nivoa u sva tri segmenta Makroprojekta dat je i konkretan izlaz.

U toku istraživačkog rada usmjeravane su istraživačke aktivnosti, pa čak i proširivani Program istraživanja, a pri tome se neprekidno vodilo računa da se ne degradiraju kvalitet, nivo i dubina istraživanja. U funkciji upravljanja Makroprojektom određeni zadaci su se prirodno stapali u logičnu istraživačku cjelinu, kako bi se obezbijedio konkretan izlaz.

U toku realizacije Makroprojekta obezbijedjeno je funkcionisanje organizacije istraživačkog rada većeg broja NII, organizacija udruženog rada, fakulteta i trgovačkih organizacija. Ova organizacija je ukazala da je moguće veoma kvalitetno saradivati u oblasti NIR, naročito u oblasti subkonkurentnog razvoja, oblasti visokokvalitetnih, baznih, infrastrukturnih tehnologija, što se treba imati u vidu pri izradi strategija tehnološkog razvoja.

Takodje, Makroprojekat je pokazao da su objektivno mnogo veće ukupne mogućnosti u zemlji od izlaza koji se daje. Ove rezerve su ogromne, posebno u oblasti NIR uz uslov organizovanog rada na strategijskim pravcima razvoja zemlje u cjelini.

Makroprojekat je ukazao na nove aspekte bezbjednosti, obilježja nezavisnosti i samostalnosti i ukazao na metode njegovog očuvanja. Nepobitna je činjenica da tehničko-teh-

nološki razvoj i razvoj NIR čine jedina prava uporišta samostalnosti, nezavisnosti i ravnopravnosti u svjetskim odnosima, jer se jedino dominacijom znanja može obezbijediti otpornost na upravljivost spolja - novi oblik tehničko-tehnološkog, informatičkog, pa onda i ekonomskog i društvenog kolonijalizma. Saznanje da je investiranje u NIR jedina kategorija koja će obezbijediti normalan razvoj, ravnopravnu razmjenu sa svijetom i komunikaciju sa njim predstavlja osnovu za pravljenje svih budućih strategija društvenog razvoja i nacionalnog investiranja.

Teorijski aspekti, tehničko-tehnološki razvoj i društveni odnosi, još uvijek nisu predmet studiozne, naučne, organizovane obrade, niti pojedinaca niti društveno-političkih organizacija. Ovo područje se samo po sebi nameće i dalje ostavljanje po strani ovih pitanja može imati teške posljedice na razvoj društvenih odnosa i zbog pogrešnog usmjeravanja u vodjenju društvenih akcija. U ovom materijalu koji se ne bavi tim pitanjima, biće naznačena samo neka od njih.

Centar društvenog proizvoda - društvena proizvodnja se pomjera ka višim i visokim nivoima znanja.

Ulaskom u informatičku eru - post industrijsko društvo, nestaje pojam klasičnog rada, klasičnog radnika, klasičnog radnog mjesta, pa onda i radničke klase u klasičnom smislu te riječi. Dohodak dobija nove, društveno šire dimenzije. Upravljanje društvenim dobrima i društvom u cjelini, dobija nova kvalitetnija obilježja.

Primitivizmi svih oblika, neorganizovanost i neznanje, gube sve šanse.

Vide se jasno svi defekti u sistemu obrazovanja. Znanje postaje dominirajući univerzalni kriterijum.

Makroprojekat je pokrenuo čitav niz projekata i zadataka i ubrzao njihovu realizaciju.

Na kraju, pored niza drugih pozitivnih doprinosa, doprinio je jasnom slikanju pozicije Jugoslavije u tehničko-tehnološkom progresu svijeta i ukazao na njenu šansu u sadašnjem tehnološkom razvoju svijeta i posebno u uslovima novih tehnoloških revolucija, što se mora imati u vidu u periodu naročito do 2000. godine.

4.1. Segment I

U toku realizacije Makroprojekta nabavljen je veći broj

stručnih i naučnih knjiga i publikacija iz predmeta istraživanja Makroprojekta. Ova literatura je direktno finansirana sredstvima Makroprojekta, a nalazi se u biblioteci Elektrotehničkog fakulteta u Banjaluci.

Rezultati istraživanja u zadacima 2, 3, 4, 7 i 10a Analiza mikroprocesora koji se mogu dobiti na svjetskom tržištu i istraživanja područja njihove primjene; Definisane projektnog zadatka i donošenje odluke o tipu mikroprocesora i načinu realizacije; Realizacija mikroprocesora na bazi diskretnih komponenata i razvoj i izrada emulatora i Razvoj i izrada mikroassemblera za potrebe mikroprogramiranja, respektivno, prirodno su spojeni u jednu cjelinu. Pri tome treba imati u vidu da je u zadatku broj 2 bilo i konkretnih izlaza koji se primjenjuju u industriji alatnih mašina, šumarskoj i elektro industriji.

Veoma je značajno naglasiti da je kroz zadatke 3, 4, 7 i 10a realizovan 16-bitni procesor na bazi standardnih komponenata, da se proizvodi u "Rudi Čajavec"-u i ugrađuje u složene sisteme upravljanja u realnom vremenu. Zadatak je orijentisan na zadovoljenje velikog broja zahtjeva za različite namjene, a pored toga moralo se voditi računa i o potrebama razvoja do 2000. godine. Radi svega toga išlo se na realizaciju procesora sa mogućnošću proširenja dužine riječi od 4 do 32 bita, a radi zadovoljenja potreba SOUR-a "Rudi Čajavec" realizovan je 16-bitni procesor koji je uz to imao i zadatak da emulira 16-bitni procesor koji se koristi u uređajima "Rudi Čajaveca" koji se nije mogao dalje proizvoditi a imao je i određenih tehničkih nedostataka za primjene u kompleksnijim sistemima.

Realizacija monolitnog procesora nije bila moguća u zemlji sa sada raspoloživim tehnologijama. Osnovna karakteristika postojećih tehnologija određena visinom rezolucije ukazuje na mogućnost realizacije IC koja ne idu ispod 5 μm a procjenjuje se da su neophodne tehnologije za njegovu realizaciju između 1 μm i 3 μm . Radi toga, dogovoreno je da će se u narednom vremenu, kada to mogućnosti dozvole, pokušati realizovati 16-bitni procesor. Razvijeni mikroprocesor se može svesti na osnovnu logičku ćeliju kao osnovu za logičku simulaciju, logičku verifikaciju, izradu test programa, fizičko projektovanje, izrada maski i tehnološka realizacija procesora. Medjutim postupke je moguće realizovati i preko standardnih kola na bazi kojih je procesor realizovan, tretirajući uslovno standardna IC kao standardne ćelije.

Kvalitet realizacije ovog zadatka ogleda se u činjenici da niko u zemlji i u Evropi, koliko je nama poznato, nije realizovao 16-bitni mikroprocesor na bazi standardnih komponenata. Takodje, rijetke su kompanije iz SAD i Japana koje su na ovaj način realizovale 16-bitni mikroprocesor. Njihova orijentacija bila je projektovanje sopstvenog monolitnog procesora. Projektovanja na bazi standardnih komponenata ukazuju na dubinu poznavanja ove oblasti i na moguća prilagodjavanja stepenu razvoja tehnologija.

Rezultati istraživanja u okviru zadatka 5, Razvoj i izrada sistemskog softvera, omogućili su da se definiše novi Makroprojekat pod nazivom DIPSY.

4.2. Segment I I

Zadatak 6, Logička simulacija, predstavlja cjelinu sa 8, 9, 10, 11 i 12, zadacima Segmenta II. Zadatke 8, 9, 10, 11 i 12 čine: Studija poluprovodničkih tehnologija i trendovi razvoja, Fizičko projektovanje, Projektovanje i razvoj LSI komponenata i mikroracunara, Studija fenomena odgovornih za poluprovodničke strukture, Studija tehnoloških procesa za realizaciju monolitnih integrisanih kola, respektivno.

U okviru ovih zadataka, ovladano je znanjima za projektovanje IC svih nivoa kompleksnosti u raspoloživim tehnologijama u zemlji. Instalirana oprema, stečena znanja, iskustvo i raspoloživi softver omogućuju potpuno projektovanje po zahtjevu, projektovanje na osnovu gejtovskih matrica, a stvoreni su uslovi za projektovanje na bazi standardnih ćelija. Da bi se verifikovali rezultati istraživanja projektovano je i realizovano IC u I^2L tehnologiji zajedno sa RIZ-TPV a za potrebe SOUR-a "Rade Končar". Takodje, u CMOS tehnologiji realizovana je gejtovska matrica čiji je jedan dio "oživljen" radi verifikacije rezultata projektovanja i proizvodnje IC na bazi gejtovskih matrica u CMOS. Danas se ova gejtovska matrica pod nazivom GEM-21 nalazi u serijskoj proizvodnji u EI-PPP. U RO PE i na Elektrotehničkom fakultetu u Banjaluci instaliran je program za simulaciju i verifikaciju MOST koji je razvijen na Elektronskom fakultetu u Nišu. Dalji zajednički rad u ovoj oblasti nastavlja se kroz razvoj GEM-23 a završiće se procijenjenim potrebama Jugoslavije do 2000. godine.

Kvalitet rezultata ovih istraživanja treba gledati kroz dalje pravce razvoja ove oblasti u svijetu. Činjenica je da se suština projektovanja uređaja i sistema preseljava na

nivo čipa. S druge strane, očegledno je da se napušta proizvodnja standardnih IC i do kraja vijeka proizvođaće se samo kola po zahtjevu. Ovo dalje znači da ukoliko se ne vlada znanjima za projektovanje IC i ako se ne raspolaže tehnologijom za njihovu proizvodnju neće se moći proizvoditi elektronski uređaji i sistemi. Pošto su ovo infrastrukturne tehnologije koje su ušle u sve pore ljudske djelatnosti, to može značiti ili potpunu blokadu privrednog sistema ili potpunu zavisnost od visokorazvijenih zemalja. Naravno, ne smije se dozvoliti ni jedna od ovih alternativa.

Na bazi ovih saznanja bazirani su dogovori sa drugim organizacijama u zemlji o organizovanom zajedničkom radu u ovoj veoma značajnoj oblasti. Uz to, ovaj rad se prirodno nastavlja na oblasti projektovanja u makroelektronici koja podrazumijevaju visok nivo standardizacije i organizovanosti kao osnov za uvođenje automatizacije i u oblasti montažnih tehnologija i kategorizaciji elektronskih sistema u svim fazama ispitivanja.

Posebno treba naglasiti tehnološku dubinu kao bitan faktor nezavisnosti ili ravnopravne razmjernosti. Činjenica je da intenzivan razvoj podrazumijeva nove visokokvalitetne materijale, širi spektar tih materijala, nove tehnološke procese, kompleksniju opremu kojom se čovjek izbacuje iz tehnološke ptelje radi mogućih grešaka. Do danas, i pored značajne sirovinske osnove o ovom aspektu tehnološke dubine se nije ni vodilo računa. Treba neprekidno imati u vidu da je dubina naše zavisnosti najveća u oblastima stratejskih znanja za fizička projektovanja multidisciplinarnih sistema, visokokvalitetnih i procesnih materijala i ipreme. Istraživački rad je takodje ukazao na orijentacije u ovim oblastima. Neophodno je radi razmjernosti proizvoditi sve oblike visokokvalitetnih materijala za koje imamo sirovine u zemlji, određene komponente za koje postoje sirovine i obezbijediti proizvodnju u zemlji, uvoziti komponente i na kraju, uvoziti materijale. Posebno je pitanje analize materijala i kvalitetne kontrole, te lokacije ovih aktivnosti koje u pravilu ne trebaju biti kod posjednika tehnologije.

Na sličnom konceptu treba graditi i proizvodnju specifičnih proizvoda i opreme.

Pitanja vezana za zadatke 13, 14 i 23, izrada elaborata, biće posebno razmatrana i ako su i u kratkoj analizi svakog segmenta već naglašeni. Posebno će eksplicitnije biti predložen program daljeg rada - postmakroprojektni period.

4.3. Segment III

Rezultati istraživanja u Segmentu III svode se u osnovi na realizaciju mikroprocesorskog sistema za upravljanje radom automobilskeg motora. U okviru ovog segmenta nalaze se zadaci od 15 do 22, koji su u osnovu izdijeljeni tako da svi zajedno čine jedinstven sistem. Ovaj model realizovan je i nalazi se instaliran na motoru "Zastava 101" u laboratoriji RO EM. Istraživanja su počela u vrijeme kada su i veliki proizvođači automobila u Evropi započeli istraživanja. Sistem je konceptijski postavljen tako da omogućuje proširenje sistema bez značajnijih zahvata. Ovdje se posebno misli na pripremu smjese, jer se u vrijeme realizacije zadatka nisu mogle vršiti analize karburacije zbog nespremnosti domaće industrije motora i vozila da udju u ove poslove.

Osım toga, sistem je tako postavljen da omogućuje snimanje i regulaciju određenih parametara rada i regulacije pa se može koristiti i za određivanja diskretnog modela upravljanja, za praćenje određenih parametara sistema a može se koristiti i kao osnova za razvoj dijagnostičkih sistema za servisiranje.

Takodje, u toku razvoja pokrenut je razvoj određenog broja senzora za koje postoje tehnologije u zemlji i postignuti su dobri rezultati.

Masovna proizvodnja ovih sistema daje kvalitetnije gledanje na opravdanost ulaska u proizvodnju određenih komponenata sistema.

Sve strožiji zahtjevi, posebno u zaštiti ljudske okoline i pouzdanosti te konkurentnosti u izvozu obezbjeđuju budućnost ovakvim sistemima. U tom cilju izradjen je skraćeni Program realizacije ovog zadatka sa svim aspektima zbog njegove specifičnosti i lokacije u serijskoj proizvodnji.

5. PRIJEDLOG DALJIH PRAVACA I AKTIVNOSTI

U post makroprojektnom periodu neophodno je nastaviti dalji rad u svim oblastima Programa istraživanja.

Projektovanja mikroprocesora i mikroprocesorskih sklopova mora rezultirati u razvoj profesionalnih i personalnih kompjutera, kompjutera V generacije na kojima će biti bazirani budući programi SOUR i šire. Takodje, ovi kompjuteri moraju biti osnov automatizacije svih procesa rada, osnov budućih fleksibilnih tehnoloških linija, fabri-

ka budućnosti. Podrazumijeva se da ovo treba da budu po dubini sopstveni proizvodi.

Logičku simulaciju, verifikaciju, izradu test programa i fizičko projektovanje nastaviti ka daljem napretku proizvodnje IC na osnovu gejtovskih matrica proširujući ih do submikronskih tehnologija. Razvijati dalje metode logičke verifikacije, simulacije, izrade test programa i projektovanja. Podrazumijeva se značajniji ulazak u potpuno projektovanje po zahtjevu zbog specifičnih proizvodnji uređaja i sistema i radi različitih nivoa zaštite, nivo komponente, nivo uređaja i sistema i nivo softvera, te zaštiti određene proizvodnje i njenoj konkurentnosti na svjetskom tržištu.

Stvorene uslove za projektovanja i izradu IC na bazi standardnih ćelija dovesti do nivoa serijske proizvodnje, zajedno sa imaoćima određenih tehnologija. Početni koraci su već učinjeni. Medjutim, ovi poslovi zahtijevaju značajnija sredstva tako da se moraju tretirati kao jugoslovenski projekat uz angažovanje sredstava zainteresovanih organizacija, zajednica za nauku i krajnjih korisnika.

Rezultate istraživanja u ovoj oblasti koristiti za uvođenje projektovanja u oblasti Makroelektronike.

Raspoloživa znanja, iskustva i oprema, programska podrška i tehnološka neutralnost su dovoljni razlozi da se Jugoslovenski centar za proizvodnju maski locira u "Rudi Čajavec".

Svoj dalji tehnološki razvoj "Rudi Čajavec" će bazirati na dostignutom nivou znanja i zahtjevima koji određuje karakter njegove proizvodnje te pravci razvoja tehnike i tehnologije u svijetu.

Uvesti u proizvodnju sistem za upravljanje radom automobilskeg motora. Sistem dograditi sistemom za pripremu smjese. Podrazumijeva se tehnološka dubina do nivoa komponenata u kasnijoj fazi koristeći rezultate istraživanja.

Koristeći rezultate dostignute u realizaciji Makroprojekta, definisati poziciju "Rudi Čajavec"-a u strategijama tehnološkog razvoja Jugoslavije i SR BiH, realizaciji društvenih ciljeva, Programima EUREKA, INTERKOSMOM i drugim svjetskim projektima koji imaju karakter koji nije u suprotnosti sa politikom naše zemlje. Imajući u vidu poziciju naše zemlje u Nesvrstanom pokretu pokrenuti proces izrade Strategije tehnološkog razvoja u okviru Nesvrstanih zemalja.

Prihvatiti koordinirajuću i pokretaču ulogu za razvoj visokokvalitetnih, procesnih materijala, specifičnih proizvoda i opreme.

Pružiti doprinos teorijskim razmatranjima - visoke tehnologije i društveni odnosi. Posebno analizirati nove aspekte nezavisnosti i kolonijalizma.

Izraditi koncept zajedničkog rada i povezivanja materijalnih resursa u SFRJ u okviru strategije tehnološkog razvoja SFRJ.

6. RADOVI, ORGANIZACIJA I UPRAVLJANJE

U toku realizacije Makroprojekta organizovan je jugoslovenski skup za verifikaciju rezultata istraživanja Segmenta III pod nazivom Simpozijum o primeni elektronike, računarske tehnike i automatike u motornim vozilima.

Rezultati istraživanja i saznanja do kojih se došlo koristili su Ratku Krčmaru da pruži svoj doprinos kao član radne grupe za izradu Studije "Stanje i razvoj mikroelektronike u SFRJ" i "Studije o razvoju elektronike i mikroelektronike na teritoriji Zajednice općina Rijeka".

Istraživači koji su dali značajan doprinos realizaciji Makroprojekta učestvovali su na okruglim stolovima, raspravama u okviru MIEL, SSES, ETANA, JUROBA, MIPRO, SD i drugih skupova.

Svoj doprinos izradi strategije tehnološkog razvoja SR BiH i SFRJ dali su istraživači SOUR "Rudi Čajavec".

Takodje, izražen je interes za učešće u programu EUREKA i INTERKOSMOS koji u osnovi predstavlja nastavak istraživanja iz Programa Makroprojekta.

Program saradnje sa većim brojem zemalja baziran je na rezultatima istraživanja do kojih se došlo u realizaciji Makroprojekta.

Izradjena je osnovna literatura za obrazovanje stručnjaka za projektovanje IC na osnovu PGA - GEM 21.

U toku realizacije Makroprojekta istraživači su sa oko 70 radova nastupili na skupovima u našoj zemlji i svijetu.

6.1. Radovi

1. Ivo Agatić, i Vlado Koruga, "ALGORITAM ZA IZRAČUNAVANJE DUŽINE VEZE MINIMALNO POVEZANOG

STABLA", Jahorina 1978. Zbornik radova II bosanskohercegovačkog simpozijuma iz informatike.

2. Ivo Agatić, "METODI TRASIRANJA PUTA VEZE U PROCESU PROJEKTOVANJA ELEKTRONIČKIH MODULA", ETAN, 1978. Zadar, Zbornik materijala XXII jugoslovenske konferencije za ETAN.

3. Ivo Agatić, "RAČUNAR U INDUSTRIJI ELEKTRONIČKE OPREME", seminar KOMPJUTERI, američka izložba "KOMPJUTER, ČOVJEK I DRUŠTVO", Zagreb, 1978.

4. Ivo Agatić, "PROCES PROJEKTOVANJA ELEKTRONIČKIH MODULA", računarska grafika, stručni sastanak. Zavod za elektroniku, ETF Zagreb, 22 - 23. septembar 1980.

5. Ivo Agatić, Stanko Tomić, "PODACI I BAZE PODATAKA U SISTEMIMA ZA AUTOMATIZOVANO PROJEKTOVANJE", računarska grafika, stručni sastanak, Zavod za elektroniku, ETF Zagreb, 22 - 23. septembar 1980.

6. Ivo Agatić, "PROJEKTOVANJE DIGITALNIH SISTEMA PRIMJENOM RAČUNARA", Elektrotehnika broj 6, Zagreb, novembar - decembar, 1981.

7. R. Hadžimuratović, I. Agatić, V. Koruga, V. Krstić, "AUTOMATIZOVANO KONSTRUIRANJE I UPRAVLJANJE PROIZVODNIM POSTUPCIMA", VII seminar, BIAM'84. Zagreb, 11 - 13.06.1984.

8. Ivo Agatić, "AUTOMATIZOVANO PROJEKTOVANJE U ELEKTRONICI U BiH", SSES, ETAN, POSVETOVANJE Birostroj, Maribor 26.11.1985.

9. R. Krčmar, M. Mazalica, "Rudi Čajavec" Banja Luka, "POUZDANOST" VII jugoslovensko savjetovanje o mikroelektronici, Beograd, april 1979.

10. R. Krčmar, M. Stipančić, "PRISUSTVO I PERSPEKTIVE PRIMJENE FIZIKE U PRIVREDNIM ORGANIZACIJAMA U BiH, Sarajevo 1980.

11. Ratko Krčmar, "KOREFERAT ZA PANELNU RASPRAVU NA SAVJETOVANJU O MIKROELEKTRONICI 80". U NIŠU NA TEMU "OBRAZOVANJE U MIKROELEKTRONICI".

12. Ratko Krčmar, "KOREFERAT ZA PANELNU DISKUSIJU NA SAVJETOVANJU O MIKROELEKTRONICI" U ZAGREBU NA TEMU "KONCEPCIJA SARADNJE U PROIZVODNJI MIKROELEKTRONSKIH KOMPONENATA".

13. Ratko Krčmar, "VII JUGOSLOVENSKO SAVJETOVANJE MIPRO 83." jedno od uvodnih izlaganja na "OKRUGLOM STOLU STEPEN RAZVOJA I BUDUĆI PROGRAM RAZVOJA MIKROELEKTRONIKE U RUDI ČAJAVECU".

14. Dr Sedat Širbegović, Ratko Krčmar, "MIKROPROCESORSKI SISTEM ZA UPRAVLJANJE AUTOMOBILSKIM MOTOROM", Informatika, Jahorina 1979.
15. Ratko Krčmar, "PREDSJEDNIŠTVO CKSKJ, PREDSJEDNIŠTVO VSSJ, PREDSJEDNIŠTVO PKJ, AKCIONA KONFERENCIJA KOMUNISTA O AKTUELNIM IDEJNOPOLITIČKIM PITANJIMA DRUŠTVENO-EKONOMSKIH ODNOSA, PRIVREDJIVANJA I RAZVOJA PROIZVODNJE I PRERADE METALA U JUGOSLAVIJI", Beograd, 1981., "NEKA GLEDANJA NA PROIZVODNJU METALA ZA ELEKTRONSKU INDUSTRIJU".
16. Ratko Krčmar, "NEKA ISKUSTVA U REALIZACIJI MAKROPROJEKTA - ISTRAŽIVANJE, RAZVOJ I PRIMJENA MIKROPROCESORA U SR BIH" Savjetovanje - univerzitetsko obrazovanje, nauka i udruženi rad, Tuzla, 1982.
17. Milan Komljenović, Sedat Širbegović, Srdjan Marinković, "IZBOR I UNIFIKACIJA KONDENZATORA POMOĆU RAČUNARA", ETAN, XXIX jugoslovenska konferencija, Niš 1985.
18. Krstan Bošnjak, Sedat Širbegović, Ratko Dejanović, Milan Komljenović, "AUTOMATSKO GENERISANJE PODATAKA POTREBNIH ZA PROJEKTOVANJE, RAZVOJ, PROIZVODNJU I ODRŽAVANJE ELEKTRONSKIH UREĐAJA, V simpozijum "Kompjuter na sveučilištu", Cavtat 1983. (633-640).
19. Ratko Dejanović, Krstan Bošnjak, Sedat Širbegović, Dževad Medić, "INFORMACIONI PODSISTEM STUDENT-SKE SLUŽBE" V međunarodni simpozijum "Kompjuter na sveučilištu", Cavtat, 1983., (239-246).
20. Sedat Širbegović, Milan Mazalica, Ratko Krčmar, "TEMPERATURE VERIFICATION OF HYBRID MICROELECTRONIC CIRCUIT DESIGN, ELECTRO COMPONENT SCIENCE AND TECHNOLOGY", LONDON - NEW YORK - PARIS, 1983., volume 10, Number 2+3 (63-66).
21. Sedat Širbegović, Miroslav Kovačić, Milan Mazalica, "SIMULACIJA DISIPACIJE SNAGE HIBRIDNOG MIKROELEKTRONSKOG KOLA", Zbornik referata X jugoslovenskog savjetovanja o mikroelektronici, Banja Luka 1982., (1-4).
22. Sedat Širbegović, Dragomir Laketić, "Hybrid Microelectronics in Present Day Yugoslavia, Hybrid circuits, Journal of the International Society for Hybrid Microelectronics UK 1983., Number 3, (22-23).
23. Milan Komljenović, Sedat Širbegović, "TESTIRANJE, IZVOR I ODREĐIVANJE EKVIVALENTA TRANZISTORA UZ POMOĆ RAČUNARA", Zbornik referatov simpozija o elektronskih sastavnih delih in materialih - SD 85., Ljubljana, oktobar 1985., (79-83).
24. Sedat Širbegović, Krstan Bošnjak, "Computer application in thermal analysis of passive components in hybrid microelectronic circuits, International Conference on new trends in passive components: Materials, technologies, processing, Pariz, 1982., (415-418).
25. Gojko Obradović, Sveto Vrhovac, Slavko Marić, Velimir Otović, Nada Gošović, Sedat Širbegović, Miroslav Kovačić, Mihailo Crnadak, Bldrudin Trokić, Nataša Bokan, Ratko Krčmar, Tihomir Čutura, "Prethodna istraživanja potrebna za razvoj hibridnog mikroročunara", SIZ Nauke BiH, Elektrotehnički fakultet Banja Luka 1981.
26. Sedat Širbegović, Milan Mazalica, Ratko Krčmar, "TEMPERATURE VERIFICATION OF HYBRID MICROELECTRONIC CIRCUIT DESIGN, THIRD EUROPEAN HYBRID MICROELECTRONICS" Conference, Avignon-France, 1981., (51-56).
27. Sedat Širbegović, Krstan Bošnjak, Ratko Dejanović, "TERMIČKA ANALIZA HIBRIDNIH MIKROELEKTRONSKIH KOLA POMOĆU RAČUNARA", III međunarodni simpozij "Kompjuter na sveučilištu", Cavtat, 1981., (290.1. do 290.5.).
28. Sedat Širbegović, Ferid Softić, "UŠTEDA GORIVA ELEKTRONSKIM SISTEMIMA ZA PALJENJE U AUTOMOBILSKIM MOTORIMA", II savjetovanje u energiji, Opatija, 1980., (1 - 9).
29. Ferid Softić, Sedat Širbegović, Mihailo Crnadak, "SENZORI U ELEKTRONSKIM SISTEMIMA ZA PALJENJE KOD AUTOMOBILSKIH MOTORA", ETAN, XXIV jugoslovenska konferencija, Priština, 1980., (I. 43 - I. 49).
30. Krstan Bošnjak, Sedat Širbegović, Dževad Medić, Ratko Dejanović, "RAČUNARSKI CENTAR UNIVERZITETA U BANJALUCI", II međunarodni simpozij "Kompjuter na sveučilištu", Cavtat, 1980., (5 - 38 do 5 - 40).
31. Sedat Širbegović, Ratko Krčmar, Ivo Marić, Jovo Mrdja, Makroprojekat: "ISTRAŽIVANJE, RAZVOJ I PRIMJENA MIKROPROCESORA U SR BIH" SIZ Nauke BiH, Sarajevo 1979. (Studija podobnosti).
32. Mirsad Hadžikadić, Sedat Širbegović, "IZBOR MIKRO-

- PROCESORA ZA KONTROLU RADA AUTOMOBILSKOG MOTORA", ETAN, XXIII jugoslovenska konferencija, Maribor 1979.
33. Ivo Marić, Ratko Krčmar, Jovo Mrdja, Kemal Hot, Sedat Širbegović, "SISTEM MIKROPROCESORSKOG UPRAVLJANJA FUNKCIJAMA MOTORNOG VOZILA", Banja Luka 1979., (Studija podobnosti makroprojekta). Autoelektronika '80., '81. i '83.
 34. P. Dakić, I. Marić: "Rudf Čajavec" kao proizvođač AUTO-ELEKTRO opreme.
 35. D. Azinović: UPOZORENJE I SIGURNOST SA ROTACIONIM SVJETLIMA "RČ".
 36. S. Širbegović, M. Pržulj: REGULATOR NAPONA VOLTAGE REGULATOR.
 37. M. Gljbo, M. Softić: ELEKTRONSKI BEZKONTAKTNI POKAZIVAČ PRAVCA I UPOZORENJA.
 38. B. Trokić: KARAKTERISTIKE KAPACITIVNOG ELEKTRONSKOG PALJENJA.
 39. M. Crnadak, F. Softić, M. Čupić: BEZKONTAKTNI INDUKTIVNI SISTEM PALJENJA AUTOMOBILSKIH MOTORA.
 40. S. Solar: ODKRIVANJE NAPAK NA ALTERNATORJIMA ŠEST I DEVET DIODNIM USMERNIŠKIM STAVKOM.
 41. S. Gazdčić, A. Barić: UREDJAJ ZA SERIJSKO ISPITIVANJE ELEKTRO-POKRETAČA STARTERA.
 42. F. Softić, S. Djermanović: ENERGIJA VARNICE U AUTOMOBILSKOM MOTORU S BEZKONTAKTNIM ELEKTRONSKIM SISTEMOM PALJENJA.
 43. H. Bajrić, F. Softić, F. Hozić: SPEKTRALNA ANALIZA NAPONA NA SVJEĆICI.
 44. J. Mrdja: MOGUĆNOST OPTIMIZACIJE RADA AUTOMOBILSKOG MOTORA PRIMJENOM MIKROPROCESORSKOG UPRAVLJANJA.
 45. V. Krstić, I. Agatić: ARHITEKTURA SISTEMA ZA UPRAVLJANJE RADOM AUTOMOBILSKOG MOTORA.
 46. V. Krstić, I. Agatić, H. Glamočak, V. Koruga: NEKI ASPEKTI PRIMJENE RAČUNARA KAO POMOĆI U PROJEKTOVANJU SISTEMA ZA UPRAVLJANJE RADOM AUTOMOBILSKOG MOTORA.
 47. P. Kolarević: PRIMJENA UPRAVLJAČKIH KOLA - KONTROLERA U UPRAVLJANJU RADOM AUTOMOBILSKOG MOTORA.
 48. M. Božić: REALIZACIJA PROGRAMA ZA UPRAVLJANJE PROCESOM POMOĆU MIKROPROCESORSKOG SISTEMA.
 49. R. Krčmar: NEKI ASPEKTI NEOPHODNOSTI UVEDENJA VISOKOKVALITETNIH MIKROPROCESORSKIH TEHNOLOGIJA U AUTOMOBILSKOJ INDUSTRIJI.
 50. Z. Salčić, G. Štrkić: FUNKCIONALNA ORGANIZACIJA IZVRŠNIH SISTEMA MIKRORAČUNARA ZA RAD U REALNOM VREMENU.
 51. V. Krstić, M. Božić, V. Bogdan, G. Štrkić, J. Čaušević: SISTEM ZA ODREĐIVANJE UGLA PREDPALJENJA.
 52. M. Božić, G. Štrkić, V. Krstić: GREŠKE KOD ODREĐIVANJA UGLA PREDPALJENJA U MPS.
 53. N. Antonijević: PRIGUŠIVANJE ŠUMA IZDUVNIH GASOVA MOTORA SA UNUTRAŠNJIM SAGORIJEVANJEM PRIMJENOM MIKROPROCESORA.
 54. M. Pružulj, S. Širbegović: ELEKTRONSKO PALJENJE.
 55. D. Nikolić: DISPLEJ SA TEČNIM KRISTALIMA ZA INSTRUMENT TABLU AUTOMOBILA.
 56. F. Softić: BRZINSKE KARAKTERISTIKE MOTORA SA BEZKONTAKTNIM ELEKTRONSKIM SISTEMIMA ZA PALJENJE.
 57. J. Mrdja: PROBLEMI REGULACIJE PARAMETARA SISTEMA ZA DOZIRANJE GORIVA AUTOMOBILSKOG MOTORA.
 58. J. Mrdja, M. Kalajdžić: ANALIZA, IZBOR I RAZRADA SISTEMA ZA PRIPREMU SMJESE.
 59. F. Softić: ISTRAŽIVANJE I RAZVOJ SISTEMA ELEKTRONSKOG BEZKONTAKTNOG PALJENJA.
 60. S. Djermanović: IZUČAVANJE I IZBOR SENZORA ZA PRAĆENJE RADA AUTOMOBILSKOG MOTORA.
 61. V. Krstić: SISTEM ZA ODREĐIVANJE UGLA PREDPALJENJA AUTOMOBILSKOG MOTORA.
 62. V. Krstić: MIKROPROCESORSKI SISTEM ZA ODREĐIVANJE UGLA PREDPALJENJA BENZINSKIH MOTORA.
 63. V. Koruga, I. Agatić, H. Glamočak, V. Krstić: AUTOMATIZACIJA RAZVOJA MIKROPROGRAMA MIKROPROCESORSKOG SISTEMA ZA UPRAVLJANJE RADOM AUTOMOBILSKOG MOTORA.
 64. S. Djermanović, R. Nikolić, J. Vukoja: SENZORI PRIMIJENJENI KOD UPRAVLJANJA AUTOMOBILSKIM MOTOROM.

65. F. Softić: ELEKTRONSKI SISTEM PALJENJA BEZ RAZVODNIKA.
66. V. Krstić: SISTEM ZA EKSPERIMENTALNO TRAŽENJE OPTIMALNOG REŽIMA RADA BENZINSKIH MOTORA.
67. H. Glamočak, I. Agatić, V. Koruga, V. Krstić: ISPI-TIVANJE ISPRAVNOSTI RADA I OTKLANJANJA GREŠAKA U MIKROPROCESORSKOM SISTEMU ZA ODREĐIVANJE UGLA PREDPALJENJA.
68. M. Božić, V. Krstić: REALIZACIJA ALGORITMA ZA UPRAVLJANJE PREDPALJENJEM BENZINSKIH MOTORA.
69. P. Dakić: TERMINSKO PLANIRANJE RAZVOJNIH DJELATNOSTI.
70. P. Dakić: IZVJEŠTAJ O NAUČNO-ISTRAŽIVAČKOM RADU NA SISTEMU MIKROPROCESORSKOG UPRAVLJANJA RADOM AUTOMOBILSKOG MOTORA.
71. M. Božić, S. Djermanović: SKLOPOVI ZA MEDJUVEZU MIKROPROCESORSKOG SISTEMA UPRAVLJANJA RADOM AUTOMOBILSKOG MOTORA.

6.2. Spisak elaborata

1. Rezime rezultata u realizaciji Makroprojekta "Istraživanje, razvoj i primjena mikroprocesora u SR BiH".
2. Nabavljene i stručno-obrađene publikacije.
3. Analiza mikroprocesora i mogućnosti njihove primjene.
4. Projektovanje i realizacija procesora na bazi standardnih LSI komponenata.
5. Izgradnja sistemskog softvera.
6. Logička simulacija i verifikacija CMOS-PGA struktura.
7. Studija poluprovodničkih tehnologija i trendovi razvoja.
8. Fizičko projektovanje elektronskih modula.
9. Projektovanje i realizacija CMOS-PGA.
10. Projektovanje i realizacija I^2L -PGA.
11. Tehničko-ekonomski elementi za osvajanje proizvodnje monolitnih integriranih kola.
12. Tehnički zahtjevi sistema mikroprocesorskog upravljanja radom automobilskeg motora. Senzori u sistemu upravljanja radom automobilskeg motora.
13. Istraživanje i razvoj sistema elektronskog bezkontaktnog paljenja.

14. Analiza sistema za pripremu smjese i kompjuterska analiza karburatora.
15. Mikroprocesorski sistem za upravljanje radom automobilskeg motora.

Izradjeni elaborati, tri Zbornika radova sa savjetovanja, GEM-21, MOST, Studije Stanje i razvoj mikroelektronike u SFRJ i Zajednici općina Rijeka i radovi, nalaze se u SIZ Nauke SR BiH, Zajednici Univerziteta SR BiH, Referalnom centru SR BiH, Univerzitetskoj biblioteci "Petar Kočić" u Banja Luci, bibliotekama Elektrotehničkog fakulteta u Banja Luci i SOUR "Rudi Čajavec".

Kompletan softver za simulaciju, verifikaciju i fizičko projektovanje instaliran je u SOUR "Rudi Čajavec" RO PE.

Izradjeni uzorci IC, mikroprocesorski sistem za upravljanje radom automobilskeg motora i 16-bitni procesor nalaze se u SOUR "Rudi Čajavec", Ei-FPP i RIZ - TPV. Tehnološka realizacija IC izvršena je u RIZ - TPV i Ei - FPP. 16-bitni procesori i mikroprocesorski sistem za upravljanje radom automobilskeg motora izradjeni su raspoloživim tehnologijama u SOUR "Rudi Čajavec".

6.3. Spisak organizacija

U realizaciji Makroprojekta učestvovali su:

- SOUR "RUDI ČAJAVEC"
- SOUR "RUDI ČAJAVEC" - RO PE
- SOUR "RUDI ČAJAVEC" - RO EM
- ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET, Banja Luka
- ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET, Sarajevo
- PMF - INSTITUT ZA FIZIKU, Sarajevo
- MAŠINSKI FAKULTET, Banja Luka
- ELEKTRONSKI FAKULTET, Niš
- TEHNOLOŠKI FAKULTET, Banja Luka
- SOUR "ELEKTRONSKA INDUSTRIJA" - RO EPP
- SOUR "RADIO INDUSTRIJA" - TPV
- SOUR "RADE KONČAR", Zagreb
- ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET, Ljubljana
- "PROGRES" - AUTOKUĆA, Beograd
- "DMB" - Beograd
- SOUR "CRVENA ZASTAVA", Kragujevac
- MAŠINSKI FAKULTET, Kragujevac
- MAŠINSKI FAKULTET, Beograd
- "PUPIN", Beograd
- INSTITUT ZA FIZIKU, Zagreb

- ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET, Zagreb
- SIZ NAUKE SR BiH
- NII AVTOPRIBOROV, Moskva

6.4. Organizacija i upravljanje

Jedinica Makroprojekta, pod radnim nazivom "Mikroprocesori", oformljena je na osnovu Samoupravnog sporazuma i ugovora između SIZ Nauke SR BiH i SOUR "Rudi Čajavec". Jedinica Makroprojekta se nalazi u RZZS SOUR-a "Rudi Čajavec" i ima sopstveni žiro račun. Samoupravni sporazum su prihvatile sve organizacije koje su u njemu učestvovala iz SR BiH, navedene u prethodnoj tački i Privredna komora BiH, Akademija nauke i umjetnosti SR BiH, Zajednica Univerziteta SR BiH i "Progres" - Autokuća, Beograd.

Između Jedinice Makroprojekta i SIZ nauke SR BiH sklopljen je ugovor o međusobnim obavezama, a također između Jedinice Makroprojekta i organizacije koje su učestvovala u realizaciji Programa istraživanja koje su dalje sklopile ugovor sa istraživačkim timovima.

Na nivou Jedinice Makroprojekta formiran je Savjet Jedinice Makroprojekta koji je samoupravno stručni organ. Svi materijali koji su raspravljani na Savjetu Jedinice Makroprojekta upućivani su na razmatranje savjetima organizacija učesnica u realizaciji Makroprojekta.

Na nivou Jedinice Makroprojekta kao organ Savjeta Jedinice Makroprojekta formiran je Nadzorni odbor. Članovi Nadzornog odbora su:

- Anđjelka Babić, SIZ Nauke
- Dušan Iličić, SOUR "Rudi Čajavec" - RO PE
- Miodrag Janjetović, SOUR "Rudi Čajavec" - RO EM

U Savjetu Jedinice Makroprojekta izabrani su slijedeći članovi:

- Živko Ostojić, PPPO SOUR "RUDI ČAJAVEC" - prvi predsjednik Savjeta;
- Slobodan Radlović, PPO SOUR "RUDI ČAJAVEC" - predsjednik Savjeta po odlasku prvog predsjednika na dužnost van zemlje;
- akademik prof. dr Božidar Matić, SIZ Nauke;
- Zarija Durlević, delegat "Progres"-a AUTOKUĆA, Beograd;
- Milorad Ninković, delegat Privredne komore SR BiH;
- mr Dragutin Bošković, delegat SOUR "RUDI ČAJAVEC" - RO PE;

- dr Pantelija Dakić, delegat SOUR "RUDI ČAJAVEC" - RO EM;
- prof. dr Sedat Širbegović, delegat ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA, Banja Luka;
- prof. dr Zoran Salčić, delegat ELEKTROTEHNIČKOG FAKULTETA, Sarajevo;
- prof. dr Jovo Mrdja, delegat MAŠINSKOG FAKULTETA, Banja Luka;
- prof. dr Zinaida Ibrišagić, delegat TEHNOLOŠKOG FAKULTETA, Banja Luka;
- akademik prof. dr Svetozar Zimonjić, delegat Akademije nauke i umjetnosti SR BiH;
- prof. dr Petar Hinić, delegat Zajednice Univerziteta SR BiH.

Jedinicom Makroprojekta "Mikroprocesori", upravljao je tim:

- Ratko Krčmar, direktor Jedinice Makroprojekta i odgovorni istraživač za cijeli Makroprojekat;
- Tihomir Čutura, rukovodilac I Segmenta i odgovorni istraživač za I Segment;
- Sedat Širbegović, rukovodilac II Segmenta i odgovorni istraživač za II Segment;
- Ivo Marić, rukovodilac III Segmenta i odgovorni istraživač za III Segment.

Administrativno-tehničke poslove obavljala je Dušanka Majkić, a nakon odlaska na bolovanje Darinka Došlov.

Pored rukovodećeg tima postoje i nosioci zadataka i odgovorni istraživači za te zadatke:

ZADATAK:

1. Prikupljanje i obrada naučnih i stručnih radova iz oblasti Makroprojekta, IRFAN NURUDINOVIĆ, prof.
2. Analiza mikroprocesora koji se mogu dobiti na svjetskom tržištu i istraživanje područja njihove primjene, mr KRSTAN BOŠNJAK, dipl.inž.
3. Definisane projektnog zadatka i donošenje odluke o tipu mikroprocesora i načinu realizacije, SVETO VRHOVAC, dipl.inž.
4. Realizacija mikroprocesora na bazi diskretnih komponenta, PETAR DRINIĆ, dipl.inž.
5. Razvoj i izrada sistemskog softvera, prof. dr ZORAN SALČIĆ, dipl.inž.
6. Logička simulacija, mr IVO AGATIĆ, dipl.inž.

7. Razvoj i izrada emulatora, TIHOMIR ČUTURA, dipl. inž.
 8. Studija poluprovodničkih tehnologija i trendovi razvoja, prof. dr SEDAT ŠIRBEGOVIĆ, dipl. inž.
 9. Fizikalno projektovanje, mr IVO AGATIĆ, dipl. inž.
 10. Projektovanje i razvoj LSI komponenata i mikroročunara, TIHOMIR ČUTURA, dipl. inž.
 - 10a. Razvoj i izrada mikroassemblera za potrebe mikroprogramiranja, DRAGOSLAV MILAŠINOVIĆ, dipl. inž.
 11. Studija fenomena odgovornih za poluprovodničke strukture, prof. dr. DIMITRIJE ČAJKOVSKI, dipl. inž.
 12. Studija tehnoloških procesa za realizaciju monolitnih integriranih kola, MIROSLAV KOVAČIĆ, dipl. inž.
 13. Izrada tehničko-ekonomskog elaborata za osvajanje proizvodnjom mikroprocesorskih LSI kola, DRAGOMIR LAKETIĆ, dipl. inž.
 14. Izrada investicionog elaborata za licencu, kooperaciju ili sopstveni razvoj, mr DRAGUTIN BOŠKOVIĆ, dipl. inž.
 15. Definisane tehničkih zahtjeva za mikroprocesorski sistem za upravljanje radom automobilskeg motora, mr IVO MARIĆ, dipl. inž.
 16. Izučavanje i izbor senzora za praćenje rada automobilskeg motora, SLAVKO DJERMANOVIĆ, dipl. inž.
 17. Analiza izbor i razrada sistema za pripremu smjese, prof. dr JOVO MRDJA, dipl. inž.
 18. Istraživanje i razvoj sistema elektronskeg bezkontaktnog paljenja, mr FERID SOFTIĆ, dipl. inž.
 19. Matematičko modeliranje rada motora i simuliranje mikroprocesorskih sistema, prof. dr JOVO MRDJA, dipl. inž.
 20. Razvoj mikroprocesorskog sistema za upravljanje radom automobilskeg motora, mr VLADISLAV KRSTIĆ, dipl. inž.
 21. Intervencija na motoru i završne provjere funkcionisanja mikroprocesorskog upravljanja motorom, JADRANKO VUKOJE, dipl. inž.
 22. Indikatorf, RADOMIR NIKOLIĆ, dipl. inž.
 23. Završni elaborat, RATKO KRČMAR, dipl. inž.
- Adresa autora: Ratko Krčmar, dipl. ing.
 SOUR RUDI ČAJAVEC – RO PE
 Biro za programski razvoj
 Braće Pavlića 23a
 78000 BANJA LUKA

**PROJEKTOVANJE I REALIZACIJA ŠESTNAEST – BITNOG PROCESORA
 NA BAZI STANDARDNIH LSI KOMPONENATA**

Tihomir Čutara, Aranka Pašalić, Sveto Vrhovac, Zdenka Majkić

SADRŽAJ

U ovom radu razmatra se projektovanje i realizacija 16-bitnog procesora sa elementima iz familije 2900. Ovaj procesor je sastavni dio jeftinog, brzog i efikasneg mikroprocesorskog sistema. Realizovan je širok skup instrukcija, koji omogućuje korisniku izradu efikasne radne programa.

ABSTRACT

In this work, we have considered realization of a 16-bit processor with 2900 family elements. The processor is a part of inexpensive, fast and reliable microprocessor system. A broad range of instructions has been implemented, which allows for development of reliable and efficient user programs.

1. UVOD

Uzimajući u obzir raznovrsnost primjene procesora i trend povećanja mogućnosti primjene u novim oblastima nauke i tehnike, javila se potreba za domaćim procesorom, čije će se mogućnosti lako prilagodjavati specifičnostima primjene u pojedinim oblastima.

Zbog toga je izabrana tehnika mikroprogramiranja za realizaciju skupa instrukcija, tako da je jednostavno vršiti izmjene u osnovnom skupu instrukcija, bez mijenjanja arhitekture procesora.

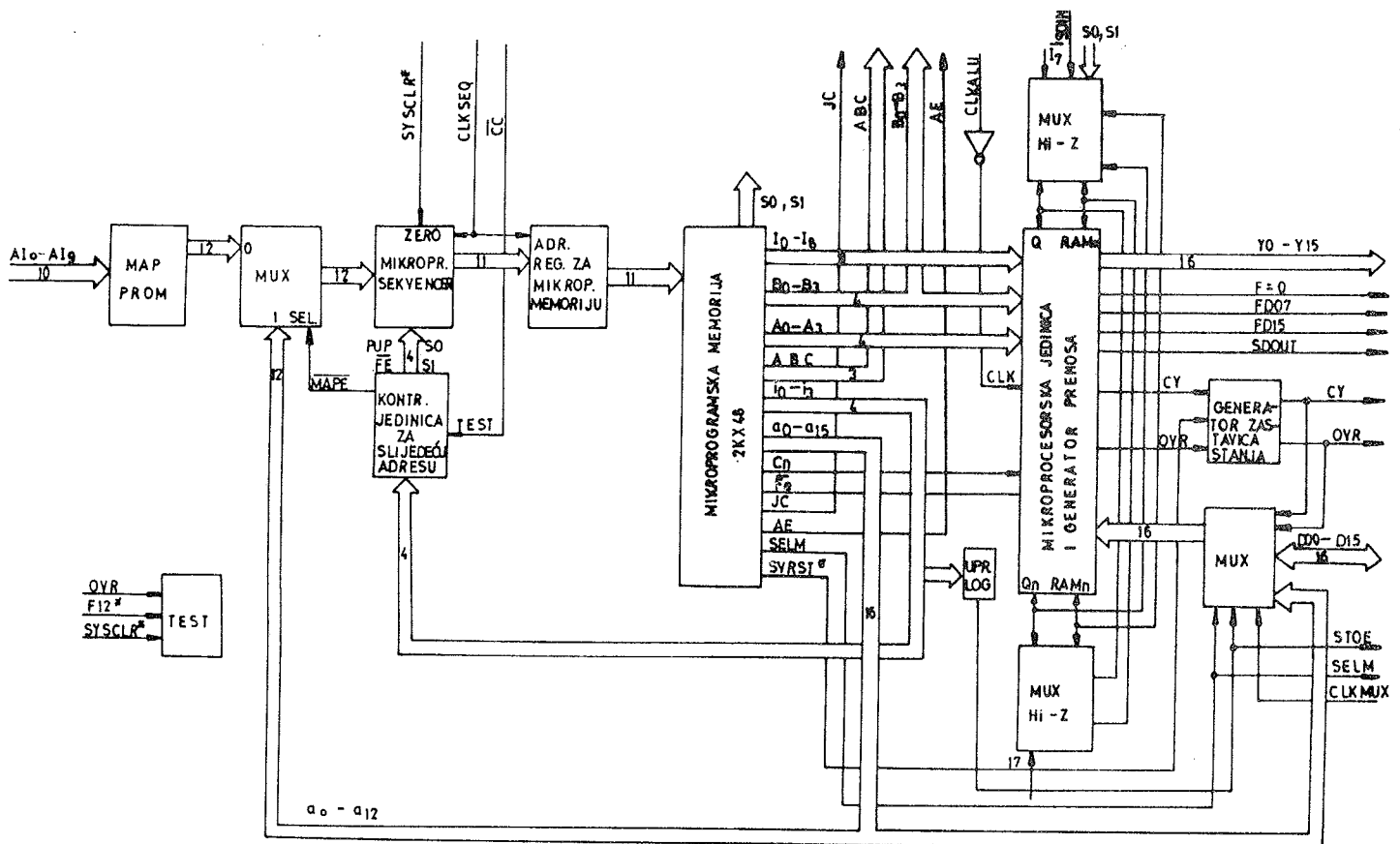
Arhitektura procesora je zasnovana na bipolarnoj tehnologiji, na bazi familije 2900, što dozvoljava proširivanje sklopovskih mogućnosti procesora (povećanje dužine riječi, proširenje adresnog područja i slično).

Dostignute brzine rada omogućavaju primjenu u obradi signala u realnom vremenu.

Navedena varijanta domaćeg procesora je realizovana i nalazi se u proizvodnom programu SOUR-a "Rudi Čajavec".

6HK. Praktično je moguće, dodavanjem LSI blokova postići proizvoljnu dužinu riječi i veličinu adresnog područja.

Ulaz i izlaz informacije je organizovan tako da se mikroprogramski obavlja pretvorba paralelnog u serijski format



Slika 1: Aritmetičko-logička jedinica

2. ARHITEKTURA PROCESORA

Sklopovska realizacija procesora bazirana je na skupu LSI blokova namjenjenih za primjenu u mikroprogramiranim procesorima i kontrolerima.

Mogu se uočiti dvije, donekle razdvojene cjeline u arhitekturi procesora:

- aritmetičko-logička jedinica, čija je blok šema prikazana na slici 1;
- blok kontrolne logike, prikazan na slici 2. Aritmetičko-logička jedinica sadrži mikroprogramsku memoriju, te sklopove koji izvršavaju aritmetičko-logičke operacije.

Blok kontrolne logike generiše takt procesora i potrebne upravljačke signale.

Dužina riječi procesora je 16 bita, a adresno područje

i obrnuto, te je razmjena informacije sa periferijama serijska, ali sa velikim brzinama prenosa.

Mikroprocesor omogućava korištenje DMA kontrolera, što znači da ima indikaciju ciklusa u kojima on okupira operativnu memoriju.

Sistem prekida je izveden u više nivoa sa prioritonom.

Korištenjem DMA mogućnosti i sistema prekida moguće je povezivanje procesora u višeprocorske distribuirane sisteme.

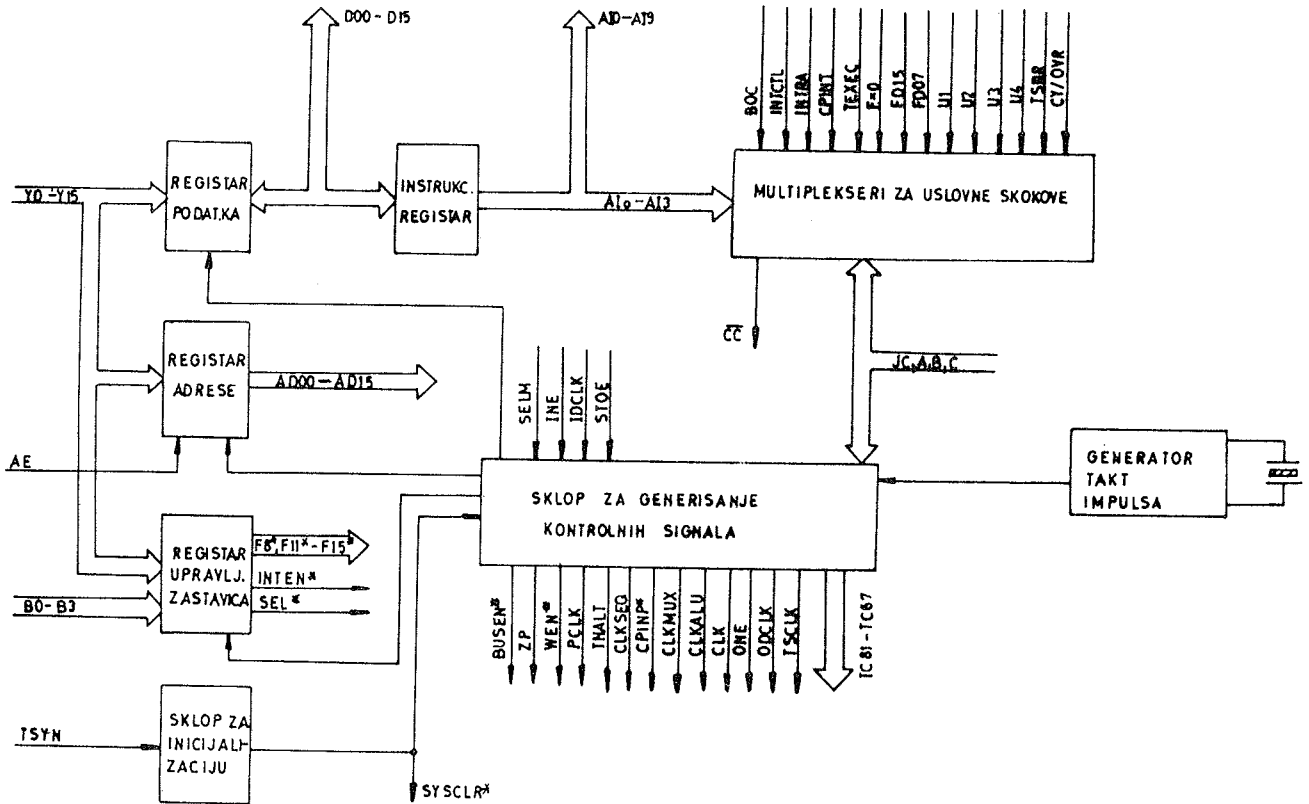
3. SKUP INSTRUKCIJA

Set instrukcija omogućava rješenje problema upravljanja sistemima i procesima.

Zastupljene su sljedeće grupe instrukcija:

- aritmetičko-logičke instrukcije,
- instrukcije pomjeranja i rotiranja,
- instrukcije koje definišu operacije na bajtu i bitu,
- instrukcije kontrole toka programa,
- instrukcije rada sa stekom,
- instrukcije prenosa podataka.

Ako se mikroprogramiranje koristi za realizaciju procesora, onda izvršavanje svake mašinske instrukcije procesora podrazumijeva izvršavanje više mikroinstrukcija. Svakoj mikroinstrukciji odgovara njen kod (mikroriječ) koji je upisan u jednoj lokaciji mikroprogramske memorije.



Slika 2: Blok šema kontrolne logike

Načini adresiranja su:

- direktno u osnovnoj stranici,
 - relativno u odnosu na programski brojač,
 - indirektno preko osnovne stranice,
 - indeksno,
 - trenutno;
- i odabrani su tako da izvodjenje instrukcije u čitavom području operativne memorije bude što efikasnije

4. TEHNIKA MIKROPROGRAMIRANJA

Tehnika mikroprogramiranja omogućava realizaciju veoma složenih sistema zamjenjivanjem ogromnog broja logičkih elemenata programabilnom memorijom. Pored toga, funkcije sistema može, relativno jednostavno, da se mijenja samo promjenom sadržaja programabilne memorije.

Svaki bit mikroriječi je podatak ili upravljački signal za neki element sistema, koji je važeći u jednom vremenskom ciklusu (mikrociklus). Mikroinstrukcija mora da definiše slijedeće:

- šta uraditi,
- nad kojim podacima,
- gdje smjestiti rezultat i
- koju slijedeću mikroinstrukciju izvršiti.

Mikroriječ se sastoji od 48 bita, a njen format je sljedeći:

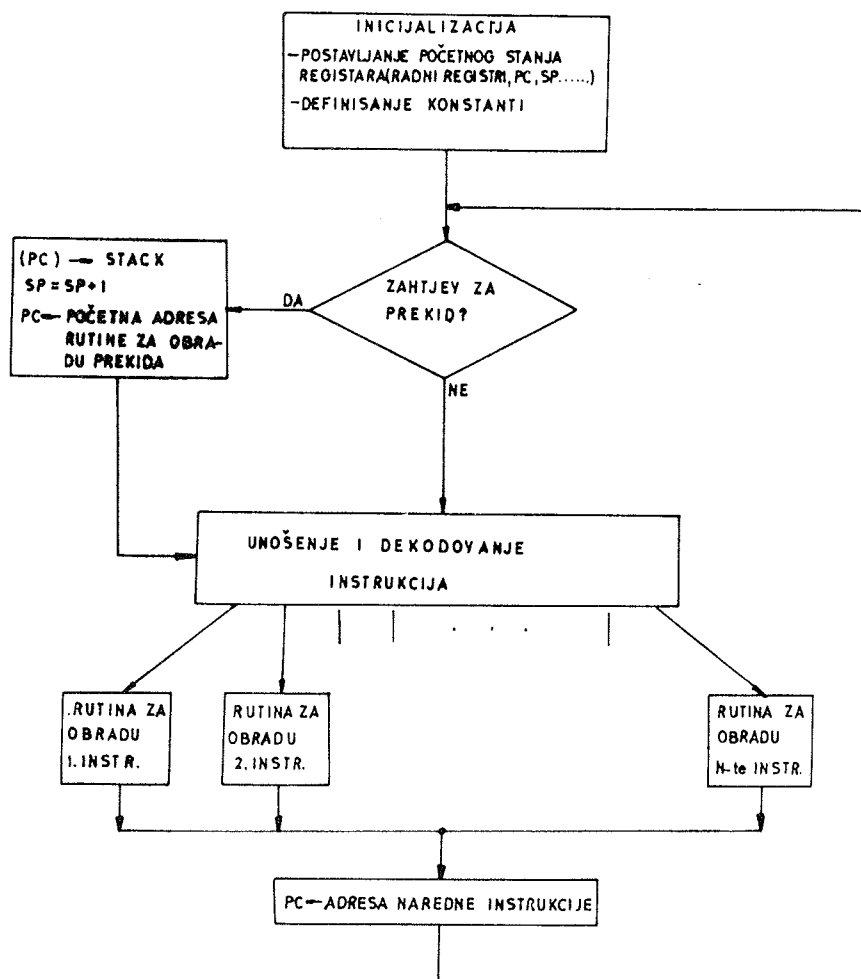
6 bita	16 bita	7 bita
upravljački signali	podatak ili adresa	kontrola toka mikroprograma

2 bita	8 bita	9 bita
kontrola pomjeranja	adrese unutrašnjih registara	upravljački signali za ALU

Pored toga što izvršava konkretne instrukcije procesora, mikroprogram, na osnovu koda mikroinstrukcije, određuje na kojoj lokaciji mikroprogramske memorije počinje rutina za obradu dekodovane instrukcije, proračunava

Da bi se olakšalo i ubrzalo pisanje mikroprograma, korištenjem razvojnog sistema HP64000, definisan je novi jezik za mikroprogramiranje i razvijen mikroassembler.

To dozvoljava da se pisanje mikroprograma, provjera njegove ispravnosti, generisanje apsolutnog koda i upis u programabilnu mikroprogramsku memoriju obavlja na razvojnom sistemu.



Slika 3: Dijagram toka mikroprograma

stvarne memorijske adrese, prepoznaje i omogućava obradu zahtjeva za prekid, vrši inicijalizaciju sistema, itd. Rutina za obradu pojedine instrukcije ovisi o tipu same instrukcije i njenoj funkciji. Grubi dijagram toka mikroprograma je prikazan na slici 3.

Ručno mikroprogramiranje je veoma težak i zamoran posao, a mogućnost greške je velika, jer je potrebno za svaku mikroinstrukciju napisati kombinaciju 48 bita.

5. ZAKLJUČAK

Realizovani procesor u pogledu klimomehaničkih zahtjeva udovoljava industrijskim i vojnim standardima. Napajanje procesora je izvedeno sa +5V, a disipacija je manja od 5W. Propusna moć procesora je veća od 500 KOPS (kilooperacija po sekundi).

Moguće je povezivanje procesora u višeprocorske sisteme, te primjena u obradi signala i upravljanju sistemima i procesima.

Uz razvoj procesora, razvijen je i alat, koji omogućava jednostavne promjene u skupu instrukcija.

Literatura

- (1) The Am 2900 Family Data Book,
Advanced Micro Devices,
California 1979

Adrese autora: Čutura Tihomir, dipl.inž.
Pašalić Aranka, dipl.inž.
Vrhovac Sveto, dipl.inž.
SOUR "Rudi Čajavec",
RO Profesionalna elektronika
Braće Pavlića 32a
78000 Banja Luka

Majkić Zdenka, dipl.inž.

Elektrotehnički fakultet
Dr. Vase Butazana br. 3
78000 Banja Luka

MEHANIZAM DEPOZICIJE FINIH ČESTICA OKSIDA KOD VAD (Vapor Axial Deposition) TEHNOLOGIJE DOBIJANJA PREDOBLIKA ZA OPTIČKA VLAKNA

Varužan Kevorkijan

1. UVOD

Optička vlakna poseduju niz prednosti u odnosu na klasične koaksijalne kablove i predstavljaju jedan od najperspektivnijih telekomunikacionih medija u budućnosti. Primjenjuju se u komercijalnim telekomunikacionim sistemima (podzemni i podmorski telefonski kablovi, kablovska televizija), u industriji, biomedicini, za prenos podataka u kompjuterskoj mreži, na letilicama i brodovima, za senzore, u nuklearnim postrojenjima, vojnoj industriji, itd.

Njihova potrošnja 1984 godine u svetu iznosila je 1.4 miliona km, Tabela 1.

Tabela 1: Potrošnja optičkih vlakana u svetu 1984 godine (u km.)

SAD	1.000.000
V. Britanija	120.000
Japan	80.000
Zapadna Nemačka	25.000
Ostale evropske zemlje	75.000
Ostale zemlje u svetu	100.000
Ukupno	1.400.000

Neki od osnovnih motiva za njihovu sve veću primenu jesu: veliki propusni obseg, minimalno slabljenje signala⁺, isključena mogućnost prislušivanja i ometanja (usled nepostojanja elektromagnetne indukcije), mala težina, itd.

⁺ koje je praktično jednako teoretskom minimumu

Optička vlakna se dobijaju izvlačenjem iz staklenog štapa većih dimenzija (tzv. predoblika), koji se sastoji iz omotača i jezgra. Izrada predoblika je složen proces i može se ostvariti na razne načine, od kojih se za sada najviše primenjuju sledeća tri:

1. MCVD - Modified Chemical Vapor Deposition [1],
2. OVD - Outside Vapor Deposition [2],
3. VAD - Vapor Axial Deposition [3].

VAD je jedna od najvažnijih metoda dobijanja predoblika za optička vlakna. Razvijena je 1977 godine u Ibaraki ECL, NTT, kao prva tehnologija kontinuiranog dobijanja predoblika. Ono što ovu metodu izdvaja kao izuzetno perspektivan i ekonomičan način dobijanja optičkih vlakana jesu velika brzina (4,5 - 5,6 g/min) [4], [5] i efikasnost (do 80%) [6] depozicije, i visok kvalitet proizvedenih vlakana, [7] - [9]. Do rasta poroznog predoblika kod VAD-a dolazi usled depozicije čestica oksida iz kiseonično-vodoničnog plamena na rotirajući nosač [10] - [12]. Osnovu uređaja za depoziciju predstavlja gorionik složene konstrukcije, čija je uloga u procesu višestruka, [13] - [15]. Konstrukcija gorionika za VAD je složen tehnološki problem koji će detaljno biti obradjen u seriji od nekoliko radova.

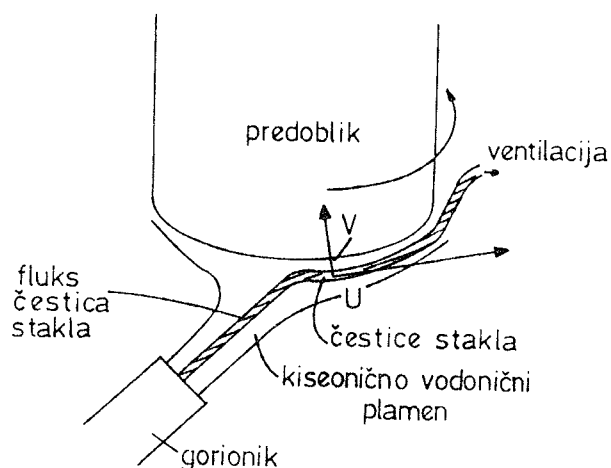
Napomenimo da u literaturi nema podataka o konstrukciji gorionika. Detalji konstrukcije nisu navedeni čak ni u patentnoj dokumentaciji [16] - [18].

Konstrukcija gorionika zahteva pre svega poznavanje tač-

nog mehanizma depozicije čestica oksida iz plamena na rotirajući nosač. Zbog toga će u prvom radu iz serije posvećene VAD-u biti dat pregled najnovijih saznanja o mehanizmu aksijalne depozicije i uticaju osnovnih radnih parametara gorionika i njegove geometrije na brzinu i efikasnost depozicije. Ovi će podaci kasnije biti upotrebljeni kao osnova za konstrukciju gorionika za VAD.

2. MEHANIZAM DEPOZICIJE FINIH ČESTICA OKSIDA IZ KISEONIČNO - VODONIČNOG PLAMENA NA ROTIRAJUĆI NOSAČ

Uvodjenjem gasovite smeše reaktanata (SiCl_4 , GeCl_4 , POCl_3 , itd.) u kiseonično-vodonični plamen gorionika za VAD dolazi do obrazovanja finih čestica (veličine 0.05 - 0.2 μm) sastavljenih iz smeše oksida (SiO_2 , GeO_2 , P_2O_5 , itd.). Njihovo formiranje je složen proces i sastoji se iz reakcije oksidacije [19], [20], Brownian-ovog kretanja i nukleacije i rasta čestica, [21]. Na slici 1 prikazani su tipičan položaj gorionika za VAD u odnosu na rotirajući nosač i fluks čestica oksida.



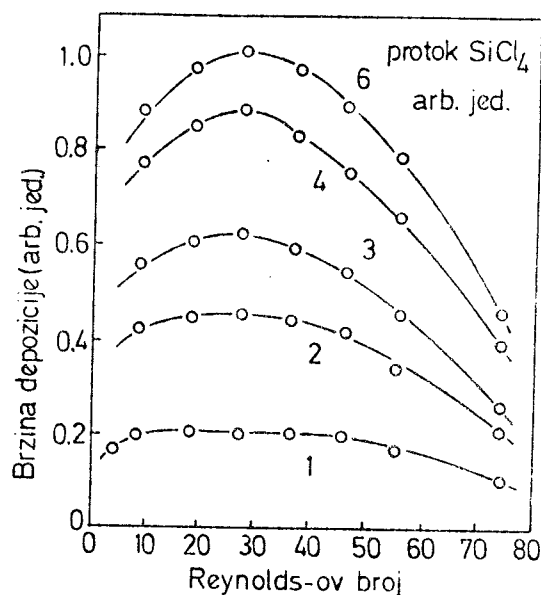
Slika 1.: Položaj gorionika za VAD u odnosu na rotirajući nosač. Ref. [23].

Kretanje finih čestica oksida u plamenu moguće je opisati dinamikom aerosola [22]. Za analizu mehanizma depozicije od interesa je da se trenutna brzina čestice u plamenu razloži na dve komponente: (1) u komponentu brzine paralelnu sa površinom nosača, i (2) u komponentu brzine normalnu na površinu nosača.

Merenja koja su omogućila kvalitativnu i kvantitativnu sliku o mehanizmu depozicije čestica iz plamena na rotirajući nosač opisana su detaljno u [23].

Na slici 2 je prikazana zavisnost brzine depozicije od Reynolds-ovog broja^{*} i protoka SiCl_4 . Neodvisno od protoka

SiCl_4 zapaža se da brzina depozicije dostiže maksimum pri $R = 30$. Na Schlieren-ovim fotografijama (vidi [23]) plamena jasno se primjećuje da do prve pojave turbulentnosti u blizini rotirajućeg nosača dolazi upravo pri $R = 30$. Ovo navodi na zaključak da su za mehanizam depozicije kod VAD-a odgovorna dva procesa difuzije čestica: (1) molekularna difuzija i (2) turbulentna difuzija, izazvana pojavom vrtloga u plamenu [24].



Slika 2.: Zavisnost brzine depozicije od Reynolds-ovog broja i protoka SiCl_4 . Ref. [23]. Protok SiCl_4 je dat u arb. jed.

Od ukupnog fluksa čestica formiranih u plamenu samo jedan deo će se deponovati na površini rotirajućeg nosača. Ostatak će, kroz ventilaciju, biti nepovratno izgubljen za proces. Fluks čestica, j , koje iz plamena skrenu ka površini nosača posledica je molekulske i turbulentne difuzije i može se izračunati iz jednačine [23]:

$$j = -n(\epsilon_d + D)\nabla C \quad (1)$$

u kojoj n predstavlja ukupnu molekulsku gustinu, ϵ_d -koeficijent turbulentne difuzije, D -koeficijent molekulske difuzije i C -koncentraciju čestica u plamenu.

U laminarnom plamenu prisutna je isključivo molekularna difuzija (tj. kada je $R < 30$, $\epsilon_d \rightarrow 0$). Za $R > 30$, ϵ_d dolazi sve više do izražaja ali se pri tom, usled povećanja

*Pri tom je Reynolds-ov broj R izračunavan po sledećoj formuli:

$$R = dw/\nu$$

u kojoj je d - ekvivalentni prečnik injeksione mlaznice za kiseonik, w - brzina isticanja kiseonika na izlazu iz injektora i ν - kinematski viskozitet kiseonika.

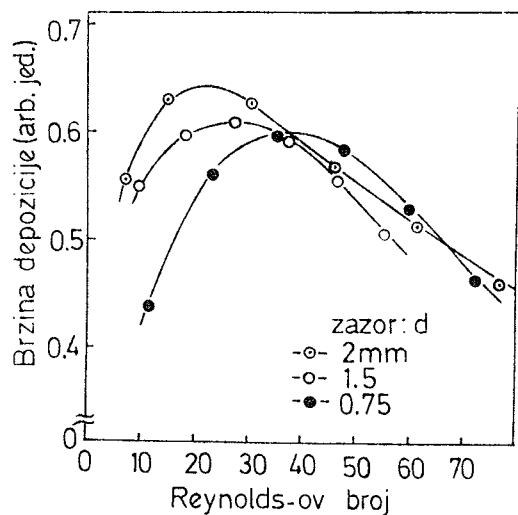
nja U komponente brzine, smanjuje koeficijent molekulske difuzije, D . Za $R \gg 30$ depoziciju čestica ometa snažno vrtloženje u plamenu.

To navodi na zaključak da će brzina i efikasnost depozicije biti najveće pri $R \approx 30$. Ova teorijska predviđanja dobro se slažu sa eksperimentalnim merenjima, Slika 2.

3. ANALIZA OSTALIH PARAMETARA KOJI UTIČU NA BRZINU PROCESA DEPOZICIJE

Iz predloženog mehanizma depozicije [23] je jasno da su brzina i efikasnost depozicije na prvom mestu odvisne od režima strujanja koji vlada u plamenu, t.j. od Reynolds-ovog broja. Kako je, sa druge strane režim strujanja u plamenu posledica čitavog niza parametara (geometrije gorionika, brzine isticanja pojedinačnih gasnih struja, položaja gorionika u odnosu na rotirajući nosač, prečnika predoblika, itd.) to će u daljem tekstu biti analiziran uticaj svakog od njih pojedinačno.

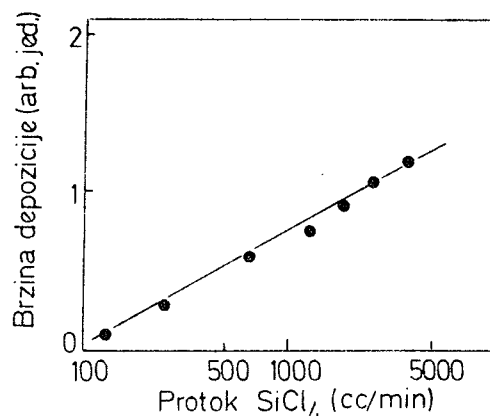
Na slici 3 je prikazana zavisnost brzine depozicije od



Slika 3.: Zavisnost brzine depozicije od Reynolds-ovog broja i ekvivalentnog prečnika mlaznice za kiseonik. Ref. [23].

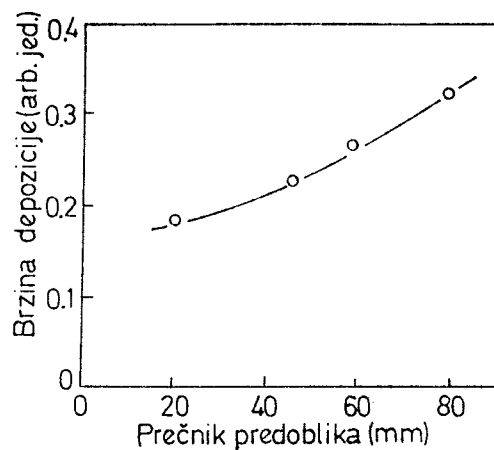
Reynolds-ovog broja i ekvivalentnog prečnika injektorske mlaznice za kiseonik. Brzina depozicije se povećava sa povećanjem ekvivalentnog prečnika mlaznice (sobzirom da u jedinici vremena dospeva u plamen veća količina gasovitih reaktanata). Povećanje ekvivalentnog prečnika mlaznice istovremeno pomera vrednosti maksimalne brzine depozicije ka nižim Reynolds-ovim brojevima. Povećanje protoka gasovitih reaktanata (slika 4) i površine na koju se čestice deponuju (slika 5) takodje ima za posledni-

cu veću brzinu depozicije. Pri tom treba imati na umu da povećanje brzine depozicije ostvareno većim protokom reaktanata može drastično da smanji efikasnost iskorišćenja reaktanata ako nije optimizirano sa ostalim parametrima procesa i geometrijom gorionika.



Slika 4.: Zavisnost brzine depozicije od protoka gasovitih reaktanata. Ref. [23].

S druge strane, povećanje prečnika predoblika (t.j. raspoložive površine za depoziciju čestica) ograničeno je prečnikom gorionika i njegovim položajem u odnosu na

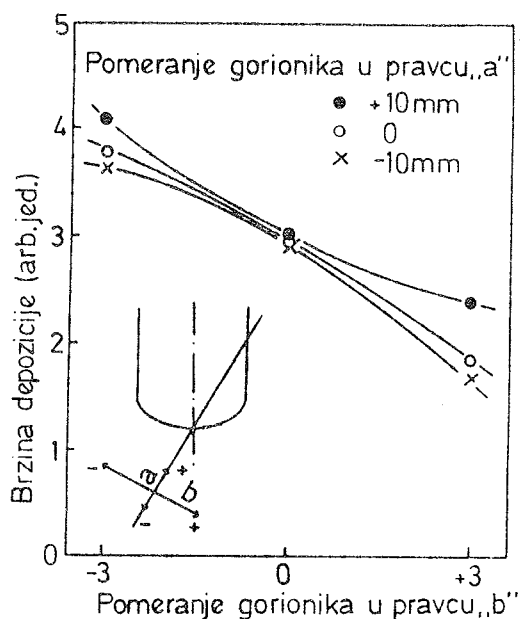


Slika 5.: Zavisnost brzine depozicije od prečnika predoblika. Ref. [23].

nosač. Položaj gorionika za VAD u odnosu na rotirajući nosač ima isto tako veliki uticaj na brzinu i efikasnost depozicije. Ovaj je uticaj ilustrovan na slikama 6 i 7. Slike se odnose na slučaj kada se depozicija čestica ostvaruje pomoću dva gorionika: jednog koji služi za depoziciju jezgra i drugog za depoziciju omotača predoblika.

Na slici 6 je prikazano kako pomeranje gorionika za depoziciju jezgra duž ose plamena (a) i po pravcu normalnom

na osu plamena (b) utiče na brzinu depozicije. Utvrđeno je [23] da se pomeranje po pravcu (b) u mnogo većoj mjeri održava na brzinu depozicije nego pomeranje po pravcu (a).



Slika 6.: Zavisnost brzine depozicije od položaja gorionika za depoziciju jezgra. Ref. [23].

Na slici 7 je ilustrovan uticaj položaja gorionika za depoziciju jezgra na efikasnost depozicije. Primećuje se da se optimalno rastojanje povećava sa povećanjem protoka ga-

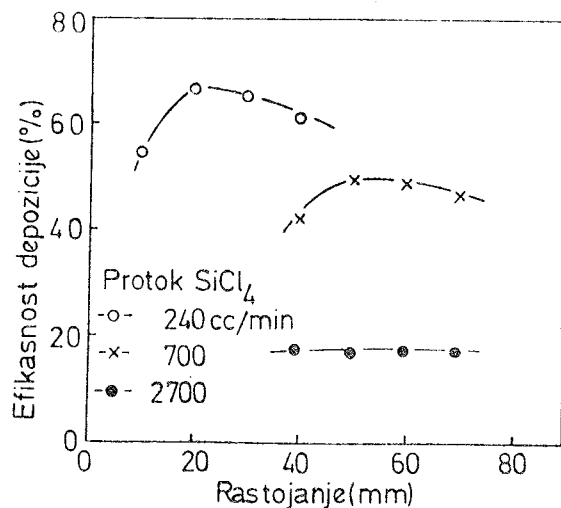
Tabela 2: Zapreminski protoci pojedinačnih gasnih struja kojima se napaja gorionik za VAD. Ref. [25].

Vrsta gasa	protok u l/min
azot	0,8
azot	0,4
vodonik	5,4
kiseonik	2,7
SiCl_4	0,4
GeCl_4	0,2

soвите smeše reaktanata. S druge strane, efikasnost depozicije postaje neodvisna od rastojanja između gorionika i nosača predoblika za protoke gasovite smeše reaktanata koji su iznad 2700 cc/min, [23].

Uticaj konfiguracije pojedinačnih gasnih struja u kiseonično-vodoničnom gorioniku i promjene njihovih brzina isticanja (pri konstantnim zapreminskim protocima koji su navedeni u Tabeli 2) na brzinu procesa depozicije može

se pratiti na slici 8, čiji su autori [25]. Zapaža se da brzina depozicije narasta sa povećanjem brzine isticanja vodonika sve do jedne određene vrednosti. Nakon toga, svako dalje povećanje brzine isticanja vodonika (pri konstantnom zapreminskom protoku) negativno utiče na brzinu procesa.



Slika 7.: Zavisnost efikasnosti depozicije od položaja gorionika za depoziciju omotača. Ref. [23].

Autori [25] ne navode, međutim, razlog zbog čega su brzine depozicije izmerene u njihovim eksperimentima gotovo za red veličine manje od sadašnjih najboljih vrednosti.

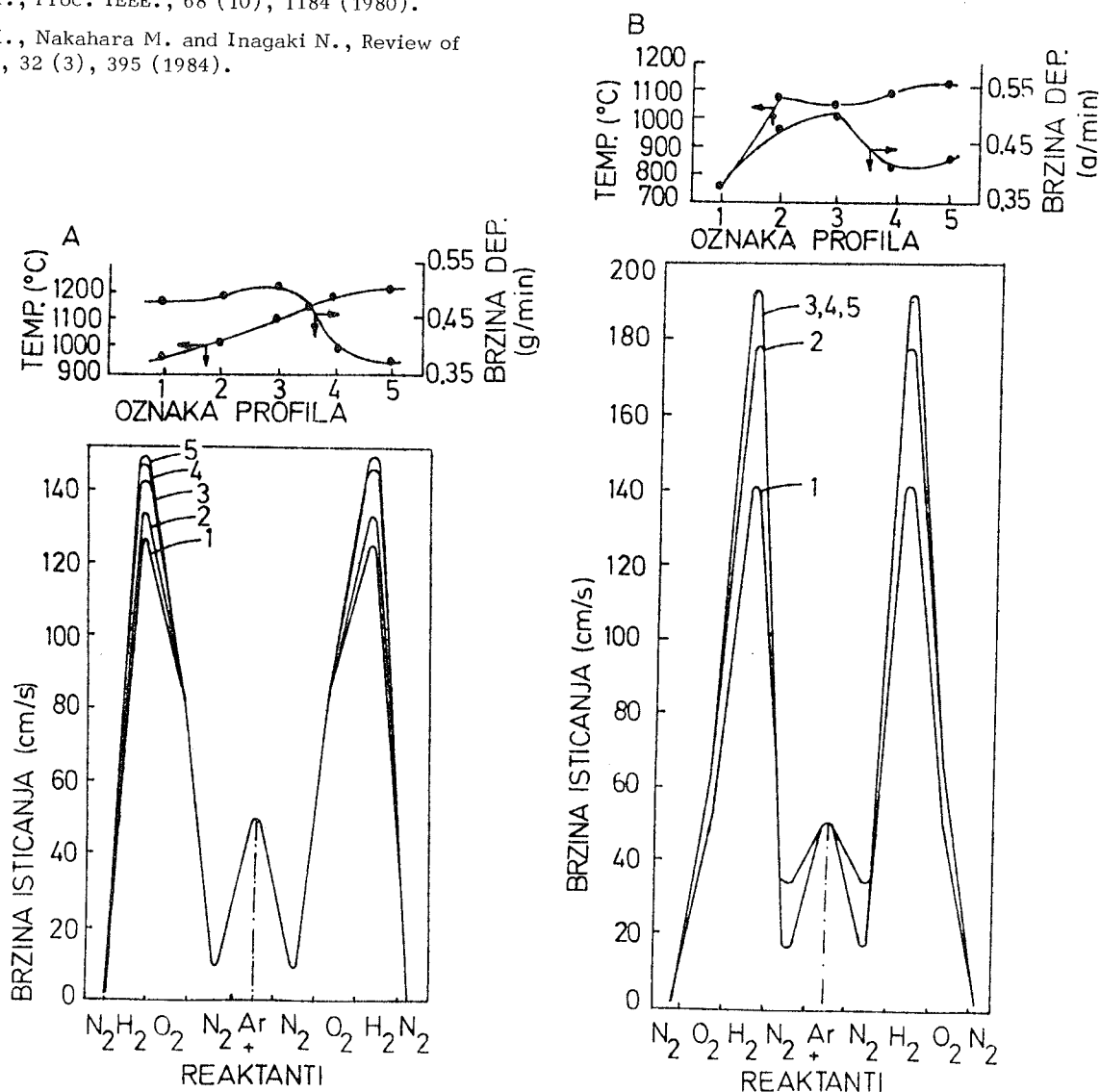
4. ZAKLJUČAK

U radu je opisan mehanizam depozicije finih čestica oksida, iz plamena gorionika za VAD na rotirajući nosač, i izvršena je analiza osnovnih parametara koji utiču na brzinu procesa depozicije. Prikupljeni podaci poslužiće kao osnova za konstruisanje gorionika za VAD.

6. LITERATURA

- 1 Kevorkijan M.V., Elektrotehnika, 34 (10), 6 (1985).
- 2 Kevorkijan M.V., Elektrotehnika, 34 (11), 13 (1985).
- 3 Kevorkijan M.V., Elektrotehnika, 34 (9), 12 (1985).
- 4 Suda H., Shibata S. and Nak M., Electron. Lett., 21 (1), 29 (1985).
- 5 Suda H., Shibata S. and Nakahara M., Electron. Lett., 21 (24), 1123 (1985).
- 6 Koichi I., IEEE. J. Quantum Electronics, QE-18 (10), 1424 (1982).
- 7 Chida K., Hanawa F. and Nakahara M., Review of the ECL, 32 (3), 404 (1984).

- 8 Miya T., Nakahara M. and Inagaki N., Review of the ECL, 32 (3), 411 (1984).
- 9 Hiroshi M., IEEE. J. Quantum Electronics, QE-17 (6), 835 (1981).
- 10 Kawachi M., Sudo S., Shibata N. and Takao E., Jap. J. Appl. Phys., 19 (2), L 69 (1980).
- 11 Edahiro T., Kawachi M., Sudo S. and Tomaru S., Jap. J. Appl. Phys., 19 (11), 2047 (1980).
- 12 Izawa T., Proc. IEEE., 68 (10), 1184 (1980).
- 13 Chida K., Nakahara M. and Inagaki N., Review of the ECL, 32 (3), 395 (1984).
- 19 French G.W., Laurel J.P. and Foertmeyer, V.A., J. Phys. Chem., 82, 2191 (1978).
- 20 Powers R.D., J. Am. Ceram. Soc., 61 (7-8), 295 (1978).
- 21 Ulrich G.D., Combust. Sci. Technol., 4 (2), 47 (1971).
- 22 Mason E.A. and Chapman S., J. Chem. Phys., 36 (3), 627 (1962).



Slika 8.: Uticaj konfiguracije pojedinačnih gasnih struja u kiseonično-vodoničnom gorioniku i promene njihovih brzina isticanja na brzinu procesa depozicije. Ref. [25].

- 14 Sudo S., Kawachi M., Edahiro T. and Chida K., Electron. Lett., 16 (4), 152 (1980).
- 15 Imoto K. and Sumi M., Electron. Lett., 17 (15), 525 (1981).
- 16 Izawa T., Miyashita T. and Hanawa F., US. Pat. 4 062 665 (1977).
- 17 Fujiwara K., Tanaka G. and Kurosaki S., US. Pat. 4 135 901 (1979).
- 18 Izawa T., Kuwabara T., Masuda Y. and Kameo Y., US. Pat. 4 224 046 (1980).
- 23 Suda H., Chida K. and Sudo S., Review of the ECL, 32 (3), 418 (1984).
- 24 Mizushina T. and Ogino F., Transport Phenomena, Secs. 1 and 4, Sangyo Tosho Inc. (1981).
- 25 Raychandhuri, S. and Biswas R.D., J. Am. Ceram. Soc., 4, C 57 (1984).

Adresa autora: Mr Varužan Kevorkijan
 Institut Jožef Stefan
 Jamova 39
 61000 LJUBLJANA

UPORABA ELEKTRONIKE



UPOTREBA ELEKTRONIKE

NAČRTOVANJE VEZIJ S TMOS MOČNOSTNIMI MOSFET TRANZISTORJI

Kim Gauen

Prispevek je nadaljevanje prevoda uporabniškega sestavka "Application Note AN-913" iz 38. številke Informacije MIDEM, ki ga je posredovala za objavo Elektrotehna TOZD Elzas iz Ljubljane.

5. KRMILJENJE MOČNOSTNIH MOSFET TRANZISTORJEV

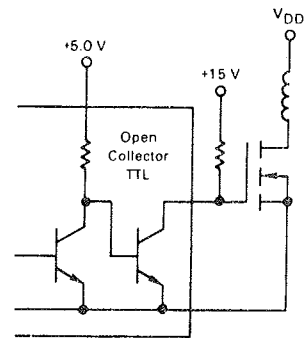
TMOS močnostne tranzistorje lahko neposredno krmilimo s CMOS vezji ali TTL vezji z odprtim kolektorjem, vendar s tem zgubimo na hitrosti zaradi polnilnega toka, ki ga zahteva parazitna vhodna kapacitivnost in omejene sposobnosti dajanja oziroma sprejemanja toka teh vezij. Izhodna upornost vezij, ki krmilijo vrata in vhodna kapacitivnost MOSFET vezij ali C_{iss} tvorita RC časovno konstanto, s katero lahko približno določimo čas vzpona in padca napetosti vrat (t_r ali $t_f = 2,2 RC_{iss}$). Ker se vhodna kapacitivnost MOSFET vezij precej spreminja v odvisnosti od površine čipa, bo neko krmilno vezje preklopilo manjše tranzistorje, kot na primer MTP5N06, hitreje kot večje, na primer MTM 15N40.

5.1. Krmiljenje vrat s TTL vezji

Krmiljenje močnostnih MOSFET tranzistorjev neposredno s TTL vezji brez dodatnih vezij v splošnem ni običajno. V tem primeru je razpoložljiva napetost približno 3,5V, kar ni zadosti, da izkrmilimo MOSFET tranzistor v ohmsko območje. Nekoliko boljše razmere dobimo, če uporabimo pripenjalne upore na TTL izhodih, s čimer zagotovimo 5V napajanje, toda celo polnih 5V na vratih ne garantira, da bo MOSFET tranzistor prevajal vsaj polovico predpisanega toka ponora.

TTL vezje z odprtim kolektorjem in pripenjalnim uporom, ki je vezan na 10V do 15V napajanje, zagotavlja trenutni izklop napetosti na vratih in zagotovi zadostno napetost vrat, ki popolnoma odpre MOSFET tranzistor (slika 17). Vklon ni tako hiter, ker mora biti pripenjalni upor dimenzioniran za omejevanje izgubne moči v spodnjem TTL iz-

hodnem tranzistorju. Pri obravnavi dinamičnih izgub, ki nastopajo pri preklapljanju induktivnega bremena, je čas



Slika 17: Krmiljenje TMOS tranzistorja s TTL vezjem, ki ima odprt kolektor

padca napetosti na vratih bolj kritičen kot čas vzpona zaradi faznih razmerij med tokom ponora in napetostjo ponor - izvor. Slika 18 kaže vezje, ki omogoča hitrejši vklop in hkrati zmanjša izgubo moči v TTL vezju.

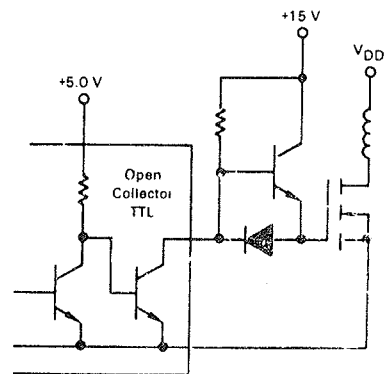


FIGURE 18 — Open Collector TTL-MOS Interface for Faster Turn-on and Reduced Power Dissipation

Slika 18: Vmesno vezje med TTL vezjem z odprtim kolektorjem in TMOS tranzistorjem, ki poveča hitrost vklopa in zmanjša izgubno moč

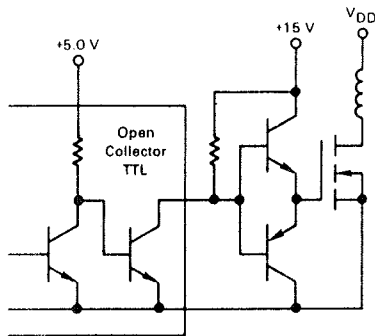
Kadar spodnji tranzistor v izhodni stopnji TTL vezja prevaja, stakne vhodno kapacitivnost MOSFET tranzistorja na maso, zato modeliranje bipolarnega vezja kot vezja v nasičenju ni primerno. Zmožnost sprejemanja toka TTL ve-

zij na njihovem izhodu v nizkem stanju je omejena z ojačevalnim faktorjem tranzistorja, ki prevaja in z razpoložljivim baznim tokom, ki zavisi od vrste proizvodnje in TTL družine. Tabela 2 kaže toke izvorov in sposobnosti sprejemanja toka za različne TTL družine.

Family	Output Drive	
	High (Source)	Low (Sink)
74LS00	0.4 mA	8.0 mA
7400	0.8 mA	16 mA
9000	0.8 mA	16 mA
74H00	1.0 mA	20 mA
74S00	1.0 mA	20 mA

Tabela 2: Zmožnost oddaje in sprejema toka TTL vezij na njihovem izhodu

Čeprav je vršna zmožnost sprejemanja toka pri TTL vezjih lahko tudi dvojna vrednost stalnega toka, lahko dosežemo hitrejši izklop z uporabo dodatnega tranzistorja, ki pripne vrata na maso (slika 19). V tej vezavi delujejo bipolarna vezja kot emitorski sledilniki. Kot takšni nikoli ne zaidejo v območje zasičenja, pa zato pripadajoči čas skladiščenja naboja ne vplivajo bistveno na mejo preklopne frekvence.



Slika 19: Krmiljenje komplementarnega emitorskega sledilnika s TTL vezjem, ki ima odprt kolektor.

5.2. Krmiljenje vrat s CMOS vezji

Krmiljenje močnostnih MOSFET tranzistorjev neposredno s CMOS vezji prinaša prednosti in slabosti. Morda najbolj važno je, da lahko napajamo CMOS vezje in MOSFET tranzistorje iz istega izvora 10 do 15 voltov. Napetost vrat pri najmanj 10V zagotovi, da lahko MOSFET tranzistor deluje v ohmskem območju, ko prevaja predpisani stalni tok. Ta prednost omogoča načrtovalcu, da direktno poveže CMOS vezja s TMOS vezji brez dodatnih zunanjih

pripenjalnih uporov. Seveda se enostavnost teh vezij odraža v počasnejšem preklapljanju MOSFET tranzistorjev zaradi omejitve toka izvora in zmožnosti sprejemanja toka CMOS vezij. Tabela 3 primerja izhodne toke standardnih komercialnih CMOS logičnih vrat s standardnimi CMOS vmesniškimi vezji (MC 14049, 14050). Vidimo, da je sposobnost sprejemanja toka vmesniških vezij precej večja od tiste pri standardnih CMOS vratih, kar pa ni primer za tok izvora. Podatki v tabelah 2 in 3 kažejo tok, pri katerem vezje še vzdržuje izhodno napetost znotraj ustreznega logičnega nivoja za dano logično stanje. Na primer pri $V_{DS} = 15V$ bodo standardna CMOS logična vrata dajala na izhodu tipično 8,8 mA v visokem stanju, ne da bi njihov izhod padel pod 13,5V.

Če stikalna hitrost CMOS vmesniških vezij ni zadosti velika, je priporočljivo uporabiti diskretna vmesniška vezja, ki se uporabljajo v povezavi s TTL vezji (sliki 18 in 19) za povezavo CMOS in TMOS vezij. Edina razlika je, da pri CMOS vezjih niso potrebni pripenjalni upori. Naslednja razlika pri teh dveh tehnologijah, ki lahko vpliva na maksimalno vrednost preklopne frekvence, nastopa zaradi tipično hitrejših preklopnih časov TTL logičnih vrat.

5.3. Krmiljenje vrat z ostalimi vezji

V določenih primerih je koristno uporabiti impulzne transformatorje za krmiljenje vrat močnostnih MOSFET tranzistorjev. Ti omogočajo izoliranje pri krmiljenju mostičnih vezij ali pri krmiljenju N-kanalnih MOSFET-tranzistorjev, ki krmilijo ozemljeno breme. Najbolj preprosti primer takšnega vezja je prvo vezje v tabeli 4, kjer so podani časi vzpona, padca in zakasnitve za to in ostala vezja.

Dioda v vezju 1 je prisotna za omejitev napetosti, ki se pojavi na krmilnem tranzistorju Q1. Transformator ima ustrezno število ovojev s prestavnim razmerjem 1 : 1. Na sekundarju se tako pojavi ustrezna napetost, če je na primarju 15V. Problem, ki tu nastane, je vpliv oblike impulza na velikost V_{GS} , ker mora biti vsota zmnožkov napetosti in časa v intervalu odprtja in intervalu zaprtja enaka nič. Slika 20 kaže, da povečanje dolžine impulza zmanjša maksimalno napetost med vrati in izvorom. Če dolžina impulza preseže 33 % celokupne dolžine impulza, bo padla pri primarni napetosti 15V vršna napetost vrat pod 10V in lahko celo pade na točko, kjer vezje ne deluje več v ohmskem območju. Povečanje primarne napetosti

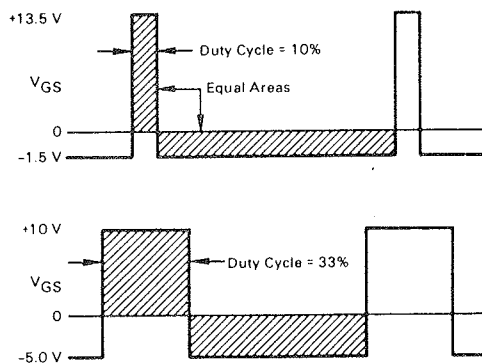
na 20 voltov bo povečalo maksimalno dovoljeno vrednost čistega impulza.

Osnovna topologija vezja 1 ima omejitve maksimalne in minimalne širine impulza, kar je dodatna zahteva k zmno-

		V_{DD}	B-Series Gates (MC14001CP)		CMOS Buffers (MC14049, 14060CP)	
			Min (mA)	Typ (mA)	Min (mA)	Typ (mA)
Current Source Capability	$V_{OH} = 2.5\text{ V}$	5.0 V	-2.1	-4.2	-1.25	-2.5
	$V_{OH} = 9.5\text{ V}$	10 V	-1.1	-2.25	-1.25	-2.5
	$V_{OH} = 13.5\text{ V}$	15 V	-3.0	-8.8	-5.75	-10
Current Sink Capability	$V_{OL} = 0.4\text{ V}$	5.0 V	0.44	0.88	3.2	6.0
	$V_{OL} = 0.5\text{ V}$	10 V	1.1	2.25	8.0	16
	$V_{OL} = 1.5\text{ V}$	15 V	3.0	8.8	24	40

Tabela 3: Zmožnost oddaje in sprejema toka CMOS vezij

žku napetosti in časa. Tok v primarnem navitju se lahko vzpne na previsoko vrednost zaradi magnetnega zasičenja, posebno v manjših impulznih transformatorjih, če je širina impulza prevelika. Na drugi strani pa lahko zelo kratek impulz povzroči dva različna problema. Prvič transformatorjeva stresana induktivnost lahko omeji zmožnost dajanja toka v času intervala odprtja pri zelo majhnih impul-



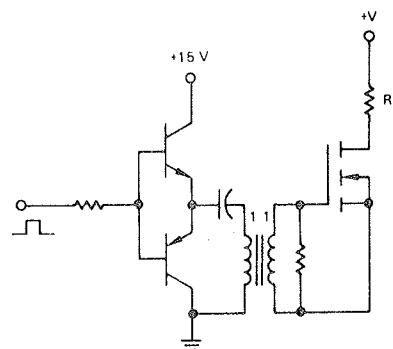
Slika 20: Sprememba V_{GS} v odvisnosti od oblike impulzov v impulznem transformatorskem krmilniku vrat

znih širinah. Drugič, impulz mora biti dovolj širok, da lahko tok magnetiziranja (I_m) hitro naraste, ker shranjena energija (določena je s tokom v magnetilni induktivnosti) zagotovi krmiljenje za MOSFET vrata. Če želimo odpraviti problem magnetilnega toka, ki se spreminja s širino impulza in izboljšati krmiljenje pri izklopu, uporabimo vezje na sliki 21.

Nekoliko spremenjena oblika osnovnega transformatorskega vezja za krmiljenje vrat, ki smo ga pravkar opisali, je dodatek Zenerjeve diode zaporedno s pripenjalno diodo (vezje 2). Zenerjeva dioda omogoča, da se pojavi na primarju dodatna napetost, kadar izključimo Q1. Ta na-

petost inducira na sekundarju večji napetostni nivo resetiranja in s tem bolj hitro zaporo vrat. Jasno je, da so pri tem vezju lastnosti čistega impulza, impulzne širine in frekvenčne meje sorodne tistim pri vezju 1.

Vezje 3 je zelo podobno vezju 1 z razliko, da so upornosti v tokokrogu vrat povečane in je ena premoščena z diodo. Namen tega vezja je povečati hitrost vklopa MOSFET



Slika 21: Vežje za odpravo vpliva spremembe I_m v odvisnosti od širine impulza

tranzistorja, medtem ko ostane izklop počasen. Vhodna kapacitivnost MOSFET tranzistorja se naenkrat napolni preko diode, izprazniti pa se mora preko dveh relativno visokih upornosti. To zmanjša inducirano napetost in ostane neželene pojave, ki spremljajo zelo hitre izklope.

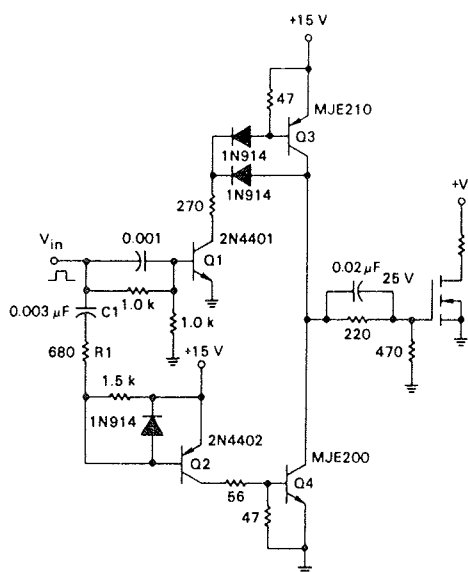
V vezju 4 je uporabljen za krmiljenje vrat MOSFET tranzistorja neke vrste protitaktni pretvornik. Ko začne Q1

krmilnih vezij vrat TMOS vezij

		Gate Switching Times (ns)				Drain Switching Times (ns)				
		Turn-on Delay (V _{in} vs V _{g1})	Turn-on Rise Time	Turn-off Delay (V _{in} vs V _{g1})	Turn-off Fall Time	Turn-on Delay (V _{in} vs V _{g2})	Turn-on Fall Time	Turn-off Delay (V _{in} vs V _{g2})	Turn-off Rise Time	
Circuit 1 Simple Pulse Transformer		15	86	36	230	25	25	185	20	
Circuit 2 Pulse Transformer w/Flyback Zener*		15	90	26	190	30	25	125	36	
Circuit 3 Pulse Transformer w/Speed-up Diode		With Diode D1	30	95	220	1250	60	35	640	230
		Without Diode D1	50	1500	280	1100	220	340	660	230
Circuit 4 Quasi Push-Pull Transformer Drive		15	85	40	230	30	25	160	35	
Circuit 5 Standard Opto-Coupling Circuit		3900	460	1600	140	4000	80	1750	20	
Circuit 6 High B.W Opto-Coupling Circuit		3700	420	450	120	3800	76	620	20	
Circuit 7 High Performance Push-Pull Circuit		20	60	25	30	30	20	45	15	

prevajati, inducira napetost 10V na nižjem od dveh primarnih navitij (N_2) enak potencial. Napetost na sekundarju je zaradi razmerja $2 : 1 (N_1 + N_2 / N_3)$ enaka primarni napajalni napetosti. Pri izklopu se potencial na N_2 obrne in je preko diode D1 pripet na 10V. Sedaj napetost na N_2 inducira napetost na navojih N_1 , zaradi česar se potencial na sekundarni strani obrne, amplituda pa še vedno ostane 10V. Če je širina impulza zadosti velika, da generira zadostni magnetilni tok, ima to vezje dobre sposobnosti sprejemanja toka.

Z optospojniki ločeni vezji za krmiljenje vrat vidimo na slikah 5 in 6. Vezje 5 je eden od najbolj običajnih načinov nizkoimpedančnega krmiljenja iz izhoda optospojnika. Slabost pri njem so velike preklopne zakasnitve, ki omejujejo delovno frekvenco. Te zakasnitve povzročajo optospojnik, njihove vrednosti pa določajo izhodna bremena fototranzi-



Slika 22: Protitaktna vezava za vezji 7 in 8

storja. Če to impedanco zmanjšamo, kot kaže slika 6, je zakasnitev pri izključitvi vrat bistveno manjša. Poleg obsežnosti teh vezij, posebej vezja 6, mora bipolarni tranzistor Q2 ves čas, dokler je MOSFET izključen, prevajati. Izgubna energija pri teh dveh krmilnih vezjih je lahko pri nizkem impulznem razmerju prevelika, če opazujemo vezje s stališča učinkovitosti.

Vezji 7 in 8 sta podobni verziji vezja, ki ima zelo dobre lastnosti. Protitaktna vezava bipolarnih tranzistorjev omogoča krmiljenje vrat, kot prikazuje slika 22. Vklon MOSFET tranzistorja nastopi ob pozitivnem prehodu vhodnega impulza. Q1 začne prevajati in zagotavlja za htevani

bazni tok za Q3, ki ima Bakerjevo pripenjanje, s čimer je zmanjšan čas vskladiščenja naboja pri izklopu. Obe vezji imata zelo dobre vklopne čase zaradi nizkoimpedančnega dela med napajalnim izvorom in vrati MOSFET tranzistorja.

Izklop nastopi, ko se padajoči rob vhodnega impulza diferencira s serijsko kombinacijo R1 in C1 in s tem vključi tranzistor Q2. Bazni tok teče v Q4, s čimer pripne vrata na maso ali na negativni potencial. Čas trajanja pripenjalnega intervala lahko naravnamo s spremembo vrednosti RC vezja. Preden se pojavi naslednji vhodni impulz, bo MOSFET ostal izključen zaradi 470 ohmske upornosti vrata - izvor.

Vezja 9 do 12 so primeri povezave TTL vezij s TMOS močnimi MOSFET tranzistorji. Vezje 9 ima zelo enostavno povezavo med odprtim kolektorjem vezja SN74LS05 in MTP12N10. Hitrost izklopa je glede na enostavnost vezja zadovoljiva, medtem ko je vklopna hitrost slaba zaradi velike vrednosti R1, ki služi za zaščito vezja pred prevelikimi izgubnimi močmi, kadar je TTL vezje v nizkem logičnem stanju. Če vezemo tri takšna vezja paralelno (vezje 10), zmanjšamo vse pripadajoče preklopne čase skoraj za faktor dveh tretjin.

V vezju 11 sta uporabljeni dve od šestih ojačevalnih vezij v SN7407 in povezani paralelno, dodan pa je še pripenjalni upor. Vrata MOSFET tranzistorja so povezana s kolektorjema visokonapetostnih (30V) izhodnih tranzistorjev v TTL vezju. Preklopni časi so sprejemljivi glede na enostavnost vezja.

Možna je tudi uporaba vezja SN7407, kot smo že omenili, za krmiljenje diskretnih komplementarnih emitorskih sledilnikov (vezje 12). Če zmanjšujemo vrednost pripenjalnega upora R1, se povečuje vklopna hitrost, seveda na ceno povečanja izgubne moči pri izklopu vrat.

V vezju 13 je paralelno povezanih vseh šest inverterjev vezja MC 14049UB. Ker tukaj pripenjalni upor ni nujno potreben, so izravnave tokovne sposobnosti oddajanja in sprejemanja CMOS ojačevalnih vezij. Če ni pripenjalnega upora, je pričakovati daljši vklopni čas, toda vezje je bolj učinkovito, ker CMOS vezje ne rabi sprejemati toka, ki bi tekkel skozi R1, kadar so izhodi CMOS vezja v nizkem stanju. Tukaj je uporabljenih šest paralelno vezanih invertorjev za ceno počasnejšega preklapljanja.

Različna integrirana vezja, ki so bila prvotno namenjena za drugo uporabo, so nekateri načrtovalci priredili za enostavno in učinkovito krmiljenje MOSFET vrat. Eno izmed takšnih vezij je MC1472, dvojno periferno krmilno vezje, ki je namenjeno za povezavo MOS logike z bremenii, ki trošijo veliko toka kot so: releji, lučke in kladiivca tiskalnikov. Ker lahko sprejme vsak od dveh izhodnih tranzistorjev 300 mA toka, so časi izklopa MOSFET vezij kratki, če jih rabimo za krmiljenje vrat.

Vklopni časi so kratki tudi v vezju 14, ker je vrednost R1 tako nizka, da komajda ovira tok med polnjenjem MOSFET vhodnih kapacitivnosti. Prednost zagotovitve velikega toka je možna zaradi tokov, ki tečejo, kadar je izhod vezja MC1472 v nizkem stanju, kar izklopi MOSFET tranzistor. Dejansko za 25 ohmski pripenjalni upor in $V_{CC1} = 15V$ ta tok doseže sposobnost sprejemanja toka dva izhodna tranzistorja v vezju. Naslednji primeri integriranih vezij, ki se uporabljajo za krmiljenje vrat močnostnih MOSFET tranzistorjev so: MMH0026 - dvojni MOS krmilnik ure, MC 1555 časovnik, TL494 - krmilno vezje za impulzno širinsko modulacijo, MC 75451 - periferno krmilno vezje. Bolj ko MOSFET tranzistorji pridobivajo na pomenu, več se bo pojavilo zanje tudi krmilnih vezij.

6. TEMPERATURNO ODVISNE KARAKTERISTIKE

6.1. Prevodna upornost $r_{DS(on)}$

Kadar načrtujemo vezja z močnostnimi MOSFET tranzistorji, moramo upoštevati spremembe temperature na spoju in njihov vpliv na prevodno upornost $R_{DS(on)}$. Ker se prevodna upornost spreminja približno linearno s temperaturo, lahko uporabimo temperaturni koeficient, ki opisuje to relacijo. Na primer tehnični podatki za vezje MTM8N15 vključujejo diagram na sliki 7, ki podaja razmerje med temperaturo $r_{DS(on)}$ in I_D . Pri $I_D = 8,0A$ je temperaturni koeficient:

$$\frac{r_{DS(on)}}{T_J} = \frac{0,74 - 0,48}{100 - 25^{\circ}C} = 0,0035 \Omega/^{\circ}C$$

Če uporabimo $0,0035 \Omega/^{\circ}C$ lahko enostavno izračunamo $r_{DS(on)} = 0,83 \Omega$ za $I_D = 8,0A$ in $T_J = 125^{\circ}C$. Temperaturni koeficient se spreminja glede na proizvodnjo šaržo, toda prevodna upornost se približno podvoji med $T_J = 25^{\circ}C$ do $125^{\circ}C$.

Ker pri bipolarnih tranzistorjih statične izgube ne naraš-

čajo bistveno s povečanjem temperature, kažejo v tem oziru največjo prednost pred MOSFET tranzistorji, ki imajo sicer nižjo prevodno napetost.

6.2. Preklopne hitrosti se ne spreminjajo v odvisnosti od temperature.

Visoke temperature spoja povdarjajo eno od najbolj železnih karakteristik MOSFET tranzistorjev, to je nizke dinamične ali preklopne izgube. Pri bipolarnih tranzistorjih povečanje temperature podaljša preklopne čase, kar poveča dinamične izgube. Na drugi strani termične spremembe nimajo velikega vpliva na preklopne hitrosti močnostnih MOSFET tranzistorjev. Te hitrosti zavisijo od tega, kako hitro se lahko napolnijo ali izpraznijo vhodne kapacitivnosti. Ker so vrednosti teh kapacitivnosti temperaturno dokaj nespremenljive, se tudi preklopne hitrosti ne spreminjajo. Če torej narašča temperatura, ostajajo dinamične izgube MOSFET tranzistorjev nizke in nespremenljive, medtem ko se pri bipolarnih tranzistorjih statične izgube povečujejo s povečanjem temperature spoja.

6.3. Napetost praga

Napetost vrat, pri kateri začenja MOSFET prevajati, to je napetost praga, je tudi temperaturno odvisna. Njena sprememba v odvisnosti od T_J je linearna, kar kažejo vsi tehnični podatki. Ker ima negativni temperaturni koeficient, napetost praga pade za okoli 10 % za vsako povečanje temperature spoja za okoli $45^{\circ}C$.

6.4. Pomen $T_{J(max)}$ in odvajanje toplote

Ohišji, v kateri v splošnem vgrajujemo TMOS čipe, sta: TO-220 AB in TO-204/prej TO-3. Vrednosti moči vezij v teh ohišjih se gibljejo od 40 do 250 watov, kar zavisijo od velikosti čipov in vrste materiala, ki odvaja toploto. Ti dve vrednosti sta skoraj brez pomena, če ne predvidimo dodatno odvajanje toplote. Brez dodatnega odvajanja toplote lahko TO-204 in TO-220 trošita le okrog 4,0 in 2,0 wata moči ne glede na velikost.

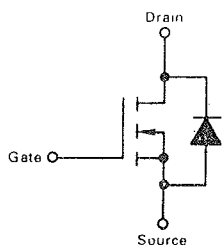
Ker zanesljivost čez daljše obdobje upada z naraščanjem temperature spoja, T_J naj ne bi prekoračil maksimalne vrednosti $150^{\circ}C$. Stalno obratovanje nad $150^{\circ}C$ lahko povzroči nenadno, katastrofalno odpoved, posebej, če je tranzistor podvržen dodatnim termičnim stresom. Vrednost $T_{J(max)} = 150^{\circ}C$ je običajno izbrana kot varen kompro-

mis med zanesljivostjo čez daljše obdobje in maksimalnimi izgubami moči. Motorola ravno kar izvaja test zanesljivosti pri $T_J = 200^{\circ}\text{C}$, da bi dognala, če je ta temperatura sprejemljiva $T_{J(\text{max})}$ vrednost za TO-204 ohišje.

Dodatno lahko ustrezno odvajanje toplote zmanjša statične izgube v močnostnem MOSFET z zmanjšanjem prevodne upornosti $r_{DS(\text{on})}$, ker se zaradi pozitivnega temperaturnega koeficienta precej spreminja v odvisnosti od kvalitete hladilnega telesa. Dobro hladilno telo bo zmanjšalo temperaturo spoja, kar bo zmanjšalo $r_{DS(\text{on})}$ in statične izgube.

7. DIODA PONOR - IZVOR

"Parazitna" dioda ponor - izvor je neločljivo povezana z večino močnostnih MOSFET tranzistorjev in z vsemi TMOS tranzistorji. Slika 1 kaže v preseku TMOS čipa P-N spoj, ki ga formira P-območje in N-epitaksialna plast. Zaradi svoje obsežne površine spoja, so vrednosti toka diode enake kot vrednosti stalnega in impulznega toka za MOSFET. Za N-kanalni TMOSFET na sliki 23 je ta dioda polarizirana

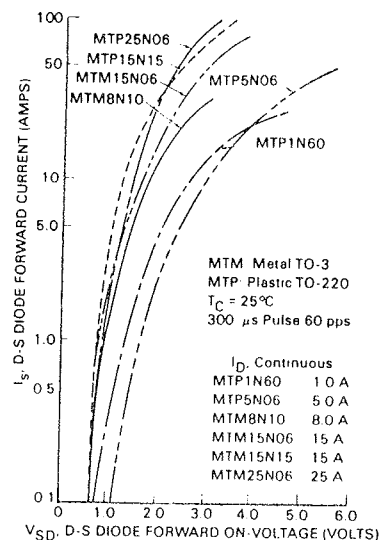


Slika 23: Simbol N-kanalnega močnostnega MOSFET tranzistorja, ki vključuje parazitno diodo med ponorom in izvorom

v prevodni smeri, kadar je izvor na pozitivnem potencialu z ozirom na ponor. Ker je ta dioda lahko dokaj pomemben element, Motorolini tehnični podatki za načrtovanje določajo tipične vrednosti za prevodno napetost, čas vklopa in čas izklopa. Prevodne karakteristike diod ponor - izvor različnih TMOS močnostnih MOSFET tranzistorjev so prikazane na sliki 24.

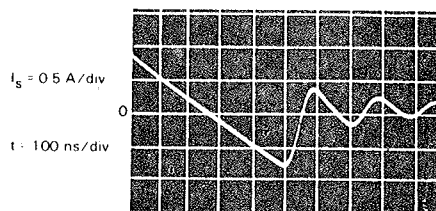
Večina usmerjevalnih elementov, izjema so Schotky-jeve diode, imajo karakteristike v povratni smeri, kot kaže slika 25. Kadar teče v standardno diodo prevodni tok, se tvori gradient nosilcev na tisti strani spoja, ki ima visoko upornost, kar se odraža z navideznim kopičenjem naboja.

V primeru nenadne uporabe diode v zaporni smeri nabran naboj povzroči negativni tok v času t_{rr} , dokler naboj ne izgine.



Slika 24: Prevodne karakteristike diod med ponorom in izvorom pri močnostnih MOSFET tranzistorjih

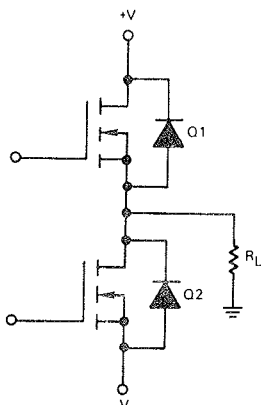
Na t_{rr} in na vskladiščen naboj vpliva velikost toka in sprememba toka od vrednosti v prevodni smeri do maksimalne vrednosti v zaporni smeri. Če jih testiramo pod enakimi pogoji, ima parazitna dioda izvor - ponor TMOS tranzistorja t_{rr} podoben času hitrega usmernika.



Slika 25: Reverzna karakteristika diode med ponorom in izvorom za MTM 15N15

Pri mnogih uporabah dioda ponor - izvor nikoli ni polarizirana v prevodni smeri in ne vpliva na delovanje vezja. Seveda pri večtranzistorskih vezjih, kot na primer pri vezju na sliki 26, parazitne diode igrajo važno in uporabno vlogo. Vsak tranzistor je tako varovan pred previsoko povratno napetostjo ne z njegovo lastno diodo ponor - izvor, ampak z diodo komplementarnega tranzistorja. Za ilustracijo predpostavimo, da Q2 na sliki 26 prevaja. Q1 je izključen in tok teče z mase skozi breme v Q2. Kadar se Q2

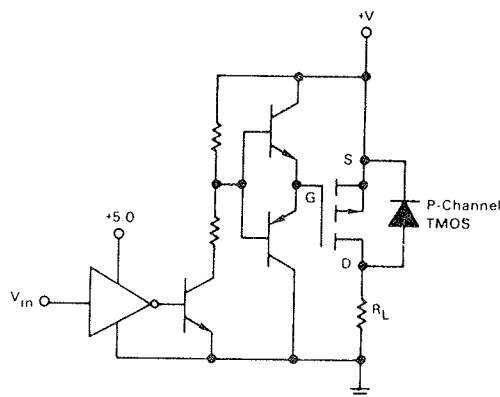
izključi, se tok preusmeri v diodo ponor - izvor tranzistorja Q1, ki pripne induktivni sunek na napetost V_+ . Na enak način D2 zaščiti Q1 v času njegove izključitve.



Slika 26: CMOS vezje s parazitnima diodama med ponorom in izvorom

Opozoriti je potrebno, da ima dioda ponor - izvor močnega MOSFET tranzistorja podobno kot vse diode, razen Schotky-jeve določeno zakasnitev pri prevajanju v prevodni smeri. Zaradi tega je možno, da je dioda ponor - izvor pri CMOS tranzistorjih prepočasna, da bi zaščitila kom-

proizvaja tudi P-kanalne močnostne MOSFET tranzistorje. Ker so nosilci toka v P-kanalnih vezjih luknje, ki imajo manjšo gibljivost kot elektroni pri N-kanalnih vezjih, je



Slika 27: Pretvornik nivoja za P-kanalni MOSFET, ki krmili ozemljeno breme

$r_{DS(on)}$ P-kanalnih MOSFET tranzistorjev vedno večja za dano velikost čipa in prebojno napetost med ponorom in izvorom. To ovira razvoj pravih komplementarnih vezij. Na primer, če želimo enako upornost v prevodni smeri, bodo neenake dimenzije čipa pogojevale razlike v vseh pa-

	P-Channel	N-Channel			Units	
	MTP8P10	MTP8N10	MTP10N10	MTP12N10		
Drain-Source Voltage (Max)	100	100	100	100	Vdc	
I_D	Continuous	8.0	8.0	10	12	Adc
	Pulsed	25	20	25	30	Adc
Max Power Dissipation	75	75	75	75	Watts	
Threshold Voltage	2.0 to 4.5	2.0 to 4.5	2.0 to 4.5	2.0 to 4.5	Vdc	
On-Resistance @ $I_D/2$ (Max)	0.4	0.5	0.33	0.18	ohms	
Transconductance (Min)	2.0	1.5	2.5	3.0	mhos	
Input Capacitance (Max)	1200	400	600	1200	pF	
Output Capacitance (Max)	600	350	400	500	pF	
Reverse Transfer Capacitance (Max)	180	100	80	250	pF	
Fall Time (Max)	150	120	150	150	ns	
Rise Time (Max)	150	60	50	100	ns	
Normalized Die Area	1.0	0.45	0.66	1.0	-	

Tabela 5: Komplementi za MTP8P10

plementarni tranzistor pred povratno napetostjo. Zaradi tega lahko trenutni preklopi takšnih konfiguracij zahtevajo drugačne pripenjalne sheme.

8. P - KANALNI MOČNOSTNI MOSFET TRANZISTORJI

Za komplementiranje nekaterih N-kanalnih vezij Motorola

parametrih, ki zadevajo površino čipa, kot so: kapacitivnosti, impulzne vrednosti toka, termična upornost in področje varnega obratovanja.

Vrsta uporabe določa, kateri parameter - pa naj bo to prevodna upornost, prebojna napetost med ponorom in izvorom, transkonduktanca, itd. - je potrebno obravnavati po-

drobneje. Tabela 5 primerja prikladne električne parametre tranzistorja MTP8P10 s tistimi pri N-kanalnih vezjih, ki so komplementarna. Poleg tega, da pokaže, da MTP8N10 ni vedno najboljši komplement za MTP 8P10, tabela tudi ugotavlja, da mora biti površina čipa P-kanalnih vezij približno dvakrat večja, da dosežemo prevodno upornost N-kanalnih vezij z enako vrednostjo $V_{(BR)DSS}$.

P-kanalni močnostni MOSFET tranzistor lahko poenostavi določena vezja na podoben način kot lahko to dosežemo s PNP bipolarnimi vezji. Enostavnost, ki jo dobimo z uporabo P-kanalnih tranzistorjev za preklapljanje ozemljenih bremen, lahko močno zniža ceno.

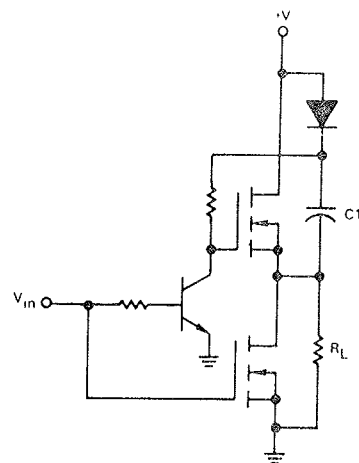
Na sliki 27 je izvor povezan na pozitivni napetostni izvor, ponor pa je povezan z bremenom. Kot takšen je MOSFET tranzistor izključen, kadar je $V_{GS}=0V$ in pričinja prevajati, kadar V_{GS} (negativna veličina) po absolutni vrednosti preseže napetost praga. Logični signal, ki ima normalno referenčno točko na masi, se mora uporabiti za krmiljenje vrat. Pretvornik nivoja, ki mu sledi diskretni emitterski sledilnik, lahko napaja ustrezne logične nivoje, medtem ko zagotavlja hitro preklapljanje.

Glavna težava pri krmiljenju N-kanalnih vezij, kot je emitterski sledilnik, je v zahtevi za pazljivo krmiljenje, ker potencial med izvorom in maso niha od mase do blizu pozitivne vrednosti napajalne napetosti. Vse krmilne sheme morajo nekako zagotoviti signal vrat, ki ima referenco na priključku izvora močnostnega MOSFET tranzistorja. Obstajajo trije načini za krmiljenje ozemljenih bremen s pomočjo N-kanalnih vezij. To so: "bootstrap" princip, uporaba impulznih transformatorjev in uporaba optospojnikov.

Enostavnost "bootstrap" principa omogoča uporabo v primerih, ko določene omejitve nimajo posledic oziroma se jih lahko nekako ognemo. "Bootstrap" vezje na sliki 28 generira zahtevani signal vrata - izvor. Eden glavnih problemov te topologije je v zahtevi, da breme ne more ostati v prevodnem stanju za neomejeno periodo časa, ker lahko končen naboj, ki je nabran v C1 s časom zgine. Naslednji problem je, da to vezje ne more preklapljati visokih napetosti, ker se C1 nabije na napajalno napetost in se ta potencial vtisne preko vrat do izvora. Na srečo so pri uporabah, ki zahtevajo ozemljena bremena, kot na primer v avtomobilski industriji, napajalne napetosti često kompatibilne z "bootstrap" metodo.

Z uporabo impulznega transformatorja lahko tudi dobimo zeleni signal med vrati in izvorom. Ta metoda je opisana v poglavju "Krmiljenje vrat močnostnih MOSFET tranzistorjev".

Uporabimo lahko svetlobni sklopnik, vendar rabimo še en izvor napajanja, ki ima svojo referenčno točko na izvoru MOSFET tranzistorja in napaja izhod optospojnika. Drugi priključek tega izvora mora biti prost, da lahko napetost naraste nad napajalno napetost ponora, kadar prične MOSFET tranzistor prevajati, kar zahteva da je napajanje v celoti izolirano od napajalnega vira ponora, ali pa da napajalno napetost generiramo iz te napetosti z metodo "bootstrap".



Slika 28: "Bootstrap" vezje za krmiljenje ozemljenega bremena z N-kanalnimi TMOS tranzistorji

9. ZAKLJUČEK

Jasno je, da dajejo prednosti in slabosti močnostnih MOSFET tranzistorjev tej tehnologiji določeno domeno uporabe. To so sistemi, ki vključujejo enostavna krmilna vezja in/ali zahtevajo visoke preklopne frekvence. Nekateri načrtovalci so naklonjeni močnostnim MOSFET tranzistorjem zaradi njihovih razširjenih FBSOA ali njihovih ostalih bolj specifičnih prednosti. V tem sestavku smo podali in raztolmačili najbolj splošne lastnosti, ki jih mora načrtovalec vezij s TMOS močnostnimi MOSFET tranzistorji dobro poznati. Ob upoštevanju teh priporočil je pričakovati odlične lastnosti in zanesljivost načrtovanih vezij.

Iz angleščine prevedel: Alojzij Keber, dipl.ing.

MIDEM
Titova 50
61000 LJUBLJANA

MATERIALI ZA ELEKTRONIKU

⌞

MATERIJALI ZA ELEKTRONIKU

REFERATI UVODNOG DELA OKRUGLOG STOLA "RAZVOJ I PROIZVODNJA DOMAĆIH MATERIJALA ZA ELEKTRONIKU"

Varužan Kevorkijan

Na okruglom stolu o razvoju i proizvodnji domaćih materijala za elektroniku održanom u Beogradu, 13. maja 1986. godine, u uvodnom delu saopšteno je nekoliko referata koji veoma sadržajno pokazuju stanje u našoj zemlji na ovom području, kao i planove i akcije neposredno zainteresovanih, iz industrije, za bližu budućnost. Zato ih ovake donosimo u nešto skraćenoj verziji:

Vlada Pantović, Ei - Niš - IRI Zemun

Rekao bih samo nekoliko reči, uglavnom o substituciji na području pasivnih komponenata jer očekujem da će drugovi koji se u Ei-u bave aktivnim komponentama reći nešto više o stanju na tom području ...

Ako govorimo o pastama plemenitih metala, ja bih želeo da kažem bez da se to pretvori u hvaljenje, da smo mi do sada substituisali materijala iz uvoza za oko 1,600.000 US\$.

Kada bude izvršena kompletna substitucija pasti, koje se sada uvoze, vrednost materijala zamenjenog domaćim iznosiće oko 11 starih milijardi din ...

Ervin Pirtovšek, Iskra Elementi, Ljubljana

Kao predstavnik proizvođača elektronskih elemenata, hteo bih samo napomenuti da naš proizvodni program obuhvata keramičke materijale za elektroniku, hibridna kola i keramičke kondenzatore. Osim toga, istakao bih da pri proizvodnji otpornika nailazimo na dosta poteškoća u vezi sa bakarnom žicom ...

Kod osvajanja domaćih materijala susrećemo se sa problemom cene koja je kod nas često znatno viša od uvozne. Osim toga, kvalitet domaćih materijala obično je lošiji od onih iz uvoza. U izvesnim slučajevima taj kvalitet upšte i ne zadovoljava zahteve elektronske industrije ...

Vlada Arandjelović, Ei - Fabrika poluprovodnika, Niš

Ja bih želeo da kažem par reči po pitanju materijala za

proizvodnju poluprovodnika i o programu celokupnosti daljeg razvoja mikroelektronike na nivou Jugoslavije.

Imajući u vidu pre svega da je na nivou Jugoslavije u okviru Poslovne zajednice poluprovodničara (Iskra, RIZ, Ei) odlučeno da se sastavi program razvoja jugoslovenske mikroelektronike do 1990, odnosno orijentirano i do 2000, kao i to da je neki koncept razvoja mikroelektronike akceptiran od strane SSNO-a, može se reći da se je pokazalo kao nemirovnost da pitanje poluprovodničkih materijala mora da dobije strateški značaj ne samo kod proizvođača poluprovodničkih i mikroelektronskih komponenata, već i kod onih industrija, pre svega hemijskih i metalurških koje to neminovno moraju da prate imajući u vidu da se u razvijenom svetu već stvara jedna posebna industrija koja ovu tehnologiju adekvatno prati ...

Ovom prilikom bih se ograničio samo na monokristalni silicijum, odnosno indirektno na pitanje polikristalnog silicijuma.

Polazna osnova je metalni silicijum kojeg proizvodi Elektrobosna Jajce. U okviru IHTM sa jedne strane i TMF-a u Beogradu sa druge strane, već pre devetak, petnaestak godina odnosno negde 1965-1967 godine razvijen je germanijum monokristal a zatim i silicijum monokristal. Germanijum je posle toga na neki način izgubio na značaju dok silicij i danas, kao takav, predstavlja veliki interes kako u Ei-u u saradnji sa IHTM-om tako i u Iskri, koja radi monokristalni silicijum u Trbovljah.

Mogu reći da je tehnologija dvoinčnog i troinčnog kristala kod nas u potpunosti razrešena što predstavlja jedan veliki domen tehničke, znanstvene i tehnološke afirmacije ekipe koja u Institutu IHTM radi na ovoj problematici i kod nas su stvoreni svi uslovi da se sa troinčnog predje na pet odnosno šestinčni monokristal, na kojem se praktično baziraju sve mikroelektronske tehnologije. To znači, ono što predstavlja krajnji domet ove oblasti je šestinčni ingot

za dvomikronsku odnosno jednomikronsku tehnologiju. Na IHTM-u se u ovom trenutku stvaraju potrebni uslovi, sa stanovišta opreme i energetike, da se udje u proizvodnju, odnosno razvoj šestinčnog monokristala silicijuma. S druge strane, na relaciji Iskra - Bi radjen je koncept da se celokupna proizvodnja kristala objedini na jednom mestu. U toliko pre, ako taj kristal može da bude realizovan u okviru Elektrobosne iz Jajca.

Toliko što se tiče monokristala.

Što se tiče ostalih materijala oni su, da tako kažem, manje spektakularni sa stanovišta finasijskog obsega, ako uzmemo da se silicijum monokristal već sada godišnje troši deset do dvanaest tona uz predviđanja da će 1990 godine potrošnja iznositi oko 25 tona. Vrednost tog uvoza iznosi oko 10 miliona dolara ili, više od 30 starih milijardi. Treba reći da od prilike i oprema za ovu proizvodnju ima red veličine oko dvesta do dvestapedeset milijardi starih dinara, po sadašnjem kursu.

Napomenuo bih da sa IHTM-om imamo saradnju i na području nekih drugih materijala. Pre svega to su spojevi GaAs i JnSb. Ponovo se radi i na Ge.

To su glavna područja saradnje sa IHTM-om. Dodao bih da po pitanju nekih drugih materijala (na pr. legura) saradjujemo sa borskim rudnikom i Institutom iz Bora i postižemo dobre rezultate.

Kazao bih još nekoliko reči i o karakterizaciji poluprovodničkih materijala. Razvoj i uvodjenje u praksu mernih metoda kojima se određuje kvalitet poluprovodničkih materijala trebalo bi da predstavlja jedan veoma važan interesantan posao za naučno-istraživačke institucije sa jedne strane i za sve institute koji prate ovaj program, sa druge strane. Ja bih želeo samo još da dodam, kako bih inicirao dalju diskusiju, da je sobzirom na nove snage koje imamo - prvi put i komitet za nauku i tehnologiju, sazrelo vreme da kada sastavljamo programsko-razvojna opredeljenja po pitanju materijala imamo na umu da proizvodni kapaciteti moraju da budu skoncentrisani na jednom mestu, da se ne dogodi da se jedan isti materijal proizvodi na dva ili više mesta a zatim karakterizira opet na nekom trećem mestu. Mislim da je sasvim jasna neophodnost prelaženja republičkih i ostalih granica....

Još jednom upozoravam, u smislu iniciranja diskusije da, kada govorimo o materijalima, ne zaboravimo i energetske momente, koji su komplementarni ovoj problematici.

Marjeta Kranjc, Iskra - Mikroelektronika, Ljubljana

KRATKO POROČILO O VPELJAVI DOMAĆIH KEMIKALIJA ELEKTRONSKE ČISTOĆE ZA PROIZVODNJO REZIN

1. UVOD

Mikroelektronska industrija upotrebljava za proizvodnju integriranih vezij relativno veliko količinu zelo čistih kemikalij. To so predvsem anorganske kisline oziroma raztopine ter organska topila. Upotrebljamo jih za jedkanja, čišćenja, odstranjevanja določenih plasti ter v fotolitografiji. Jugoslovanska kemična industrija kemikalij, ki bi ustrezale našim zahtevam, ni proizvajala, zato smo jih morali do pred dvema letoma v celoti uvažati.

Takoj na začetku razvoja Mikroelektronike smo skušali pridobiti jugoslovanske proizvajalce, da bi v svoje programe vključili tudi dodatna zahtevna čiščenja kemikalij za mikroelektronsko industrijo. Kljub pogovorom z različnimi proizvajalci nam je zaenkrat uspelo razviti tak proizvod le pri Belinki in v zadnjem času tudi pri Kemični tovarni Podnart, ki je pripravila prvi vzorec 70 % HNO₃ elektronske čistoče.

2. ZAHTEVE ZA ČISTOČO KEMIKALIJA, KI SE UPORABLJAJO V PROIZVODNJI REZIN

Čistoča kemikalij za proizvodnjo vezij visoke stopnje integracije mora ustrezati tako

- SEMI standardom, ki opredeljujejo maksimalno dopustno vsebnost ionskih nečistoč kot
- standardu SAE 749 D, ki določa vsebnost trdnih delcev v kemikalijah. V zadnjem času se ta standard nadomešča s strožjim NAS 1638. Pomanjkljivost obeh je, da upoštevajo le delce večje od 5 μm, kar je spodnja meja za klasično mikroskopsko metodo določitve trdnih delcev. Pripravljajo pa nove standarde, kjer se bo znižala tako dopustna koncentracija kot minimalna velikost delca.

Zavedati se moramo, da poleg vsakoletnih revizij že obstoječih SEMI standardov, ki še strožje opredeljuje čistočo kemikalij, proizvajalci kemikalij že ponujajo programe VLSI in ULSI. Proizvajalci postavljajo v njih mejo za kovine na nekaj ppb. Pričakujemo, da bo temu trendu sledil tudi komite za kemikalije pri SEMI standardih ter uvedel novo grupo kemikalij VLSI.

3. SPEKTER KEMIKALIJ ZA PROIZVODNJO REZIN V ISKRI-MIKROELEKTRONIKI

Vse uporabljene kemikalije v proizvodnji Iskre-Mikroelektronike so čistoče za elektronsko industrijo (LSI). Po razredih in padajoči porabi so razvrščene v:

1. anorganske kisline in raztopine:

96 % H_2SO_4 , 40 % razt. NH_4F , 49 % HF, 30 % H_2O_2 ,
85 % H_3PO_4 , 70 % HNO_3 , 25 % NH_4OH , 100 % OH_3COOH

2. organska topila

IPA, skilen, butilacetat, TCE, aceton

3. specialne kemikalije za fotolitografijo: fotorezisti, razvijalci, zaščita mask in ustrezni odstranjevalci

4. dopanti: $POCl_3$, BBr_3

Kratkoročno je smiselno razmišljati le o proizvodnji kemikalij iz prvih dveh skupin, se pravi anorganskih kislin, raztopin ter organskih topil.

4. EVALUACIJA 30 % H_2O_2 - BELTRON TER IZKUŠNJE DVO- INPOLLETNE UPORABE V PROIZVODNJI

30 % H_2O_2 , ki ga proizvaja kemična tovarna "Belinka", je produkt sodelovanja v razvojni fazi med Belinko in Iskro-Mikroelektroniko. Postopek končne filtracije peroksida je še vedno v Iskri-Mikroelektroniki.

Evaluacija je potekala kot primerjava med ekvivalentnimi peroksidi: iz AMI Graza

"C - V" testi v nobenem primeru, tudi po rezultatih iz Einiša, niso odstopali od referenčnih peroksidov. Kemijska analiza je ustrezala v celoti SEMI standardu C1.STD 9, pravitako ni odstopala od strožjih specifikacij za H_2O_2 MOS.

Sistem kontrole Beltrona, odkar ga uporabljamo v proizvodnji, je naslednji:

1. kontrola čiščenja - kompletna kemijska analiza po SEMI standardu C1.STD.9 na vsako proizvedeno saržo pred filtracijo

2. kontrola filtracije - kompletna kemijska analiza po SEMI standardu C1.STD.9 po filtraciji v Iskri-Mikroelektroniki na vsaki dve sarži (1000 kg). Te analize redno izvaja Institut Jožef Stefan in J.R.

3. kontrola učinkovitosti filtracije - določitev suspendiranih trdnih delcev po vsaki filtraciji - vzorec na 50 kg

Trdne delce določamo redno na dva načina:

- mikroskopske metode po ASTM F 311, 312

- instrumentalna določitev delcev večjih od $2\mu m$ z instrumentom na sipanje svetlobe (ROYCO).

V času tako izvajane kontrole nismo imeli problemov zaradi preseženih koncentracij kovin, ki so praviloma celo pod Merckovimi MOS Selectipur specifikacijami. Glede na trdne delce moramo uvrstiti H_2O_2 po najstrožjem standardu NAS 1638 v razred \emptyset .

5. EVALUACIJA 70 % HNO_3 KEMIČNE TOVARNE PODNART

KTP je po predloženih Merckovih specifikacijah za program MOS Selectipur pripravila prvi vzorec 100 kg 70 % HNO_3 . Postopek evaluacije je bil enak kot za H_2O_2 . Referenčni HNO_3 sta bili od proizvajalcev Mallincredit in Merck:

"C - V" testu smo določili V_{FB} , ki je ekvivalenten Merckovim testnim rezinam in nižje od V_{FB} pri Mallincreditovih testnih rezinah.

1. izhodna kontrola raztopljenih nečistoč po čiščenju - analize je izvedel kontrolni laboratorij KTP.

2. kompletna analiza po filtraciji glede na SEMI C1.STD.12 - 85; vzorec so analizirali na Institutu Jožef Stefan in J.R.

3. določitev trdnih delcev v filtrirani 70 % HNO_3 pod mikroskopom po ASTM F 311, 312

Končne analize prvega vzorca 70 % HNO_3 kažejo, da je proizvod ustrezen za proizvodnjo vezij LSI, s filtracijo mu zagotovimo razred \emptyset po SAE 74 SD.

6. NAČRTI

Naši načrti so obdržati doseženo kvaliteto H_2O_2 , zagotoviti ustaljeno proizvodnjo čiste HNO_3 ter postopoma uvajati čiščenje ostalih potencialno zanimivih kemikalij za elektronsko industrijo.

Marija Pirc, Iskra, TOZD Standardizacija, Ljubljana

SUBSTITUCIJA IN SODELOVANJE Z DROBNIM GOSPODARSTVOM

Pri pripravi študije o substituciji uvoznih materialov so se nam občasno rojevali dvomi o tem, ali bo študija dala želene rezultate, kajti sodelovanje nekaterih DO ni bilo

zglede. Vendar smo opravili analizo tistih podatkov, ki so nam bili dostopni in mislim, da so rezultati kljub temu pozitivni. Zavedati se moramo, da je substitucija kontinuiran proces. Poleg tega, da so različne delovne organizacije same pričele nadomeščati uvozne materiale, so se tudi nekateri potencialni proizvajalci bolj smelo lotili osvajanja novih izdelkov oziroma širjenja obstoječih kapacitet. Tako je DO Donit, ki je že izdelovala ekstrudirane silikonske cevke, vendar samo v laboratorijskih količinah, tudi na osnovi rezultatov ankete iz študije nabavila opremo in pričela z industrijsko proizvodnjo silikonskih cevk.

Pri pripravi proizvodnje so seveda upoštevali zahteve za take cevke, ki so primerne za uporabo v elektro industriji in sicer zahteve mednarodnih standardov IEC.

Običajno si predstavljamo, da je pri substituciji poudarek na velikih količinah in velikih proizvajalcih. V to skupino lahko uvrstimo sodelovanje z Elektronsko industrijo za srebrilne paste, Zlatarno Celje za spajke ter Tovarno folij Bor za poliesterske folije.

Substitucija pa je lahko zelo uspešna tudi v sodelovanju z drobnim gospodarstvom. To kaže naš primer.

Postavili smo si izhodišča, ki so potrebna, da se substitucija lahko realizira.

Na strani proizvajalca morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

- Interes: ustrezna cena in zanesljiv trg
- Zadostne kapacitete: za zagotovitev ustreznih količin v ustreznih dobavnih rokih
- Kakovost: ta mora biti zagotovljena z uporabo razpoložljivih standardov, značilnosti morajo biti deklarirane v skladu s temi standardi (JUS, ISO, IEC, panožni interni ali tuji nacionalni).
- Razvoj: lastnosti izdelkov je treba prilagajati novim zahtevam glede na stalno večanje zahtev pri končnih izdelkih.
- Informiranje: biti mora pravilno in natančno, hitro in učinkovito (sejmi, svetovalna služba, direktni stiki z eventualnimi uporabniki, seminarji, korektna EPP).

Na strani uporabnika morajo biti izpolnjeni najmanj tile pogoji:

- Interes: sprejemljiva cena in zanesljiva dobava
- Zaupanje: poznati je treba možnosti proizvajalca, da bi lahko ustregel našim zahtevam
- Zahtevane značilnosti: zahteve za proizvode morajo biti dovolj točno opredeljene, da proizvajalec lahko pripravi ustrezen izdelek
- Uporabnik se mora pogosto otresti morebitnih pogodbenih odvisnosti od tujih kooperantov ali licenčnih partnerjev, ki dostikrat onemogočajo uporabo domačih materialov.
- Informacije: zasledovanje literature in tehnične regulative, stiki z morebitnimi proizvajalci, itd.

Primer uspešno izvedene substitucije po tem modelu je bilo pri nas sodelovanje z manjšo obrtno delavnico, z visoko strokovnim kadrom. To je delovna organizacija, ki izdeluje anaerobna lepila Kemiskol.

Interes je bil obojestranski: proizvajalca v tem, da si poleg prodaje svojih proizvodov Iskri pridobi tudi reference za pojavljanje pri drugih kupcih; Iskre, da si dobi proizvajalca, ki bo upošteval tudi naše posebne zahteve. Zaupanje je bilo doseženo na ta način, da je proizvajalec že med razvojem sodeloval z našimi laboratoriji. Skupno smo preverjali lastnosti izdelkov. Značilnosti so bile definirane v skladu z zahtevami standardov (ASTM, BS in MIL), na isti način tudi proizvajalec deklarira svoje izdelke. Preskusni postopki so usklajeni in standardizirani. Informiranje je bilo zagotovljeno z dovolj učinkovitim načinom - proizvajalec je tehnične informacije pošiljal razvojnim laboratorijem v Iskri, službi standardizacije in nabavnim organizacijam, povratne informacije o obnašanju izdelkov pri uporabi je dobival od službe standardizacije. Z vsemi temi stiki je bil zagotovljen pretok informacij in vpogled v razvojne sposobnosti in proizvodne kapacitete proizvajalca.

Rezultati substitucije so dobri, zadovoljstvo obojestransko, sodelovanje pa se nadaljuje pri razvoju novih izdelkov.

Pripravo: Mr. Varužan Kevorkijan

Institut Jožef Stefan

Jamova 39

61 000 LJUBLJANA

RAZVOJ PSEUDOZLITIN Ag – CdO IN NADOMESTIL ZA ELEKTRIČNE KONTAKTE TER NAŠI DOSEŽKI NA TEM PODROČJU

Bojan Breskvar, Lado Kosec, Franc Vodopivec, Cveto Mali

Uvod in izhodišče

Na Metalurškem inštitutu smo pričeli spoznavati problematiko električnih kontaktov iz pseudozlitine Ag–CdO že okrog leta 1965, ko smo za potrebe Železniškega transportnega podjetja (ŽTP) Ljubljana raziskali sintrane vzorce kontaktov. Že takrat smo poskusno izdelali po pirometalurški poti okrog 20 kontaktov s poenostavljeno lastno tehnologijo. Izdelani kontakti so uspešno nadomestili uvožene, saj je bila njihova življenjska doba pri obratovalnih pogojih daljša kot pri tujih kontaktih.

V začetnem obdobju raziskav razvoja in študijev procesov ter tehnologij teh kontaktov sta bila nosilca dela dr. Kosec in dr. Vodopivec. Po nekajletnem študiju, raziskavah in preizkusih, sta razvila prvo tehnologijo izdelave kontaktov iz pseudozlitine Ag–CdO z notranjo oksidacijo. Preverjena kvaliteta izdelanih kontaktov se je že približala najboljšim tujim kvaliteta.

Zaradi majhnih potreb različnih uporabnikov in takratne nezainteresiranosti Iskre–Kranj, smo okrog 15 let občasno izdelovali raznovrstne kontaktne ploščice Ag–CdO v enkratnih količinah od 1 do 7 kg, predvsem za ŽTP in podjetja Vodnega gospodarstva.

Pred petimi leti pa je z zaostritvijo uvoza prišla pred nas zahteva Iskre–Klbernetike o osvajanju in dolgoročni polindustrijski izdelavi večplastnih kontaktnih ploščic. Temu je sledil tudi sporazum o večletnem sodelovanju na razvojno proizvodni problematiki kontaktov, ki pri takratni naši tehnologiji ni omogočala večje količine in enostranskega nanosa srebrovega lota na kontaktno ploščico.

Sodelovanje na področju izdelave kontaktnih ploščic za 200 amperske enosmerne kontaktorje (EK 200) je bilo že po dveh letih prekinjeno uradno zaradi pomenjkanja srebra na našem tržišču, čeprav smo v izredno kratkem času razvili in osvojili izdelavo troplastnih kontaktnih ploščic AgCdO/AgCd/Ag–lot v želeni kvaliteti, dimenzijah in količini.

Kljub temu smo nadaljevali raziskovalno razvojno delo v smeri izboljšanja tehnologij ter zaključenosti tehnoloških procesov, kakor tudi raziskav in razvoja zamenljivih ne-

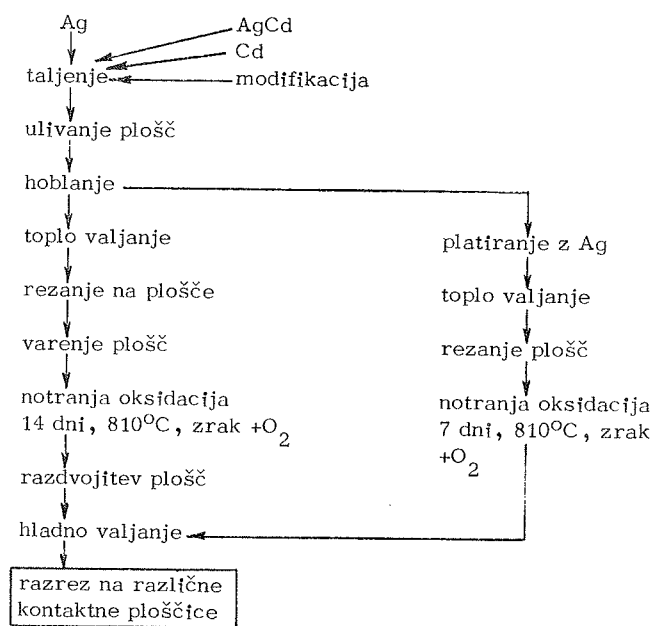
toksičnih kontaktnih kvalitet. Preteklo leto je ponudil sodelovanje na tem področju Indos, ki je bil uporabnik omenjenih kontaktorjev oziroma kontaktov. K sodelovanju ga je napotila močno poslabšana vzdržljivost kontaktov Ag–CdO drugega proizvajalca in neredna ter nezadostna količina. Tako smo lahko skladno z razvojem preverjali tudi kvaliteto novih vrst kontaktnih gradiv. Na osnovi zavirljivih rezultatov pa se pripravljamo na polindustrijsko izdelavo kontaktov za Indos.

S tem prispevkom želimo prikazati celotni razvoj različnih kontaktov Ag–CdO in novejšo delo ter rezultate na tem področju.

1. Prikaz razvoja tehnologij in dosežki

1.1. Klasična kontaktna pseudozlitina Ag–CdO

Pred petimi leti smo nadaljevali z razvojem tehnologije izdelave kontaktov tam, kjer smo v preteklosti končali in sicer pri Prvi tehnologiji (shema 1). Rezultati prvoletnih



Shema 1: Prva tehnologija – dvoplastni kontakti:
AgCdO–AgCd in AgCdO–AgCd–Ag

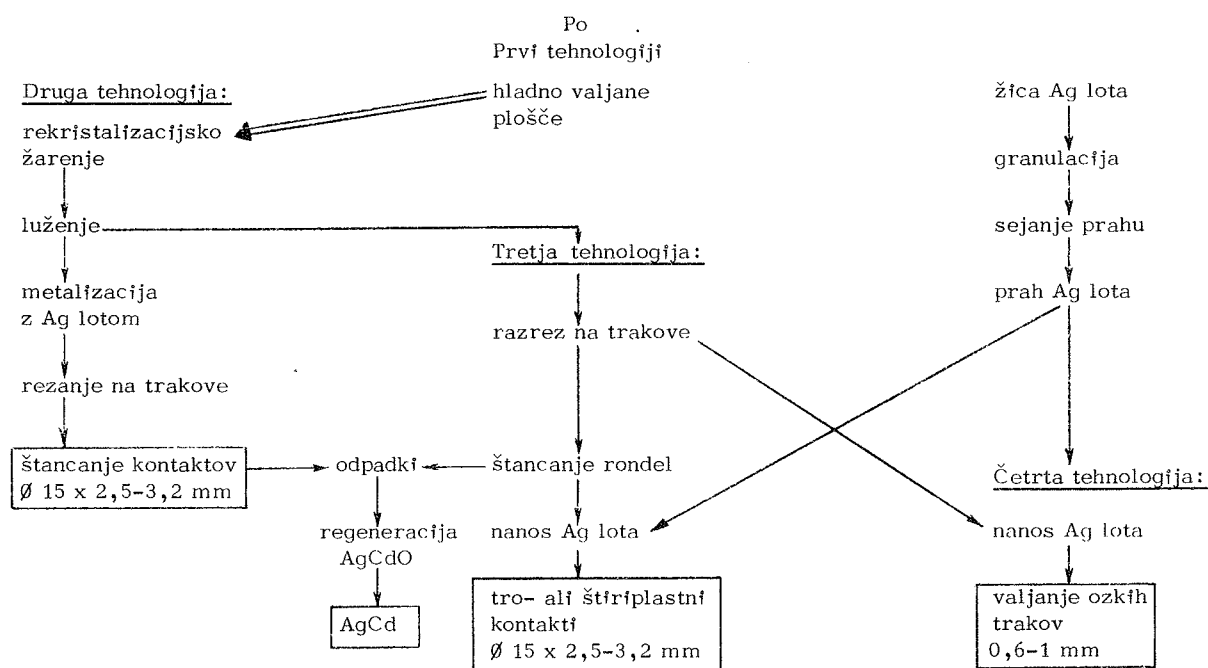
raziskav¹ in razvoja so bili tako imenovana Druga tehnologija, ki je z metalizacijo srebrovega lota L.Ag₃Ocd omogočala troslojne kontakte AgCdO/AgCd/Ag–lot in proizvod-

njo okrog 10.000 kontaktov, dimenzije $\varnothing 15 \times 3,2$ mm z bombirano kontaktno površino.

Slab izkoristek in neenakomerna debelina srebrovega lota, kot tudi ne navsezadnje nezanesljivi spoj kontakt-nosilec po elektroporovnem strojnem lotanju, sta nas napotila, da smo v sledečem letu² raziskali in razvili zanesljivejši postopek enakomernega nanosa srebrovega lota poljubne sestave s pomočjo postopkov metalurgije prahov, to je Tretje tehnologije (shema 2). Poleg tega smo po tem postopku v istem letu proizvedli okrog 60.000 kvalitetnih troslojnih kontaktov, ki so bili vgrajeni v kontaktorje serijske proizvodnje Iskre, TOZD Stkala.

Ta tehnologija je omogočila izdelavo ozkih in tankih trakov, enako sestavljenih iz treh plastí. Uspešno smo razvili kontinuirno nanašanje srebrovega lota na bimetalni trak, ter zagotovili ustrezne debeline oziroma razmerja posameznih plastí. Proizvodnja pa ni stekla zaradi pomanjkanja srebra in potrebnih investicij v opremo.

S ciljem izboljšanja kvalitete kontaktov, to je drobne in po preseku enakomerne dispergiranošči kadmijevega oksida in poenostavitve oziroma pocenitve tehnološkega postopka, smo v letu 1984 naše delo nadaljevali. Raziskali in zasledovali smo kinetiko notranje oksidacije zlitine AgCd pri povišanih tlakih kisika do 9×10^5 Pa in temperaturah do



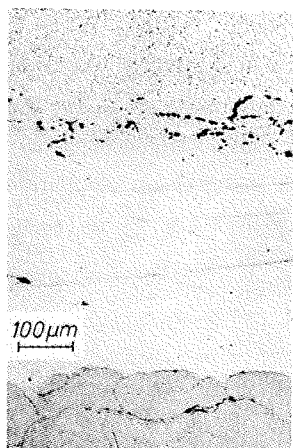
Shema 2: - Druga tehnologija: troplastni kontakti AgCdO/AgCd/Ag-lot
 - Tretja tehnologija: tro- ali štiriplastni kontakti
 - Četrta tehnologija: troplastni ozki trakovi

V tretjem letu³ nadaljnega razvoja tehnologij smo originalno rešili regeneracijo odpadkov AgCdO, ki je predstavljala pomemben delež sekundarnega krožnega materiala (okrog 50 %), uporabnega za ponovni proizvodni proces. Nadalje smo zmanjšali skoraj na polovico potrební čas notranje oksidacije in poboljšali drobnost CdO v aktivnem kontaktnem sloju. Z ustreznimi ukrepi smo tudi povečali debelino aktivnega kontaktnega sloja na 85 do 92 % debeline kontaktne ploščice in tudi s tem zadovoljili želje uporabnika. V tem letu smo izdelali samo okrog 20.000 kontaktov, nato pa se je Iskra povezala s FamiPo (Prizren), ki je razpolagala s srebrom. Poleg tega smo razvili in dokaj uspešno preizkusili tudi Četrto tehnologijo (shema 2).

810°C. Rezultati tega dela so bili boljši kot smo pričakovali. Pri povišanih tlakih kisika se lahko skrajša potrební čas notranje oksidacije za več kot 10-krat glede na oksidacijo pri normalnem tlaku (okrog 14 dni), kar je predstavljalo občutni prihranek na energiji in času. Istočasno smo tudi ugotovili, da se s pospešeno notranjo oksidacijo občutno izboljša drobnost in enakomernost porazdelitve oksidov po preseku in s tem v zvezi tudi kvaliteta aktivnega sloja kontaktov. Spoznali smo tudi negativni vpliv normalne modifikacije pri tem pospešenem difuzijskem procesu.

Na mikroposnetkih slik od 1 do 4 podajamo nekaj značilnosti oziroma kvalitete presekov kontaktov posameznih proizvodov in tehnologij. Izboljšanja kvalitete oksidne plasti

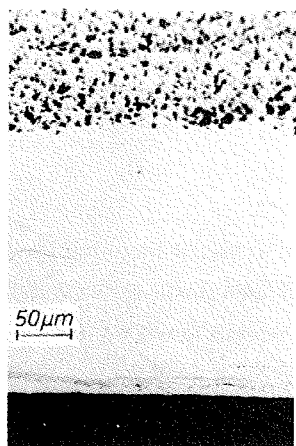
(drobnost in enakomernost porazdelitve) ter kvaliteta spoja AgCd/Ag-lot, so razvidne na mikrosposnetkih slik od 1 do 4. Povdarek kristalnih mej v primeru notranje oksidacije pri povišanem tlaku kisika (slika 4), je posledica premodificiranja zlitine.



Slika 1.: Prečni presek kontakta (3 mm)
pseudozlitina AgCdO
AgCd
Ag-lot

1.2. Nadomestni kontaktni materiali

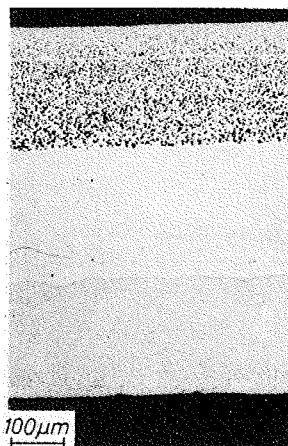
Po treh letih dela^{1,2,3} na raziskavah in razvoju kontaktov iz kontaktne pseudozlitine Ag-CdO smo razvili in izpopolnili pirometalurške postopke do stopnje, ki omogoča



Slika 2.: Prečni presek platiranega traku (1 mm)
pseudozlitina AgCdO
AgCd
Ag-lot

izbiro in izvedbo kvalitetne sodobne proizvodne tehnologije za ta gradiva. V svetu so že pred več leti začeli proizvajati tovrstne kontakte iz prahov srebra in kadmijevega

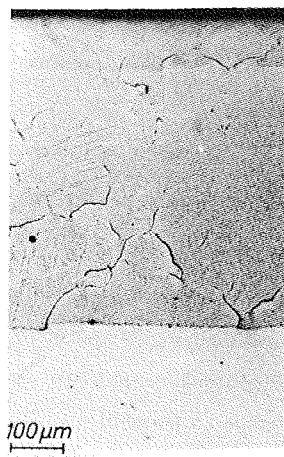
oksida. Kvaliteta oziroma vzdržljivost teh kontaktov je bila v začetku slabša kot pirometalurško izdelanih kontaktov, vendar se je v zadnjem času že izenačila⁵ z uvedbo ekstrudiranja sintranega materiala. Poleg tega smo pričeli kontaktni material Ag-CdO zaradi toksičnosti kadmijeve-



Slika 3.: Prečni presek platiranega traku (0,6 mm)
pseudozlitina AgCdO
AgCd
Ag-lot

ga oksida nadomeščati s pseudozlitinami srebra in drugih kovinskih oksidov.

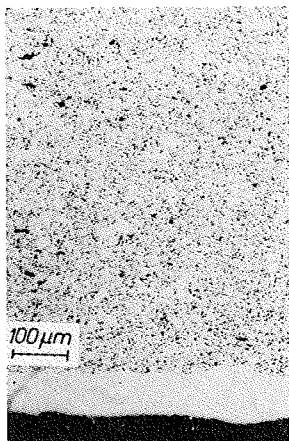
Z nadaljnjim delom smo želeli dohiteti razvoj na tem področju, kjer se že uspešno zamenjuje kadmijev oksid z



Slika 4.: Učinek notranje oksidacije: 10 h, 750^oC,
8x10⁵ Pa O₂
pseudozlitina AgCdO
AgCd

različnimi kovinskimi oksidi in mešanicami, ki ekološko niso vprašljive.

Po različnih virih^{4,5,6} izhaja, da so najustrežnejša nadomestila kadmijevega oksida: kositrov oksid, cinkov oksid, indijev oksid in antimonov trioksid oziroma ustrezne mešanice oksidov. Zaradi specifične in visoke cene kositra



Slika 5.: Prečni presek spodnjega dela sintranega kontakta
Ag7ZnO
Ag

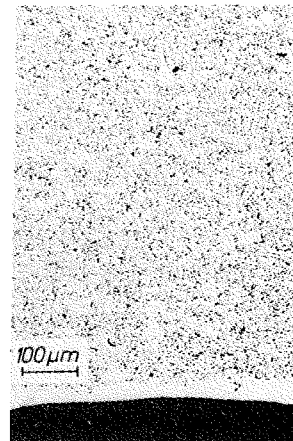
na našem tržišču (s tem občutna podražitev kontaktov), smo raziskave s kositrom opustili. Posvetili smo se predvsem možnostim zamenjave kadmijevega oksida s cinkovim in antimonovim oksidom ter kombinaciji obeh oksidov, ki so bili izbrani na osnovi primerjav pomembnih fizikalnih lastnosti oksidov (temperatura tališča, vrelišča, sublimacije in premen).

Kot kriterij za izbiro različnih mešanic srebra in oksidov smo vzeli vsebnost kisika v pseudokontaktne materialu Ag-CdO in jo ustrezno preračunali na ZnO in Sb₂O₃. Po postopkih metalurgije prahov smo izdelali tri vrste poskusnih dvoslojnih kontaktov: Ag/AgZnO, Ag/AgZnOSb₂O₃ in Ag/AgSb₂O₃. Razvili smo tudi ustrezno tehnologijo izdelave, ki je zagotovila drobno in enakomerno porazdelitev oksidov in gostoto kontaktnih materialov.

Zaradi neugodne premene, nizke elektroprevodnosti ter slabe porazdelitve in drobnosti antimonovega trioksida v sintranih pseudokontaktih, smo za preizkuse vzdržljivosti vzeli samo kontaktna materiala, katerih mikrostrukturo presekov podajamo na slikah 5 in 6.

Preverjanje vzdržljivosti oziroma kvalitete kontaktov Ag7ZnO in Ag₄, 5Sb₂O₃, 5ZnO smo izvršili v Indos-u.

Testirna naprava, ki simulira dejanske vklope in izklope štirih stikal, je bila v preteklem letu opremljena s stikalni EK 200. Prvi rezultati⁷ so bili vzpodbudni, saj so kontaktorji s kontakti Ag7ZnO izdržali za okrog 20 % več vklopov



Slika 6.: Prečni presek spodnjega dela sintranega kontakta
Ag₄, 5Sb₂O₃, 5ZnO
Ag

kot kontaktorji z vgrajenimi kontakti proizvajalca Famipe. Po pričakovanju pa so bili kontakti Ag₄, 5Sb₂O₃, 5ZnO zaradi omenjenih slabih lastnosti mnogo slabši od standardne kvalitete Ag-CdO.

V letu 1986 smo delo nadaljevali predvsem v smeri izpopolnitve tehnologije izdelave troslojnih kontaktov Ag7ZnO/Ag/Ag-lot in številnejših preizkusov vzdržljivosti. Medtem je Indos izdelal lastni kontaktor in pri preizkuševalni napravi zagotovil hujše kriterije obremenitve kontaktov pri preizkušanju. Zaradi poznane slabše kvalitete kontaktov AgCdO (Famipa), smo ponovno preverili primerjalno naše kontakte AgCdO, Ag7ZnO in za te namene najnovejšo kvaliteto kontaktov. Testi vzdržljivosti so pokazali glede na našo kvaliteto kontaktov AgCdO (je 100 %), da je vzdržljivost kontaktov Ag7ZnO v povprečju okrog 65 %, presenetljivo pa nova kvaliteta v poprečju 132 % (od 115 do 150 %). Ta nova kvaliteta kontaktnega materiala vsebuje samo okrog 30 % srebra in bo lahko poleg ugodne vzdržljivosti tudi cenejša od kontaktov AgCdO.

2. Zaključek

Štiriletno delo na razvoju postopkov izdelave kontaktnih materialov vrste Ag-CdO predstavlja s podanimi rezultati

zaključeno celoto. Rezultat je kvalitetna in sodobna proizvodna tehnologija za ta gradiva. Nadaljnjo možnost izboljšav smo raziskali in preverili⁷ z nadomestitvijo klasične pirometalurške poti z metalurgijo prahov ob istočasni zamenjavi toksičnega kadmija s kovinskimi oksidi, ki niso ekološko vprašljivi. Rezultati vzdržljivosti kontaktov Ag₇ZnO so bili za 20 % boljši od kontaktov Ag-CdO (Famjpa), vendar približno enaki ali celo nekaj slabši kot naši kvalitetni Ag-CdO kontakti. Natančne direktne primerjave niso možne, ker se je med delom spremenila konstrukcija kontaktorja in tudi režim testiranja.

Zadnji pomembni napredek se kaže v rezultatih vzdržljivosti, ki so boljši v povprečju za 32 % (glede na kvalitetni Ag-CdO kontaktni material) za gradivo, ki vsebuje le okrog 30 % srebra.

Vsi podani rezultati so osnova ponovne oživitve polindustrijske izdelave kontaktov, ki jo trenutno načrtujemo skupno z Indos-om iz Ljubljane. S tem so dane tudi realne možnosti nadaljnjih raziskav, spoznanj in razvoja, ki bodo omogočile naš napredek pri tovrstnih kontaktnih gradivih.

Virji

1. B. Breskvar, C. Mali, L. Kosec, F. Vodopivec, D. Gnidovec: Razvoj trakov in kontaktne zlitine Ag-CdO - I. del, Poročila Metalurškega inštituta Ljubljana, december 1982, št. 82-061

2. B. Breskvar, C. Mali: Razvoj kontaktov iz kontaktne zlitine Ag-CdO - II. del, Poročila Metalurškega inštituta Ljubljana, december 1983, št. 83-072
3. B. Breskvar, D. Gnidovec: Razvoj kontaktov iz kontaktne zlitine Ag-CdO - III. del, Poročila Metalurškega inštituta Ljubljana, december 1984, št. 84-076
4. Referativni žurnal, št. 3, str. 129, 1983
5. W. Böhm, N. Behreus, M. Chasing: Pulvermetallurgisch hergestellte Kontaktwerkstoffe für die Energietechnik auf der Basis Ag/SnO₂ Metall, 35. Jahrg., Heft 7, Juli 1981, str. 539-543
6. D. Ströckel: Werkstoffe für elektrische Kontakte, Techn. Akad. Esslingen, Zbornik predavanj, 1983, str. 83-86
7. B. Breskvar, T. Gederer, M. Radulović, C. Mali: Razvoj kontaktnih pseudozliti brez kadmija, Poročila Metalurškega inštituta Ljubljana, december 1985, št. 85-059

Naslov avtorjev: Bojan Breskvar, dipl.ing.
Prof. dr. Lado Kosec
Dr. Franc Vodopivec
Cveto Mali, dipl.ing.
Metalurški inštitut
Lepi pot 11
61000 LJUBLJANA

VISOKOENERGIJSKI PERMANENTNI MAGNETNI MATERIALI

Aleš Cokan

1. Uvod

Beseda permanentni magnetni materiali pokriva širok spekter magnetnih materialov, katerih najrazličnejše magnetne lastnosti odgovarjajo posameznim uporabam, posebno na področju elektronike in elektrotehnike kakor tudi v ostalih sodobnih konstrukcijskih sklopih.

Na tržišču sta od začetka petdesetih let (1950) dominirala dva materiala in sicer keramični in kovinski permanentni magneti. Natančnejša opredelitev teh materialov se deli na:

- keramične feritne materiale
- AlNiCo magnetne zlitine

- zlitine na osnovi intermetalnih vezi redkih zemelj s kobaltom - SmCo₅ in Sm₂Co₁₇
- nova takoimenovana tretja generacija permanentnih magnetnih materialov, zlitina Nd (neodim)-Fe (železo)-B (bor).

Lastnosti permanentnih magnetnih materialov in krivulje razmagnetnja so prikazane v tabeli 1 in na sliki 1. Določene so s histerezno zanko oziroma s krivuljami razmagnetnja v drugem kvadrantu in karakterističnimi točkami na njej: energijski produkt, magnetna poljska jakost - koercitivnost in remanenca. Pomembni podatki za konstruktorje elektromagnetnih naprav so še:

- reverzibilne in ireverzibilne izgube v odvisnosti od temperature
- Curiejeva temperatura
- mehanske lastnosti
- sposobnost magnetiziranja

2. Keramični feritni materiali

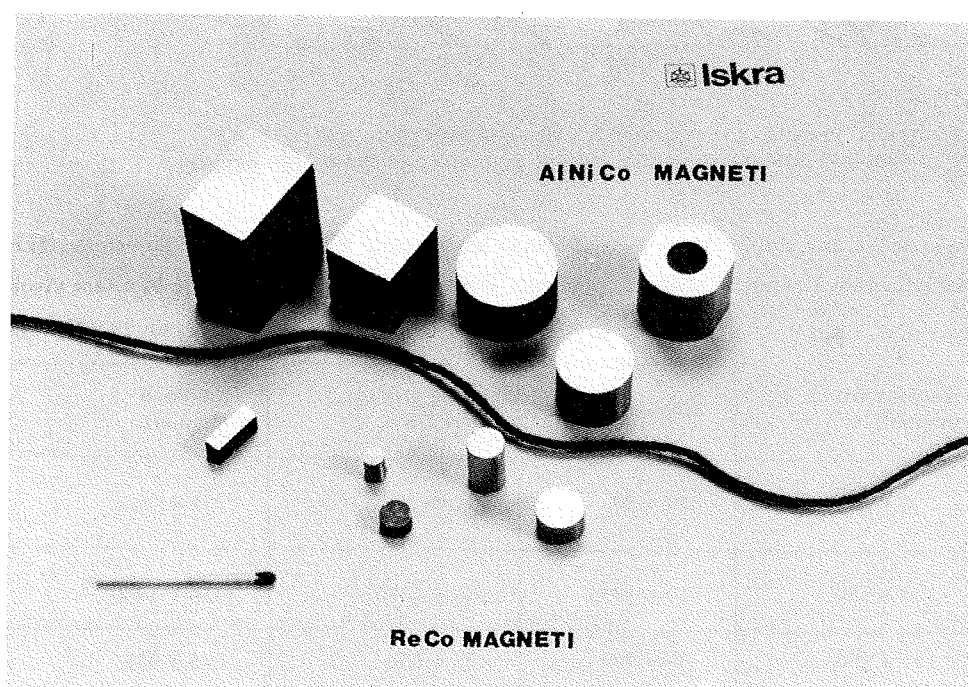
Keramični magneti oziroma trdi feriti se izdelujejo po postopkih praškaste metalurgije. Karakteristika trdih feritov oziroma oksidnih magnetov je nižja vrednost remanence od kovinskih magnetov in višja vrednost koercitivnosti. Glavni kvaliteti keramičnih magnetov sta barijev in stroncijev heksaferit, izdelana po kemijski formuli $\text{MeO} \times 6\text{Fe}_2\text{O}_3$. Sintrani keramični magneti so izredno trdi in krhki

nostjo. AlNiCo permanentni materiali so po odkritju leta 1938 hitro osvojili magnetno tržišče, vendar so zaradi uporabe dragih in delno tudi strateških surovin - 20 + 40 % Co z Fe, Ni, Al z najrazličnejšimi materiali veliko dražji.

Tehnologija izdelave se deli na:

- tehnologijo vlivanja
- praškasto sinter tehnologijo
- delno opuščeno stisnjeno tehnologijo z vezivom

Osnovnim tehnologijam vlivanja in sintranja sledi termomagnetna obdelava, končne dimenzije AlNiCo magnetov pa se oblikujejo z brušenjem. Prednost uporabe pred ostalimi magnetnimi materiali je v odlično temperaturni stabilnosti - temperaturni koeficient remanence $B_r - 0,02\% /$



in se mehansko obdelujejo samo z brušenjem. Ločimo izotropne in anizotropne keramične magnete. Prednost pred ostalimi magnetnimi materiali je predvsem ekonomskega značaja - cenene surovine, oziroma nizka cena na enoto magnetne energije.

Maksimalen energijski produkt $(BH)_{max}$ ima vrednosti od $7 + 30 \text{ KJ/m}^3$.

3. AlNiCo magnetne zlitine

AlNiCo permanentni materiali so sestavljeni iz osnovne zlitine Fe-Co-Ni-Al z dodatkom elementov Cu, Nb in Ti. AlNiCo materiali predstavljajo skupino permanentnih materialov z visoko remanenco in na splošno nižjo koercitiv-

$^{\circ}\text{C}$ in uporabi teh magnetnih materialov pri temperaturah tudi višjih od 450°C .

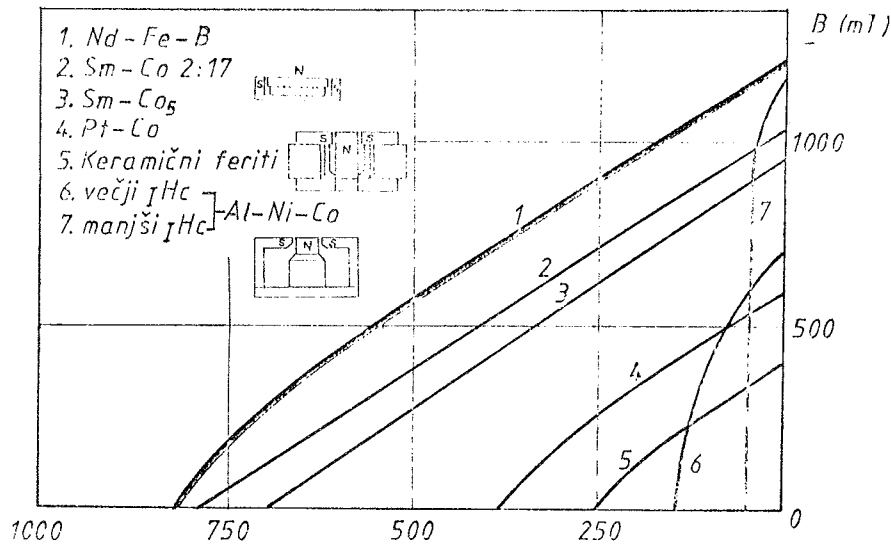
Maksimalen energijski produkt $(BH)_{max}$ ima vrednosti od $10 + 80 \text{ KJ/m}^3$.

4. Intermetalne spojine redkih zemelj s kobaltom

Želja po večji energiji permanentnih magnetnih materialov glede na višje magnetne lastnosti je bila izpolnjena v drugi polovici šestdesetih let, ko so v ZDA razvili kompozicijo samarij-kobalt s stehiometrično sestavo SmCo_5 . Magneti na osnovi redkih zemelj s kobaltom se izdelujejo tudi po postopkih praškaste metalurgije, ki je delno podobna tehnolo-

logija izdelave keramičnih magnetov, vendar s prahovi z izredno nizko vsebnostjo kisika. Karakteristika teh materialov je v visokih vrednostih remanence in koercitivnosti.

je njihov spekter uporabe kompozicij SmCo_5 in $\text{Sm}_2\text{Co}_{17}$ zelo širok predvsem v sklopih in pri konstrukcijskih rešitvah, kjer sta teža in volumen povezana s kvaliteto, za-



Slika 1: Tipične krivulje razmagnetenja v drugem kvadrantu histerezne zanke s primerjavo velikosti zvočniškega magneta različnih kvalitet.

Z ozirom na različne magnetne lastnosti in celotne stroške so feriti najcenejši in kompozicija redka zemlja-kobalt zelo dragi magnetni materiali.

htevano od sodobnih industrijskih oblikovalcev. Izredno visoka stopnja magnetne anizotropije in s tem visoke koercitivnosti sta lastnosti, ki omogočata uporabo teh ma-

	Keramični magneti	AlNiCo	Redka zemlja - Co	Nd-Fe-B magneti
$(BH)_{\max}$ (KJ/m ³)	8 + 30	10 + 80	71,6 + 215	215 + 360
BR (mT)	200 + 385	560 + 1350	600 + 1050	1050 + 1250
Hc (KA/m)	140 + 260	39 + 160	475 + 800	675 + 915
Gostota (g/cm ³)	5	7,3	8,4	7,4
Curie-jeva temp. T _c /°C	450	850	720	310
Temperaturni koeficient remanence (%/°C)	- 0,189	- 0,02	- 0,04	- 0,123 + 0,126
Povratna permeabilnost	1,05 + 1,15	1,9 + 6,8	1,0	1,05

Tabela 1: Magnetne lastnosti permanentnih magnetnih materialov

Kakorkoli, magneti ReCo so tehnično zelo zanimivi materiali, zaradi visoke magnetne energije po volumski enoti

gnetov pri najrazličnejših dinamičnih zahtevah, na primer motorjih, magnetnih ležajih, magnetnih sklopkah. Magne-

ti iz redkih zemelj imajo nizek temperaturni koeficient re-manence, ki znaša $B_r - 0,03 \text{ \%}/^{\circ}\text{C}$ v temperaturnem območju od -35°C do $+100^{\circ}\text{C}$, izredna pa je tudi njihova stabilnost pri temperaturah do $+100^{\circ}\text{C}$. Zgornja temperaturna meja uporabe je 250°C . Poleg že omenjenih možnosti uporabe, lahko te magnetne uporabljamo še za:

- zvočnike
- Hi-Fi slušalke majhnih dimenzij
- brezžično mikrofonijsko
- industrijo ur
- medicino
- magnetne železnice

5. Tretja generacija permanentnih magnetnih materialov neodimium-železo-bor - Nd-Fe-B

Leta 1983 so bili uporabniki Re-Co magnetov zelo presenečeni z odkritjem popolnoma nove magnetne sestave, oziroma magnetov na osnovi zlitine Nd-Fe-B, katere avtorji so raziskovalci japonske tvrdke Sumitomo (dr. Sagawa s sodelavci) in General Motors-a v ZDA (J. Croat s sodelavci). Nova spojina je osnovana na intermetalni strukturi, kjer je samarij nadomeščen z neodimom in kar je še bolj važno, da je strateško pomemben kobalt nadomeščen z že-

Področje uporabe	T r ž i š č e					
	ZDA		Evropa		Japonska	
	%	trendi	%	trendi	%	trendi
Industrija motorjev, generatorjev, robotika, računalniške periferne enote	35 + 40	+++	35 + 40	+++	15	+++
Industrijska oprema, mehanske uporabe	10 + 15	+	15 + 20	+	5	+
Mikrovalovna tehnika, profesionalna elektronika, števci, instrumenti, vesoljska tehnika, aktuatorji	40 + 45	++	20	+	5	+
Uporaba v široki potrošnji (ure, audiovizuelna tehnika)	5 + 10		25		65	++
Ostalo		+	5 + 10		10	+

Tabela 2: Razdelitev Re-Co magnetnega tržišča

- magnetne senzorje
- tiskalnike in pisalnike v industriji računalništva
- najnovejšo industrijo laserskih in digitalnih gramofonov
- audio-vizuelno tehniko
- robotiko

Maksimalen energijski produkt (BH)_{max} ima vrednosti od $128 + 215 \text{ KJ/m}^3$.

Tabela 2 prikazuje različna področja uporabe magnetov kompozicije Sm-Co razdeljena na tri glavna tržišča (ZDA, Evropa, Japonska).

lezom. Osnova za proizvodnjo teh magnetov je prav tako praškasta metalurgija - usmerjanje in stiskanje prahov v magnetnem polju paralelnem s smerjo stiskanja oziroma pravokotno na smer stiskanja, sintranje, termična obdelava s takoimenovanim postopkom hitrega kaljenja - "quenching" in končna mehanska obdelava z brušenjem oziroma rezanjem večjih blokov na majhne rezine. S tem najnovejšim magnetnim materialom se je odprlo izjemno široko področje uporabe, kar je vzrok za angažiranje novih raziskovalnih skupin na področju permanentnih magnetnih materialov: fizikov, načrtovalcev, metalurgov, itd. Glavni razlogi za izredno zanimanje v svetu za to novo zlitino so:

- zlitine na osnovi samarija in kobalta, kot je pokazalo tržišče, predstavljajo relativno drage visokoenergijske magnete
- visok energijski produkt (BH)_{max}, ki je indikator za magnetno energijo, je pri Nd-Fe-B več kot 360 KJ/m³, kar je za 50 % več, kot pri najboljših Sm-Co magnetih
- element Neodimium je veliko bolj dosegljiv v zemeljskih rudah kot Samarij v obliki oksidov, oziroma je procent vsebnosti Neodima v rudah cca 13,5 %, kar je v primerjavi s Sm, ki ima procent vsebnosti max 3,5 %, veliko več
- specifična teža Nd-Fe-B magnetov je za 13 % nižja od Sm-Co magnetov, torej čim manjši volumen pri višji energiji
- končni stroški izdelave teh magnetov glede cenovnih postavk Nd-Fe-B surovin naj bi v prihodnosti bili za polovico nižji v primerjavi s stroški izdelave Sm-Co magnetov

Več kot očitno je nov material na osnovi Nd-Fe-B bodočnost permanentnih magnetnih materialov. Vendar je zaradi nizke Curiejeve temperature 310°C in s tem visoke vrednosti temperaturnega koeficienta remanence $B_r = 0,126 \% / ^\circ\text{C}$, temperaturna obstojnost teh materialov danes zadovoljiva do cca 150°C. Z določenimi korekturami osnovne sestave - Fe delno nadomeščen s Co - se meja uporabe premakne do 200°C.

Mehanske lastnosti Nd-Fe-B magnetov kažejo manjšo krhkost kot Sm-Co magneti, zato se mehansko boljše obdelujejo. Pozornost velja nameniti tudi korozijski zaščiti pri višjih temperaturah in večji vlažnosti zaradi afinite te osnovnih materialov do kisika.

Maksimalen energijski produkt (BH)_{max} ima vrednosti od 215 + 400 KJ/m³.

6. ISKRA v prostoru permanentnih magnetnih materialov

ISKRA ELEMENTI TOZD Feriti izdeluje oksidne-keramične permanentne magnetne materiale pod komercialnim imenom ELVEPERM.

ISKRA ELEMENTI TOZD Magneti kot edini proizvajalec kovinskih permanentnih magnetov v Jugoslaviji naj bi že ob uveljavljanem AlNiCo LIMAG in AlNiCo SIMAG programu v letu 1987 pričela z minimalno proizvodnjo Sm-Co magnetov kompozicije 1 : 5, kar naj bi bila osnova za osvajanje programa Nd-Fe-B v naslednjih letih, kjer sta tehnolo-

giji skoraj identični - praškasta metalurgija. Identična je skoraj v vseh segmentih tudi proizvodna oprema. Uspešno zaključen razvoj visokoenergijskih magnetov kompozicije Sm-Co 1 : 5 na podlagi izključno domačega znanja naj bi kot plod sodelovanja raziskovalcev Instituta Jožef Stefan in Iskra TOZD Magneti privedlo do prenosa laboratorijskih rezultatov na industrijske agregate v začetku leta 1987. Sinteza sodelovanja z Institutom Jožef Stefan naj bi privedla tudi do osvojitve kvalitet Nd-Fe-B v laboratorijskem obsegu in kasneje prenosa na industrijske proizvodne agregate. Prav zlitina Nd-Fe-B nudi zaradi izrednih karakteristik možnost osvojitve te tehnologije v doglednem času, kar omogoča tudi ISKRI v bodoče korak s časom na širokem polju permanentnih magnetnih materialov.

7. Zaključek

1. Permanentno magnetno področje nudi širok spekter uporabe najrazličnejših magnetnih materialov
2. Masovno še vedno feritni materiali pokrivajo cca. 75 % celotnega magnetnega tržišča
3. V zadnjih letih smo pričali izrednemu vzponu permanentnih magnetnih materialov na osnovi redkih zemelj
4. Prihodnost permanentnih magnetnih materialov je pogojena s predelavo ostalih konstrukcijskih komponent v smeri miniaturizacije
5. Prihodnost permanentnih magnetnih materialov naj bi bila v novi magnetni zlitini Nd-Fe-B v okviru cca 60 % obsega vseh uporab. Odlike te zlitine so visoke vrednosti magnetnih lastnosti in nizka končna cena magnetov.

Literatura :

1. Proceedings of the eighth International Workshop on Rare-earth Magnets and their Applications, Dayton/ZDA, Maj 1985
2. Metal Powder Report, 1984 Vol. 39, No. 10
3. Neomax, Sumitomo Technical Brochure No. 580602, 1985
4. M. Sagawa, S. Fujimura, N. Togawa, H. Yamamoto and J. Matsuura, J. Appl. Phys. 55, 2083, (1984)
5. J.J. Croat, R.W. Lee, J.F. Herbst and F.E. Pinkerton, J. Appl. Phys., 55, 2078, (1984)
6. N.C. Koon, IEEE MAG-18, 1448, (1982)

Avtorjev naslov: Aleš Cokan, dipl.ing.

ISKRA - ELEMENTI
TOZD MAGNETI
Stegne 21, 61000 LJUBLJANA

FOTOAKUSTIČNA KARAKTERIZACIJA POLUPROVODNIČKIH MATERIJALA

P.M. Nikolić, D.M. Todorović

SADRŽAJ

Fotoakustična (FA) merna metoda, razvijena poslednjih desetak godina, nalazi sve širu primenu u ispitivanju i karakterizaciji različitih materijala u tečnom i čvrstom stanju. Sve značajnija je primena ove metode i za ispitivanje poluprovodničkih materijala.

U radu su izneti neki originalni teorijski i eksperimentalni rezultati na ispitivanju i karakterizaciji različitih poluprovodničkih jedinjenja. Dati su rezultati određivanja veličine i tipa energetskog prelaza, rezultati ispitivanja eksitonskog efekta, medjuzonalnih prelaza i prisustva primesa u poluprovodnicima.

1. UVOD

Poslednjih godina fotoakustična merna metoda našla je mnoge primene u ispitivanju i karakterizaciji različitih materijala. Pored već standardnih primena fotoakustike kao spektroskopske metode za ispitivanje različitih optičkih i toplotnih osobina materijala (fotoakustična spektroskopija - FAS), sve značajnija je i primena kao mikroskopske metode (fotoakustična mikroskopija - FAM), odnosno kao defektoskopske metode (fotoakustična defektoskopija - FAD). Svakako je najinteresantnija primena u ispitivanju optičkih osobina materijala, odnosno za ispitivanje različitih deeksitacionih neradijativnih procesa. Mogućnost snimanja i amplitude i faze FA signala kao i mogućnost menjanja učestanosti modulisanja upadnog zračenja, čime se menja dubina sa koje potiče FA signal, omogućuje vrlo različita ispitivanja nehomogenih i heterogenih (višeslojnih) uzoraka bez njihove destrukcije.

FA efekat, na kome se zasniva FA merna metoda, najopštije se može definisati kao generacija akustičnog signala usled apsorpcije modulisanog elektromagnetskog zračenja posredstvom toplotnih pojava u materijalu. S obzirom da od prirode materijala koji apsorbuje zračenje zavisi veličina i oblik generisanog akustičnog signala, to je jasno da FA efekat može poslužiti za detekciju različitih pojava vezanih za sam materijal. Postoji više različitih detekcionih konfiguracija (uzorak - fluid - pretvarač, uzorak - pretvarač, fluid - pretvarač) i na osnovu njih razvijen niz detekcionih tehnika, od kojih je svakako najinteresantnija

gas - mikrofonska tehnika. Ova FA detekciona tehnika podrazumeva takvu konstrukciju FA ćelije kod koje se merni uzorak nalazi u maloj zatvorenoj komori ispunjenom gasom (vazduhom) koji služi kao posrednik u prenosu akustičnog signala do akustičnog pretvarača - mikrofona.

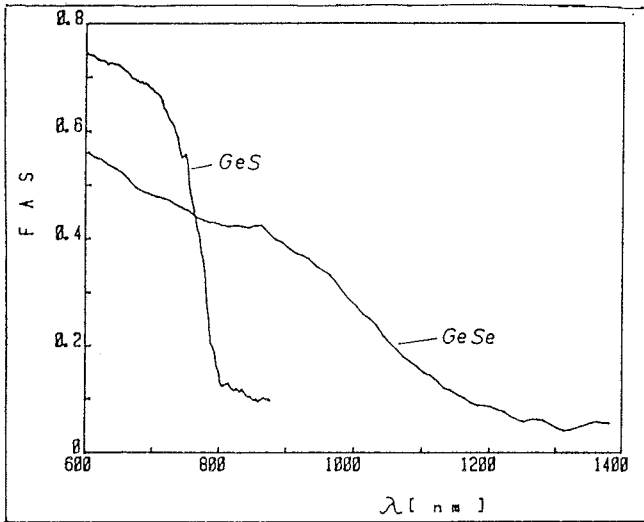
Modulisano zračenje kroz prozor FA ćelije dospeva do površine uzorka koji se usled apsorpcije lokalno periodično greje i hladi. Ova toplotna energija može neposredno u uzorku izazvati pojavu akustičnog signala (termoelastični efekat) ili se posredstvom procesa difuzije preneti na površinu uzorka (termodifuzioni efekat) i tu usled periodičnog zagrevanja granične površine uzorak - gas izazvati periodično širenje i skupljanje gasa, odnosno varijacije pritiska - akustični signal.

FA merna metoda nalazi sve veću primenu i za ispitivanje različitih efekata kod poluprovodnika: ispitivanje nivoa dopiraniosti [1], ispitivanje jonski implantiranih slojeva [2, 3], elektron - fononskih interakcija [4, 5], eksitonskog efekta [6], medjuzonalnih prelaza [7, 8], difuzije i rekombinacije nosilaca [9], itd.

U ovom radu su izneti neki rezultati rada na primeni FA merne metode za ispitivanje i karakterizaciju različitih poluprovodničkih materijala. Snimani su amplitudski i fazni FA spektri za različite učestanosti modulisanja i različite debljine uzoraka. Na osnovu ovih eksperimentalnih rezultata određeni su tip i veličina energetskog procepa. Pored ove standardne primene pokazani su i rezultati na ispitivanju eksitonskog efekta GaSe na sobnoj temperaturi kroz uporednu analizu FA i optičkih apsorpcionih spektara, što je prvo takvo ispitivanje primenom FA metode. Dati su i rezultati ispitivanja medjuzonalnih prelaza na osnovu analize FA spektra u zasićenju snimanih za opseg energija iznad apsorpcionog praga. U toj oblasti FA spektri su analogni refleksionim spektrima, pa se na osnovu položaja refleksionih maksimuma mogu analizirati medjuzonalni prelazi, odnosno zonalna struktura poluprovodnika. Na kraju su dati i rezultati snimanja FA spektara GaSe u bliskoj IC oblasti koji pokazuju apsorpcione maksimume koji potiču od energetskih prelaza sa primesnih nivoa. Na osnovu položaja i veličine ovih maksimuma mogu se analizirati vrsta i koncentracija primesa.

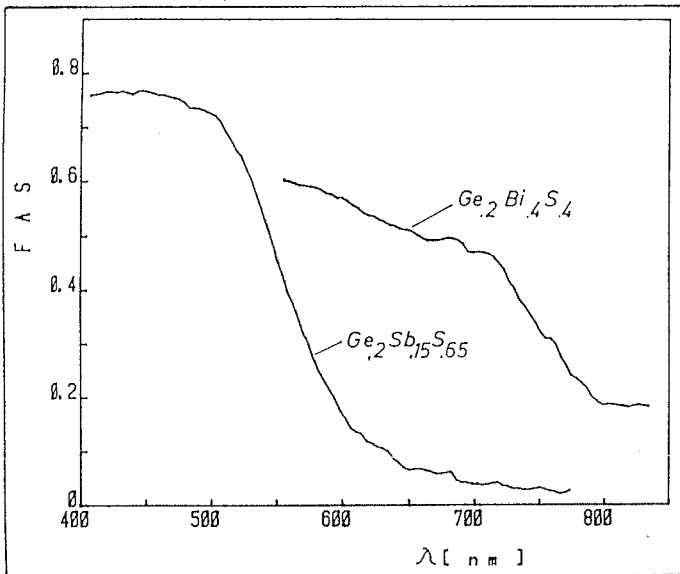
2. ODREĐIVANJE ENERGETSKOG PROCEPA

Za niz različitih poluprovodničkih monokristalnih i amorf-
nih jedinjenja u obliku masivnih uzoraka ili tankih filmova
snimljeni su po prvi put FA spektri u okolini apsorpcionog
praga. Snimani su amplitudski FA spektri za uzorke Sns;

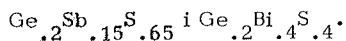


Slika 1: FA spektri monokristalnog masivnog GeS i tankog
filma GeSe.

GeS; GeSe; GeSe₂; CdIn₂Te₄; Ge_{0.2}Sb_{0.15}S_{0.65}; Ge_{0.2}Bi_{0.4}
S_{0.4}; GaAs; CdTe; GaS; GaSe; GaTe. Na osnovu ovih spek-
tara određeni su veličina i tip energetskog procepa koji
su u skladu sa literaturnim podacima dobijenim standard-
nim optičkim metodama.

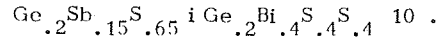


Slika 2: Fa spektri tankih amorfnih filmova



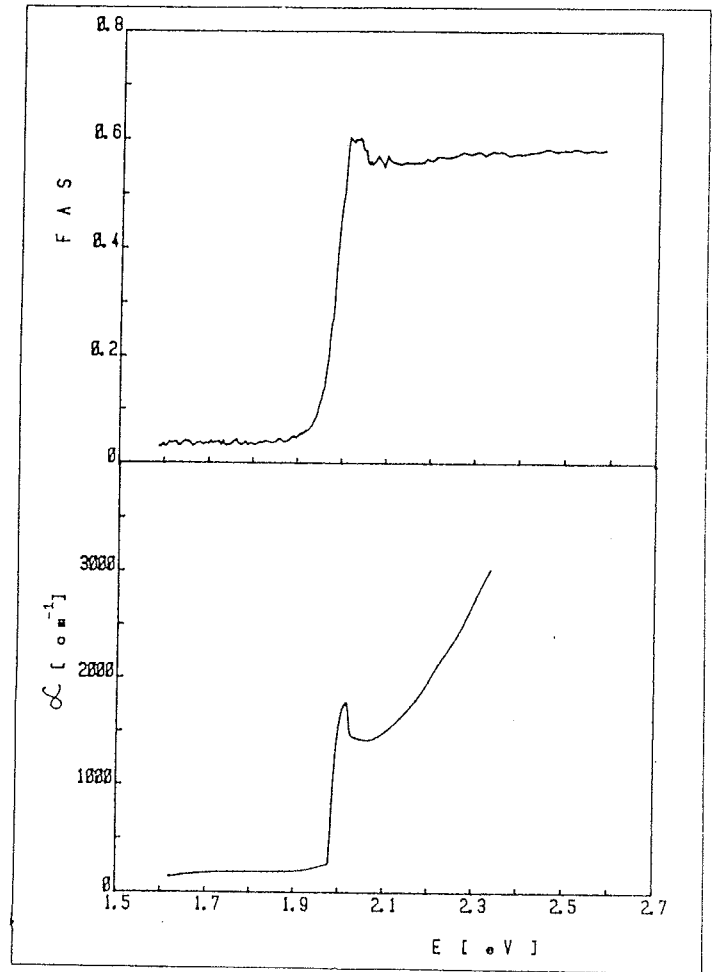
U ovom pregledu dati su dijagrami nekih FA spektara. Na
slici 1 dati su amplitudski FA spektri monokristalnog ma-
sivnog uzorka GeS i tankog filma GeSe.

Na slici 2 dati su FA spektri tankih amorfnih filmova



3. ISPITIVANJE EKSITONSKOG EFEKTA FA METODOM

U okviru ovog odelja biće pokazani rezultati na ispitivanju



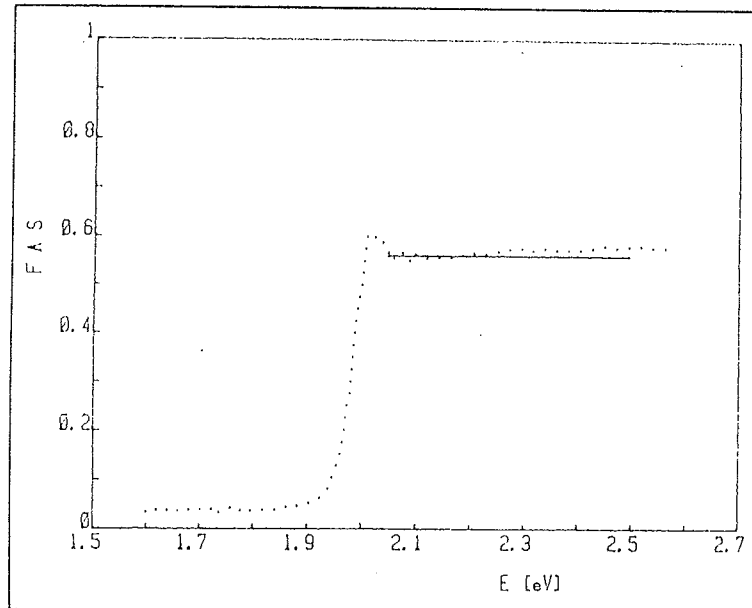
Slika 3: Spektri GaSe u okolini apsorpcionog praga na sobnoj
temperaturi: a) FA spektar; b) optički apsorpcioni
spektar.

eksitonskog efekta kod GaSe primenom FA metode. Na sli-
ci 3(a) dat je amplitudski FA spektar sniman u okolini ap-
sorpcionog praga, dok je na slici 3(b) dat analogni optički
apsorpcioni spektar. Na oba prethodno data spektra uoč-
ljiv je neposredno uz apsorpcioni prag i manji apsorpcio-
ni maksimum. Posle upoređivanja rezultata fotoakustič-
nih i optičkih merenja može se utvrditi da taj maksimum
odgovara energiji od 2,02 eV. Pojava ovog maksimuma se
može objasniti formiranjem eksitona usled Kulonove in-
terakcije elektrona i šupljina generisanih u toku optičkog
prelaza u oblasti apsorpcionog praga.

Analiza eksitonskog efekta (nalaženje energetskog procepa,

energije veze eksitona i efektivne mase) data je kroz uporednu analizu teorijskih i eksperimentalnih FA spektara uz korišćenje relacija za spektralnu karakteristiku GaSe

gde su: E - energija upadnog zračenja;
 E_g - energetski procep;
 E_e - energija veze eksitona;



Slika 4: Eksperimentalni (...) i teorijski (—) FA spektri GaSe.

koja uključuje i eksitonski efekat. Pored toga, na neposredan način su u ovu analizu uključeni i optički transmisioni i refleksioni spektri, čime je na kvantitativan način data i veza FA i optičkih apsorpcionih spektara.

Normalizovani teorijski FA signal je dat kao:

$$S(\mathcal{L}) = (1 - R) F(\mathcal{L}) \quad (1)$$

gde su: \mathcal{L} - koeficijent optičke apsorpcije;

R - refleksivnost.

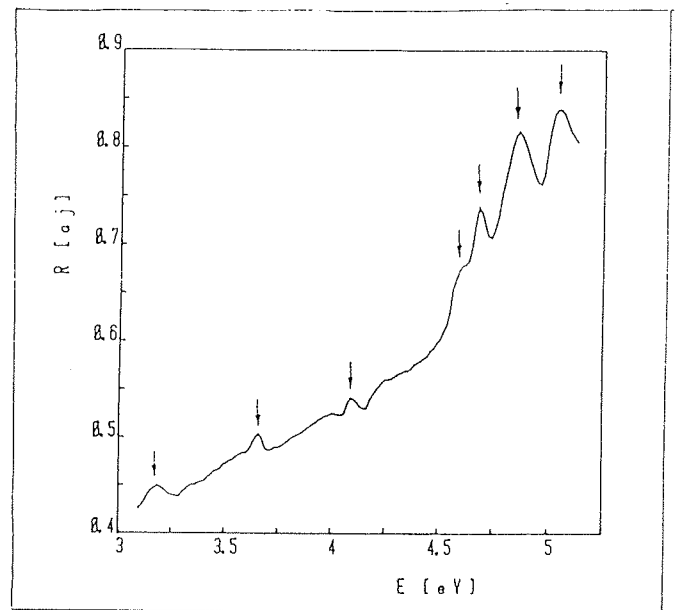
Veličina $F(\mathcal{L})$ daje FA signal (amplitudu i fazu) u zavisnosti od konfiguracije merne ćelije, odnosno od apsorpcionih, toplotnih i geometrijskih parametara uzorka, gasa i držača. Najčešće je, za uobičajene merne uslove, $F(\mathcal{L})$ dato Rosencwaig-Gershon teorijom. Ovaj teorijski FA signal koji je dat u funkciji od koeficijenta optičke apsorpcije trebalo bi prevesti u funkciju od energije upadnog zračenja. U tom smislu je neophodno uvesti i relaciju za spektralnu karakteristiku GaSe. Teorija optičke apsorpcije u poluprovodnicima blizu apsorpcionog praga, koja uključuje u sebe i Kulonovu interakciju, daje za koeficijent apsorpcije:

$$\mathcal{L} = \mathcal{L}_0 \frac{z \exp(z)}{\text{sh}(z)}, \quad E > E_g \quad (2)$$

$$z = \pi \frac{E - E_g}{E_e}$$

\mathcal{L}_0 - koeficijent apsorpcije sračunat kada se zanemari Kulonova interakcija.

Sračunati koeficijent apsorpcije iz jednačine (2) je korišćen u jednačini (1) zajedno sa parametrima E_g i E_e . Na



Slika 5: Refleksioni spektar GaSe dobijen na osnovu amplitudskog FA spektra.

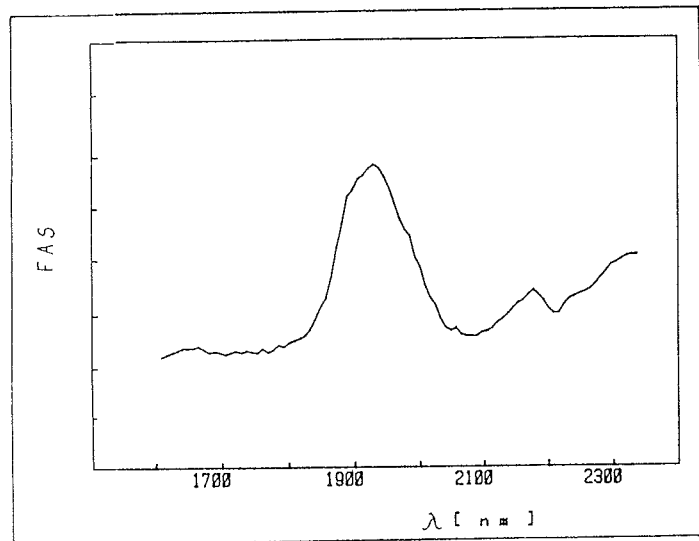
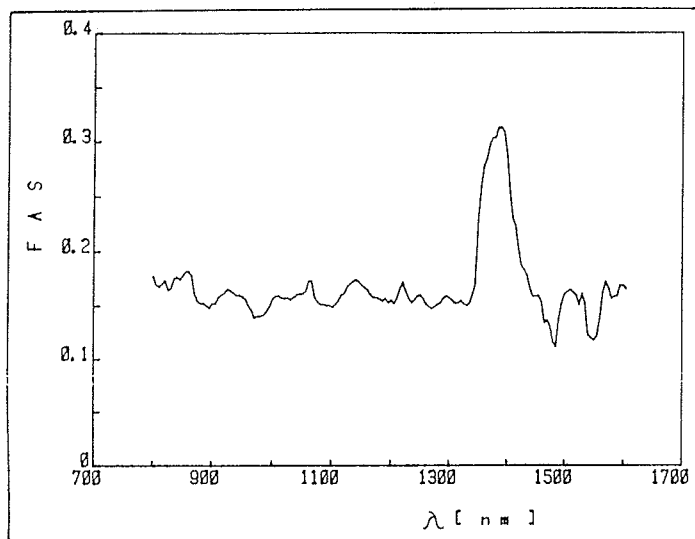
taj način je dobijen teorijski FA spektar u funkciji od energije upadnog zračenja:

$$S(E) = f(R, E_g, E_e, E) \quad (3)$$

Ovakav teorijski spektar je upoređen sa eksperimentalnim procedurom usaglašavanja parametara. Na slici 4 dati su najbolji rezultati ove procedure:

Na osnovu ove procedure nadjeni su sledeći parametri:

$E_g = 2,017 \pm 0,003$ eV, $E_e = 17,5 \pm 0,5$ meV i efektivna masa $m = 0,011 m_0$.



Slika 6: Amplitudski FA spektri GaSe u bliskoj IC oblasti.

Ovu su samo osnovni elementi jedne šire analize date u referencama [6,11].

4. ISPITIVANJE MEDJUZONALNIH PRELAZA FA METODOM

Teorijska analiza FA efekta pokazala je da je u uslovima kada je toplotna difuziona dužina mnogo veća od debljine uzorka ($\lambda \gg l$) FA signal u zasićenju, odnosno da FA signal ne zavisi od apsorpcionih karakteristika materijala.

Normalizovani FA spektar u tom slučaju je analogan refleksionom spektru, odnosno ima oblik:

$$S(E) \sim 1 - R(E) \quad (4)$$

Na slici 5 dat je eksperimentalni amplitudski spektar $1 - S(E)$ koji je potpuno analogan refleksionom spektru GaSe za oblast energija iznad apsorpcionog praga.

Na spektru su označeni refleksioni maksimumi.

Analiza spektara pokazuje postojanje sedam refleksionih maksimuma. Ovi refleksioni maksimumi vezani su za odgovarajuće medjuzonalne prelaze, koji su na osnovu poznatog modela zona GaSe identifikovani [8].

5. ISPITIVANJE PRISUSTVA PRIMESA FA METODOM

Na energijama ispod apsorpcionog praga nedopirani poluprovodnici su u osnovi transparentni. Međutim kada postoje primese, odnosno primesni nivoi, javljaju se odgovarajuće apsorpcione pojave vezane za ove nivoe.

Analiza spektara GaSe snimanih u bliskoj IC oblasti (od 0,55 do 1,55 eV) pokazuje postojanje dve apsorpcione pojave na 0,645 i na 0,89 eV. Na slici 6 dati su amplitudski FA spektri gde se jasno uočavaju ove apsorpcione pojave [11].

U literaturi se navodi niz slučajeva ispitivanja GaSe u oblasti ispod apsorpcionog praga primenom različitih optičkih i elektronskih metoda. Ova ispitivanja pokazuju da može postojati niz akceptorskih nivoa u oblasti energija od 0,03 do 0,55 eV, kao i donorskih u oblasti od 0,35 do 0,9 eV. Eksperimentalno određeni nivoi na 0,65 eV i 0,89 eV su donorski nivoi koji potiču od prisustva primesa Sn i Ge, odnosno od delimično kompenzovanih primesnih centara ovih atoma.

7. ZAKLJUČAK

Sva prethodna razmatranja nedvosmisleno pokazuju značaj FA metode za karakterizaciju poluprovodnika. Posebno je važno istaći da se poslednjih godina razvija i niz novih sličnih metoda koje bi sve mogle biti obuhvaćene jednim terminom - fototermalna metoda. Ovim terminom se obuhvata: fotoakustična metoda, fototermalna defleksija, fototermalna interferometrija, fototermalna radiometrija itd. Nesumnjivo da će razvoj ovih metoda, posebno kao spektroskopskih metoda, značajno povećati mogućnosti u karakterizaciji ne samo poluprovodničkih nego i svih drugih materijala.

Autori duguju posebnu zahvalnost prof. B. Tokoviću sa VMA u Beogradu, na predusjetljivosti pri korišćenju neop- hodne opreme u eksperimentalnom radu.

LITERATURA

- 1 L. Eaves, H. Vergas, P. Williams, "Intrinsic and deep - level photoacoustic spectroscopy of GaAs (Cr) and other bulk semiconductors", *Apl. Phys. Lett.*, 38, 768 (1981).
- 2 R. Mc Farland, L. Hess, "Photoacoustic measurements on ion-implanted and laser annealed GaAs", 36, 137 (1980).
- 3 J. Mc David, S. Yee, M. Afromowitz, "Photoacoustic measurement of nonlinear optical absorption in semiconductor", in *Technical Digest (OSA, Washington DC 1979)*.
- 4 C. Ghizoni, M. Siqueira, H. Vargas, L. Miranda, "On the use of photoacoustic cell for investigating the electronphonon interaction in semiconductor", *Apl. Phys. Lett.*, 32, 554 (1978).
- 5 P.M. Nikolić, D.M. Todorović, "Photoacoustic and Thermoacoustic Properties of Single Crystal SnS Compared with Its Near Infrared Optical and Transport Measurements", *J. Phys. C*, in print.
- 6 D.M. Todorović, P.M. Nikolić, "Photoacoustic Observation of the Exciton Effect in GaSe", *Apl. Opt.*, 24, 2252 (1985).
- 7 L. Baldassarre, A. Cingolani, "Photoacoustic saturation spectra of GaSe, GaTe and InSe layered semiconductors", *Solid State Commun.*, 44, 705 (1982).
- 8 D.M. Todorović, P.M. Nikolić, "Ispitivanje medjuzonalnih prelaza GaSe fotoakustičnom metodom", *Zbornik IX Jugoslovenskog savetovanja o savremenim neorganskim materijalima*, Herceg Novi (1986).
- 9 L. Miranda, "Theory of the photoacoustic effect in semiconductors influence of carrier diffusion and recombination", *Apl. Opt.*, 21, 2923 (1982).
- 10 P.M. Nikolić, D.M. Todorović, S.S. Vujatović, Lj. Milošević, "Optičke i fotoakustične osobine amorfnih filmova IV - V - VI grupe poluprovodničkih jedinjenja", *X Jugoslovenski vakuumski kongres*, Beograd, *Bilten JUVAK* 22, 199 (1986).
- 11 D.M. Todorović, "Doprinos uporednoj analizi fotoakustičnih i optičkih osobina poluprovodnika", doktorska disertacija, Centar za multidisciplinarne studije, Univerzitet u Beogradu (1986).

Adresa autora: P.M. Nikolić
D.M. Todorović
Univerzitet u Beogradu
P.O. 816
11000 BEOGRAD

PRIKAZ KNJIGE "ELEKTRONSKE KOMPONENTE I DEO" AUTORA DR. STOJANA RISTIĆA Ninoslav Stojadinović

Nedavno je Univerzitet u Nišu izdao knjigu ELEKTRONSKE KOMPONENTE I DEO, autora Dr Stojana Ristića, docenta Elektronskog fakulteta u Nišu. Knjiga, koja je napisana na 304 strane, sadrži 202 slike i 54 tabele, a podeljena je u 5 glava.

Prva glava je posvećena osnovnim pojmovima u teoriji pouzdanosti. Obradjeni su pokazatelji pouzdanosti i vrste otporka elektronskih komponenata. Takodje, analizirani su i faktori koji utiču na pouzdanost komponenata, kao što su opterećenje, mehanička naprezanja, temperatura, vlažnost, pritisak, itd.

Otpornici su razmatrani u drugoj glavi. Najpre su date o-

snovne karakteristike i parametri otpornika, zatim su prikazani nizovi nazivnih vrednosti otpornosti, klase tačnosti i načini označavanja otpornika bojama (sa dvocifrenim i trocifrenim osnovnim brojem), a potom su analizirani uticaji temperature, vlažnosti, električnog opterećenja, učestanosti itd. na karakteristike otpornika. Nakon opšteg dela o otpornicima, razmatrani su slojni otpornici (ugljeni, metalslojni, metaloksidni, kompozicioni i štampani), otpornici od mase i namotani (žičani) otpornici stalne otpornosti, pri čemu su istaknute osnovne karakteristike tih otpornika i načini dobijanja istih. Slično otpornicima konstantne otpornosti, obradjeni su i otpornici promenljive otpornosti - potenciometri, ukazujući na nji-

hove osnovne karakteristike i parametre (nazivnu vrednost ukupne otpornosti, početni skok otpornosti, postojanost na habanje, dopunski kontaktni šum, itd.).

U daljem izlaganju o otpornicima detaljno su razradjeni nelinearni otpornici. Date su karakteristike, parametri i osobenosti termistora (NTC i PTC otpornika), varistora, fotootpornika, otpornika kod kojih se otpornost menja pod uticajem magnetnog polja (magnetootpornika) i otpornika kod kojih je promena otpornosti uslovljena mehaničkim naprezanjima (tenzootpornika).

U trećoj glavi obradjeni su kondenzatori. Kao i u delu o otpornicima, i ovde su, najpre, date opšte osobenosti kondenzatora, a potom su detaljno analizirane pojedine vrste kondenzatora stalne kapacitivnosti. Pored osnovnih principa konstrukcije ovih kondenzatora, za svaku vrstu kondenzatora razmatrane su karakteristike i promene parametara (promene kapacitivnosti, otpornosti izolacije, tangensa ugla gubitaka sa temperaturom i učestanošću, itd.). Obradjeni su papirni kondenzatori i kondenzatori sa metaliziranim papirom, a zatim kondenzatori sa plastičnim folijama i metaliziranim plastičnim folijama, pri čemu su pojedinačno analizirani stirofleksni (polistiren, polistirol), poliester, polikarbonat i polipropilen kondenzatori, kao i kondenzatori za visoke temperature (polisulfon i teflon). Dalje izlaganje o kondenzatorima nastavljeno je razradom liskunskih, staklenih i keramičkih kondenzatora. Kod keramičkih kondenzatora najpre su opisane keramike na bazi titanata i cirkonata barijuma ili stroncijuma (keramike tipa I i tipa II) i takozvane "specijalne" keramike (keramike koje pojedini proizvođači kondenzatora koriste u svojim proizvodnim programima), a zatim su obradjeni keramički kondenzatori tipa I, tipa II i tipa III. Nakon keramičkih kondenzatora opisani su elektrolitski kondenzatori (aluminijumski i tantalovi). Izlaganje o kondenzatorima završeno je kondenzatorima promenljive kapacitivnosti, gde su, pored standardnih obrtnih vazdušni kondenzatora, razmatrane silicijumske i galijum-arsenidne varikap diode sa skokovitim, linearnim i superstrimim p-n spojevima.

Kalemovima je posvećena četvrta glava. I ovde je prvo dat opšti deo o bitnim karakteristikama i parametrima ka-

lemova (induktivnost kalemova, kalemka tela, vrste namotaja, frekventna svojstva kalemova, gubici u kalemovima, stabilnost kalemova, oklopljavanje, itd.), a zatim su dati izrazi za izračunavanje induktivnosti kalemova bez jezgra (dugačkih, kratkih, jednoslojnih, višeslojnih, komorastih, štampanih, itd.) i sa jezgrom. Kada je reč o kalemovima sa jezgrom, najveća težina data je kalemovima sa feritnim jezgrima, pri čemu su obradjena lončasta, RM i PM jezgra, kao i jezgra u obliku štapića, šipki i cevčica.

Peta glava se odnosi na transformatore. U opštem delu najpre su obradjeni materijali za magnetna jezgra transformatora (vruće valjani Fe-Si lim, hladno valjani orijentisani Fe-Si lim, Fe-Ni lim i feriti), a zatim su date tablice za određene oblike magnetnih jezgra (za jezgra od limova EI i UI profila, za prerezana trakasta C-jezgra i za feritna jezgra). Od feritnih jezgra razmatrana su i EC i ETD jezgra. Nakon opšteg dela o transformatorima razmatrani su mrežni transformatori i transformatori za niske učestanosti. Dalje su obradjeni feritni transformatori, a poseban akcenat dat je transformatorima za prekidačke izvore napona napajanja (DC-DC konvertore). Na primeru blokirnog konvertora (Flyback) dat je princip proračuna impulsnih prekidačkih feritnih transformatora.

Knjiga ELEKTRONSKE KOMPONENTE I DEO namenjena je prvenstveno studentima III godine Elektronskog fakulteta u Nišu, sa ciljem da posluži kao udžbenik za predmet "Elektronske komponente". Medjutim, s obzirom da su detaljno objašnjene karakteristične osobine velikog broja pasivnih komponenata, to knjiga, pored osnovne namene, može korisno da posluži inženjerima elektronike u savladivanju praktičnih problema.

Prof. dr Ninoslav Stojadinović
Elektronski fakultet, Niš
18000 Niš, Beogradska 14

Napomena: Knjiga ELEKTRONSKE KOMPONENTE I DEO, autora Dr Stojana Ristića, može se, po ceni 1280 din, naručiti preko knjižare "Stevan Sremac" na Elektronskom fakultetu u Nišu, Beogradska 14, 18000 Niš.

SHINGO – PARADOKS ILI O TEŠKOĆAMA PREVODILAČKOG ZANATA

Autor Shingeo Shingo u tekstu "Nova japanska proizvodna filozofija" između ostalog kaže (citat preuzet iz YU 21 Revije za nauku i tehnologiju, CECOS, april, 1986, Novi Sad):

"Ni jedan TV-aparat ne smije da bude s greškom! Kupac kupuje samo jedan jedini aparat iz naše proizvodnje od milion proizvedenih. Ako je taj jedan s greškom, kupac više nikad neće imati povjerenje u Matsushita".

Vjerujem da je navedeni citat korektno preveden od strane prevodioca. Bilo bi, međutim, zanimljivo pogledati kako bi gornji citat izgledao preveden ne samo na naš jezik, već i na naše prilike. U tom bi slučaju gornji citat vjerovatno glasio:

"Ni jedan TV-aparat ne smije da bude ispravan! Ako je i jedan jedini aparat od deset tisuća proizvedenih ispravan to je manje posla za naše servise. Za kupca nas nije briga, jer on ionako mora kupiti naš aparat".

Opaska: Molim proizvođače TV-aparata da se ne ljute!
Isto vrijedi i za proizvođače većine ostalih proizvoda!

Pripremio: Prof. dr. Petar Biljanović
Elektrotehnički fakultet
Unska 3
41000 Zagreb

X jugoslovenski simpozijum

O ELEKTROHEMIJI

Bečići, 1—5 juni, 1987.



ORGANIZACIJA

U ime Unije hemijskih društava Jugoslavije, Simpozijum organizuje Hemijsko društvo Crne Gore.

NAUČNI PROGRAM

Simpozijum će obuhvatiti radove iz glavnih aspekata fundamentalne i primenjene elektrohemije. Program će činiti plenarna predavanja i saopštenja originalnih radova.

OPŠTE INFORMACIJE

Simpozijum će biti održan od 1. - 5. juna 1987. godine u Bečićima, SR Crna Gora.

Da bi se olakšala organizacija Simpozijuma, potrebno je poslati prijavu učešća najkasnije do 31. 12. 1986. godine. Učesnici koji žele da saopšte rad uz prijavu bi trebalo da pošalju kratak izvod rada na polovini kucane strane. Prijave za učešće sa kratkim izvodom rada slati na adresu:

Mr Vladimir Komnenić
Metalurški fakultet Titograd
81000 TITOGRAĐ

Cetinjski put bb

KOTIZACIJA

Kotizacija uplaćena do 31.01.1987. godine iznosi 8.000,00 dinara, a posle tog datuma 10.000,00 dinara. Kotizacija za studente iznosi 1.000,00 dinara. Uplata se vrši na žiro račun Hemijskog društva Crne Gore, sa naznakom za "X simpozijum" 20100-678-14167.

Predsednik
Naučnog odbora
Miljan Pješčić

Predsednik
Organizacionog odbora
Petar Živković

beltron®

VODIKOV PEROKSID H_2O_2 30 ut %

Kvaliteta: SEMI STANDARD C1.STD.9

Vsebnost trdnih delcev:
Razred 0-2

Datum
proizvodnje:

Številka
šarže:

Rok uporabe: 6 mesecev

Neto: 1 kg

BELTRON je brezbarvna tekočina brez vonja.
Nevarnost požara pri stiku z gorljivimi snovmi.
Povzroča opekline / izjede.
Hraniti na hladnem.
Polite dele telesa takoj spirajte z veliko količino vode.
Pri delu nositi primerno zaščitno obleko in zaščitna očala / ščitnik.

NAČIN IN POGOJI SKLADIŠČENJA: Beltron skladiščite v temnih, zračnih, ognjevarnih in hladnih prostorih v originalni embalaži proizvajalca.

SPECIFIKACIJA:

barva (APHA): 10 max.
vsebnost H_2O_2 : 30,0—32,0 ut %
vsebnost prostih kislin: 0,6 $\mu\text{eq/g}$ max.
ostanek po uparivanju: 20 ppm max.
vsebnost klorida (Cl): 2 ppm max.
vsebnost sulfata (SO_4): 5 ppm max.
vsebnost fosfata (PO_4): 2 ppm max.
vsebnost težkih kovin (kot Pb):
0,5 ppm max
vsebnost arzena in antimona
(kot As): 0,01 ppm max.
vsebnost aluminija (Al): 1 ppm max.
vsebnost barija (Ba): 1 ppm max.
vsebnost bora (B): 0,05 ppm max.
vsebnost kadmija (Cd): 1 ppm max.
vsebnost kalcija (Ca): 1 ppm max.
vsebnost kroma (Cr): 0,5 ppm max.

vsebnost kobalta (Co): 0,5 ppm max.
vsebnost bakra (Cu): 0,1 ppm max.
vsebnost galija (Ga): 0,5 ppm max.
vsebnost germanija (Ge): 1 ppm max.
vsebnost zlata (Au): 0,5 ppm max.
vsebnost železa (Fe): 0,5 ppm max.
vsebnost litija (Li): 1 ppm max.
vsebnost magnezija (Mg): 1 ppm max.
vsebnost mangana (Mn): 1 ppm max.
vsebnost nikla (Ni): 0,1 ppm max.
vsebnost kalija (K): 1 ppm max.
vsebnost silicija (Si): 1 ppm max.
vsebnost srebra (Ag): 0,5 ppm max.
vsebnost natrija (Na): 1 ppm max.
vsebnost stroncija (Sr): 1 ppm max.
vsebnost kositra (Sn): 1 ppm max.
vsebnost cinka (Zn): 1 ppm max.

STRUP - OTROV



belinka

tozd perkemija, ljubljana

Navodila avtorjem

Publikacija »Informacije MIDEM« je zainteresirana za prispevke domačih in inozemskih avtorjev — še posebej članov MIDEM — s področja mikroelektronike, elektronskih sestavnih delov in materialov, ki jih lahko razvrstimo v naslednje kategorije: izvorni znanstveni članki, strokovni članki, pregledni strokovni članki, mnenja in komentarji, strokovne novice, članki iz prakse, članki in poročila iz delovnih organizacij, inštitutov in fakultet, članki in poročila o akcijah MIDEM, članki in poročila o dejavnostih članov MIDEM. Sponzorji MIDEM lahko brezplačno objavijo v vsaki številki publikacije po eno stran strokovnih informacij o svojih novih proizvodih, medtem ko je prispevek za objavo strokovnih informacij ostalih delovnih organizacij 13000 din za običajno A4 stran in 25000 din za A4 stran, ki vsebuje črno-belo fotografijo.

Prispevek mora biti pripravljen tako:

- a) Imena in priimki avtorjev brez titula
- b) Naslov dela, ki ne sme biti daljši od 15 besed in mora jasno izražati problematiko prispevka
- c) Uvod — formulacija problema
- d) Jedro dela
- e) Zaključek
- f) Literatura
- i) Ime in priimek avtorjev, vključno s titulami in naslovi njihovih delovnih organizacij

Rokopis naj bo jasno tipkan v razmaku 1,5 v širini 12 cm (zaradi montaže na A3 formatu in pomanjšave na A4 format) na A4 listih. Obseg rukopisa naj praviloma ne bo večji od 20 s strojem pisanih listov A4, na katerih je širina tipkanja 12 cm.

Risbe je potrebno izdelati s tušem na pavs papirju ali belem papirju. Vsaka risba, tabela ali fotografija naj ima številko in podnapis, ki označuje njeno vsebino. Podnapisi za risbe, ki so široke do 12 cm, naj bodo tipkani do širine 12 cm, za risbe, ki so širše, pa širina podnapisa ni omejena. V tekstu je potrebno označiti mesto, kjer jih je potrebno vstaviti. Risbe, tabele in fotografije ni potrebno lepiti med tekst, ampak jih je potrebno ločeno priložiti članku.

Delo je lahko pisano v kateremkoli jugoslovenskem jeziku, dela inozemskih avtorjev pa v angleščini ali nemščini.

Avtorji so v celoti odgovorni za vsebino objavljenega sestavka.

»Informacije MIDEM« izhajajo aprila, junija, septembra in decembra v tekočem letu.

Rokopise, prosimo, pošljite mesec dni pred izidom številke na:

Uredništvo »Informacije MIDEM«
Elektrotehniška zveza Slovenije
Titova 50
61000 LJUBLJANA

Rokopisov ne vračamo.

Upute autorima

Publikacija »Informacije MIDEM« zainteresirana je za priloge domačih i inozemskih autora, naročito članova MIDEM. Priloge s područja mikroelektronike, elektroničkih sastavnih dijelova i materijala možemo razvrstati u sledeće skupine: izvorni znanstveni članci, stručni članci, prikazi stručnih članaka i drugih stručnih radova, mišljenja i komentari, novosti iz struke, članci i obavijesti iz prakse, članci i obavijesti iz radnih organizacija, instituta i fakulteta, članci i obavijesti o akcijama MIDEM, članci i obavijesti o djelatnosti članova MIDEM.

Sponzori MIDEM mogu besplatno u svakome broju publikacije objaviti po jednu stran stručnih informacija o svojim novim proizvodima. Ostale radne organizacije plaćaju za objavljivanje sličnih informacija 13000 din po jednoj običnoj A4 stranici i 25000 din po A4 stranici sa crno-bijelom fotografijom.

Prilozi trebaju biti pripremljeni kako slijedi:

- a) Ime i prezime autora, bez titula
- b) Naslov ne smije biti duži od 15 riječi i mora jasno ukazati na sadržaj priloga
- c) Uvod u kojemu se opisuje pristup problemu
- d) Jezgro rada
- e) Zaključak
- f) Korištena literatura
- i) Imena i prezimena autora s titulama i nazivima institucija u kojima su zaposleni.

Rukopis treba biti uredno tipkan na A4 formatu u razmaku redova 1,5 i širini reda 12 cm (zbog montaže na A3 format i presnimavanja). U pravilu, opseg rukopisa ne treba prelaziti 20 tipkanih stranica A4 formata s redovima širine 12 cm.

Crteže treba izraditi tušem na pausu ili bijelom papiru. Svaki crtež, tablica ili fotografija treba imati naziv i broj. Za crteže do 12 cm širine naziv ne smije biti širi od 12 cm. Za crteže veće širine nije ograničena širina naziva. U tekstu je potrebno označiti mjesto za crteže. Crteže, tablice i fotografije ne treba lijepiti u tekst, već je potrebno priložiti ih članku odvojeno.

Rad može biti pisan na bilo kojem od jugoslovenskih jezika. Radovi inozemnih autora trebaju biti na engleskom ili njemačkom jeziku.

Autori odgovaraju u potpunosti za sadržaj objavljenog rada.

»Informacije MIDEM« izlaze u aprilu, junu, septembru i decembru tekuće godine.

Rukopise za slijedeći broj šaljite najmanje mjesec dana prije izlaska broja na:

Uredništvo »Informacije MIDEM«
Elektrotehniška zveza Slovenije
Titova 50
61000 LJUBLJANA

Rukopise ne vračamo.

Sponzorji MIDEM

Sponzori MIDEM

GOSPODARSKA ZBORNICA-SPLOŠNO ZDRUŽENJE ELEKTROINDUSTRIJE SLOVENIJE, Ljubljana
RAZISKOVALNA SKUPNOST. SLOVENIJE, Ljubljana
ISKRA — TOZD TOVARNA TELEVIZIJSKIH SPREJEMNIKOV, Pržan
ISKRA — INDUSTRIJA KONDENZATORJEV, Semič
ISKRA — INDUSTRIJA BATERIJ ZMAJ, Ljubljana
ISKRA — DO MIKROELEKTRONIKA, Ljubljana
ISKRA — IEZE TOZD POLPREVODNIKI, Trbovlje
ISKRA — COMMERCE TOZD ZASTOPANJE TUJIH FIRM, Ljubljana
ITEO — TEHNOLOŠKO RAZVOJNA INFORMATIKA, Ljubljana
RIZ — KOMEL OOUR TVORNICA POLUVODIČA, Zagreb
SELK — TVORNICA SATOVA, Kutina
ULJANIK — Pula
RIZ — KOMEL OOUR ELEMENTI, Zagreb
ISKRA — ELEMENTI, Ljubljana
UNIS — RO TVORNICA TELEKOMUNIKACIJSKE OPREME, Mostar
ELEKTRONIK — PROIZVODNJA ELEKTRIČKIH UREĐAJA, Zagreb
ISKRA — AVTOMATIKA, Ljubljana
FAKULTETA ZA ELEKTROTEHNIKO, Ljubljana
ELEKTRONSKI FAKULTET, Niš
RADE KONČAR — OOUR ELEKTROTEHNIČKI INSTITUT
ISKRA — IEZE TOZD FERITI, Ljubljana
Ei — RO POLUPROVODNICI, Niš
ELEKTROTEHNIČKI FAKULTET, Zagreb
ISKRA — CENTER ZA ELEKTROOPTIKO, Ljubljana
BIROSTROJ, Maribor
ISKRA — DELTA, Ljubljana
INSTITUT JOŽEF STEFAN, Ljubljana
ISKRA — IEZE TOZD HIPOT, Šentjernej

Publikacija Informacije MIDEM izhaja po ustanovitvi Strokovnega društva za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale — MIDEM kot nova oblika publikacije Informacije SSOSD, ki jo je izdajal Zvezni strokovni odbor za elektronske sestavne dele in materiale — SSOSD pri Jugoslovanski zvezi za ETAN od avgusta 1969 do 6. oktobra 1977 in publikacije Informacije SSES, ki jo je izdajala Strokovna sekcija za elektronske sestavne dele, mikroelektroniko in materiale — SSES pri Jugoslovanski zvezi za ETAN od 6. oktobra 1977 do 29. januarja 1986.

Publikacija Informacije MIDEM izlazi posle osnivanja Stručnog društva za mikroelektroniku, elektronske sastavne delove i materijale — MIDEM kao nova forma publikacije Informacije SSOSD koju je izdavao Savezni stručni odbor za elektronske sastavne delove i materijale — SSOSD kod Jugoslavenskog saveza za ETAN od augusta 1969 do 6. oktobra 1977 i publikacije Informacije SSES koju je izdavala Stručna sekcija za elektronske sastavne delove, mikroelektroniku i materijale kod Jugoslavenskog saveza za ETAN od 6. oktobra 1977 do 29. januara 1986.