

VAKUUMIST

GLASILO DRUŠTVA ZA VAKUUMSKO TEHNIKO SLOVENIJE

LJUBLJANA, SEPTEMBER 1989

ŠTEVILKA 18 - 1989/ 2



- Reaktivno ionsko prekrivanje orodij
- Rast silicijevega monokristala po metodi Czochralski
- Karakterizacija elastomernih tesnil za uporabo v vakuumski tehniki
- Merjenje pretoka atomarnega vodika
- Historijat Društva za vakuumsko tehniko Hrvatske
- Zvezni tehnološki projekt: razvoj vakuumskih peči
- Jugoslovanski vakuumski kongres 18. - 20. 4. 1990 - razstava
- Koledar
- Drobne novice

POVABILO K OBJAVI OGLASOV V VAKUUMISTU

Delovanje Društva za vakuumsko tehniko Slovenije se je v zadnjih letih razširilo na sledeča področja:

- organizacijo mednarodnih strokovnih srečanj
- organizacijo jugoslovanskih vakuumskih kongresov z mednarodno udeležbo
- organizacijo javnih strokovnih predavanj
- organizacijo strokovnih ekskurzij
- izdajanje glasila Vakuumist
- izobraževalno delo, organizacijo strokovnih stečajev

Člani našega strokovnega društva se aktivno udeležujejo strokovnih srečanj doma in v tujini.

Delovanje društva je že leta tesno povezano z Zvezo društev za vakuumsko tehniko Jugoslavije in z mednarodnim združenjem IUVSTA (International Union of Vacuum Science, Technology and Application).

Večina dejavnosti in s tem tudi obstoj DVT Slovenije je odvisna od ljubiteljskega dela skupine vakuumskih entuziastov. Društvo ne dobi nikakršne podpore, stroškov pa za vse našete aktivnosti ni malo. Eden glavnih izdatkov je prav izdajanje našega glasila, saj ga člani prejemajo brezplačno. Kljub deficitarnosti pa nameravamo s to dejavnostjo nadaljevati, kajti zavedamo se, da lahko samo s sprotnim obveščanjem o dogajanjih v naši stroki prispevamo k povečevanju znanja in hkrati ustvarjamo živo vez med vakuumisti. Zato oljudno vabimo organizacije združenega dela in privatna podjetja, da z objavo oglasov v našem glasilu podprejo publicistično dejavnost DVTs. Oglase bomo po dogovoru objavili na naslovni strani oziroma na zadnjih straneh glasila. Spisek stalnih sponzorjev DVT Slovenije pa bo natisnjen za zadnjistrani ovojnice.

Svojo ponudbo nam sporočite na naslov:

Uredništvo Vakuumista, Teslova 30, 61111 Ljubljana

Uredniški odbor

VAKUUMIST

Izdaja Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije

Glavni in odgovorni urednik: Andrej Pregelj

Uredniški odbor: F. Lah, S. Jerič, E. Perman, M. Jenko, P. Panjan, A. Zalar, A. Banovec, S. Sejjad, V. Nemanič, B. Stariha, M. Mozetič in B. Strnad

naslov: Uredništvo Vakuumista, Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, Teslova 30, 61000 Ljubljana, telefon (061) 267-341

Po mnenju republiškega komiteja za kulturo SRS št. 4210-149/81 z dne 9/9-1981 je publikacija oproščena plačila davka od prometa proizvodov.

Oblikovanje besedila, grafična priprava in tisk, Biro M, Ljubljana, Žibertova 1

Naklada 350 izvodov

UVOD

Tankoplastne tehnologije so že dolgo vezane na uporabo vakuumu, saj miniaturizacija komponent zahteva čiste in kar najbolj natančno določene okoliščine med izdelavo. Sodobni postopki seveda močno prekašajo osnovne tehnike naparevanja izpred četrto stoletja. Glavna naloga pri pripravi določenega tankoplastnega elementa je: zagotoviti zahtevane karakteristike in njihovo stabilnost. S tem sta povezani predvsem struktura in sestava izbranega materiala pa tudi oprijemljivost s podlago. Naštete lastnosti so v veliki meri odvisne od postopka priprave, zato pogosto uporabljamo specializirane naprave, ki sicer temeljijo na splošnih načelih izbranega postopka, številne podrobnosti pa jim omejujejo širšo uporabnost.

Poleg mikroelektronike in optike, kjer so tanke plasti že dolgo nepogrešljive, so se v zadnjem desetletju uveljavile tudi v novih panogah (metalurške prevleke, tribološke plasti,...). Deloma je to posledica silovitega razvoja postopkov za nanašanje, pri tem pa ima zelo pomembno mesto uporaba plazme oz. ioniziranega plina, s katerim lahko učinkovito vplivamo na lastnosti rastoče plasti.

PLAZMA V SODOBNIH TANKOPLASTNIH TEHNOLOGIJAH

Plazma je ioniziran plin, ki je navzven nevtralen. Ker vsebuje električno nabite delce, nanjo razmeroma enostavno vplivamo z električnim in magnetnim poljem. Delovni tlaki, ki so tehnološko zanimivi, so v območju med 10^{-4} in 10^{-1} mbar.

Najenostavnejši primer uporabe plazme pri nanašanju plasti je katodno naprševanje. Kot alternativa naparevanju se je uveljavilo predvsem v mikroelektroniki. Osnovna značilnost naprševanja je možnost nanašanja na velike površine. Tipičen delovni tlak plina je 10^{-2} mbar, ponavadi delamo z argonom. Z električnim poljem usmerimo argonove ione na površino tarče oz. materiala, ki ga želimo nanašati. Izbiti atomi se nalagajo v okolici. Z magnetnim poljem lahko znatno povečamo hitrost nanašanja. Za kovine navadno uporabljamo enosmerno napetost, dielektrike pa napršujemo v radiofrekvenčnem režimu. Druga, bolj razširjena možnost je nanašanje v reaktivni atmosferi. Tu argonu dodamo reaktiven plin (npr. kisik) z delnim tlakom okrog 10^{-4} mbar in razpršujemo kovinsko tarčo.

Za nanašanje plasti lahko uporabimo tudi razprševanje z ionskim curkom. V zadnjih letih se uveljavlja še erozija tarče s katodnim lokom. V slednjem primeru plazemski lok potuje po površini tarče. Zaradi lokalnega segrevanja material izpareva v okolico. Posebnost postopka je razmeroma velika ionizacija izparelih atomov.

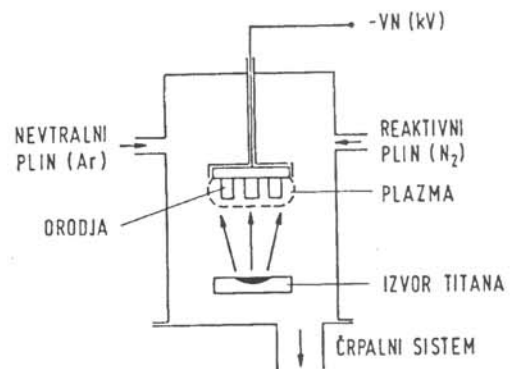
Plazmo pogosto uporabljajo tudi za pospeševanje reakcije pri kemijskem nanašanju iz parne faze (CVD-chemical vapour deposition). CVD postopek poteka pri visoki

temperaturi in normalnem tlaku. Če si pomagamo s plazmo, je lahko delovna temperatura nižja, delovni tlak pa v območju okrog 10^{-1} mbar.

Na rast plasti, torej predvsem na strukturo, lahko ob prisotnosti plazme vplivamo z električno prednapetostjo na podlagi. Ioni, ki med nanašanjem obstreljujejo podlago oziroma plast, spremenijo površinsko gibljivost atomov. Tako lahko izboljšamo oprijemljivost s podlago in lastnosti plasti. V kombinaciji s plazmo so tudi tradicionalni postopki naparevanja dobili nov pomen zaradi dodatnih možnosti uporabe.

IONSKO PREKRIVANJE

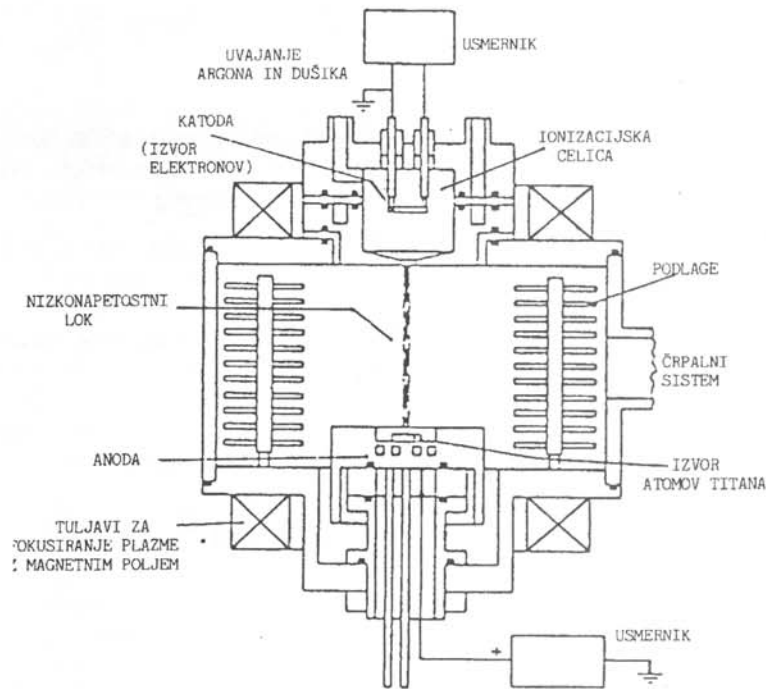
Začetki ionskega prekrivanja segajo v sredino šestdesetih let. V osnovi postopka je najvažnejša ravno uporaba plazme za ionizacijo atomov, ki jih nanašamo in električnega polja za pospeševanje le-teh proti površini podlage. Razvijali so ga v želji, da bi izboljšali oprijemljivost plasti s podlago. Prvotno je bil postopek vezan na naparevanje, kasneje pa so se razvile še variante z naprševanjem in tudi s katodno erozijo. Shematično je sistem za ionsko prekrivanje prikazan na sliki 1. Najpogosteje je izvir za naparevanje segrevan z elektronskim topom, plazmo okrog podlage pa lahko vzpostavimo na različne načine. Ponavadi moramo poskrbeti za ločeno črpanje ob izviri, ki zahteva delovni tlak pod 10^{-4} mbar, medtem ko imamo tlak v plazmi ob podlagi približno 10^{-3} mbar. Pomembna faza v postopku je ionsko čiščenje površine neposredno pred nanašanjem plasti. Čista površina je namreč osnovni pogoj za dobro oprijemljivost in kvalitetno plast.



Slika 1: Shema sistema za ionsko prekrivanje

TRDE PREVLEKE NA ORODJIH

Klasična orodja ne zadoščajo več tehnološkim zahtevam sodobne obdelave materialov. Osnovna ideja trdih prevlek na orodjih je: združiti optimalno žilavost in trdnost podlage z izjemno trdoto plasti v novo orodje, ki bo zmožno kvalitetnejše, hitrejše in cenejše obdelave. Trde prevleke so znane na orodjih iz karbidne trdine že približno dvajset let. V široki uporabi se je uveljavil



Slika 2: Shema naprave za reaktivno ionsko prekrivanje orodij z nizkoenergijskim elektronskim topom (Balzers, Liechtenstein)

predvsem titanov nitrid in še nekatere večplastne kombinacije. Nanašajo jih kemijsko iz parne faze pri temperaturi okrog 1000 °C. Za orodja iz hitroreznih jekel, ki ne prenesejo tako visoke temperature in za brušene karbidne trdine pa je primerno ionsko prekrivanje s titanom v prisotnosti neaktivnega dušika. V zadnjem času potekajo zelo intenzivne raziskave ternarnih sistemov Ti-C-N in Ti-Al-N z obetavnimi rezultati (še večja obrabna obstojnost, kemijska stabilnost do 800 °C), vendar še brez zanesljivih potrditev v industriji.

REAKTIVNO IONSKO PREKRIVANJE ORODIJ S TITANOVIM NITRIDOM

Reaktivno ionsko prekrivanje uvrščamo med fizikalne postopke za nanašanje plasti (PVD - physical vapour deposition). Znanih je nekaj tehnoloških različic za nanašanje titanovega nitrida, ki se ponašajo z različnim uspehom v industrijski uporabi. Prve in doslej še ne presežene industrijske naprave so se pojavile na trgu v začetku osemdesetih let. Temeljijo na izparevanju titana z nizkoenergijskim elektronskim curkom. Takšno napravo imajo tudi v Centru za trde prevleke, ki deluje od 1985 v Domžalah. Shematično je sistem prikazan na sliki 2. Elektroni iz nizkoenergijskega izvira segrevajo titan, da izpareva, obenem pa še povečujejo stopnjo ionizacije v plazmi okrog orodij. Orodja lahko neodvisno od drugih delov sistema priključimo na električno napetost. Argon uvajamo v sistem skozi elektronski izvir, da mu podaljšamo življenjsko dobo, dušik pa neposredno v komoro. Naprava je seveda opremljena z vrsto kontrolnih in varnostnih elementov, ki omogočajo polavtomatsko delovanje. V novejših aparaturnah je celoten proces voden z računalnikom.

Brezhibno toplotno in mehansko obdelano orodje je primerno za prekrivanje, če brez škode prenese pregrevanje na 500 °C. To pomeni, da moramo izločiti navadna orodna jekla za delo v hladnem in spajkana orodja, če spajka vsebuje cink ali kadmij. Pred vstavljanjem v vakuumsko komoro jih temeljito očistimo (detergent in ultrazvok, voda, freon). Prvi del postopka je segrevanje na visoko temperaturo. S tem dodatno očistimo površino in dosežemo, da so okoliščine primerne za rast plasti s pravilno strukturo. Po zaključnem ionskem čiščenju je najprej na vrsti nanašanje tanke titanove plasti (približno 100 nm), ki izboljša oprijemljivost, nato pa začnemo uvajati v sistem dušik. Ob pravilno izbranih parametrih poteka reakcija na površini podlage. Nitridna plast je na orodjih ponavadi debela 2 do 4 µm, odvisno od namena uporabe. Poseben problem je enakomerno prekrivanje kompleksnih oblik. "Prava" plast ima značilno zlato barvo, veliko mikrotredo (okrog 2300 HV, hitrorezna jekla imajo okrog 850 HV, karbidne trdine okrog 1500 HV) in majhen koeficient trenja. Odlikuje jo kemijska stabilnost in izredna obrabna obstojnost, ki podaljša življenjsko dobo orodij za 300 do 2000 % pri poostrenem režimu dela. Struktura plasti je odvisna od izbranega postopka. Ugodno je, če so plasti drobnozrnate. Stehiometrična sestava TiN daje najboljšo obrabno obstojnost. Plasti s sestavo Ti₂N so sicer trše, vendar bolj krhke in manj obrabno obstojne.

Vakuum, reaktivna plazma in visoka temperatura so torej glavne značilnosti oplemenitenja orodij s trdo prevleko iz titanovega nitrida. Nova orodja predstavljajo pravo revolucijo v tehnologiji obdelave materialov pa tudi lep primer povezanosti sicer zelo različnih področij v znanosti in tehnologiji.

A. Žabkar, dipl.ing., IJS, Ljubljana

1. Uvod

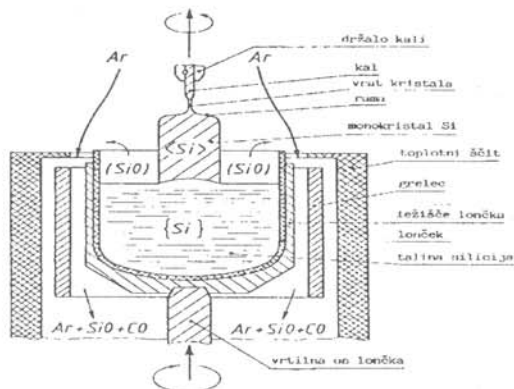
Silicijev monokristal je osnova za izdelavo večine diskretnih polprevodniških elementov in integriranih vezij. Danes se uporabljajo tudi nekateri drugi polprevodniški materiali, kot so npr. GaAs, Ge, InP, GGG, vendar bo silicij zaradi prikladnosti tehnološke izdelave, razširjenosti in s tem cene ostal polprevodnik številka ena. Pred desetimi leti je bila svetovna proizvodnja silicija okrog 1000 ton, leta 1983 pa že 3000 ton. Samo v ilustracijo: iz 3000 ton Si monokristala bi lahko naredili integrirana vezja za 80 milijard (80×10^9 !) žepnih računalnikov.

Osnovni tehnologiji za izdelavo Si-monokristala sta: metoda Czochralski (CZ) in metoda float zone (FZ). Po prvi je izdelanih približno 80%, po drugi pa skoraj 20% vseh tovrstnih kristalov na svetu. Poznane so še druge metode kot npr. rast monokristala iz podstavka (pedestal pulling), rast monokristala v obliki traku itd. vendar le-teh po količini proizvedenega monokristalnega silicija ne moremo primerjati s tehnologijama CZ in FZ.

2. Osnove CZ metode

Po CZ metodi kose zelo čistega polisilicija stalimo v lončku iz kremenovega stekla. Ker je kremenovo steklo pri temperaturi tališča silicija (1420°C) razmeroma plastično, mora biti le-ta podprt z neplastičnim materialom - grafitom. Segrevamo z uporovnim grafitnim grelcem. Od strani zgoraj in spodaj je grelec izoliran z grafitnimi deli. Vsem tem elementom skupaj pravimo topla cona. Celoten postopek poteka v nevtralnem atmosferi Ar pri pritisku, ki je nekoliko višji od atmosferskega ali pa v vakuumu 15-20 mbar.

Ko se polisilicij stali, je potrebno temperaturo taline in temperaturo delov tople zone stabilizirati. V talino pomočimo kristalografsko pravilno orientirano monokristalno kal in jo počasi vlečemo iz taline. Lonček s talino in kal se vrtila v nasprotnih smereh. Tipična hitrost vleke, kristala je 76.2 mm/h (3 "/h). Metoda vlečenja monokristala je shematsko prikazana na sl. 1.



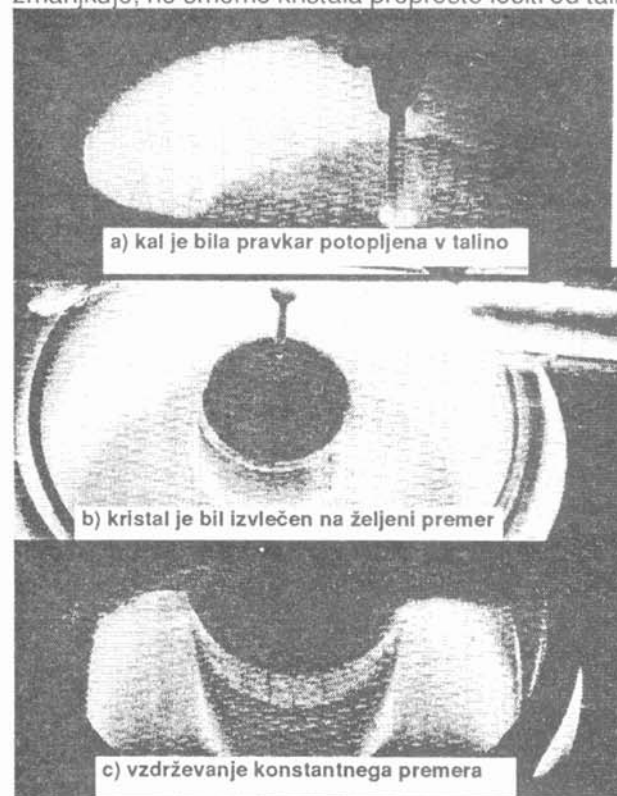
Slika 1: Shematični prikaz vlečenja kristala po metodi Czochralski

Najzahtevnejši del postopka je vlečenje vratu kristala. Danes se najpogosteje uporablja kristal brez dislokacij (dislocation-free). Če želimo, da bo monokristal, ki ga vlečemo, brez dislokacij, mora potekati vlečenje vratu kristala najprej hitro (250 do 350 mm/h, ustrezen premer vratu je cca 3 mm; Po izvlečenih 5 cm vratu kristala pa moramo hitrost vlečenja zmanjšati na 25 mm/h; premer kristala se pri tem poveča.

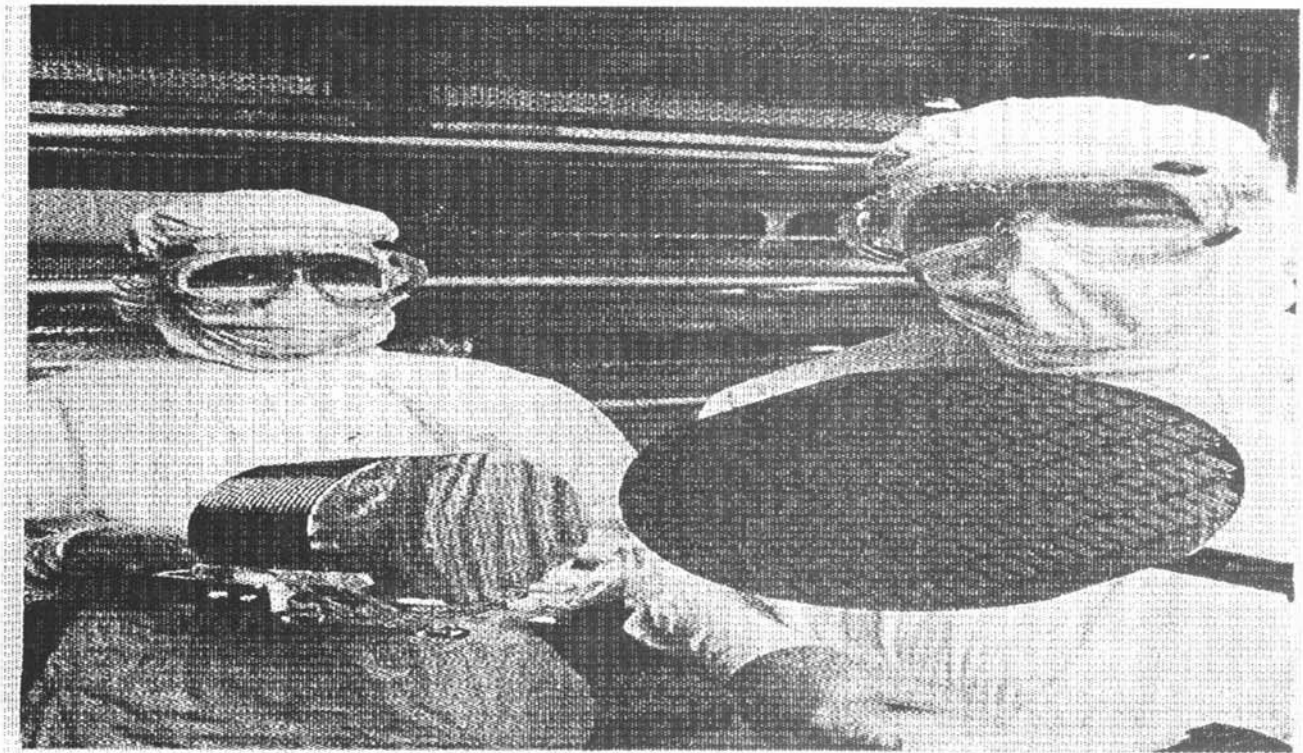
In kakšna je zveza med parametri vlečenja in vsebnostjo dislokacij? Glavni izvor dislokacij so notranje napetosti, ki nastanejo zaradi temperaturnega gradienta med sredino in robom pravkar kristaliziranega monokristala. Če torej premer monokristala zmanjšamo, zmanjšamo gradient temperature in na ta način notranje napetosti ter generacijo dislokacij. Zagotoviti moramo še hitro rast monokristala (hitri vlek), tako da je gibanje dislokacij počasnejše kot pa je rast kristala. Opisani postopek na začetku vlečenja kristala je potreben pogoj za rast kristala brez dislokacij, ni pa zadosten. Vsaka nadaljnja hitra sprememba temperaturne taline, hitrosti vlečenja, vibracija ali tujek povzroči nastanek dislokacij in izgubo strukture.

Vrnimo se k vlečenju kristala. Ko premer kristala doseže željeno vrednost, povečamo hitrost vlečenja. Enakomeren premer kristala zagotovimo s hitrostjo vlečenja in temperaturo. Kontrola premera v novejših napravah je avtomatska; premer kristala je tako po vsej dolžini znotraj tolerance.

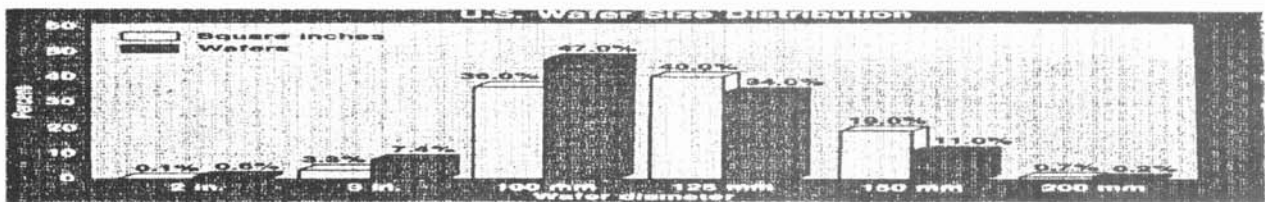
Na koncu vlečenja, ko taline v kremenovem lončku zmanjkuje, ne smemo kristala preprosto ločiti od taline.



Slika 2: Stopnje pri vlečenju kristala



Slika 3: Si.3. Rezine premera 200 mm med procesom



Slika 4: Porazdelitev velikosti Si rezin uporabljenih v ZDA v letu 1987

Zaradi temperaturnega šoka, ki bi pri tem nastal, bi prišlo do pojava dislokacij in do plastičnih deformacij. Zato je potrebno hitrost postopoma povečati tako, da se premer kristala enakomerno zmanjšuje. Posamezne stopnje pri vlečenju kristala silicija so prikazane na sl. 2.

3. Trendi tehnologije rasti Si monokristala

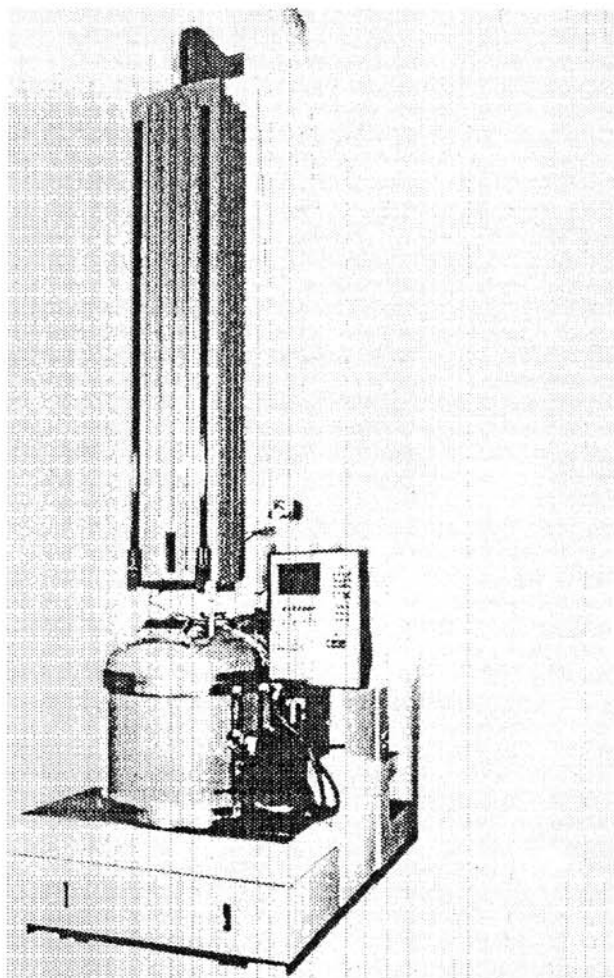
Czochralski metoda rasti monokristala je bila razvita že leta 1916. Takrat so jo uporabljali za študij hitrosti kristalizacije kovin. Metoda je bila v času polprevodniškega napredka zelo izpopolnjena. Danes niso nobena redkost monokristalni ingoti mase 50 in več kg in premera 150 in 200 mm. Izgled procesirane Si rezine s premerom 200 mm vidimo na sl. 3.

Leta 1985 je le nekaj proizvajalcev monokristala vleklo kristal premera 150 mm, rezine iz takšnih kristalov (0,5%) pa so procesirali v redkih firmah na Japonskem in v ZDA (IBM). Dve leti kasneje se je delež teh rezin v proizvodnji zelo povečal, pojavile pa so se že rezine premera 200 mm. Porazdelitev velikosti rezin na ameriškem trgu prikazuje sl.4.

Fizične dimenzije kristala pa nikakor niso edini napredek v rasti Si monokristalov. Za zmogljivejša integrirana vezja, ki imajo vse manjše dimenzije elementov, potrebujemo kvalitetnejše monokristale. Konec petdesetih let in v začetku šestdesetih let so se proizvajalci monokristala Si in rezin ukvarjali predvsem z linijskimi defekti - dislokacijami, ki pa danes ne predstavljajo resnejših težav. Problem so sedaj ostre dopustne tolerance za vsebnost kisika in ogljika v kristalu. Kisik pride v kristal iz kremenovega stekla; le-to se raztaplja v talini Si s hitrostjo približno 7 mm/h. Koliko kisika, ki je v talini, se bo vgradilo v kristal, pa je odvisno predvsem od tega, kakšno je mešanje taline zaradi temperaturnega gradienta in zaradi vrtenja lončka s talino in kristala. Če želimo imeti kontrolirano koncentracijo kisika v kristalu, moramo vse te parametre upoštevati. Zato je tudi razvoj opreme težil k razvoju naprav za vlečenje kristala, kjer se vsi ti parametri računalniško krmilijo. Eno takih naprav vidimo na sl. 5.

Da bi bilo mešanje taline čim manjše in čim bolj kontrolirano, se je v osemdesetih letih pojavila ideja o vlečenju kristala v močnem magnetnem polju (2000-

5000 gaussov). Magnetno polje prepreči gibanje in s tem mešanje tekočine (Lorenzova sila). Teji metodi pravimo MCZ in vse bolj prodira v proizvodnjo Si monokristalov.

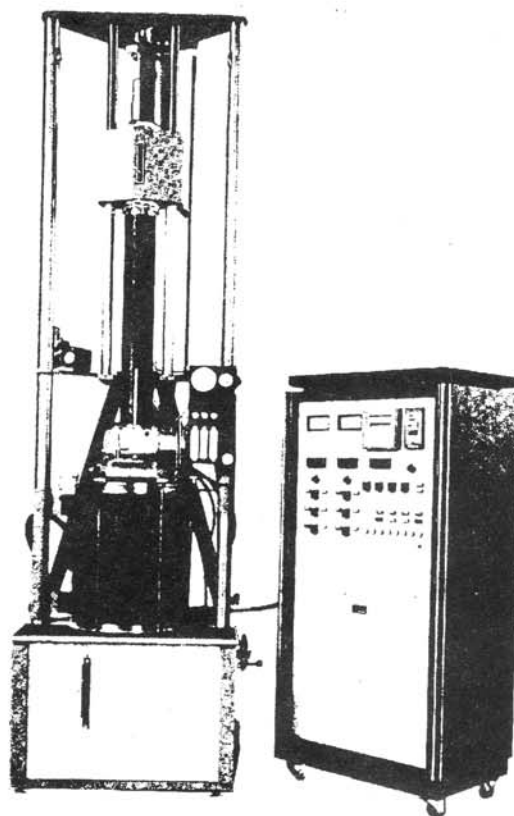


Slika 6: Moderna digitalno računalniško krmiljena naprava za vlečenje kristala po metodi Czochralski

4. Vlečenje silicijevih kristalov v Iskri Polprevodniki-Trbovlje

Začetki vlečenja Si monokristala v Trbovljah segajo v leto 1973. Najprej so vlekli kristale s premerom 50,8 mm (2"), kar je bilo tiste čase na svetovnem nivoju. Oprema je bila razmeroma preprosta, le kontrola temperature je bila avtomatska. Potrebe po cenejšem, kvalitetnejšem materialu in večji produktivnosti so narekovale vlečenje kristalov z večjimi premeri. V letu 1985 smo investirali v novo sodobnejšo opremo s katero smo lahko naslednje leto začeli vleči kristale s premerom 76,2 mm (3") in 100 mm (4"). Proizvajalec opreme je firma CYBEQ iz Kalifornije. Napravo vidimo na sl. 6. Maksimalni premer monokristala silicija, ki ga je možno s to napravo izdelati, je 125 mm (5"), max. teža pa je 20 kg.

Naprava ima avtomatsko kontrolo temperature in premera.



Slika 5: Naprava za vlečenje kristala firme CYBEQ 860 D

Zaključek

Tako kot vsa polprevodniška tehnologija, je tudi vlečenje kristalov doživelo velik napredek. Zaradi procesiranja zahteve po večjih premerih kristalov vsako leto naraščajo. Tako imenovana podmikronska tehnologija (UVLSI) zahteva izredno perfektnost in čistost kristalov. Kje so meje bodočih dosežkov je težko predvidevati.

Literatura

1. W. Zulehner; Czochralski growth of Silicon; Journal of Crystal Growth 65, 1983
2. George Fiegl, Recent Advances and Future Directions in CZ-Silicon Grystal Growth Technology, Solid State Techology, August 1983
3. P. Burggroof, Si Crystal Growth Trends, Semiconductor International, October 1984
4. Howard R. Huff; Fumio Shimmy, Silicon Material Criteria for VLSI Electronics, Solid State Technology, March 1985

Mirko Prosenč
Iskra Elementi
Polpevodniki Trbovlje

Vsebina

Predstavljene so karakteristike domačih elastomernih tesnil. Karakterizacija obsega podatke o razplinjevanju vključno z masnim spektrom, difuzijski koeficient in koeficient permeacije ter podatke o sorpciji plinov v elastomerih. Podani so nekateri konkretni izračuni za uporabo izmerjenih vrednosti v praksi.

1. UVOD

Za doseganje visokega vakuumu je potrebno iz vakuumskega sistema odstraniti velike količine plinov. V visokovakuumskem področju je večina prisotnih plinov adsorbirana na površini materiala ali absorbirana v materialih vakuumskega sistema, od koder se s procesi desorpcije in difuzije sproščajo v vakuumsko posodo. Elastomerna tesnila so velik vir plinov v vakuumskem sistemu in lahko s svojimi lastnostmi resno omejujejo dosegljiv tlak sistema. Največ uporabljana elastomera v vakuumski tehniki sta perbunan in viton.

Perbunan (ASTM oznaka NBR) je kopolimer butadiena in akrilonitrila. Glavna odlika tega materiala je velika odpornost na olja in nekatera topila. Viton (FKM) je trgovsko ime firme Du Pont za kopolimer viniliden fluorida in heksafluoropropilena. Zaradi visoke vsebnosti fluora (65%) je ta elastomer zelo obstojen na povišanih temperaturah, saj se mu pri 260°C lastnosti podobno spremenijo kot perbunanu pri 130 °C. Tudi kemijsko je viton precej bolj odporen od perbunana, podatke o odpornosti na različne kemikalije pa najdemo v literaturi¹. Za normalno rabo se priporočajo temperature do 100°C za perbunan in do 150 °C za viton, daljša uporaba pri teh temperaturah pa je problematična zaradi izgube sile tesnjenja. Za uporabo pri nizkih temperaturah ta dva elastomera nista primerna, saj ima perbunan točko prehoda v steklasto fazo pri -24°C, viton pa pri -35°C. Viton je manj prožen od perbunana in to lastnost lahko uporabimo za ločevanje tesnil iz enega ali drugega materiala. Bolj zanesljiv kriterij za ločevanje pa je teža tesnilk: specifična gostota vitona (1,82 g/cm³) je precej večja od gostote perbunana (1,3 g/cm³).

Razplinjevanju materialov se v vakuumski tehniki posveča velika pozornost. V literaturi najdemo podatke o metodah meritev², teorijah poteka razplinjevanja³ ter pregleden članek o permeaciji in razplinjevanju vakuumskih materialov⁴. O vakuumskih lastnostih elastomerov je tudi že precej napisanega^{5,6,7}, vendar se podatki med seboj precej razlikujejo zaradi različne sestave materialov, predzgodovine in drugih faktorjev. Tako je bilo potrebno tudi za domača elastomerna tesnila napraviti meritve razplinjevanja.

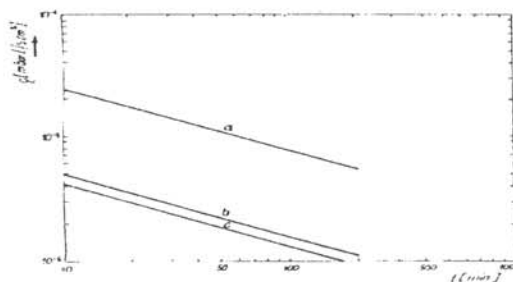
2. EKSPERIMENTALNO DELO

Razplinjevanje smo merili na vzorcih O-obročev iz perbunana in vitona firme Teng, Škofljica, dimenzij ϕ 40x5

skupne površine 200 cm². Za primerjavo smo merili tudi razplinjevanje L tesnilke iz vitilana firme Leybold s površino 530 cm². Vzorci so bili hranjeni v laboratorijskih razmerah več kot mesec dni pred eksperimentom. Meritve so bile narejene v vakuumskem sistemu s kovinskim zvonom premera 300 mm, opremljenim s turbomolekularno črpalko. Sistem je bil tesnjen z vitonskimi tesnili. Za zmanjšanje razplinjevanja sistema smo ga pred vsakim eksperimentom izčrpali do pod 1.10⁻⁶ mbar in prepihali s suhim N₂. Sistem je bil pod atmosferskim tlakom le 2 min, kar je zadostovalo za menjavo vzorcev. Tak postopek je zagotovil dobro ponovljivost in minimalno razplinjevanje danega sistema. Ker razplinjevanje sistema ni bilo zanemarljivo, smo ga pri izračunavanju razplinjevanja vzorcev od celotnega razplinjevanja odšteli. Razplinjevanje je bilo usmerjeno primerjalno glede na odčitek tlaka ionizacijskega merilnika pri vpuščanju znanega zračnega leaka. Masni spekter je bil posnet s spektrometrom Leisk SM 1000. Kot komplementarno meritev smo za ugotavljanje dolgotrajnega obnašanja tesnilk naredili sorpcijski eksperiment. V tem primeru so bile tesnilke 14 dni pod vakuumom, nakar smo jih izpostavili atmosferskim pogojem in merili prirastek teže z analitsko tehtnico. Meritev sorpcije, kot tudi klimatizacija tesnilk pred meritvijo razplinjevanja je bila narejena v laboratorijskih razmerah s povprečno temperaturo 22°C in 60% relativno vlažnostjo.

3. REZULTATI

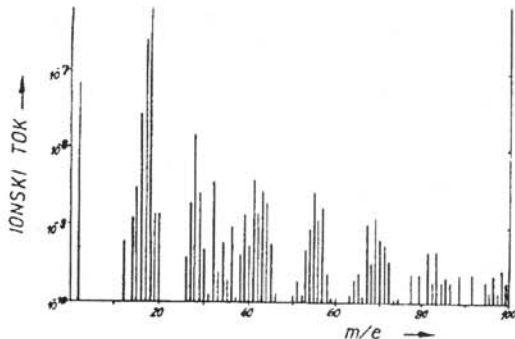
Kljub temu, da za meritve razplinjevanja vakuumski sistem ni bil posebej prirejen, se je dala doseči dobra ponovljivost rezultatov. Poleg neobdelanega perbunana smo merili še razplinjevanje vzorcev, ki so bili več kot mesec dni prej čiščeni z raztopino KOH. Meritev ni pokazala razlike v razplinjevanju v primerjavi z neobdelanim perbunanom, razen majhnega znižanja parcialnih tlakov ogljikovodikov kot posledico očiščenja površine. Vzorci, ki so bili čiščeni dan pred eksperimentom, so imeli večje razplinjevanje, kar je verjetno posledica absorpcije vode v vzorec. Dva vzorca vitona, izdelana v različnih serijah, prav tako nista pokazala večje razlike v razplinjevanju. Drugače kot vzorci perbunana in vitona, je bila vitilanska tesnilka pred tem že v uporabi, pred eksperimentom pa je bila zgolj zbrisana s suho



Slika 1: Razplinjevanje vzorcev perbunana (a), vitona (b) in vitilana (c), zračni ekvivalent

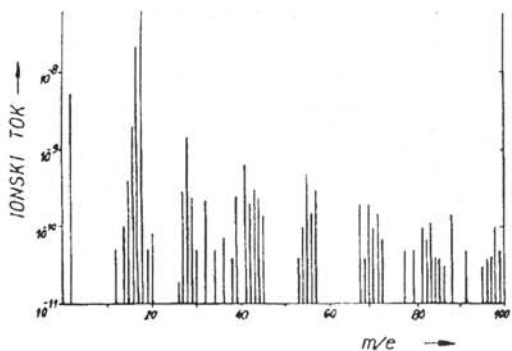
papirnato brisačo. Razplinjevanje vzorcev na enoto površine si lahko ogledamo na sliki 1.

Razplinjevanje perbunana po eni uri črpanja znaša $1 \cdot 10^{-5}$ mbar l/s cm^2 , medtem ko je razplinjevanje vitona $2 \cdot 10^{-6}$ mbar l/s cm^2 in vitilana $1,7 \cdot 10^{-6}$ mbar l/s cm^2 . Razplinjevanje pada s časom kot $t^{-1/2}$, kar je značilno za difuzijske procese. Za dodatno karakterizacijo smo posneli masne spektre razplinjevanja, ki jih vidimo na slikah 2, 3 in 4.



Slika 2: Masni spekter razplinjevanja perbunana po 1^h črpanja

Največji parcialni tlak v vseh treh spektrih je voda (mase 2, 16, 17 in 18), ki predstavlja približno 90% celotnega tlaka. Precejšen je tudi delež dušika (masa 28) in kisika (masa 32). Poleg teh oddaja perbunan še širok spekter ogljikovodikov z značilnimi razmaki po 12 atomskih mas med skupinami vrhov. Predhodno delno razplinjeno perbunan (slika 3) ima poleg manjšega tlaka vode in atmosferskih plinov tudi nekaj manjši prispevek ogljikovodikov. Ti vzorci so bili pred meritvijo pod vakuumom 40 ur, za kratek čas na atmosferi in ponovno črpani. Pri drugem črpanju so po 8^h črpanja kazali približno konstantno razplinjevanje $q=1,6 \cdot 10^{-6}$ mbar l/s cm^2 , tak potek razplinjevanja pa je verjetno pripisati delno razplinjenu materialu, ki je za kratek čas izpostavljen atmosferi⁸, ne pa nasičenemu parnemu tlaku materiala¹. Med masnim

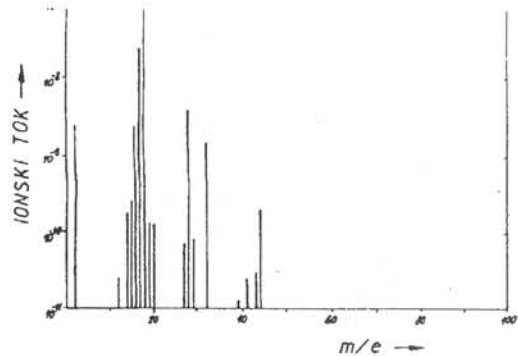


Slika 3: Masni spekter razplinjevanja perbunana potem, ko je bil 40^h pod vakuumom, za kratek čas na atmosferi in ponovno črpan, po 3,5^h.

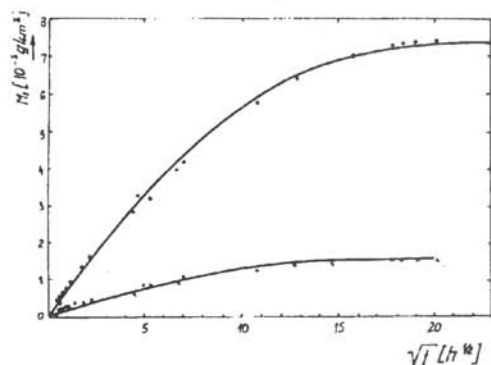
spektrom razplinjevanja vitona in vitilana ni opazne razlike, vidni pa so predvsem prispevki vode, dušika, kisika in ogljikovega dioksida (masa 44).

Ker največji del razplinjevanja predstavljajo parcialni tlaki atmosferskih plinov in vode, smo naredili sorpcijski eksperiment.

Naraščanje elastomerov zaradi sorpcije vidimo na sliki 5.



Slika 4: Masni spekter razplinjevanja vitona po 1^h črpanja



Slika 5: Naraščanje teže perbunana (zgornja krivulja) in vitona (spodnja krivulja).

Sorpcija plinov iz atmosfere je obraten proces kot razplinjevanje. Perbunan absorbira $7,4 \cdot 10^{-3}$ g/cm³ oziroma preračunano na zrak 5,8 cm³ plina pri standardnih pogojih (STP=0°C, 1013 mbar) na cm³ elastomera, viton pa $1,5 \cdot 10^{-3}$ g/cm³ oz. 1,1 cm³ STP/cm³. Končnemu stanju se perbunan približa po 450 urah, viton pa po 330 urah. Difuzijski proces sorpcije za cilindrično simetrijo lahko v našem primeru zapišemo kot⁹:

$$\frac{M_t}{M_\infty} = 1 - \sum_{n=1}^{\infty} \frac{4}{\alpha_n^2 a^2} e^{-D\alpha_n^2 t} \quad (1)$$

kjer je M_t absorbirana masa v času t , M_∞ celotna absorbirana masa, a je radij cilindra in α_n je rešitev enačbe:

$$J_0(\alpha_n a) = 0, \quad (2)$$

kjer je J_0 Besselova funkcija prve vrste reda 0.

Najboljše ujemanje krivulje sorpcije z eksperimentalnimi vrednostmi dobimo pri difuzijskem koeficientu za perbunan $D = 3,2 \cdot 10^{-8}$ cm²/s in za viton $D = 4 \cdot 10^{-8}$ cm²/s. Točnost vrednosti za difuzijski koeficient ocenimo na +/- 10%. Za kratke čase velja naslednji izraz⁹:

$$\frac{M_t}{M_\infty} = \frac{4}{\sqrt{\pi}} \left(\frac{Dt}{a^2} \right)^{1/2} \quad (3)$$

Enačbe (1) in (3) veljajo tako za sorpcijo kot za razplinjevanje in iz znane začetne koncentracije absorbiranih plinov in difuzijske konstante lahko izračunamo razplinjevanje na ploskovno enoto:

$$F = \frac{1}{A} \frac{dM_t}{dt} = C\sqrt{D} \frac{1}{\sqrt{\pi t}} \quad (4)$$

V ravnovesju je koncentracija absorbiranega plina C sorazmerna z zunanjim tlakom p, sorazmernostni koeficient pa je topnost S:

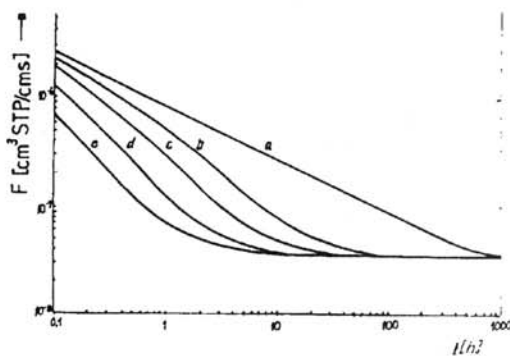
$$C = S \cdot p \quad (5)$$

Pri uporabi tesnila za tesnjenje med atmosfero in vakuumom bo v stacionarnem stanju v tesnilu radient koncentracije in permeacija skozi ploščinsko enoto tesnila debeline l bo znašala:

$$F = D \cdot C/l = D \cdot S \cdot p/l = P \cdot p/l \quad (6)$$

pri čemer je koeficient permeacije definiran kot:

$$P = D \cdot s \quad (7)$$



Slika 6: Razplinjevanje 1 cm vitonske tesnilke: (a) razplinjevanje pri prvem črpanju; razplinjevanje, potem ko je bil sistem že izčrpan do končnega tlaka in izpostavljen na atmosfero za (b) 4^h, (c) 1^h, (d) 15 min, (e) 5 min.

Iz znane difuzijske konstante, koncentracije plinov po končani sorpciji in zunanjega, t.j. atmosferskega tlaka dobimo ekvivalentni koeficient permeacije (velja za zrak, 22°C in 60% rel. vlažnosti, t.j. parcialni tlak vode 16 mbar):

$$P = 4.4 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{cm s} \quad \text{bar za viton}$$

$$P = 1.9 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3/\text{cm s} \quad \text{bar za perbunan}$$

Največji prispevek k permeaciji daje voda in je zato parcialni tlak vode odločilen pri velikosti permeacije. Podatke o permeaciji posameznih plinov najdemo v literaturi^{10,11}.

Lastnosti obeh elastomerov so pregledno zbrane v tabeli 1.

Tabela 1: Lastnosti perbunana in vitona

	perbunan	viton	
D	3,2·10 ⁻⁸	4·10 ⁻⁸	cm ² /s
C	5,8	1,1	cm ³ STP/cm ³
q(1 ^h)	1·10 ⁻⁵	2·10 ⁻⁶	mbar l/s cm ²
P	1,9·10 ⁻⁷	4,4·10 ⁻⁸	cm ³ STP/cm s bar

Permeacija za stisnjeno tesnilko Φ 40x5, ki tesni od atmosfere proti vakuumu, znaša

$$F \cdot A = 2 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3 \text{ STP/s} \quad \text{za perbunan,}$$

$$F \cdot A = 4.9 \cdot 10^{-7} \text{ cm}^3 \text{ STP/s} \quad \text{za viton}$$

V realni situaciji bomo vakuumski sistem, tesnjen z elastomernimi tesnili, izmenično črpali in odpirali na atmosfero. Tesnilko aproksimiramo z odsekom ravne plošče. Potem, ko sistem doseže končni tlak, je v tesnilkah gradient koncentracije. Če sistem, ki je bil pred-

hodno izčrpan do končnega tlaka, za kratek čas t₁ odpremo na atmosfero in ponovno črpamo, je rešitev difuzijske enačbe za razplinjevanje elastomernega tesnila na enoto površine v času t od začetka ponovnega črpanja:

$$F = -D \left(\frac{\partial C}{\partial X} \right)_{x=l} = \frac{DC}{l} \left(1 + 2 \sum_{n=1}^{\infty} e^{-Dn^2 \pi^2 t/l^2} (1 - e^{-Dn^2 \pi^2 t/l^2}) \right) \quad (8)$$

kar lahko v primeru

$$t, t_1 \ll l^2/D \pi^2 \quad (9)$$

napišemo kot

$$F = \frac{DC}{l} + C\sqrt{D} \left(\frac{1}{\sqrt{\pi t}} - \frac{1}{\sqrt{\pi(t+t_1)}} \right) \quad (10)$$

Prvi člen v enačbi (10) predstavlja permeacijo, drugi pa razplinjevanje. Časovni potek razplinjevanja (skupaj s permeacijo) za enoto dolžine vitonske tesnilke φ 5 mm, ki je v toru stisnjena na 3,9 mm, vidimo na sliki 6.

Vidimo, da je razplinjevanje zelo odvisno od časa odprtosti sistema na atmosfero. Razplinjevanje pada približno kot t^{-α}, pri čemer je α odvisen od časa odprtosti sistema in znaša tipično med 0,7 in 1,1. Če je v sistemu potrebno doseči tlak, ki je blizu končnega, s permeacijo omenjenega, je za zmanjšanje razplinjevanja elastomerov potrebno maksimalno skrajšati čas, ko je sistem odprt na atmosfero. V sistemu, kjer je končni tlak omejen s permeacijo, pregrevanje sistema ne more izboljšati tlaka, ker se permeacija s temperaturo povečuje¹¹.

4. ZAKLJUČEK

Meritve razplinjevanja in sorpcije so pokazale, da v elastomerih poteka proces difuzije atmosferskih plinov in vode. Zaradi manjše sorpcije vode je viton tudi za nepregrevane vakuumске sisteme boljši kot perbunan. Sorpcijski eksperimenti nam lahko dajo pomembne podatke o vakuumskih lastnostih elastomerov. Difuzija v elastomerih deluje pri odprtju vakuumskega sistema na atmosfero učinkovito kot nastajanje virtualnih volumnov, ki podaljšujejo čas črpanja, potrebnega za doseg določenega tlaka.

5. LITERATURA

1. Vacuum Technology, its Foundations, Formulae and Tables, dodatek h katalogu HV 250 (Leybold Heraeus, Köln)
2. R.J. Elsey, Vacuum 25, 347(1975)
3. A.Schram, Le Vide 103, 55(1963)
4. W.G.Perkins, J.Vac.Sci.Technol., 10, 543(1973)
5. W.Beckmann, Vacuum 13, 349(1963)
6. H.Elsner, H. Zappe, Feingäraratechnik 22, 468(1973)
7. L.de Csernatony, Vacuum 16, 13 (1966)
8. P.A.Redhead, J.P. Hobson, E.V. Kornelsen, The Physical Basis of Ultrahigh Vacuum (Chapman and Hall, London, 1968)
9. J.Crank, The Mathematics of Diffusion, 2nd ed. (Clarendon Press, Oxford, 1975)
10. Th. Kraus, E. Zollinger, Vakuumtechnik 23, 40(1974)
11. L.Laurenson, N.T.M. Dennis, J.Vac.Sci.Technol.A3, 1707(1985)

Borut Stariha, dipl.ing.
Inštitut za elektroniko in vakuumsko tehniko,
Teslova 30, Ljubljana

1. UVOD

Nečistoče v vakuumskih recipientih uspešno odstranjuje atomarni vodik. Za izvor atomarnega vodika običajno vzamemo plazmo. Ker v plazmi potekajo tudi nekaterih škodljivi procesi, npr. odprševanje, je ugodno, da plazme ne vzbujamo v recipientu, ki ga čistimo, ampak v predkomori. Koncentracija atomarnega vodika izven razelektritvenega prostora je v splošnem manjša kot v plazmi, saj poteka rekombinacija na stenah spojnih elementov. Napakam pri ocenjevanju teh izgub se izognemo, če izmerimo tok atomarnega vodika na mestu, kjer ga uporabljamo. Na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko smo razvili priročno metodo za merjenje pretoka atomarnega vodika, ki temelji na razliki rekombinacijskih koeficientov različnih kovin.

2. EKSPERIMENTALNI SISTEM

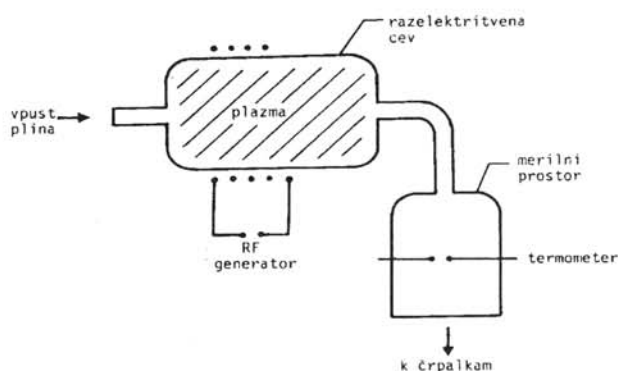
Za meritve pretoka atomarnega vodika smo izdelali steklen vakuumski sistem, ki je shematično prikazan na sl. 1. Plazmo v razelektritveni cevi vzbujamo preko tuljave, ki je vezana na RF generator frekvence 27,12 MHz in izhodne moči do 700 W. Atomarni vodik vodimo preko steklenega kolena v cev za meritve. V cevi sta vgrajena dva alkoholna termometra s temperaturno skalo od 0° C do 100 °C. Na bučko enega od termometrov smo naparili tanko plast aluminija, na bučko drugega termometra pa tanko plast bakra. Rekombinacijski koeficient za reakcijo



je 0,19 za baker in približno 10^{-3} za aluminij (1). Pretok atomarnega vodika merimo preko temperaturne razlike med aluminijem in bakrom, ki jo odčitamo s termometrov.

V stacionarnem stanju je dovedena toplota zaradi rekombinacije enaka odvedeni toploti zaradi hlajenja z molekularnim vodikom:

$$\frac{1}{2} \gamma \Phi_A W_D t = \frac{3}{2} k \Phi_M (T_s - T_0) t \quad (2)$$



Slika 1: Vakuumski sistem za meritve pretoka atomarnega vodika

V enačbi (2) je γ rekombinacijski koeficient Φ_A pretok atomarnega vodika, W_D disociacijska energija za molekulo vodika, k Boltzmannova konstanta, Φ_M pretok molekularnega vodika, T_s temperatura kovine, ko je doseženo stacionarno stanje in T_0 temperatura plina. Faktor 1/2 na levi strani enačbe smo zapisali zato, ker za rekombinacijo potrebujemo dva atoma. V enačbi (2) smo predpostavili, da je pretok atomarnega vodika precej manjši od pretoka molekularnega vodika.

Izmerili smo odvisnost temperature bakra in aluminija od časa delovanja atomarnega vodika. primer meritve je prikazan na sl. 2. Opazimo, da ostaja temperatura aluminija skoraj nespremenjena, medtem ko temperatura bakra naraste v nekaj minutah do 90°C. Spremembo temperature aluminija pripišemo toplejšemu plinu, ne pa rekombinaciji. Stene razelektritvenega prostora se namreč precej segrejejo zaradi absorpcije ultravijoličnih žarkov. Tako lahko izračunamo pretok atomarnega vodika po enačbi

$$\Phi_A = \frac{3\Phi_M k (T_c - T_A)}{\gamma W_D} \quad (3)$$

kjer je T_c temperatura bakra v stacionarnem stanju, T_A pa temperatura aluminija.

Pretok molekularnega vodika izračunamo iz črpalne hitrosti predčrpalk po enačbi

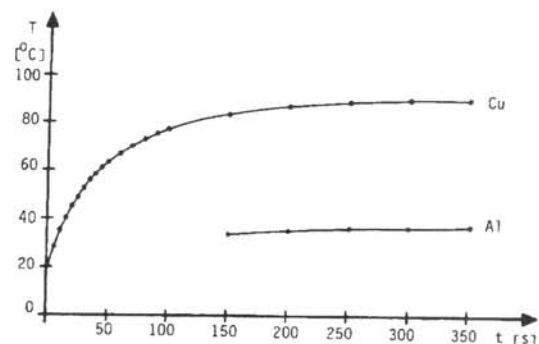
$$\Phi_M = K \frac{\rho}{m_0} \frac{dV}{dt} \quad (4)$$

kjer je K korekcijski faktor, ki je odvisen od razmerja površine bakra in preseka cevi, v kateri se baker nahaja, ρ je gostota plina pri delovnem tlaku, dV/dt je črpalna hitrost in m_0 je masa molekule vodika. V našem primeru je

$$\Phi_M = 1.8 \times 10^{19} s^{-1}; k = 1.4 \times 10^{-23} JK^{-1}, \\ (T_c - T_A) = 53K, \gamma = 0.19 \text{ in } W_D = 4,5 eV$$

Pretok atomarnega vodika je tedaj

$$\Phi_A = 3 \times 10^{17} s^{-1}$$



Slika 2: Časovna odvisnost temperature Cu in Al med delovanjem atomarnega vodika.

3. DISKUSIJA IN ZAKLJUČEK

Razvili smo preprosto metodo za meritve pretoka atomarnega vodika. Pri izračunu smo naredili nekaj približkov, zato meritve niso najbolj natančne. Pri oceni korekcijskega faktorja v enačbi (4) smo predpostavili, da je kar enak razmerju med površino bakra in presekom meritvenega prostora, v našem primeru $K = 0,23$.

Prav tako smo predpostavili, da so molekule, ki so nastale s površinsko rekombinacijo v osnovnem stanju. Ta predpostavka se ne ujema z najnovejšimi merjenji (2), ki kažejo, da je velik del tako nastalih molekul v vzbujenih vibracijskih stanjih. Zaradi tega bi morali v imenovalcu desne strani enačbe (3) namesto disoci-

acijske energije vzeti energijsko razliko med disociacijsko energijo in povprečno energijo vzbujenih stanj molekul, ki zapuščajo površino.

Kljub poenostavitvam lahko predvidevamo, da napaka pri meritvah ni večja od faktorja 2. Eksperimentalni sistem tako popolnoma zadošča našim potrebam.

LITERATURA

1. B.J. Wood, H. Wise, J. Chem. Phys. 29 (1958), 1416
2. R.I. Hall, I. Čadež, M. Landau, F. Pichon, S. Schermann, Phys. Rew. Lett. 60 (1988), 337.

M. Mozetič, F. Brečelj,
A. Pregelj, IEVT, Ljubljana

Historijat društva za vakuumsku tehniku SR Hrvatske (DVTH)

Z namenom, da bi najširšemu krogu bralcev našega glasila predstavili dejavnost vakuumskih društev v Jugoslaviji, smo že pred leti objavili zgodovini aktivnosti slovenskega in srbskega društva (dr. Lah v številki 7 in prof. dr. Perovičeva v 14. številki Vakuumista). Sedaj se je našemu vabilu s pričujočim zapisom odzval tov. Rajko Stojanović - dolgoletni predsednik Društva za vakuumsku tehniku Hrvatske. Vsi si želimo, da bi v naslednjem podobnem sestavku lahko kaj prebrali o delovanju vakuumistov v Bosni in Hercegovini ter v Črni gori, kjer je dejavnosti naše stroke kar precej, in kjer že daljše obdobje pričakujemo ustanovitve novega (četrtga) jugoslovanskega vakuumskega društva.

Još 1966 godine grupa stručnjaka iz Rade Končara i Generalexporta je na poticaj Društva za vakuumsku tehniku LR Slovenije formirala Sekciju za vakuumsku tehniku SRH (SVTH). Konačno formiranje ove sekcije izvršeno je na II kongresu JUVAK-a u Zagrebu. SVTH je i organizirala taj II Kongres od 26-27.09.1966. Rad ove SVTH je vrlo dobro započeo, međutim obzirom da su stručnjaci Rade Končara koji su bili osnivači polako prelazili na druge poslove gdje nije bilo vakuuma to je rad SVTH polako počeo da odumire. Tako da je SVTH de facto postojala samo na papiru. Jedini koji su se i dalje borili da SVTH ne odumre potpuno bili su drugovi iz Generalexporta, ali nisu na žalost nailazili na podršku stručnjaka iz privrede. Međutim 1976 grupa stručnjaka iz Rade Končara i Tvornice transformatora na čelu s tadašnjim direktorom mr. Vitomirom Kovačecom i predsjednikom SVTH dipl.ing. Rajkom Stojanovićem ponovo su pokrenuli akciju za oživljavanje SVTH. Pokrenuta je živa akcija, održano nekoliko sastanaka i formirano je tada DVTH. DVTH je uskoro i registrirano od strane Republičkog sekretarijata za unutrašnje poslove SRH pod br. JP/1/1501/7-1979 od 4.09.1979. DVTH je na svoj zahtjev primljeno u Savez inženjera i tehničara Hrvatske (SITH) kao njihov interdisciplinarni član 9.05.1980. Formiranje DVTH podržalo je niz privrednih organizacija kao što su pojedini OOUR-i Rade Končara, TEŽ, RIZ, Jedinstvo, Institut Ruđer Bošković, Institut za fiziku sveučilišta, Fakultet strojarstva i brodogradnje, INA Rafinerija Rijeka, Monting itd. DVTH je uz tu pomoć

organizirao i IX. Kongres JUVAK-a u Zagrebu od 13-15.10.1983 Glavni suorganizatori bili su Rade Končar Tvornica transformatora, Institut Ruđer Bošković i Fakultet strojarstva i brodogradnje. No nakon ovog vrlo uspješno organiziranog kongresa DVTH opet zapada u krizu zbog nedostatka financijskih sredstva i nemanja vlastitih prostorija. Međutim grupa entuzijasta i dalje je tražila izlaz iz ove nove krize, te je u IV kvartalu 1985 pokrenuta akcija za organizaciju Tečaja iz vakuumске tehnike koji je uspješno organiziran od 24.02. do 28.02.1986. Tečaju je prisustvovalo ukupno 25 učesnika, a predavači su bili suradnici Instituta Ruđer Bošković i Instituta za fiziku Sveučilišta. Tečaj je obuhvatio 18 sati predavanja iz teorije i 10 sati praktičkih vježbi. Tečaj se zbog potrebe za stručnim inventarom održao u Institutu Ruđer Bošković i Institutu za fiziku Sveučilišta. Ovaj tečaj donio je DTH i malu financijsku korist.

Kao rezultat ovog tečaja došli su iz privrede zahtjevi za održavanje specifičnih tečajeva, a kao prioritetno tečajeva za održavanje vakuumске opreme, jer je servis ove opreme vrlo ograničen i vezan na dolazak stranih stručnjaka glavnih isporučilaca te opreme, što je vezano s velikim izdacima. Tako je od 9. - 11.2.1987 u pogonu Rade Končara Tvornici transformatora održan praktični tečaj održavanja vakuumskih uređaja. Tom prilikom je demonstriran servis rotacione pumpe. Nakon ove demonstracije održan je vrlo uspješni sastanak sa stručnjacima tog pogona.

U istu svrhu pomoći industriji predstavnici DVTH su 1988 na poziv Podravke posjetili pogon njihove Tvornice BELUPO koji je imao probleme s vakuum pum-pama s vodenim prstenom. Predstavnici DVTH su sugerirali stručnjacima BELUPO-a prijedloge za rješenje njihovih problema.

DVTH si je postavio kao prioritetni zadatak poticanje domaće industrije za usvajanje proizvodnje elemenata i dijelova za vakuumске uređaje. Ovih pokušaja bilo je i ima već mnogo, ali su oni sporadični i ograničeni, tako da su vrlo često nepoznati. DVTH si je postavio u zadatak da sačini pregled postojećih uređaja, njihovog korištenja i stvaranja banke podataka. Tu smo nailazili

na niz poteškoča a specijalno na odpor stranih proizvođača.

Jedan od osnovnih problema naše tehnološke grane je da se o vakuumu kao o pomoćnom sredstvu kod većine tehnoloških problema vrlo malo zna, jer se o ovoj tehnologiji u našim srednjim stručnim školama pa i fakultetima vrlo malo ili gotovo ništa ne čuje. DVTH je baš iz tog razloga si postavio zadatak da tečajevima i predavanjima ispuni tu tehnološku rupu. Tako je dipl.ing. Hrvoje Zorc održao predavanje: Optički tanki slojevi i 1988 g. na traženje TEZ-a predavanje "Diskroične prevlake". DVTH planira i u budućnosti da nastavi s takvim predavanjima.

DVTH sudjeluje u akciji JUVAK-a oko izdavanja stručnih publikacija iz vakuumske problematike. Također želimo surađivati u stručnim časopisima koje izdaju pojedina stručna društva u okviru SITH-a, a u okviru njihove stručne problematike koja se dodiruje s vakuumskom problematikom. Kao rezultat tog nastojanja uspjeli smo dobiti stalnu rubriku u stručnom časopisu kojeg izdaje Društvo strojara "Strojarstvo". Težnja nam je da kao i

naša bratska društva LR Slovenije i SR Srbije i mi počnemo izdavati svoj bilten, no za sada se ograničavamo da s njima surađujemo.

Veliku poteškoću za pribiranje materijalnih sredstava je zabrana postojanja kolektivnih članova, koji su svojim članstvom, financijski podupirali naše društvo. Naša težnja je sada da okupimo što je veći broj redovitih članova.

Ove godine DVTH je već uspješno organizirao Tečaj grubog i srednjeg vakuuma od 7 do 9.3.1989 uz prisutnost 41 učesnika iz 16 radnih kolektiva. U pripremi je Tečaj visokog i ultravisokog vakuuma te njihovim primjenama u tehnologiji i ispitivanju materijala o čemo je već bilo govora u Vakuumistu broj 17.

Kao što je to već objavljeno u istom broju Vakuumista član DVTH mr. Vlado Obelić u okviru male privrede vrlo uspješno osvaja kompletne vakuumske uređaje.

*Rajko Stojanović, dipl.ing. DVT Hrvatske,
Berislavičeva 6, 41000 Zagreb*

ZVEZNI TEHNOLOŠKI PROJEKT RAZVOJ VAKUUMSKIH PEČI

Naše glasilo je že poročalo (1), da je bil namesto prvotno širše zasnovanega vakuumskega projekta predlagan za finančno vzpodbujanje iz zveznega (t. i. Matičevega) sklada razvoj vakuumskih peči. V tekmi z 200 drugimi, pravočasno izdelanimi predlogi za podporo v letu 1988, je ta predlog izpadel, sprejetih je bilo le 40. Nato smo ga predstavniki zainteresiranih organizacij dopolnili in z njim ponovno kandidirali za leto 1989. Tokrat je bil projekt sprejet.

Poleg tega je skušal "Rade Končar" organizirati projekt Vakuumska sklopna tehnika, za katerega smo bili kot vakuumisti tudi mi zainteresirani in smo pripravili svoj del programa. Ker povezovanja za dokončni predlog ni uspelo izpeljati aprila 1988, je bilo rečeno, da bomo kandidirali vsaj za leto 1989. Potem pa o tem vse tiho je bilo.

Koordinator sprejetega projekta s celotnim naslovom Razvoj vakuumskih peči za dobivanje i termičku obradu čistih metala i legura s pripadajućim tehnologijama je "Rade Končar" - Elektrotehnički institut. "Rade Končar" je hkrati nosilec razvoja uporovne vakuumske peči za termično obdelavo (šarža do 150 kg, do 1300°C, 80 kW). Mariborska "Metalna" vodi razvoj pridobivanja čistih kovin in zlitin, pri čemer ji pomagata Mariborska livarna ter Institut za bakar iz Bora.

Metalna ima na skrbi tudi razvoj polindustrijske indukcijske vakuumske peči za težke barvaste kovine (šarža do 500 kg, do 1400°C, 300 kW) ter podprojekt Vakuumske armature. Pri tem sodeluje tudi naš IEVT, pred-

vsem z razvojem vakuumskih ventilov. IEVT je tudi nosilec samostojnega podprojekta Razvoj vakuumskih merilnih naprav. Gre za razširitev izbire in posodobitev merilnikov za področje do nekako 10^{-4} mbar, ki je za peči še zanimivo. Zavod za raziskavo materiala in konstrukcij iz Ljubljane ima na skrbi razvoj visokotemperaturnih oblog ter kopij za vnašanje dodatkov v talino in za odzemanje vzorcev iz nje.

IEVT si je že pred sprejetjem zveznega projekta zastavil interne razvojne naloge, ki se v precejšnji meri ujemajo s programom zveznega projekta za leto 1989. Gre za razvoj vakuumskih ventilov, za vakuumske merilnike in avtomatiko, delno pa tudi za postavitve kontrolnih metod. Tako vsaj za letos nismo v zadregi s financiranjem in izvajanjem programa. Pravila igre so namreč taka, da moramo finančna sredstva za svoje delo pri zveznem projektu zagotoviti sami (ali od zainteresirane industrije). Šele kot nagrado za opravljeno delo dobimo po oddanih kvartalnih poročilih od zveznega sklada povrnjenih 30% porabljenih sredstev, vendar v okviru planiranih. Prvo poročilo je bilo treba oddati ob letošnjem polletju.

Literatura:

1. M. Žaucer: Povezovanje za tehnološki napredek v vakuumski projekt, Vakuumist, št. 15, str. 8, Ljubljana, 1988

mag. Bojan Povh IEVT, Ljubljana

Sporočamo vam, da bo od 18. do 20. aprila 1990 v Gozdu Martuljku v hotelu Špik XI. jugoslovanski vakuumski kongres, ki ga organizirajo Zveza društev za vakuumsko tehniko Jugoslavije, Društvo za vakuumsko tehniko Slovenije, Inštitut za elektroniko in vakuumsko tehniko Ljubljana in SŽ-Metalurški inštitut Ljubljana..

V času kongresa bomo organizirali razstavo. Posameznim proizvajalcem vakuumske opreme bo za predstavitev manjših eksponatov in prospektov na voljo nekaj m² prostora z razstavnim panojem in mizo.

Ob priliki kongresa bo izšel Zbornik. Vljudno vas vabimo, da v njem objavite svoj oglas.

Sporočamo vam, da je kongres predstavljen tudi v glasilih Ameriškega vakuumskega društva in mednarodne vakuumske zveze IUVESTA ter uvrščen v njihove sezname kongresov.

Prosimo vas, da nam vaš odgovor v zvezi z razstavo, oz. oglasom sporočite do 30. novembra 1989.

Podrobnejše informacije dobite pri mag. Bojanu Jenku, Inštitut za elektroniko in vakuumsko tehniko, Teslova 30, Ljubljana, tel. (061)263-461.

Pričakujemo vašo udeležbo na kongresu v Gozdu Martuljku.

Organizacijski odbor konference

KOLENDAR

14. - 19. SEPTEMBER 1989: 2. mednarodni simpozij o površinskih valovih v trdni snovi in v plastnih strukturah, Varna, Bolgarija

16.-20. SEPTEMBER 1989: 2. mednarodna konferenca o ionskem nitriranju in ogljičenju, Cincinnati, Ohio, ZDA

17. - 20. SEPTEMBER 1989: Konferenca o steklu, Ameriško društvo za keramiko, Lake Buena Vista, Florida, ZDA

17. - 22. SEPTEMBER 1989: Simpozij IUVESTA z naslovom: "Strukture in reaktivnost malih molekul na površinah", Ofir, Portugalska

18. - 22. SEPTEMBER 1989: 2. mednarodni seminar o elektronskih lastnostih mikrosistemov kovina-nekovina (EPMS 89), Stirin, ČSSR. Informacije: prof.dr. R. Hrač, Faculty of Mathematics and Physics, Holesovičkah 2, 18000 Praha 8, ČSSR

21. - 23. SEPTEMBER 1989: Tečaj o vakuumski znanosti, Monreale, Palermo, Italija (A.I.V.)

24. - 28. SEPTEMBER 1989: Mednarodni simpozij o metalizaciji polimerov, Montreal, Quebec, Kanada

25. - 26. SEPTEMBER 1989: Tečaj o vakuumski metalurgiji, Monreale, Palermo, Italija (italijansko vakuumsko društvo - A.I.V.)

25. - 27. SEPTEMBER 1989: Senzorji in njihova uporaba, Canterbury, Anglija. Informacije: Meetings Officer, The Institute of Physics, 47 Belgrave Square, London SW1X 80X, U.K.

25. - 29. SEPTEMBER 1989: 11. mednarodni vakuumski kongres (IVC-11) in 7. mednarodna konferenca o površinah trdnih snovi (ICSS-7), Koeln, ZRN. Informacije: prof.dr. A. Benninghoven, Physikalisches Institute Der Universitaet, Muenster, Wilhelm-Klemm Strasse 10, D-4000 Muenster, BRD

25. - 30. SEPTEMBER 1989: 1. mednarodna konferenca o epitaksijski rasti kristalov, Budimpešta, Madžarska

27. - 29. SEPTEMBER 1989: Srečanje sekcije za steklo ameriškega keramičnega društva - simpozij o površinah tankih plasti in stičnih ploskvah med amorfni in kristaliziranimi snovmi, Arleando, Florida, ZDA

30. SEPTEMBER - 4. OKTOBER 1989: Mednarodna konferenca o tankih plasteh in monokristalih z visokim T_c, Ustron, Poljska

1.-4. OKTOBER 1989: 11. evropska konferenca o znanosti površin

1. - 5. OKTOBER 1989: 4. evropsko srečanje o problemih numeričnega modeliranja plazme, Spitzingsee, ZRN

2. - 6. OKTOBER 1989: Sodobna elektronika 89 - sejem GR v

Ljubljani

2. - 6. OKTOBER 1989: 25. konferenca o mejah fizike in visoke tehnologije, Trst, Italija

2. - 6. OKTOBER 1989: 14. mednarodna konferenca o infrardečem sevanju in mm-valovih, Wurzburg, ZRN. Informacije: SPIE, PO BOX 10, Bellingham, WA 98227

2. - 6. OKTOBER 1989: 2. evropska konferenca o sinhrotronskem rentgenskem sevanju, Rim, Italija

4. - 6. OKTOBER 1989: 1. mednarodno srečanje o vrhunskih proizvodnih in karakterizacijskih tehnologijah, Japonsko društvo za uporabno fiziko in Ameriško vakuumsko društvo, Tokio, Japonska

9. - 11. OKTOBER 1989: Mednarodni simpozij o napravah za vakuumsko znanost in tehniko, Debrecen, Madžarska

10. - 13. OKTOBER 1989: 4. mednarodna konferenca o termično-hidravličnih jedrskih reaktorjih, Karlsruhe, ZRN

20. - 21. OKTOBER 1989: 3. vrhunska konferenca o kvantitativnih analizah površin, Salem, ZDA

23. - 27. OKTOBER 1989: 36. simpozij Ameriškega vakuumskega društva (AVS), Boston, ZDA

23. - 27. OKTOBER 1989: Mednarodna konferenca o integriranih vezjih in polprevodniški tehnologiji, Beijing, Kitajska

24. - 25. OKTOBER 1989: Kritični tokovi pri supraprevodnikih z visokim T_c, Karlsruhe, ZRN. Informacije: Marija Vukovojac Conf. Organiser, Butterworth Scientific Ltd, PO BOX 63, Westbury House, Bury St, Guilford, Surrey GU 2 5BH, UK

24. - 27. OKTOBER 1989: ECASIA 89 - 3. evropska konferenca o uporabi metod za analizo površin in faznih mej, Antibes, Francija. Informacije: MMe. J. Fauvet, Societe Francaise dU Vide, 19 rue dU Renard, F-075004, Paris, France

3. - 4. NOVEMBER 1989: 3. vrhunska konferenca o kvantitativnih površinskih analizah, Salem, MA, ZDA

6. - 10. NOVEMBER 1989: mednarodna šola: Sodobna proizvodnja VLSI, Lugano, Švica, organizator CEI-EUROPE/ELSEVIER

7. - 11. NOVEMBER 1989: PRODUCTIONICA 89, 8. mednarodni sejem za produkcijo elektronike, Muenchen, ZRN

22. - 24. NOVEMBER 1989: 1. evropska konferenca o znanosti in tehnologijah materialov, Aachen, ZRN

19. - 21. MAREC 1990: 10.konferenca o visokem vakuumu, stične površine in tanke vakuumske plasti, Dresden, DDR. Informacije: VEB Hoch-vakuum Dresden, Congress Secretariat 10th conference on High Vacuum, Niedersiedlitzer Str 63, Dresden, DDR, 8017

1. - 7. APRIL 1990: 1.mednarodna konferenca o epitaksijski rasti kristalov, Budimpešta, Madžarska. Informacije: E. Lendvay, Res. Inst. for Technical Phys. Hungarian Acad of Sci, Ujpest 1. Pf. 76 Budapest, Hungary

2. - 6. APRIL 1990: ICTF-8.mednarodna konferenca o tankih plasteh in ICMC- 17.mednarodna konferenca o metalurških prevlekah, San Diego, Kalifornija, ZDA

9.-12. APRIL 1990: 10. generalna konferenca oddelka za vtekočinojeno snov Evropskega fizikalnega društva, Lizbona, Portugalska

10. - 12. APRIL 1990: 2.konferenca o novih materialih in njih uporabi, Warwick, Anglija

18. - 22. APRIL 1990: 11.jugoslovanski vakuumski kongres, Gozd Martuljek, Hotel Špič, Informacije: DVT Slovenije

APRIL 1990: 8.mednarodna konferenca o tankih plasteh, San Diego, Kalifornija, ZDA. Informacije: J. E. Greene, Material Sciences, C.S.L. Univ. of Illinois, 1101 W.Springfield Ave.Urbana IL.61801 USA

20. - 25. MAJ 1990: 9. Konferenca o interakciji plazme s površinami, Bournemouth, Velika Britanija. Informacije: J.H.C. Maple, JET Joint Undertaking, Abingdon, U.K. - Oxon OX 14 3EA

21. - 26. MAJ 1990: 2.evropska vakuumska konferenca (EVC-2), Trst, Italija, lokalni organizator je italijansko vakuumsko društvo, uradni jezik bo angleški, Informacije: DVT Slovenije

11.-16. JUNIJ 1990: 2. evropska konferenca o pospeševalnikih za delce; Nica, Francija

13.-15. JUNIJ 1990: 1. mednarodni simpozij o epitaksiji tankih plasti; Helsinki, Finska

25. - 29. JUNIJ 1990: 17.evropska konferenca o kontrolirani fuziji in segrevanju s plazmo, Amsterdam, Nizozemska

26.-30. JUNIJ 1990 - 9. mednarodna konferenca o analizah z ionskimi curki (IBA-9), Kingston, Kanada

9. - 12. JULIJ 1990: 3.mednarodna konferenca o strukturi površin (ICSOS), Shanghai, Kitajska. Informacije: M.A. Van Howe, MCSD 66-428, Lawrence Berkeley Lab., USA - Berkeley, CA 94720

24.-26. JULIJ 1990: 2. mednarodna konferenca o vakumski mikroelektroniki, Bath, Anglija; Informacije: Meetings Officer, The Institute of Physics, 47 Belgrave Square, London SW1X 8QX, UK

30. JULIJ-2.AVGUST 1990: 8. mednarodna konferenca o tehnologiji ionske implantacije (IIT-90); Guilford Anglija

7. - 11. AVGUST 1990: 13. mednarodna konferenca o atomskih trkih v trdni snovi, Aarhus, Danska. Informacije: Susann Toldi, Institute of Physics, Aarhus University, DK-8000 Aarhus C, Denmark

16. - 23. AVGUST 1990: 19.mednarodna konferenca o fiziki nizkih temperatur, Brighton, Anglija

3. - 7. SEPTEMBER 1990: 11.simpozij o kinetiki plinov Assisi, Italija. Informacije: Vincenzo Aquilanti, Dipto. di Chimica dell

10.-13. SEPTEMBER 1990: Evropska konferenca o raziskavah o elementih in napravah na osnovi trdne snovi (ESSDERC-90); Nottingham, Anglija

10. - 14. SEPTEMBER 1990: 6.mednarodna konferenca o nihanjih na površinah, Long Island, New York, ZDA

24. - 27. SEPTEMBER 1990: Evropska konferenca o galijevem arzenidu, St. Helier, Jersey, Channel Islands, Anglija

25.-30. SEPTEMBER 1990: 1. mednarodna konferenca o epitaksijski rasti kristalov, Budimpešta, Madžarska. Informacije: E. Lendvay, Research Institute for Technical Physics, Hungarian Academy of Sciences, Ujpest 1, p.f. 76, H-1325 Budapest, Hungary

1. - 5. OKTOBER 1990: 11.evropska konferenca o znanosti površin (ECOSS - 11), Salamanca, Španija. Informacije: Jose L. de Segovia, Lab. de Fisica de Superficies, Inst. de Ciencia de Materiales, Serrano 144, E - 28006 Madrid (Spain)

1. - 5. OKTOBER 1990: 5.simpozij o fiziki površin, Liblice, Češkoslovaška. Informacije: Jan Koukal, Inst. of Physics, ČSSR Acad. Sci., Na Slovance, CS - 180 40 Praha 8, ČSSR

1991

14-16. MAJ 1991: 5. mednarodna razstava in kongres o senzorjih in sistemski tehnologiji: SENSOR 91, Nuremberg, ZRN. Informacije: ACS Organisation GmbH - von Münchhausen Strasse 29, D-3050 Wunstorf 2, BRD

3. - 7. JUNIJ 1991: 18.evropska konferenca o kontrolirani fuziji in segrevanju s plazmo, Berlin, ZRN

24. - 30. JULIJ 1991: 17.mednarodna konferenca o fiziki elektronskih in atomskih trkov (ICPEAC), Brisbane, Avstralija. Informacije: W.R. Newell, Dept. of Physics, Univ. College of London, Gower Street, U.K., London WC 1E 6BT

26. - 30. AVGUST 1991: 12.mednarodna konferenca o masni spektroskopiji, Amsterdam, Nizozemska. Informacije: RAI Organisatie Bureau Amsterdam, Europaplein 12, NL - 1078 GZ Amsterdam

1. - 7. SEPTEMBER 1991: Mednarodna konferenca o magnetizmu, Edinburg, Anglija

17. - 19. SEPTEMBER 1991: Fizika za industrijo in industrija za fiziko, Krakow, Poljska

24. - 27. SEPTEMBER 1991: Evropska konferenca o galijevem arzenidu, St. Heller, Jersey, Anglija

14.-18. OKTOBER 1991: 4. evropska konferenca o uporabi metod za analizo površin in faznih mej (ECASIA-91); Budimpešta, Madžarska. Informacije: L. Kover, MTA ATOMKI, H-4001 Debrecen, p.f. 51, Hungary

JESENI 1991: 5.združena konferenca vakuumistov Avstrije, Madžarske in Jugoslavije, v Avstriji

14. - 18. SEPTEMBER 1992: 12.mednarodni vakuumski kongres (IUVSTA), Nizozemska - Informacije: Dr. Anthony J. Van Oostrom, Philips Research Laboratories, P.O.B. 80000. 5600 J.E. Eindhoven, The Netherlands

POLETI 1993: 12.jugoslovanski vakuumski kongres, v BiH ali na Hrvatskem

MIEL 89

V času od 9. do 11. maja 89 je v Nišu potekala 17. jugoslovanska konferenca o mikroelektroniki v okviru strokovnega društva za mikroelektroniko, elektronske sestavne dele in materiale MIDEM. Lokalna organizatorja sta bila Ei Niš in Fakulteta za elektroniko Univerze v Nišu. Program konference so sestavljala plenarna predavanja ter referati - skupno okrog 110 ter 26 postrov.

Uradni jezik je bila angleščina. V zgodovini konferenc MIEL je ta zadnja imela največjo mednarodno udeležbo (20 držav), pa tudi sicer je zelo lepo uspela.

POSVETOVANJE O KARAKTERIZACIJI MATERIALOV

V organizaciji Društva za vakuumsko tehniko Srbije in JUVAK-a je potekalo v dneh od 9. do 12. maja 89 v Donjem Milanovcu posvetovanje o karakterizaciji materialov.

V treh dneh je bilo na posvetu ustno predstavljenih 48 referatov, ki so bili pred pričetkom objavljeni v biltenu JUVAK-a št. 23.

Osnovna značilnost posveta je bila namenjena srečanju in izmenjavi izkušenj vseh strokovnjakov iz Jugoslavije, ki uporabljajo za karakterizacijo materialov razne vakuumске metode in tehnike. Kasneje so bile v program vključene tudi druge nevakuumske metode karakterizacije, kar je dajalo posvetu preveliko nehomogenost tem, kljub dobri prvotni zamisli. Največ referatov je v svojih temah obravnavalo različne spektrokemijske metode analize kot so masna, rentgenska ter moderna metoda AES in ESCA. Teme so obravnavale različne materiale s področja tankih plasti v elektroniki in optiki, keramične materiale in različne zlitine. Različne kontrolne metode pri preiskavah materialov, ki so bile tudi predstavljene na posvetu, so bile mnogim udeležencem koristna osvežitev in dopolnitev znanja.

A. Banovec

33. Jugoslovanska konferenca ETAN

V dneh od 12. do 17. junija je potekala v Novem Sadu že 33. konferenca za elektroniko, telekomunikacije, avtomatsko upravljanje in nuklearno tehniko (ETAN). Strokovni program je obsegal vsa področja, ki jih kratica ETAN pokriva s svojim imenom, hkrati pa že sorodne teme, kot so: biomedicinska tehnika, akustika, sistemi za procesiranje signalov, antene in razširjanje valov, računalniška tehnika in informatika, umetna inteligenca in prepoznavanje oblik, fizikalna kemija materialov ter elektronski sestavni deli in materiali. V okviru zadnjih tu naštetih področij so bili predstavljeni visokotemperaturni in kompozitni materiali, fizikalna metalurgija, supraprevodnost, kristali in filtri, polprevodniki, fizikalna elektronika in zanesljivost, fizika plinov in enote kristala kremenca. Poleg strokovnega dela konference, ki je obsegal (po programu) 357 referatov, 4 plenarne seje, 2 panelni seji in en vabljeni referat je bilo še več sej

organizacije ETAN in manjša razstava knjig. Izbrana so bila najboljše strokovna dela - predstavljena na konferenci; proti koncu leta pa bo izšel zbornik referatov.

REGULATOR PARCIALNEGA TLAKA PRI REAKTIVNIH VAKUUMSKIH PROCESIH

Novi regulator parcialnih tlakov OGC 1 firme LH omogoča uravnavanje oziroma merjenje parcialnih tlakov določenih plinov pri reakcijah v vakuumu. Napravo lahko uporabljamo za procese pri tlakih med 10^{-1} in 10^{-7} mbar; njena dobra lastnost je, da tudi pri višjih tlakih (10^{-1} - 10^{-4} mbar) ni potrebno spreminjanje tlaka z dodatno črpalno enoto. Naprava je konstruirana za krmiljenje naprševanja, pri katerem so delovni plini: kisik, dušik in argon. Poleg doziranja omenjenih plinov, je možno nadzorovati tudi kritične preostale pline kot H_2O in CO_2 . Sistem uravnava pretok plina v napravo s piezoelektričnim vpustnim ventilom in tako tudi vzdržuje parcialne tlake na konstantni vrednosti ne glede na proces. Posebno pri naprševanjih z velikimi hitrostmi izkazuje aparatura veliko stabilnost tudi v daljših obdobjih. Pomembno izboljšanje dosežemo z omenjenim regulatorjem pri izdelavnih procesih za naslednje materiale: titanov nitrid (TiN), indij- kositrov oksid (ITO), aluminijev nitrid (AlN), kromov oksid (Cr_2O_3), cirkonnitrid (ZrN), aluminijev oksid (Al_2O_3) in tantalov nitrid (TaN). Tipične uporabe so: izdelava difuzijskih preprek in povezavnih vodov pri polprevodnikih, dekorativnih in trdih plasteh in zaščitne plasti za optična stekla.

Po Elektronik Production & Prueftechnik, Mai 89-str.7, pripravil A.P.

LITERATURA O VAKUUMSKI TEHNIKI V JUGOSLAVIJI - PRĚGLED

- Kurepa, Čobić: Fizika i tehnika vakuuma - 1988
- Kurepa, Čobić: Vakuumska fizika I. deo - 1979
- Kurepa, Čobić: Vakuumska fizika II. deo - 1980
- DVT Srbije: Ilustrovani priručnik za obuku u vakuumskoj tehnologiji i primenama - 1986
- DVT Slovenije: Osnove vakuumske tehnike II. izdaja - 1984
- Bošan Đorđe: Vakuumska tehnika I. deo - 1975
- Bilteni JUVAK: Zborniki referatov vakuumskih kongresov, konferenc in posvetovanj:
 - št. 23: Svetovanje karakterizacija materijala (Donji Milanovac, maj 1980)
 - št. 22: 10. Vakuumski kongres (Beograd 1986)
 - št. 21: Svetovanje tanki slojevi, prevlake (Beograd, 1985)
 - št. 20: 9. Vakuumski kongres (Zagreb 1983)
 - št. 19: Svetovanje tehnologije materijala (Beograd 1983)
 - št. 18: Svetovanje primena vakuuma u kemijskoh i farmacevtskoj industriji (Beograd 1981)
 - št. 17: 8. Vakuumski kongres (Bled 1979)
 - št. 16: 7. Vakuumski kongres (Beograd 1975)
 - št. 15: Simpozij: Primena vakuumskih slojeva u industriji (Beograd 1974)

- št. 14. 6. Vakuumski kongres (Postojna 1973)
 št. 13. 5. Vakuumski kongres (Portorož 1971)
- obdobje 1973-1978 (6 let) je izhajal v Srbiji štirikrat letno strokovni list "Vakuumska tehnika"
 - obdobje 1981-1989 - trikrat letno izhaja glasilo DVT Slovenije: "Vakuumist"
 - zadnje leto v Zagrebu v reviji "Strojstvo" objavlja DVT Hrvatske novice in obvestila iz vakuumske tehnike v posebni rubriki
 - Zbornik povzetkov vakuumske konference treh dežel v Portorožu 1988 - v angleščini (Yugoslav Austrian Hungarian FOURTH JOINT VACUUM CONFERENCE - Abstracts) Zbornik je izdalo in ga prodaja DVT Slovenije

VESOLJSKA VAKUUMSKA METALURGIJA NA ZEMLJI

V centru za jedrske študije v Grenoblu so izdelali 50 metrov dolgo cev za vakuumsko izboljševanje trdnosti kovin in zlitin. S padanjem v visokem vakuumu naj bi učinek Zemljine težnosti zmanjšali na najmanjšo možno mero. Gre torej za tehnologijo na Zemlji, podobno tisti v vesolju. Staljene kovine z visokim tališčem, kakršne so na primer volfram, molibden in cirkonij, med prostim padanjem v visokem vakuumu kristalizirajo in dobijo strukturo, podobno tisti, ki nastane v vesolju. Na primer zlitina železa, niobija in bora dobi kristalno strukturo, ki ne ustreza termodinamičnem ravnotežju, v katerem se običajno nahaja. Iz takih zlitin je mogoče izdelati zelo močne elektromagnete. Cev za prosto padanje staljenih kovin omogoča izdelavo novih zlitin, ki naj bi po teoriji imele izredno dobre tehnične lastnosti. Z mikrogravitacijo naj bi rešili številne probleme, ki nastanejo v vesoljskih razmerah.

Bistvo nove tehnologije je kar največji vakuum v visoki cevi, skozi katero prosto pada kapljica kovine ali zlitine, ki kristalizira v metastabilnem stanju. Postopek je poceni. Vakuum dosežejo s pomočjo turbomolekularnih ali ionskih črpalk. Tehniko so prevzeli tudi Američani, ki so podobno cev izdelali na univerzi v Vanderbiltu (Alabama), pod pokroviteljstvom Državne agencije za aeronavtiko in vesolje (NASA).

Po rubriki Znanje za Razvoj v časopisu Delo priredil A.P.

VAKUUMIST VPISAN V MEDNARODNO KARTOTEKO

Pretekli mesec smo prejeli z Nacionalnega centra za serijske publikacije, ki deluje v sklopu Jugoslovenskog bibliografskog instituta v Beogradu obvestilo, da je naše glasilo uvrščeno v Mednarodni sistem za serijske publikacije (ISDS) in nam je dodeljena razpoznavna številka ISSN 0351-9716

Uredništvo

IZVEŠTAJ S ODRŽANOG TEČAJA

U okviru Društva za vakuumsko tehniko SR Hrvatske održan je od 5. juna do 8. juna 89 tečaj pod naslovom: Visoki i ultravisoki vakuum, njihove tehnološke primjene u ispitivanju materijala. Tečaj je trajao 4 dana u jutarnjim

i popodnevnim sesijama u ukupnom trajanju od 24 sata predavanja. Zamišljen je bio kao jedinstveni tečaj s dva odvojena dijela. Prvi dio obuhvatao je tri dana, a drugi dio je obuhvatio samo jedan - četvrti dan i slušaocima je bio stavljeno u mogućnost da se prijave ili za čitav tečaj ili samo za II. dio. Tečaju je prisustvovalo ukupno 22 polaznika iz 15 ustanova odnosno radnih organizacija. Od toga su izvan teritorije SRH bila dva učesnika iz BiH-a (Energoinvest) i jedan iz Slovenije (ISKRA, Šentjernej). Najjače je bio zastupljen Rade Končar (10 učesnika). Začudujuće je bio slab ili nikakav odaziv nekih radnih organizacija za koje smo smatrali, da bi obzirom na unaprijed objavljenu problematiku koja će biti obrađena, morali da budu zainteresirani.

Program predavanja je bio:

- Z. Šternberg: Interakcija plinova i nabijenih čestica s tvrdim tijelom
- Z. Šternberg: Procesi kondenzacije i nukleacije na površinama
- D. Rendić: Osnovni procesi pumpanja
- D. Rendić: Molekularni režim strujanja
- T. Lechpammer: Mehaničke pumpe, posebno turbomolekularna sisaljka
- T. Lechpammer: Komponente visokovakuumskih sistema
- D. Rendić: Difuzione sisaljke
- H. Zorc: Mjerenje tlaka u visokom i ultravisokom vakuumu
- H. Zorc: Baždarenje vakuumetra
- H. Zorc: Detekcija produšnosti
- T. Čordašić: Materijali u visokovakuumskoj tehnici
- V. Obelić: Primjene vakuuma u elektronici i srodnim područjima
- M. Milun: Osnove visoko i ultravisokovakuumske tehnike
- Z. Šternberg: Električni izboji i interakcije na površinama
- Z. Šternberg: Primjene električnih izbijanja u vakuumu (UVV pumpe; Vakuumska sklopna tehnika)
- D. Rendić, Z. Šternberg: Akceleratori i implantacija
- H. Zorc: Optički tanki slojevi
- Z. Šternberg: Tanki slojevi na površinama metala i dielektrika
- F. Tuđa: Elektronska mikroskopija; TEM i SEM
- F. Tuđa: Elektronska mikroskopa
- M. Milun: Metode ispitivanja nekih svojstava površina; UPS, LEIS itd.
- M. Milun: Auger spektroskopija i ESCA
- Z. Šternberg: Masena spektrometrija
- Z. Šternberg: Vakuum UV spektrometrija
- M. Jakšić: Protonima inducirana emisija rentgenskih zraka (PIXE)
- M. Jakšić: Nuklearne reakcije i raspršenje nabijenih čestica u ispitivanju sastava materijala.

U svakoj sesiji iza predavanja bio je predviđen razgovor s predavačem u vremenu od 15 minuta. Isto tako treći dan je bio održan okrugli stol iza posljednjeg popodnevno predavanja. Svima učesnicima podijeljena su i skripta koja su obrađivala iznesene teme na predavanjima s diagramima, slikama i tabelama.

R. Stojanović, DVTH

12. MEDNARODNI VAKUUMSKI KONGRES BO NA NIZOZEMSKEM

Na 59. seji Izvršnega odbora IUVSTA, ki je bila aprila v San Diegu, ZDA, je bilo sklenjeno, da se organizacijo 12. mednarodnega vakuumskega kongresa (IVC-12), ICSS-8) zaupa Nizozemski vakuumski zvezi. Znano je, da je bil ta kongres prvotno predviden v Braziliji, vendar je zaradi nepremostljivih organizacijskih težav lokalnih organizatorjev izvedba kongresa sedaj predstavljena, verjetno v Haag ali pa morda v Amsterdam, kar bo odločeno naknadno. Predvideno je, da bo kongres od 11. do 17. oktobra leta 1992.

A.Z.

JUGOSLOVANSKI SIMPOZIJ ZA ELEKTRONSKO MIKROSKOPIJO

Zveza društev za elektronsko mikroskopijo Jugoslavije in Društvo za elektronsko mikroskopijo Bosne in Hercegovine sta v začetku junija pripravila na Igmanu pri Sarajevu 6. YUSEM Jugoslovanski simpozij za elektronsko mikroskopijo. Predstavljena dela, bilo jih je 115, so pokazala, da postaja elektronski mikroskop nepogrešljivo orodje znanstvenikov. Ponekod je uporaba te vrste mikroskopije le dodatni vir informacij, drugod pa je njena uporaba edini način, da dobimo zanesljive podatke.

Skoraj polovica referatov je predstavila delo na področju znanosti o materialih od keramike do zlitin in oplemenitenih jekel. Na tem področju so se uveljavile vrstična elektronska mikroskopija (SEM), kristalografske metode na elektronskem mikroskopu in elementarna mikroanaliza s pomočjo emitiranih rentgenskih žarkov.

V biomedicinskih znanostih pa prevladuje uporaba presevnega elektronskega mikroskopa (TEM), ki omogoča natančnejše razumevanje dogajanja v zdravih in obolenih celicah rastlin, živali in človeka. Simpozij je pokazal veliko raznolikost uporabe vseh vrst elektronske mikroskopije pri nas.

V okviru simpozija je bila tudi skupščina Zveze društev za elektronsko mikroskopijo, kjer so izvolili novo predsedstvo in podelili šestim znanstvenikom s področja elektronske mikroskopije častno članstvo. Dvanajstim pa so podelili naziv zaslužnih članov.

Vsi prisotni strokovnjaki so potrdili pomen interdisciplinarnega povezovanja in potrebo po popularizaciji elektronske mikroskopije, saj v razvitih državah predstavlja elektronski mikroskop že standardno orodje za spremljanje kvalitete živil, in biotehnoloških procesov, služi pa še nadzoru onesnaženosti okolja, arheologiji, mikroelektroniki in drugod, kjer so strukture nedostopne prostim očem ali optičnim mikroskopom.

DELO, 10.5.1989, priredil A.P.

NOV MOBILNI VRSTIČNI ELEKTRONSKI MIKROSKOP

Na jugoslovanskem simpoziju za elektronsko mikroskopijo je češkoslovaška tovarna elektronike Tesla predstavila nov model vrstičnega elektronskega mikroskopa

(SEM). Njegova posebnost je v majhni teži in enostavnosti uporabe. Pripraven je tudi za delo na terenu, saj nima težkega stojala in tudi elektronika je razporejena v tri module na premičnem postavku. Zaradi inovacij pri konstrukciji komore za preparat je možno komoro s pomočjo raznih adapterjev neposredno pritrditi na preiskovani vzorec (cevovod, stena, cisterna) in na mestu samem opazovati kvaliteto zvara ali obnašanje materiala pri raznih obremenitvah. Z možnostmi povečav od 10 do 50.000-krat in z možnostjo priključitve za navadni TV aparat predstavlja ta mikroskop uporabno orodje zlasti za strokovnjake, ki se ukvarjajo z nadzorom kvalitete konstrukcij in materialov. Tak mikroskop lahko nadomesti nekatere manj varne postopke kot so uporaba radioaktivnih izotopov in rentgenskih žarkov pri kontroli kvalitete izdelkov.

NOVA VOLFRAMOVA ELEKTRODA ZA VARJENJE

Kot je znano, se za varjenje po postopkih TIG (tungsten inert gas) in mikroplazma, ki v vakuumski tehniki služita za izdelavo nepropustnih posod in drugih sestavnih delov, uporabljajo elektrode iz čistega volframa ali pa boljše iz volframa z majhnim dodatkom (do 2%) torija. Torij izboljša emisivnost elektrode in tako olajša vzpostavitvev oz. vžig obloka. V ZDA se je pojavila na tržišču izboljšana verzija volframove elektrode - z dodatkom 2% Ce. Nova, s cerom legirana elektroda je tisočkrat manj radioaktivna, se lažje vžiga in ugaša, ima bolj koncentriran oblok, boljšo stabilnost obloka, dalj časa obdrži ostrino konice, in prenaša višjo tokovno obremenitev; zato je lahko tudi manjšega premera. Proizvajalec je THERMACOTE WELCO, Co., Hwy 161 York Rd. P.O.Box 69, Kings Mountain NC 28086-0069, USA.

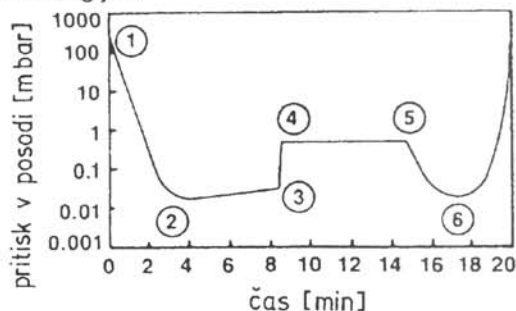
Po *Welding Journal* 1/89 in *Varilna tehnika* 2/89
pripravil A.P.

VEDNO SPOSOBNEJŠI MERILNIKI VAKUUMA IN AVTOMATIZACIJA VAKUUMSKIH PROCESOV

Mnoge sodobne tehnologije uporabljajo vakuum kot delovno okolje. Običajen redosled glavnih faz postopka v takih primerih je:

- izčrpavanje z atmosferskega tlaka
- kontrola tesnosti z metodo naraščanja tlaka
- vzdrževanje določenega tlaka (vakuuma) ob uvajanju delovnega plina oz. plinov

Pričujoča slika prikazuje tipičen potek postopka, kot ga poznamo npr. pri freeze drying, pri vakuumskih metalurških procesih, pri nekaterih postopkih izdelave polprevodniških silicijevih rezin in še pri mnogih drugih tehnologijah.



- 1 - grobo črpanje z atmosfere na 25 mbar
- 2 - preverjanje tesnosti 5 min
- 3 - polnjenje do delovnega tlaka
- 4 - kontrola na 0,5 mbar 6 min
- 5 - črpanje na osnovni tlak
- 6 - vpust zraka iz atmosfere

Za vsak zahtevnejši tehnološki proces je nujno, da ga krmilimo računalniško. V našem primeru potrebujemo kvaliteten senzor tlaka s pripadajočo elektronsko enoto.

V članku, ki ga povzemamo je to Baratronov "µ Bar System". Senzorji tega sistema so kapacitivni manometri - računalniško kalibrirani na standarde visoke točnosti. Pri tem ugotovljena nelinearnost je shranjena v E PROM- u v vsaki merilni glavi posebej. Tako so vsi senzorji tipa "Baratron 107" prilagojeni na merilno enoto "tip 116". Sodoben mikroprocesor in prikazalnik na tekoče kristale omogočata (pri omenjenem in njemu podobnih merilnikih) še odčitavanje: tlaka, velikosti puščanja, odstopanja tlaka od nastavljene vrednosti in seveda celostno kontrolo postopka z nastavitvijo alarmnih vrednosti nivojev tlaka in drugih konstant za hitro digitalno PID (proporcionalno - integralno - diferencialno) regulacijo, ter tudi izbiro sistema enot: Torr, mTorr, mbar, Pascal.

Za dobro delovanje regulacije vakuumskega tehnološkega postopka so potrebni še elektromagnetni vpustni in izpustni ventil, ki se jih da precizno krmiliti.

Novi, sposobnejši merilni sistemi omogočajo vedno kvalitetnejšo kontrolo procesov visokih tehnologij tako pri računalniško vodeni proizvodnji, kot tudi pri laboratorijskih poskusih.

*Po Research & Development - april 89, str. 92
pripravila A. P. in M. P.*

RAZPIS ZA TEČAJ

Tretji in zadnji letošnji tečaj iz Osnov vakuumske tehnike bo od 14. do 16. novembra na Inštitutu za elektroniko in vakuumsko tehniko v Ljubljani. Podroben razpis bomo te dni razposlali vsem delovnim organizacijam in privatnikom, ki so pri svojem delu tako ali drugače vezani na uporabo vakuumskih tehnik. Vsi, ki vas tečaj zanima, dobite podrobnejše informacije pri organizacijskem odboru (Nemanič, Drab, Pregelj) na telefon (061) 263-461.

OBVESTILO

Pri pregledu plačanih članarin za leto 1989 smo ugotovili, da mnogi člani le-te še niso vplačali. Prosimo vse, da to preverijo in poravnajo zapadlo članarino na račun društva, vkolikor tega še niso storili (10.000 din, žiro račun SDK 40101-678-52240 ali osebno na sedežu DVTS, Teslova 30, Ljubljana). V bodoče želimo, da se članarina vplača v začetlu leta (januar - februar), ali ob koncu prejšnjega leta, kot je to običaj v razvitem svetu. Do konca avgusta je bilo letos vpisanih 116 članov, kar je sicer več kot v avgustu prejšnjih let, vendar še ne dosega števila celotnega članstva ob koncu preteklih let, ki se vrti okrog 145.

Verjetno bomo že v naslednji številki 19, ki bo izšla še letos, objavili seznam članov društva - to je spisek vakuumistov, včlanjenih v DVTS v letu 1989.



SLOVENSKE ŽELEZARNE METALURŠKI INŠTITUT LJUBLJANA, Lepi pot 6

KAJ JE METALURŠKI INŠTITUT

Metalurški inštitut je delovna organizacija v okviru sozd slovenske Železarne, po statutu pa je osrednja raziskovalna organizacija vse slovenske metalurgije in livarstva. Inštitut razvija vse aktivnosti, ki so potrebne za raziskovalno delo, torej raziskave osnovnega, razvojnega in uporabnega značaja, pilotno proizvodnjo posebnih materialov, je soizdajatelj strokovnega časopisa, prireja strokovna srečanja in seminarje, dela različne strokovne ad hoc usluge za industrijo s področja kakovosti in uporabe kovinskih materialov, goji stike z raziskovalnimi organizacijami pri nas in v inozemstvu, sodeluje v programih in projektih Raziskovalne skupnosti Slovenije, v projektih usmerjenih v tehnološki razvoj Jugoslavije ter v projektih mednarodnega sodelovanja z zapadno in vzhodno Evropo in ZDA.

PROGRAM DELA IN OPREMA

Program raziskovalnega dela posega v naslednja področja razvoj sodobnih masovnih kovinskih materialov in tehnologije njihove izdelave in predelave, razvoj in pilotna proizvodnja posebnih materialov za elektroniko, fizikalno-metalurško in kemijsko analitsko karakterizacijo materialov, matematično modeliranje in računalniško krmiljenje procesov ter racionalna uporaba energije in surovin v metalurški industriji. Skladno s programom dela ima laboratorije za mikrostrukturne, fizikalne, mehanske preiskave in za analitiko kovinskih materialov ter za pilotno proizvodnjo. Med raziskovalnimi aparaturami najdemo peči za taljenje vseh vrst kovin na zraku in v vakuumu, naprave za predelavo teh kovin v trak, palice in žico, napravo za atomizacijo kovin, optične mikroskope in vrstični (scanning) elektronski mikroskop za mikrostrukturne raziskave, elektronski mikroanalizator, dilatometer, naprave za preizkušanje kovin s statično in dinamično obremenitvijo pri visokih temperaturah, naprave za termično obdelavo, med njimi najsodobnejšo vakuumsko visokotemperaturno kalilno žarilno peč ter različne sodobne analitske naprave, na primer aparature za atomsko absorpcijsko spektrometrijo in emisijski spektrometer.

V teku je dobava naprave za vlivanje amorfnih trakov, ki so skupaj z napravo za atomizacijo in izostatsko stiskanje, ki jo je inštitut nabavil skupno z inštitutom J. Stefan omogočila laboratorijsko sintezo najsodobnejših kovinskih materialov. Prav v tem letu se bo začel tudi uresničevati projekt pilotne proizvodnje, usmerjen v izdelavo palic in žic iz posebnih materialov po tehnologiji računalniško vakuumskega taljenja in kontinuirnega litija.

