

SPAJKANJE HIBRIDNIH VEZIJ S FLUKSI "BREZ OSTANKOV"

D. Ročak, J. Fajfar, J. Potočar

Ključne besede: vezja elektronska, vezja hibridna, spajkanje pretočno, fluksi spajkalni, fluksi brez ostankov, paste spajkalne, nečistoče ionske, prevodnost ionska, upornost izolacijska, zanesljivost delovanje, pogostost odpovedi, MIL standardi, rezultati meritev

Povzetek: V članku so podani rezultati meritve ionskih ostankov v fluksih "brez ostankov" in slabo aktiviranih fluksih po spajkanju hibridnih vezij. Po testiranju testnih vezij v vlažni atmosferi spajkanih s temi fluksi, smo izmerili izolacijske upornosti med prevodniki in ugotovili število odpovedi za različne flukse.

Hybrid Circuits Soldering with "No residue" Fluxes

Key words: electronic circuits, hybrid circuits, flux soldering, solder fluxes, no residue fluxes, solder pastes, ionic impurities, ionic conductivity, insulation resistance, functional reliability, failure rate, MIL standards, measurement results

Abstract: New "no residue" fluxes from different producers, which after soldering do not require cleaning were evaluated. After soldering with "no residual" fluxes and with solder creams with "no residual" fluxes, ionic residues were determined by the static and dynamic extraction method. The results of ionic conductivity measurement of flux residues were compared for "non residue" fluxes and mildly activated flux (RMA), and activated flux (RA).

Insulation resistance on the test circuit with small distances between conductors was measured after soldering and after 250, 500 and 1000 hours at 40 deg. C, 93% RH with the voltage applied. The number of failed circuits (isolation resistance less than 10^9 ohm) during humidity testing were reported.

The results of ionic conductivity show that the circuits with "no residue" fluxes have lower ionic conductivity as the circuits with mildly activated fluxes. Also the results of ionic conductivity on circuits soldered with solder creams containing "no residual" fluxes show lower ionic conductivity as the circuits soldered with solder creams containing activated fluxes.

Comparison between "no residue" fluxes with mildly activated fluxes after isolation measurements show similar number of failures (20%) after 1000 hours of humidity testing. Results after isolation resistance measurements on circuits soldered with solder cream show that the number of failed circuits is higher on circuits soldered with solder cream containing activated fluxes (60%) than the number of failed circuits soldered with solder creams containing "no residue fluxes" (20%).

The results of testing new "no residue" fluxes for hybrid circuits soldering show that the flux residues after soldering without cleaning do not influence circuits quality.

1. Uvod

Uporaba organskih topil na osnovi triklotrofluoretana (CFC) je po dogovoru v Montrealu omejena in jo je potrebno zmanjšati do leta 1994 za 30%. Velike količine tega topila se uporabljajo za čiščenje elektronskih vezij po spajkanju. Potrebno je poiskati nove materiale v procesu spajkanja, pri čemer bi lahko vezja po spajkanju čistili z drugimi topili, ali jih po spajkanju sploh ne bi bilo potrebno čistiti. V primeru uporabe tako imenovanih fluksov "brez ostankov", lahko čiščenje v procesu izdelave vezja izpustimo.

Pred nekaj leti so proizvajalci fluksov in pastoznih spajk za spajkanje komponent na vezja pri površinski montaži razvili novo generacijo fluksov z majhno količino trdega deleža, ki na vezju puščajo zelo majhne količine neškodljivih in nekorozivnih ostankov. Po spajkanju

elektronskih vezij ni potrebno čistiti, kar je velika prednost z ekonomskega stališča in s stališča ohranjanja čistega okolja.

V našem delu smo preizkusili flukse "brez ostankov" različnih proizvajalcev ter pastozne spajke s fluksi "brez ostankov". Ugotovili smo vpliv ostankov po spajkanju na zanesljivost hibridnih vezij.

2. Lastnosti fluksov in pastoznih spajk za spajkanje

Pri spajkanju elektronskih vezij se uporabljajo različni fluksi, ki jih je po spajkanju potrebno očistiti. Obstajajo tri skupine fluksov:

- fluksi, ki jih lahko odstranimo z organskimi topili,

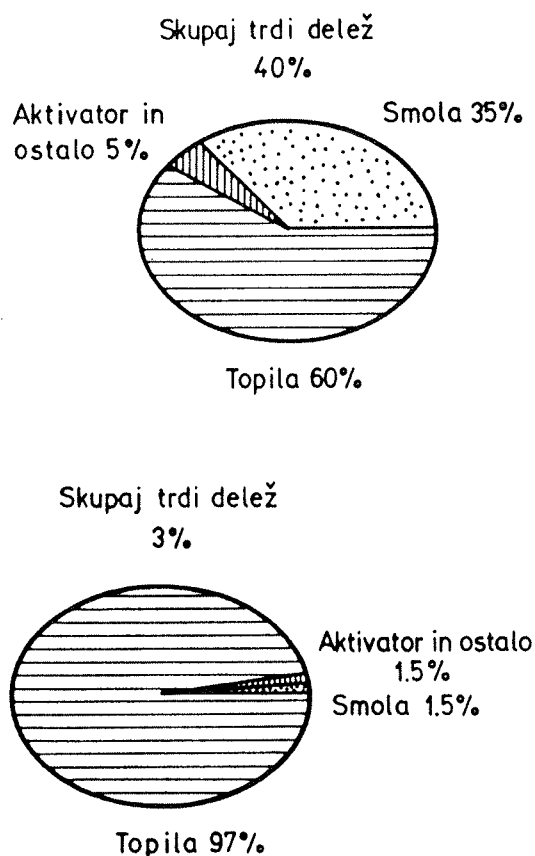
- fluksi topni v vodi
- fluksi, ki ne puščajo ostankov

Osnovne sestavine fluksa so: naravna ali sintetična smola, topila, v katerih je raztopljena smola in aktivatorji za učinkovitejše odstranjevanje oksidov na površini.

Običajno flukse klasificiramo po stopnji aktivnosti na neaktivne (R) slabo aktivne (RMA) in aktivne (RA) flukse.

Pri izdelavi hibridnih vezij smo do nedavnega uporabljali slabo aktivne flukse, ki smo jih po spajkanju čistili v organskih topilih, predvsem v triklorotrifluoretanu (CFC). Da bi zamenjali dosednji postopek spajkanja in opustili uporabo topil na osnovi triklorotrifluoretana, smo preizkusili flukse, ki jih po spajkanju ni potrebno čistiti ("fluksi brez ostankov"). Preizkusili smo tudi pastozne spajke s temi fluksi. Na sl. 1 je prikazana razlika v sestavi do sedaj uporabljenih fluksov v proizvodnji hibridnih vezij in novega fluksa "brez ostankov". Fluks "brez ostankov" vsebuje samo majhen procent trdega deleža v fluksu (do maksimalno 10%).

Za zanesljivost vezij je pomembno, da po spajkanju na vezju ni ostankov, ki bi povzročili odpovedi vezij. Najbolj nevarni so ionski ostanki. Te lahko neposredno izmerimo po spajkanju vezij ali posredno s preizkusom vezij na odpoved v vlažni atmosferi.



Slika 1: Sestava aktiviranega fluksa "brez ostankov"

V tabeli I so podane osnovne lastnosti preizkušenih fluksov, v tabeli II pa osnovne lastnosti pastoznih spajk z različnimi fluksi.

TABELA I

FLUKS	Lastnosti fluksov		
	Vsebina trdne snovi (%)	Aktivnost fluksa	Vsebina ionov (%)
A	4	brez ost.	0
B*	4	*	0
C	3	*	0
D	37	RMA	
E	37	RA	

* enak po sestavi kot A, novejši tip

TABELA II

PASTA	Lastnosti pastoznih spajk		
	Sestava zlitine	Kovina ut.(%)	Aktivnost fluksa
a	62Sn36Pb2Ag	88	brez ostankov
b	*	85	*
c	*	85	RA
d	*	88	RMA

3. Merilni postopki za določanje vsebine ionskih ostankov po čiščenju

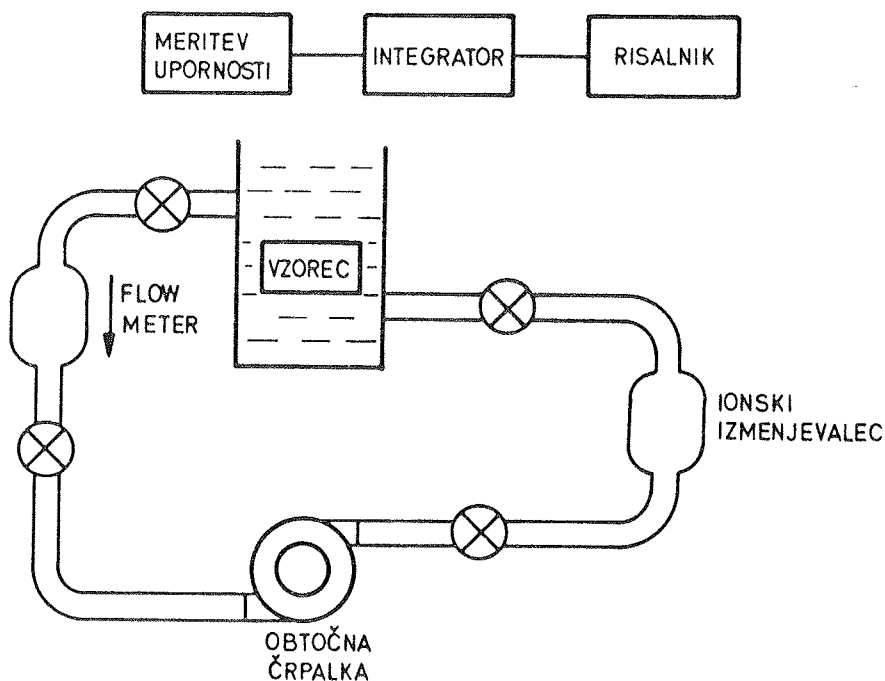
a. Meritev ionske prevodnosti ostankov nečistoč v mešanici voda-alkohol

Postopek meritve je predpisan s standardom MIL P 28809A in se izvaja s pomočjo meritve ionske prevodnosti mešanice alkohol destilirana voda, v katero smo za določen čas potopili vezja z ostanki fluksa.

S statično ekstrakcijsko metodo se izmeri prevodnost mešanice 50% alkohol 50% destilirana voda pred in po potapljanju vezja. Čas potapljanja in količina topila za določeno površino vezja so predpisani s standardom. Razlika prevodnosti pred in po pranju vezja je mera za ionsko prevodnost ostankov fluksa.

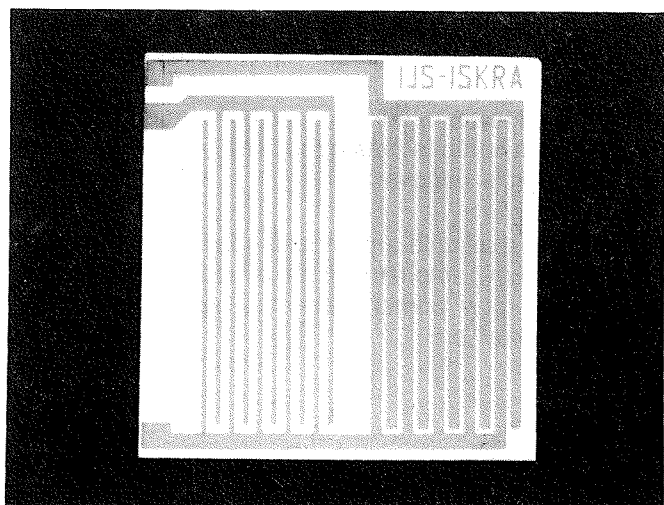
Pri dinamični ekstrakcijski metodi potopimo vezje v zaprt sistem v katerem kroži 50%:50% mešanica izopropilnega alkohola in destilirane vode (sl.2.)

Prisotnost nečistoč registriramo z meritvami ionske prevodnosti topila v posodi z vzorcem. Topilo kroži v zaprtim sistemu in teče skozi ionski izmenjevalec, kjer se očisti od ionov in čisto topilo teče spet skozi posodo z vzorcem.



Slika 2: Naprava za dinamično ekstrakcijsko analizo ionskih ostankov fluksa

Površina pod krivuljo odvisnosti prevodnosti od časa, ko smo vezje potopili v raztopino do trenutka, ko ne zaznamo več nečistoč, je sorazmerna količini ionskih nečistoč. Naprava je tako umerjena, da so vrednosti ionske prevodnosti podane v ekvivalentu NaCl v g/cm^2 .



Slika 3: Testni vzorec za meritve izolacijske upornosti

b. Meritve izolacijske upornosti med dvema prevodnikoma

Zelo indikativen postopek za ugotovitev vpliva ionskih ostankov na delovanje vezja je meritev izolacijske prevodnosti med prevodnikoma na majhni oddaljenosti. Na testnem vzorcu kot na sl.3. se izmeri izolacijska prevodnost pred in po preizkusu v vlažni komori pri 93% RV, 40°C, 50V DC. Po predpisu MIL STD 883, postopek 1003, izolacijska upornost po testu v vlažni atmosferi ne sme biti manjša od 10^9 ohma.

c. Pospešeni preizkusi vezij v vlažni atmosferi

Ostanke ionskih nečistoč na vezju je možno ugotoviti s preizkusom na vlago, pri 85% relativni vlagi in 85°C in pri napetostni obremenitvi. S časom staranja v teh pogojih hitreje narašča število odpovedi na vezjih, če so na vezju ionski ostanki.

4. Eksperimentalni rezultati meritev ionskih ostankov

Vpliv ostankov fluksov podanih v tabeli I in fluksov v pastoznih spajkah podanih v tabeli II, smo izmerili na dva načina: z meritvami ionske prevodnosti in z meritvami izolacijske upornosti med prevodnikoma majhne razdalje.

Vsebinsko ionskih nečistoč v ostankih fluksa smo izmerili s statično (postopek 1) in dinamično ekstrakcijsko analizo (postopek 2). Testni vzorec za te meritve je imel po

dva substrata velikosti $2.5 \times 2.5 \text{ cm}^2$ katera smo spajkali z izbranimi fluksi in pastoznimi spajkami ter jih po spajkanju nismo čistili. Rezultati meritve ionske prevodnosti ostankov fluksa so podani v tabeli III za ostanke fluksov podanih v tabeli I, in za ostanke fluksov v pastoznih spajkah iz tabele II, v tabeli IV.

TABELA III

Rezultati meritev ionske prevodnosti ostankov fluksa

FLUKS	Postopek 1 (S/cm)	Postopek 2 (g NaCl/cm ²)
A	0.15	1.6
C	0.1	1.0
D	0.1	3.8
E	0.7	10.6

TABELA IV

Rezultati meritev ionskih ostankov fluksa

PASTOZNA SPAJKA	Postopek1 (S/cm)	Postopek2 (g NaCl/cm ²)
a	0.1	3.5
b	0.1	3.5
c	0.3	5.2
d	0.1	3.8

Rezultati meritve vsebine ionskih nečistoč v ostankih fluksa podanih v tabeli III in IV kažejo, da so najbolj nevarni ostanki aktiviranega fluksa E (10.6 g NaCl/cm^2) in aktiviranega fluksa v pastozni spajki c (5.2 g NaCl/cm^2). Ostanki fluksov "brez ostankov" A, C imajo nekaj manjšo količino ionskih ostankov (1.6 g NaCl/cm^2), kot neaktivni fluks D (3.8 g NaCl/cm^2). Tudi ostanki fluksov "brez ostankov" v pastoznih spajkah a in b vsebujejo približno enako količino ionskih primesi (3.5 g NaCl/cm^2), kot neaktivirani fluks v spajki d (3.8 g NaCl/cm^2).

5. Eksperimentalni rezultati meritve izolacijske prevodnosti

Rezultati meritve izolacijske prevodnosti na testnem vzorcu, prikazanem na sl.2. so podani v tabeli V (spajkanje s fluksi A, C in E) in v tabeli VI (spajkanje s pastoznimi spajkami a, b in c).

Izolacijske prevodnosti med prevodniki smo merili na vzorcih pri katerih po spajkanju nismo počistili ostankov fluksa. Kriterij odpovedi je bil zmanjšana izolacijska upornost na $< 10^9 \text{ ohma}$. Izmerili smo izolacijske upornosti na 10 vezij na testnem vzorcu pred testiranjem v vlagi 93%RV, 40°C , pod napetostno obremenitvijo 50 V DC, po 500 ur in 1000 ur testiranja v vlagi.

TABELA V

FLUKS	Število odpovedi vezij po meritvah izolacijske upornosti po staranju v vlagi		
	Število odpovedi (%)		
	Čas staranja v vlagi (ure)		
	250	500	1000
A	1/10	4/10	6/10
C	0/10	1/10	2/10
E	0/10	1/10	2/10

TABELA VI

PASTOZNA SPAJKA	Število odpovedi vezij po meritvah izolacijske upornosti po staranju v vlagi		
	Čas staranja (ure)		
	250	500	1000
a	2/10	4/10	4/10
b	1/10	2/10	2/10
c	3/10	4/10	6/10

Rezultati meritve izolacijske upornosti po testiranju v vlažni komori, podani v tabeli V, kažejo najmanjše število odpovedi po 1000 urah staranja če so vzorci spajkaniz neaktiviranim fluksom E (20% odpovedi) in s fluksom "brez ostankov" C (20% odpovedi). Ostanke fluksa "brez ostankov" A so najbolj nevarni za dobro delovanje vezij. Po staranju v vlagi 1000 ur je 60% vezij odpovedalo. Različne serije fluksov "brez ostankov" A so pokazale neenakomerno kvaliteto. Prvi vzorci ki smo jih dobili od proizvajalca so bili boljši po meritvah ionskih ostankov na vezju.

Rezultati števila odpovedi vezij po meritvah izolacijske upornosti, podani v tabeli VI kažejo najmanjše število odpovedi po 1000 urah testiranja v vlagi, če so spajkani s pastozno spajko (b) s fluksom "brez ostankov" (20% odpovedi). Največje število odpovedi smo izmerili pri vzorcih spajkanih s pastozno spajko z aktiviranim fluksom c (60% odpovedi).

Na vzorcih spajkanih s pastozno spajko (a) s fluksom "brez ostankov" smo izmerili nekaj več odpovedi (40% odpovedi), kot v primeru pastozne spajke s fluksom "brez ostankov" b.

6. ZAKLJUČEK

Z meritvami ionskih ostankov fluksa na testnih vzorcih smo ugotovili da fluksi "brez ostankov" vsebujejo manjšo količino ionskih ostankov kot slabo aktivirani fluksi, katere smo do sedaj uporabljali pri spajkanju hibridnih vezij. Enako tudi pastozne spajke katere vsebujejo fluks "brez ostankov" imajo najmanjšo količino ionskih ostankov. Meritve izolacijske upornosti po testu v vlagi kažejo najmanjše število odpovedi, če so na testnem

vezju ostanki fluksov "brez ostankov", z izjemo ostankov
fluksa A za katerega smo ugotovili da od serije do serije
niha kvaliteta fluksa.

5. D. Ročak, J. Fajfar, J. Potočar, Zbornik referatov Simpozija o
elektronskih in sestavnih delih, SD 91, Portorož, september, 1991,
15

7. LITERATURA

1. J. Murray, Circuits manufacturing, November, 1989, 40-42
2. L. Lianage, Circuits Manufacturing, April, 1990, 58-64
3. B. Deram, Proceedings on ISHM 90 Conference, Chicago, 1990
127-135
4. D. Ročak, J. Potočar, Zbornik referatov Simpozija o elektronskih
sestavni delih in materialih, SD 89, Maribor, september 1989, 261-
265

*mag. Dubravka Ročak, dipl.ing.fiz
Inštitut Jožef Stefan
61111 Ljubljana, Jamova 39*

*Janeta Fajfar Plut, dipl.ing.kem
Jožica Potočar, dipl.ing.kem
Iskra HIPOT
68310, Šentjernej*

Prispeio: 30.10.92

Sprejeto: 24.11.92