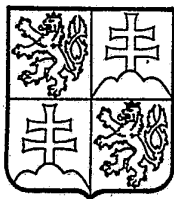


ČESKÁ A SLOVENSKÁ
FEDERATIVNÍ
REPUBLIKA
(19)



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU 273 406

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

(21) PV 7767-88.H
(22) Přihlášeno 25 11 88

(40) Zveřejněno 12 07 90
(45) Vydáno 03 02 92

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁵
H 01 L 21/56

(75) Autor vynálezu KOJECKÝ BEDŘICH ing.CSc.,
LUKÁŠ VLADIMÍR RNDr.,
POJMAN PAVEL ing.,
DROZDA MIROSLAV ing.,
ZAMASTIL JAROSLAV RNDr., PRAHA

(54) Způsob repase zapouzdřených výkonových
polovodičových součástek

(57) Řešení se týká způsobu repase zapouzdřených polovodičových součástek, kde alespoň část povrchu Si destičky je v přímém styku se zalévací hmotou na bázi lící epoxidové pryskyřice a u kterých dochází ke snížení závěrných elektrických vlastností. Součástka se ponoří do 0,01 až 0,2 M roztoku uhličitanu draselného při teplotě rovné bodu varu roztoku na dobu 5 až 60 minut. Roztok je rozplavován a ochlazován vodou, následuje sušení při teplotě 80 až 160 °C po dobu 20 až 60 minut.

Vynález se týká způsobu repase zapouzdřených výkonových polovodičových součástek, kde alespoň část povrchu Si destičky je v přímém styku se zalévací hmotou na bázi licí epoxidové pryskyřice.

V současné době se repase výkonových polovodičových součástek pouzdřených zalitím do epoxidové pryskyřice buď vůbec neprovádí, nebo se používá mechanické destrukce, která však v žádném případě nezaručuje opětnou použitelnost jednotlivých poměrně drahých součástek. Použití chemických procesů k rozrušení pouzdra výkonových polovodičových součástek z epoxidové pryskyřice je s ohledem na jeho vysokou chemickou odolnost také prakticky nepoužitelné.

Vytvrzování zalévací hmoty je složitý chemický proces se silně exotermickým charakterem. Jeho základem je štěpení epoxidového cyklu s následnou reakcí volných radikálů, což vede k prostorovému zesítnění molekul zalévací hmoty. Reakční kinetika vytvrzování je velmi silně závislá na striktním dodržení poměru epoxidové pryskyřice a tvrdidla, kterou je obvykle látka na bázi aromatických aminů a teplotním režimu vytvrzování. Občas však dochází k výrazným změnám elektrických vlastností vytvrzené hmoty, jako permitivity, vodivosti, které následně vedou k nestabilitě závěrných elektrických vlastností, a tím k jejich vyřazování jako neopravitelných zmetků. Pouzdrění výkonových polovodičových součástek zalitím epoxidovou pryskyřicí a jejím následným vytvrzením je v současné době používáno zejména při výrobě tzv. bezpotenciálových modulů, tj. kompaktních bloků, obsahujících dvě nebo více polovodičových součástek. Prakticky se jejich pouzdrění provádí tak, že po natmelení korpusu do krabičky jsou součástky zality epoxidovou pryskyřicí s příměsí tvrdidla a temperovány v jednom nebo ve dvou krocích po dobu, která je potřebná k přechodu licí pryskyřice z kapalného do tuhého skupenství. Materiál krabičky modulu je obvykle velmi podobného chemického složení jako vytvrzená zalévací hmota.

Mikrostruktura vytvrzené hmoty, především koncentrace polarizovatelných radikálů a jejich dipólové momenty, zásadním způsobem ovlivňují závěrné vlastnosti zalitých polovodičových systémů. Vytvrzená hmota je totiž v přímém styku s povrchovou ochranou systémů, kterou je nejčastěji silikonový kaučuk. Tenká vrstvička kaučuku chrání povrch polovodiče v místech vyústění vysokonapěťových přechodů. Podobně jako vytvrzená zalévací hmota obsahuje i kaučuk jako elektret polarizovatelné molekuly. Působením silného elektrického pole při závěrném zatížení součástky dochází k přeorientaci a vzájemnému ovlivňování dipólů ve vytvrzené hmotě i kaučuku. Interakce dipólů ve vrstvě kaučuku přiléhající k polovodiči, například křemíku s oblastí prostorového náboje vyúsťující na povrch Si vede k jeho deformaci a zvyšování závěrných proudů při konstantním vložném napětí a teplotě součástky. Kinetika tohoto děje závisí na časových konstantách polarizace dipólů v pryskyřici a kaučuku; jejich hodnota se obvykle pohybuje v řádu jednotek až desítek minut. Postupné zvyšování závěrného proudu vede velmi často až k úplné destrukci součástky.

Uvedené nevýhody odstraňuje způsob repase výkonových polovodičových součástek, kde alespoň část povrchu Si destičky je v přímém styku se zalévací hmotou na bázi licí epoxidové pryskyřice, při kterém se výkonová polovodičová součástka ponoří do 0,01 až 0,2 M roztoku uhličitanu draselného při teplotě rovné bodu varu roztoku na dobu 5 až 60 minut, potom následuje rozplavování a ochlazování roztoku přitékající vodou až na teplotu okolí, potom se výkonové polovodičové součástky vyjmou a suší při teplotě 80 až 160 °C po dobu 20 až 60 minut.

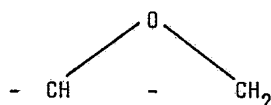
Vynález umožňuje použití výkonových polovodičových součástek, které byly vyřazeny jako neopravitelné zmetky, a tím znehodnocují vložený materiál a práci.

Příkladem způsobu repase výkonových polovodičových součástek podle vynálezu je například repase tyristorového modulu zapouzdřeného zalévací hmotou na bázi licí epoxidové pryskyřice vykazujícího nestabilní elektrické vlastnosti při kterém jsou tyto součástky ponořeny do 0,05 M roztoku K_2CO_3 o teplotě okolí. Tato soustava je zahřáta až k bodu varu a při této teplotě udržována po dobu 20 minut. Po uplynutí této doby je roztok s ponořenými moduly rozplavován tekoucí vodou až do ochlazení modulů na teplotu okolí. V následu-

jícím kroku jsou součástky sušeny při teplotě 125 °C po dobu 30 minut. Dalším příkladem způsobu repase takovýchto součástek jsou tyristorové moduly s nestabilním chováním, které jsou analogicky jako ve výše uvedeném případě, doba varu roztoku však činí 40 minut. V případě, že po kontrolním měření stability závěrných proudů jsou zjištěny součástky s nestabilními vlastnostmi, opakuje se celý postup s varem modulů v roztoku po dobu 20 minut. Jestliže ani potom není dosaženo stability závěrného proudu, jsou její příčiny způsobeny jinými faktory, než vlastnostmi zalévací hmoty.

Vynález využívá tří faktorů:

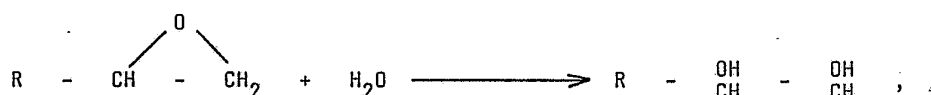
- poruchy ve složení a způsobu vytvrzení zalévací hmoty se projeví nedostatečným prostorovým zesíťením molekul a přítomností neroztěpených koncových skupin s epoxidovým cyklem



- míra zesíťení je detakovatelná prostřednictvím pohyblivosti volných iontů v pryskyřici, přičemž s rostoucím zesíťením pohyblivosti klesá;
- náboj volných, chemicky nevázaných iontů v pryskyřici je schopen v mikroměřítku orientovat koncové radikály polarizovatelných molekul, obdobně jako u solvatace, a tím částečně řešit vliv vnějšího elektrického pole.

Přítomnost iontů v objemu nedostatečně zesíťené pryskyřice, respektive zvýšení jejich koncentrace, vede tedy ve svých důsledcích ke zlepšení časové stability závěrných vlastností součástek. Prakticky lze tohoto zvýšení dosáhnout následujícím způsobem:

Zapouzdřená součástka je zahřívána ve zředěném vodném roztoku silného elektrolytu. Protože epoxidová pryskyřice, která je v přímém styku s roztokem elektrolytu, má částečně charakter iontoměniče díky přítomnosti skupin OH_2 v pryskyřici, dochází nejprve k adsorpci a následně k difúzi iontů do nedostatečně zesíťené epoxidové pryskyřice. Tomuto procesu napomáhá souběžné štěpení dříve nezreagovaných epoxidových cyklů molekulami vody podle rovnice



tj. za vzniku silně polarizovatelných skupin OH. Ohřevem se struktura a složení hmoty postupně stabilizují, inkorporované ionty jsou elektrolyticky fixovány ve svých polohách a jejich náboj vede k orientaci dipólů pryskyřice. Polarizační účinek iontů roste s velikostí jejich náboje, fixace iontů je tím pevnější, čím větší jsou iontové poloměry. Po určité době se ustaví rovnovážný stav a další inkorporace iontů je potlačena.

Konkrétní elektrolyty odzkoušené a pozitivně působící na stabilitu závěrných vlastností: K_2CO_3 , $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, NaCl , HCl , H_2SO_4 , KOH . Podobně bude zřejmě působit celá řada dalších, některé je však třeba vyloučit pro korozivní účinky na kovové díly modulů.

Vynálezu je možno použít všude tam, kde výkonové polovodičové systémy jsou zalévány do epoxidové pryskyřice a kde vinou kvality této zalévací hmoty nebo nedodržením technologického postupu dojde k nestabilitě elektrických závěrných vlastností.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

Způsob repase zapouzdřených výkonových polovodičových součástek, kde alespoň část povrchu Si destičky je v přímém styku se zalévací hmotou na bázi licí epoxydové pryskyřice, vyznačující se tím, že se výkonová polovodičová součástka ponoří do 0,01 M až 0,2 M roztoku uhličitanu draselného při teplotě rovné bodu varu roztoku na dobu 5 až 60 minut, potom je roztok rozplavován a ochlazován vodou na teplotu okolí, potom následuje sušení výkonových polovodičových součástek při teplotě 80 až 160 °C po dobu 20 až 60 minut.