



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVEDČENÍU

242157

(11)

(B1)

[51] Int. Cl.⁴
H 01 L 21/66

[22] Prihlášené 22 06 84
[21] [PV 4760-84]

[40] Zverejnené 22 08 85

[45] Vydané 15 09 87

[75]

Autor vynálezu

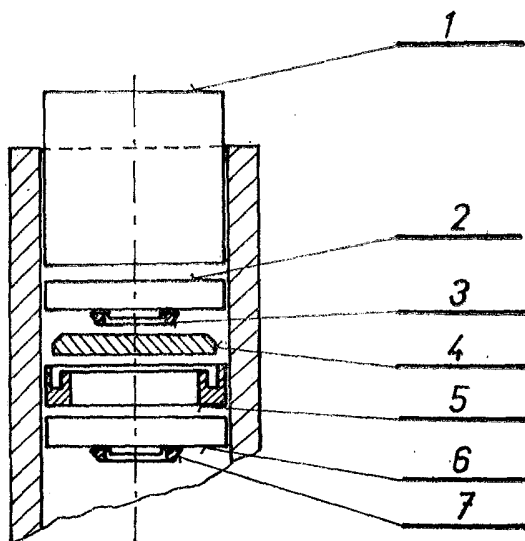
VANĚK OLDŘICH doc. ing. CSc.; KEMPNÝ MILAN ing.;
HARMAN RUDOLF prof. ing. CSc., BRATISLAVA;
ŠIMKO TIMOTEJ ing., PRAHA; PODEBRADSKÝ JAROSLAV ing.,
BRATISLAVA

[54] Spôsob hodnotenia kvality systémov výkonových polovodičových súčiastok

1

2

Vynález sa týka spôsobu hodnotenia kvality systémov výkonových polovodičových súčiastok pomocou elektrohydraulického pulzátora, ktorého podstatou je, že na systém výkonovej polovodičovej súčiastky sa pôsobí kombinovanou silou pozostávajúcou z prítlačnej sily a sily s voliteľnou amplitúdou, pričom na systém polovodičovej výkonovej súčiastky je pripojené vysoké jednosmerné napätie a meria sa záverné napätie aj blokovacie napätie, ktoré je úmerné degradácii systému.



Vynález sa týka spôsobu hodnotenia kvality systémov výkonových polovodičových súčiastok pomocou elektrohydraulického pulzátora.

Na hodnotenie kvality výkonových polovodičových súčiastok ako aj na hodnotenie ich parametrov pri zmene konštrukcie slúžia dnes skúšky, kedy sú súčiastky vystavené teplotným zmenám — tepelnému cyklovaniu (napr. teplotný interval od 50 °C do 150 °C).

Teplotný cyklus predstavuje ohrev súčiastky priamym prechodom prúdu, pričom sa stratovým výkonom zvýši jej teplota na napr. 150 °C a jej rýchle ochladenie na východziu teplotu. Tieto teplotné zmeny sú sprevádzané vznikom prídavného mechanického napätia v „bimetalovej sústave“ kremík — molybden. Následkom rozdielnych koeficientov lineárnej rozťažnosti oboch partnerov systému kremík — molybden dochádza pri teplotných zmenách k vzniku prídavných napätí vo vrstve spájky systému kremík — molybden a po určitom počte teplotných cyklov [ktorý závisí od zvoleného teplotného rozdielu pri cyklovaní a od ďalších parametrov systému] dochádza k degradácii p-n priechodu v systéme, ktorý sa nachádza v kremíkovej doske, je vytvorený napr. difúziou prímiesí do kremíka a zabezpečuje usmerňovacie vlastnosti diódy výkonovej polovodičovej súčiastky následkom elektrického a tepelného prierezu. Meraním citlivého fyzikálneho parametra systému napríklad záverného napätia p-n priechodu možno počas teplotného cyklovania zistiť degradáciu súčiastky. Počet teplotných cyklov do degradácie súčiastky býva 10^6 alebo vyšší, čo predstavuje časový úsek asi 10^3 až 10^4 hodín nepretržitej prevádzky, pri vysokých nárokoch na spotrebu energie a chladiacej vody (potrebnej pri prudkom ochladzovaní systému) a aj na nepretržitú obsluhu.

Vyššie uvedené nedostatky sú odstránené spôsobom hodnotenia kvality systémov výkonových polovodičových súčiastok, ktorého podstatou je spôsob hodnotenia kvality systémov výkonových polovodičových súčiastok, vyznačujúci sa tým, že na systém výkonovej polovodičovej súčiastky sa pôsobí kombinovanou silou pozostávajúcou z prítlačnej sily o veľkosti 10^2 až 10^4 N a z pulzujúcej sily s voliteľnou amplitúdou $\pm 10^2$ až 10^4 N, pričom na systém polovodičovej výkonovej súčiastky je pripojené vysoké jednosmerné napätie 1 až 3,5 kV a meria sa záverné napätie a blokovacie napätie systému, ktorých zmena je úmerná degradácii systému výkonovej polovodičovej súčiastky.

Vyšší účinok spôsobu hodnotenia kvality systémov výkonových polovodičových súčiastok podľa vynálezu oproti doteraz používanému postupu spočíva v znížení spotreby energie minimálne o 10^4 Kw/h oproti doteraz používaným teplotným cyklickým

skúškam, v skrátení času potrebného na skúšky 10^3 krát v šetrení pracovných síl v počte najmenej 1 000 hodín, v ušetrení chladiacej vody v množstve cca 200 m³ a urýchlí prácu vo výskume a vývoji výkonových polovodičových súčiastok najmenej o 3 mesiace.

Vyznačený postup je novou diagnostickou metódou pre hodnotenie vlastností výkonových polovodičových súčiastok, ktorá umožňuje nahradiť doterajšie teplotné cyklické skúšky výkonových polovodičových súčiastok.

Cyklické skúšky je možné vykonávať v elektrohydraulickom pulzátore, ktorý umožňuje cyklické namáhanie ťah — tlak s harmonickým sínusovým priebehom zaťažovacej sily. Frekvencia zaťažovania je voliteľná, avšak obmedzená amplitúdou — frekvenčnou charakteristikou systému. Pre účely cyklických skúšok systémov výkonových polovodičových súčiastok je dostatočná sila s amplitúdou do $\pm 10\,000$ N, maximálna hodnota statickej sily je tiež 10 000 N. Druhá alternatíva je na vykonávanie cyklických skúšok systémov výkonových polovodičových súčiastok použitie rezonančného pulzátora, ktorý taktiež umožňuje statické a aj cyklické zaťažovanie ťah — tlak.

Na obrázku je znázornená časť držiaka pre súčasné cyklické namáhanie 5 kusov systémov kremík — molybden alebo kremík — wolfram s p-n priechodom s použitím zaťažovacej čeluste a s podperným medzikružím. Horná čelusť pulzátora dosadá na prítlačný texgumoidový trň 1, ktorý tlačí na zaťažovaciu čelusť 2 s roznášacím krúžkom 3 a čelusť prenáša silu s amplitúdou $\pm P$ ako aj statickú prítlačnú silu P_0 na vlastný meraný systém 4 kremík — molybden alebo kremík — wolfram, ktorý je uložený na podpernom medzikružku 5. Ďalšia zaťažovacia čelusť 6 s ďalším medeným roznášacím krúžkom 7 prenáša cyklické namáhanie na ďalší meraný systém a posledný podperný medzikružok 8 piateho meraného systému leží v druhom prítlačnom texgumoidovom trne, ktorý dosadá na spodnú čelusť pulzátora.

Príklad konkrétneho spôsobu hodnotenia kvality systémov výkonových polovodičových súčiastok podľa vynálezu pri použití elektrohydraulického pulzátora.

Vyrobené systémy kremík — molybden o priemere 28 mm s hrúbkou molybdenu 1,2 mm a kremíka 0,3 mm boli uložené v držiaku podľa obrázku a mechanicky cyklované silou s amplitúdou $\pm 1\,600$ N a prítlačnou silou 2 000 N. Súčasne sa meralo záverné napätie jednotlivých systémov a zaznamenával sa tvar VA charakteristiky po určitom počte cyklov (napr. po každých 500 až 1 000 cykloch). U meraných systémov došlo k prudkému zníženiu záverného napätia a zároveň k rapidnej zmene tvaru VA charakteristík. Tieto zmeny meraných parametrov

odpovedajú zmenám, ktoré sa pozorujú pri degradácii systémov pri teplotných skúškach. U sledovaných systémov dochádzalo k uvedeným zmenám pri počte cyklov 1,2 až $1,5 \cdot 10^5$, čo predstavuje 10 až 50 hodín podľa zvolených parametrov skúšky. Nový postup mechanického namáhania sústavy Si — Mo sa dá použiť:

- na periodickú kontrolu kvality technologických operácií pri výrobe polovodičových

výkonových súčiastok pomocou cyklovacích skúšok na vybraných súboroch systémov so súčasným meraním ich parametrov,

- na kontrolu parametrov novovyvinutých súčiastok pri dlhodobom mechanickom namáhaní,
- na hodnotenie vplyvu zmeny konštrukcie alebo technologickej operácie na parametre súčiastok pri mechanickom cyklovaní.

P R E D M E T V Y N Á L E Z U

Spôsob hodnotenia kvality systémov výkonových polovodičových súčiastok vyznačujúci sa tým, že na systém výkonovej polovodičovej súčiastky sa pôsobí kombinovanou silou pozostávajúcou z prítlačnej sily o veľkosti 10^2 až 10^4 N a z pulzujúcej sily s

voliteľnou amplitúdou $\pm 10^2$ až 10^4 N, pričom na systém polovodičovej výkonovej súčiastky je pripojené vysoké jednosmerné napätie 1 až 3,5 kV a meria sa záverné napätie a blokovacie napätie systému, ktoré je úmerné degradácii systému.

1 list výkresov

242157

