



FEDERÁLNÍ ÚŘAD
PRO VYNÁLEZY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

265 361

(21) PV 3342-87.A
(22) Přihlášeno 11 05 87

(40) Zveřejněno 10 02 89
(45) Vydáno 22.6.1990

(11)

(13) B1

(51) Int. Cl.⁴
G 01 R 31/26,
H 01 L 21/66

(75)
Autor vynálezu

MÜLLER ILJA prom. fyz.,
ŠKALOUD MIROSLAV RNDr., PRAHA,
HOMOLA JAROSLAV RNDr. CSc., Kladno,
ZAMASTIL JAROSLAV RNDr., PRAHA

(54)

Způsob detekce vnitřních zkratů na interdigitalizovaných
strukturách v zapouzdřených polovodičových součástkách

(57) Testovaná součástka se připojí anodovým a katodovým vývodem přes zatěžovací odpor ke zdroji stejnosměrného napětí, polarizovanému v propustném směru a řídicím signálem se uvede do vodivého stavu. Pak se připojí mezi řídicí a katodový vývod zdroj stejnosměrného nebo střídavého proudu a ze sledování změny propustného napětí, která je vyvolána změnou řídicího proudu se určuje míra kvality testované součástky.

Vynález se týká způsobu detekce vnitřních zkratů na interdigitalizovaných strukturách v zapouzdřených polovodičových součástkách, které obsahují pomocnou tyristorovou strukturu pro zesílení řídicího signálu a jsou opatřeny vývodem anodové, katodové a řídicí elektrody.

Výkonové polovodičové součástky s interdigitalizovanou strukturou katodového emitoru, např. středofrekvenční tyristory a zpětně propustné tyristory pro středofrekvenční použití, obsahují členěnou strukturu katodového emitoru s členěným řídicím kontaktem spojeným vodivě s katodou pomocné tyristorové struktury pro zesílení řídicího signálu. Pro správnou funkci součástky je nezbytné, aby struktura řídicího kontaktu byla galvanicky oddělena od katodové elektrody.

Jednou z užívaných metod oddělení uvedených kontaktů je např. zahloubení struktury řídicího kontaktu pod úroveň katody. Galvanické oddělení členěného řídicího kontaktu od kontaktu katody hlavního tyristoru je pak tvořeno vzduchovou mezerou mezi nimi. Kvalita tohoto oddělení závisí na čistotě technologického procesu a na čistotě opracování křemíkového materiálu.

I přes pečlivou kontrolu v průběhu technologie výroby součástky dochází někdy k tomu, že během procesu zapouzdření vznikne

mikroskopické zrnko vodivého prachu (např. úlomek galvanické vrstvy z pokovení pouzdra) do prostoru mezi kontaktní řídicí strukturou a přitlačnou katodovou elektrodou, a tím se mezi nimi vytvoří vodivý spoj (zkrat). Tyto zkraty mají negativní vliv na zapínací vlastnosti součástky. U zkratové struktury zapíná pouze část okraje katody, takže součástka je proudově zatěžována nerovnoměrně, dochází k jejímu lokálnímu zahřívání, a to má nepříznivý vliv na její životnost. Zjištění a odstranění zkratů je nezbytnou podmínkou k zajištění bezporuchové funkce všech tyristorů s vertikálně členěnou interdigitální strukturou.

Dosud užívané metody zjišťování zkratů využívají pro jejich detekci měření ohmického odporu mezi katodou pomocného tyristoru a katodou hlavního tyristoru. Nevýhoda těchto způsobů spočívá v tom, že je lze provádět pouze v průběhu technologického procesu na nezapouzdřených systémech, kdy je přístupný vývod katody pomocného tyristoru. Po zapouzdření součástky není katoda pomocného tyristoru přístupná přímému kontaktování a uvedenou metodu nelze použít. Pomocí měření ohmického odporu mezi vývodem řídicí elektrody a katody výše uvedené zkraty detekovat nelze, protože tyristorová struktura mezi vývodem řídicí elektrody a katodou pomocného tyristoru vnáší do měřicího obvodu sériový odpor, který je mnohem větší, než velikost odporu mezi katodovou elektrodou a katodou pomocného tyristoru u nezkratované struktury. Známé způsoby detekce zkratů tedy neumožňují provádět výstupní kontrolu zapouzdřených součástek, a nelze tak zabránit expedování součástek obsahujících vnitřní zkrat, který může způsobit selhání součástky v aplikaci.

Způsob detekce vnitřních zkratů na interdigitalizovaných strukturách podle vynálezu odstraňuje uvedené nevýhody tím, že testovaná součástka připojená anodovým a katodovým vývodem přes zatěžovací odpor ke zdroji stejnosměrného napětí polarizovanému v propustném směru se přivede řídicím signálem do vodivého stavu. Potom se připojí mezi řídicí a katodový vývod zdroj stejnosměrného nebo střídavého proudu. Velikost změny napětí na anodovém odporu nebo velikost změny anodového proudu vyvolaná střídavým proudem v řídicí elektrodě nebo změnou velikosti stejnosměrného proudu v řídicí elektrodě je mírou kvality testované součástky.

Řešení podle vynálezu umožňuje spolehlivou detekci vnitřních zkratů i u zapouzďřených tyristorů s interdigitalizovanou strukturou. Tímto způsobem je možné součástky se zkratem na výstupní kontrole zachytit a vrátit do výrobního toku, kde lze po rozpouzďření součástky zkrat odstranit, a tím součástku opravit.

Ze sledování změny propustného napětí mezi katodou a anodou, která je vyvolána změnou řídícího proudu mezi řídící elektrodou a katodou, lze určit zda anodový proud protéká obvodem pomocného tyristoru, nebo obvodem hlavního tyristoru součástky. Zkrat mezi katodou a řídící strukturou se projevuje tím, že při nízkých hodnotách anodového proudu zůstává sepnutý pouze pomocný tyristor, jehož propustné napětí se silně mění se změnou řídícího proudu. Naopak u nezkratované struktury dojde k sepnutí hlavního tyristoru, jehož propustné napětí na změně řídícího proudu téměř nezávisí. Amplitudu změny řídícího proudu a mezní přípustnou hodnotu jí vyvolané změny anodového proudu, jakož i hodnotu zatěžovacího odporu je nutno stanovit konkrétně pro daný typ součástky. Metoda založená na sledování změny propustného napětí, vznikající v důsledku změny řídícího proudu, umožňuje spolehlivou indikaci zkratů, které by mohly ovlivnit chování a spolehlivost součástky.

Příklad 1

Výstupní kontrola vnitřních zkratů u středofrekvenčního tyristoru je prováděna tak, že se anodová elektroda součástky připojí na kladný pól nízkonapěťového zdroje, např. 12 V, katoda se připojí přes zatěžovací odpor $2\ \Omega$ na záporný pól zdroje a digitálním voltmetrem se snímá napětí mezi anodou a katodou tyristoru. Kladný pól dalšího proudového zdroje, nastaveného přibližně na hodnotu přibližně 0,5 A, se připojí na řídící elektrodu, záporný pól se připojí na katodu, a tím se součástka sepne do vodivého stavu. Potom se odečte hodnota propustného napětí U_1 mezi anodou a katodou součástky. Proudový zdroj mezi řídící elektrodou a katodou se přepóluje a znovu se odečte hodnota propustného napětí U_2 mezi anodou a katodou. Je-li rozdíl hodnot napětí $U_2 - U_1$ větší než 100 mV, znamená to, že struktura obsahuje zkrat a bude rozpouzďřena a opravena.

Příklad 2

Výstupní kontrola u zapouzďřeného zpětně propustného tyristoru s vertikálně členěnou strukturou se provádí následujícím způsobem:

anoda tyristoru se propojí s kladným pólem stejnosměrného zdroje napětí, např. 12 V, jehož záporný pól se přes zatěžovací odpor 2 Ω spojí s katodou součástky. Tyristor se přivede do vodivého stavu kladným řídicím signálem na řídicí elektrodu. Mezi řídicí elektrodou a katodou se připojí zdroj střídavého elektrického proudu o amplitudě 100 mA. Osciloskopem snímáme napětí mezi anodou a katodou součástky. Zkratovaná struktura se projeví velkou amplitudou střídavé složky napětí mezi anodou a katodou U_{AK} , snímaného osciloskopem (větší než přibližně 100 mV). U nezkratované struktury bude zvlnění napětí U_{AK} téměř nepozorovatelné.

Zavedení detekce vnitřních zkratů na součástkách s interdigitalizovanou, vertikálně členěnou strukturou podle vynálezu umožní vyřazení zkratovaných systémů z expedice, a tím zvýší spolehlivost expedovaných součástek a omezí počet reklamací. Součástky, u nichž budou zjištěny zkraty, bude možno po rozpouzdření opravit.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

Způsob detekce vnitřních zkratů na interdigitalizovaných strukturách v zapouzdřených polovodičových součástkách, které obsahují pomocnou tyristorovou strukturu pro zesílení řídicího signálu a jsou opatřeny vývodem anodové, katodové a řídicí elektrody, vyznačující se tím, že testovaná součástka připojená anodovým a katodovým vývodem přes zatěžovací odpor ke zdroji stejnosměrného napětí polarizovanému v propustném směru se přivede řídicím signálem do vodivého stavu, potom se připojí mezi řídicí a katodový vývod zdroj stejnosměrného nebo střídavého proudu, přičemž velikost změny napětí na anodovém odporu nebo velikost změny anodového proudu vyvolaná střídavým proudem v řídicí elektrodě nebo změnou velikosti stejnosměrného proudu v řídicí elektrodě je mírou kvality testované součástky.