



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU

K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

231 393

(11) (B1)

(61)

(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 18 05 83
(21) PV 3495-83

(51) Int. Cl.³
H 01 L 29/00

(40) Zveřejněno 15 03 84
(45) Vydáno 01 03 87

(75)
Autor vynálezu

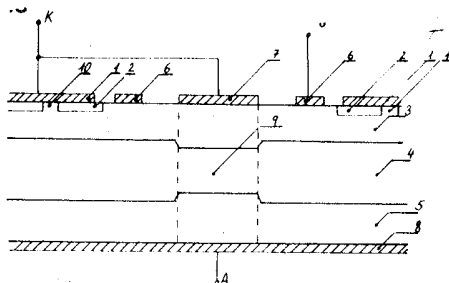
KALENDA LIBOR ing., PRAHA,
HOMOLA JAROSLAV RNDr.CSc., KLADNO,
MÜLLER ILJA prom.fyz.,
PÍNA BOHUMIL ing.,
ŠKOLNÍK VÁCLAV ing., PRAHA

(54)

Vícevrstvá polovodičová součástka s ochrannou
strukturou proti přepětí

Vynález se týká vícevrstvé polovodičové součástky s ochrannou strukturou proti přepětí, obsahující vrstvu základního polovodičového materiálu mezi dvěma vnějšími vrstvami opačného typu vodivosti vzhledem k základní vrstvě. První vnější vrstva má kontakt s první hlavní elektrodou. Druhá vnější vrstva má kontakt jednak s řídicí elektrodou a jednak v řadě diskretních míst, t.z. mikrosvodů s hlavní elektrodou. K druhé vnější vrstvě přiléhá řízená emitorová vrstva, která má kontakt s druhou hlavní elektrodou a je stejného typu vodivosti jako vrstva základního polovodičového materiálu.

Na průřezu polovodičové součástky rovnoběžném s oběma hlavními elektrodami je vymezena část, která zaujímá 1 až 25 % celkové plochy průřezu součástky. Tloušťka vrstvy základního polovodičového materiálu je v této vymezené části menší alespoň o 5 % než ve zbývajících částech průřezu. Druhá vnější vrstva je v této vymezené části opatřena pomocným kontaktem.



Vynález se týká vícevrstvé polovodičové součástky s ochrannou strukturou proti přepětí, obsahující vrstvu základního polovodičového materiálu mezi dvěma vnějšími vrstvami opačného typu vodivosti vzhledem k základní vrstvě.

Jsou známy vícevrstvé polovodičové součástky s integrovanými ochrannými strukturami, které pracují v oblasti lavinového průrazu. Nevýhodou konstrukce takové ochranné struktury je poměrně nízká proudová zatížitelnost v oblasti lavinového průrazu, který má lokální charakter. Pokud není součástka chráněna před vnějším napětím, nebo je chráněna jen nedostatečně, dochází při překročení hodnoty průrazného napětí součástky k destruktivní poruše nebo k sepnutí, které je často rovněž destruktivního charakteru.

Tuto nevýhodu odstraňuje vícevrstvá polovodičová součástka s ochrannou strukturou proti přepětí podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že na průřezu polovodičové součástky rovnoběžném s oběma hlavními elektrodami je vymezena část zaujímající 1 až 25% celkové plochy průřezu součástky, přičemž tloušťka vrstvy základního polovodičového materiálu je v této vymezené části menší alespoň o 5% než ve zbývající části průřezu a dále druhá vnější vrstva v této vymezené části je opatřena pomocným kontaktem.

Integrací ochranného elementu do vlastní polovodičové struktury je zvýšena napěťová zatížitelnost v závěrném i blokovacím směru i úroveň spolehlivosti součástky. Polovodičová součástka podle vynálezu může být zatěžována přepětím, které převyšuje nejen velikost průrazného napětí ochranného elementu, ale i průrazné napětí vlastní polovodičové struktury. Použitím vynálezu lze omezit nebo úplně odstranit vnější ochranné prostředky proti přepětí např. plovoucí ochrany, RC členy, lavinové ochranné diody a pod.

Dva příklady konstrukčního řešení čtyřvrstvé polovodičové součástky s ochrannou strukturou proti přepětí podle vynálezu, jsou zobrazeny na přiloženém výkresu, kde na obr. 1 je řez tyristorovým systémem, jehož ochranná struktura je kruhového průřezu, na obr. 2 je ochranná struktura s průřezem ve tvaru mezikruží.

Tyristorový systém na obr. 1 je tvořen čtyřmi vrstvami střídavě opačného typu vodivosti. Vrstva 4 základního polovodičového materiálu je umístěna mezi dvěma vnějšími vrstvami opačného typu vodivosti, z nichž první vrstva 5 má kontakt s první hlavní elektrodou 8 a druhá vnější vrstva 3 má jednak v řadě diskrétních míst, to znamená mikrosvodů 10, kontakt s druhou hlavní elektrodou 1 a jednak s řídicí elektrodou 6, která je vytvořena ve tvaru prstence. K druhé vnější vrstvě 3 přiléhá řízená emitorová vrstva 2, stejného typu vodivosti jako vrstva 4 základního polovodičového materiálu. V tyristorovém systému je vymezena část 9, v tomto případě kruhového průřezu, umístěná ve středu struktury. V této vymezené části 9, která tvoří ochrannou strukturu tyristoru, je tloušťka vrstvy 4 základního polovodičového materiálu menší o 5% než ve zbývajících částech průřezu. Druhá vnější vrstva 3 v této vymezené části 9 je opatřena kontaktem 7, který je vodivě spojen s druhou hlavní elektrodou 1. Nižší tloušťka vrstvy 4 základního polovodičového materiálu ve vymezené části 9 je vytvořena difuzí hliníku, zatímco napěťové přechody mimo vymezenou část jsou vytvořeny difuzí galia. Snížení tloušťky vrstvy základního polovodičového materiálu může být alternativně provedeno pouze z jedné strany.

Na obr. 2 je další řešení tyristoru, které se liší od výše popsaného tím, že ochranná struktura je vytvořena s průřezem ve tvaru mezikruží a kontakt řídící elektrody 6 je kruhový. Navíc řízená emitorová vrstva 2 je ve styku s pomocným kontaktem 7, který je v tomto případě galvanicky oddělen od druhé hlavní elektrody 1.

Vynález řeší napěťovou ochranu polovodičové součástky integrací ochranného elementu do vlastní polovodičové struktury. Tento element pracuje při přetížení napětím v oblasti t.zv. průrazu "punch through". Činnost elementu v oblasti průrazu "punch through" umožňuje jeho zatížení vyššími závěrnými proudy ve srovnání se strukturou pracující v oblasti lavinového průrazu.

Při zatížení polovodičové součástky s ochrannou strukturou - obr.1 - zvyšujícím se závěrným napětím je nejprve dosaženo průrazného napětí ochranné struktury a závěrný proud teče ve směru od druhé hlavní elektrody 1 do pomocného kontaktu 7 a dále přes vymezenou část 9 do první hlavní elektrody 8. Při dalším zvyšování napětí se však hodnota napětí na součástce zvyšuje jen nepatrně, neboť energie napěťových špiček, které přesahují hodnotu průrazného napětí ochranné struktury, je touto strukturou absorbována. Při zatížení blokovacím napětím je funkce ochranné struktury obdobná, jen směr proudu je opačný. Funkce ochranné struktury v závěrném i blokovacím směru je v tomto smyslu podobná funkci lavinové diody v závěrném směru.

Princip funkce polovodičové součástky s ochrannou strukturou na obr. 2 je analogický jako u řešení na obr.1. Zatíží-li se součástka napěťovou špičkou, která je vyšší než průrazné napětí ochranné struktury, dojde k "odříznutí" části napětí převyšující průrazné napětí. V blokovacím směru navíc dojde při nadměrném, ale přesně definovaném přetížení ochranné struktury blokovacími proudy k jejímu zapnutí a ochranná struktura pak zapíná celou čtyřvrstvou strukturu. Konstrukce ochranné struktury umožňuje sepnout součástku při hodnotě blokovacího proudu, která je různá od hodnoty řídícího proudu. Tato hodnota může být volena zcela

s ohledem na dimenzování ochranné struktury. Toto opatření prakticky vylučuje zničení součástky napětím v blokovacím směru.

V případě, že ochranná struktura je vytvořena jak v řešení na obr. 1, avšak pomocný kontakt 7 je tvořen přímo kontaktem řídicím elektrody 6 a je galvanicky oddělen od kontaktu druhé hlavní elektrody 1, blokovací proud vymezené části 9 přímo spíná celou polovodičovou součástku a jeho hodnota je shodná s hodnotou řídicího proudu.

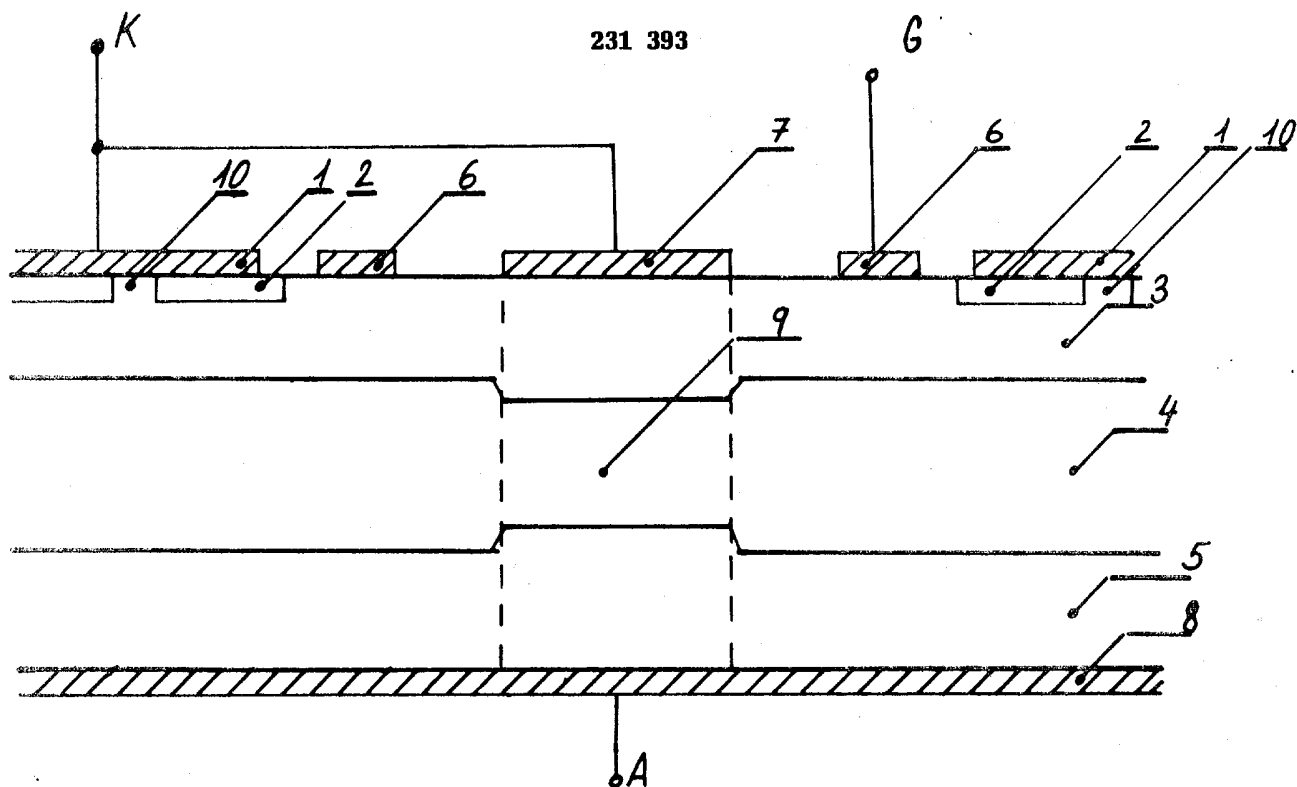
Vynález lze aplikovat na všechny druhy závěrně blokujících tyristorů, dále na zpětně vodivé, vypínací tyristory, optotyristory i na pětivrstvé spínací součástky.

P ř e d m ě t v y n á l e z u

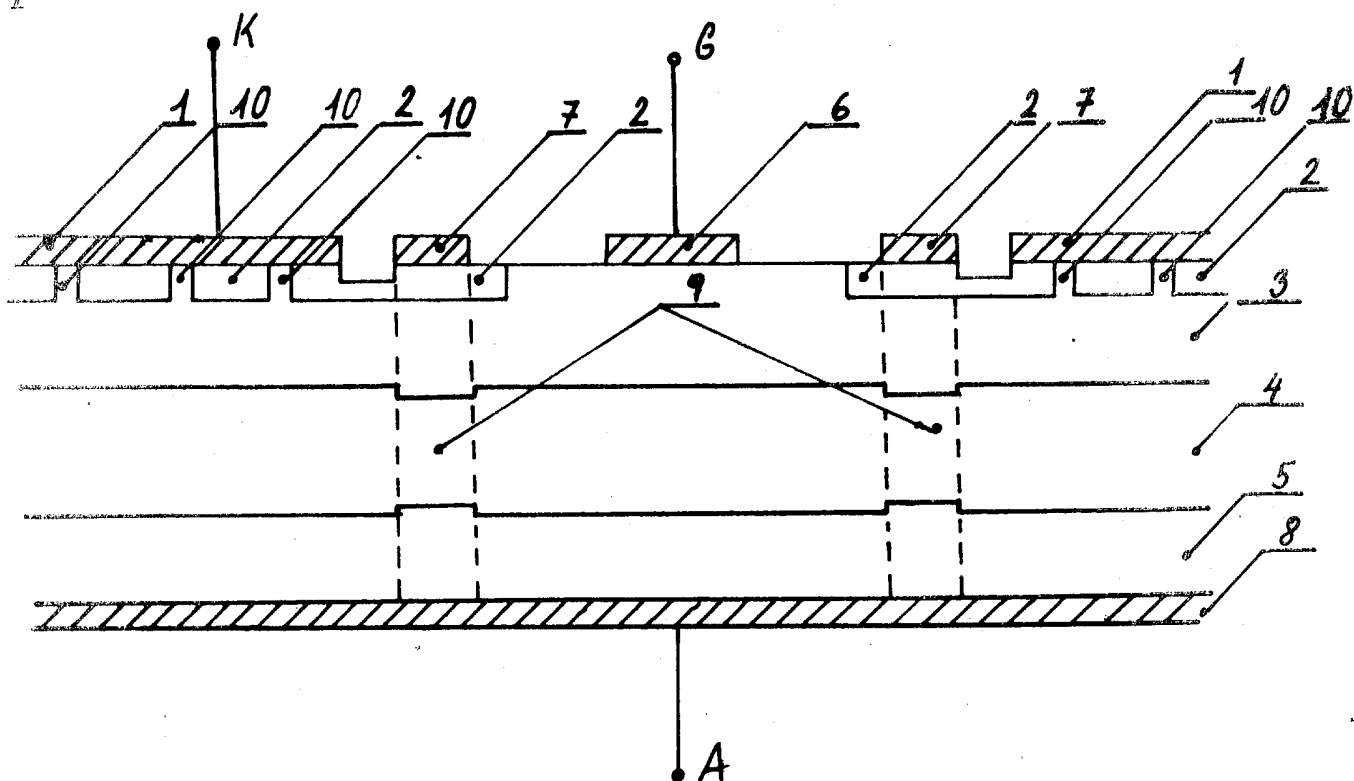
231 393

1. Vícevrstvá polovodičová součástka s ochrannou strukturou proti přepětí, obsahující vrstvu základního polovodičového materiálu mezi dvěma vnějšími vrstvami opačného typu vodivosti vzhledem k základní vrstvě, z nichž první má kontakt s první hlavní elektrodou a druhá vnější vrstva má kontakt jednak s řídicí elektrodou a jednak v řadě diskrétních míst, t. zv. mikrosvodů s druhou hlavní elektrodou, přičemž k druhé vnější vrstvě přiléhá řízená emitorová vrstva, která má kontakt s druhou hlavní elektrodou a je stejného typu vodivosti jako vrstva základního polovodičového materiálu, v y z n a č e n á t í m , že na průřezu polovodičové součástky rovnoběžném s oběma hlavními elektrodami /1,8/ je vymezena část /9/, zaujímající 1 až 25% celkové plochy průřezu součástky, přičemž tloušťka vrstvy /4/ základního polovodičového materiálu je v této vymezené části /9/ menší alespoň o 5% než ve zbývajících části průřezu a dále druhá vnější vrstva /3/ v této vymezené části /9/ je opatřena pomocným kontaktem /7/.
2. Vícevrstvá polovodičová součástka podle bodu 1., v y z n a č e n á t í m , že pomocný kontakt /7/ je vodivě spojen s druhou hlavní elektrodou /1/.
3. Vícevrstvá polovodičová součástka podle bodu 1., v y z n a č e n á t í m , že řízená emitorová vrstva /2/ je ve styku s pomocným kontaktem /7/ vymezené části /9/, přičemž vzdálenost mezi pomocným kontaktem /7/ a kontaktem druhé hlavní elektrody /1/ je menší než 2mm.

1 výkres



Obr. 1



Obr. 2