



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

245 241

(11) (B1)

(61)
(23) Výstavní priorita
(22) Přihlášeno 04 09 84
(21) (PV 6630-84)

(51) Int. Cl.⁴
H 01 L 29/00

(40) Zveřejněno 13 11 85
(45) Vydáno 01 07 88

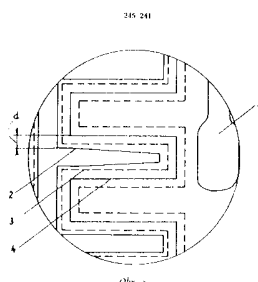
(75)
Autor vynálezu

BOŘEK PETR, STŘÍTEŽ NAD BEČVOU;
OLŠANSKÁ VLADIMÍRA, ROŽNOV POD RADHOŠTĚM

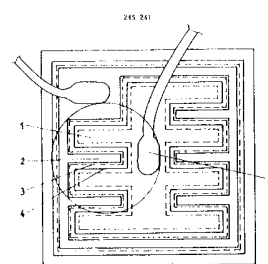
(54) Uspořádání kontaktů výkonového tranzistoru

Účelem vynálezu je zvýšení odolnosti výkonového tranzistoru proti druhému průrazu. Uvedeného účelu se dosáhne uspořádáním kontaktů výkonového tranzistoru, které spočívá v tom, že vzdálenost hrany proužkového otvoru v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem k bazové oblasti od hrany emitorového přechodu je v částech přilehlých k přívodnímu kontaktu funkční emitorové oblasti větší než v ostatních místech proužkového uspořádání struktury. Kromě uvedeného znaku předmětu vynálezu existují i další možné varianty.

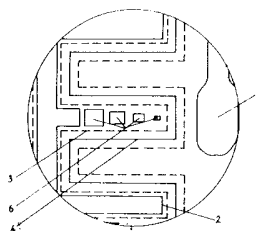
Vynálezu lze využít u výkonových tranzistorů, především u tranzistorů s difuzní bází.



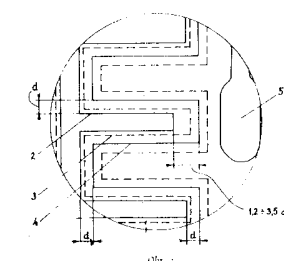
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4

Vynález se týká uspořádání kontaktů výkonového tranzistoru, které řeší problém odolnosti proti druhému průrazu.

Charakteristickým parametrem výkonového tranzistoru je maximální kolektorová ztráta, což je v podstatě výkon, který se při provozu tranzistoru mění v teplo a který je dán velikostí procházejícího proudu kolektorovým přechodem při určitém napětí mezi kolektorem a emitorem. Maximální velikost tohoto výkonu je závislá na konstrukčním uspořádání výkonového tranzistoru jako celku, přičemž se klade největší důraz na dokonalý odvod tepla z polovodičového čipu do okolního prostředí. Dokonalý odvod tepla z čipu je však podmíněn nutností homogenního rozložení teploty v ploše čipu v celém rozsahu provozních režimů výkonového tranzistoru, což je v praxi neuskutečnitelné, neboť rozložení proudu v objemu čipu výkonového tranzistoru je již z principiálního hlediska nerovnoměrné. Horizontální geometrie čipu výkonových tranzistorů je charakteristická rozčleněnou proužkovou strukturou plochy emitoru a k ní odpovídající proužkovou strukturou oblasti báze. Toto uspořádání je nutné pro dosažení příznivého průběhu závislosti proudového zesilovacího činitele na emitorovém proudu, protože respektuje nepříznivý vliv vytlačování emitorového proudu na hrany emitoru v důsledku příčného odporu báze pod emitorem. Tento efekt je významný zejména u tranzistorů s difuzní bází, kde je příčný odpor báze výrazně závislý na velikosti napětí mezi kolektorem a emitorem. Mechanismus vytlačování proudu na hrany emitoru je jedním z hlavních mechanismů, ovlivňujících odolnost výkonového tranzistoru proti druhému průrazu, protože plocha a teplota tzv. horkých míst pod emitorem jsou funkcí příčného odporu báze.

Stejně závažným mechanismem s nepříznivým vlivem na odolnost výkonového tranzistoru proti druhému průrazu se jeví parazitní ohřev části emitorové oblasti s přívodním kontaktem jako důsledek velké proudové hustoty emitorového proudu v místě nankontaktovaného přívodu k emitoru. Ohřevem této části emitoru procházejícím proudem dochází ke vzniku dalšího nerovnoměrného rozložení teploty v horizontální rovině čipu, což spolu s kladnou tepelnou zpětnou vazbou způsobuje podstatné zvýšení teploty čipu pod emitorovým přívodem a tím i vznik úzce lokalizovaného horkého místa, které má za následek zhoršení odolnosti výkonového tranzistoru proti druhému průrazu zejména v režimech s velkými emitorovými proudy, t.j. při malých napětích mezi emitorem a kolektorem nebo v pulsním provozu. Protože k porušení funkce tranzistoru druhým průrazem dojde při lokálním překročení intrinrické teploty v bázevé vrstvě, je výše popsáný mechanismus významný zejména u výkonových tranzistorů s málo dotovanou bázevou vrstvou. Tato skutečnost spolu s nerovnoměrným rozložením koncentrace příměsí v bázevé vrstvě je hlavní příčinou nízké odolnosti výkonových tranzistorů s difuzní bází proti druhému průrazu ve srovnání s výkonovými tranzistory s homogenní nebo epitaxní bází.

Známé způsoby, obecně zlepšující odolnost proti druhému průrazu omezením velikosti příčného odporu báze pod emitorem /zvýšení koncentrace aktivních příměsí v bázi, zvětšení tloušťky báze/, jsou účinné pouze v oblasti působení mechanismu svazkování emitorového proudu. Vliv horkého místa pod emitorovým přívodem lze omezit například několikanásobným přívodem k emitoru nebo použitím mnohaemitorové struktury s vyrovnávacími odpory. Tato opatření však vyžadují buď složitější technologický postup nebo větší pracnost, takže se výroba prodražuje.

Výše uvedené nedostatky jsou podstatně omezeny uspořádáním kontaktů výkonového tranzistoru podle vynálezu, jehož podstata spočívá v tom, že vzdálenost hrany proužkového otvoru v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem k bázevé oblasti od hrany emitorového přechodu je v částech přilehlých k přívodnímu kontaktu funkční emitorové oblasti větší než v ostatních místech proužkového uspořádání struktury.

Vzdálenost hrany proužkového otvoru v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem k bázevé oblasti od hrany emitorového přechodu je v částech přilehlých k přívodnímu kon-

taktu funkční emitorové oblasti největší a postupně se zmenšuje s rostoucí vzdáleností ostatních míst proužkového uspořádání struktury od místa přívodního kontaktu k funkční emitorové oblasti.

Proužkové otvory v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem k bázové oblasti jsou vytvořeny soustavou vzájemně oddělených jednoduchých geometrických obrazců, například obdélníků, jejichž plocha je nejmenší a vzájemná vzdálenost největší v částech přilehlých k přívodnímu kontaktu funkční emitorové oblasti a plocha těchto obrazců se postupně zvětšuje a jejich vzájemná vzdálenost zmenšuje s rostoucí vzdáleností ostatních míst proužkového uspořádání struktury od místa přívodního kontaktu k funkční emitorové oblasti.

Podstata vynálezu spočívá v omezení vlivu kladné tepelné zpětné vazby na ohřev emitorové oblasti pod přívodem k emitoru tím způsobem, že zvětšená vzdálenost hrany proužkového otvoru v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem k bázové oblasti od hrany emitorového přechodu v částech přilehlých k přívodnímu kontaktu funkční emitorové oblasti má za následek zvýšení povrchového odporu této části báze a tím i zmenšení proudového zesilovacího činitele. Rozložení proudu v ploše tranzistorového čipu pak není homogenní, ale v okolí emitorového přívodu je hustota proudu a tudíž i oteplení v důsledku tranzistorového jevu menší než v ostatních částech čipu. Tím se do určité míry kompenzuje parazitní ohřev místa pod emitorovým přívodem, což ve svém důsledku přispívá k homogenizaci teplotního pole v ploše čipu. Vhodným geometrickým uspořádáním kontaktní struktury bázové oblasti v ostatních místech čipu /délka a šířka proužkových otvorů v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem/ lze účinnost popsaného uspořádání dále zvýšit. Koeficient vzdálenosti hrany proužkového otvoru v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem k bázové oblasti od hrany emitorového přechodu v částech přilehlých k přívodnímu kontaktu funkční emitorové vrstvy proti této vzdálenosti v ostatních místech struktury závisí na velikosti koncentrace aktivních příměsí v povrchové vrstvě báze a v praxi se pohybuje v rozmezí od 1,2 do 3,5.

Vynález zvyšuje odolnost výkonových tranzistorů proti druhému průrazu při zachování stávajících technologických postupů

a stejné úrovni pracnosti. U výkonových tranzistorů s difuzní bází se dosáhne zvýšení odolnosti proti druhému průrazu na úroveň srovnatelnou s odolností tranzistorů s epitaxní bází při současném posunutí redukce povolené kolektorové ztráty k vyšším napětím mezi kolektorem a emitorem a zachování výhodných proudových i dynamických parametrů výkonového tranzistoru.

Příklady uspořádání kontaktů výkonového tranzistoru podle vynálezu jsou znázorněny na připojených obrázcích 1 až 4, kde na obr. 1 je pohled na klasickou proužkovou strukturu výkonového tranzistoru s vyznačenou oblastí dotčenou vynálezem. Na obr. 2 je detail uspořádání proužkové struktury se zvětšenou vzdáleností hrany proužkového otvoru v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem k báze oblasti od hrany emitorového přechodu, na obr. 3 je detail uspořádání proužkové struktury s proměnnou vzdáleností hrany proužkového otvoru v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem k báze oblasti od hrany emitorového přechodu a obr. 4 znázorňuje detail uspořádání proužkové struktury, kde jsou proužkové otvory v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem k báze oblasti vytvořeny soustavou vzájemně oddělených jednoduchých geometrických obrazců, např. obdélníků.

Na obr. 1 je pohled na klasickou proužkovou strukturu čipu výkonového tranzistoru s emitorovými proužky 1, odpovídajícími proužkovými otvory 2 v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem 3 k báze oblasti, s vyznačením hrany emitorového přechodu 4 a s přívodním kontaktem 5 k funkční emitorové oblasti.

Na obr. 2 je detailní pohled na část proužkové struktury čipu výkonového tranzistoru z obr. 1, kde je znázorněna vzdálenost d mezi hranou proužkových otvorů 2 v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem 3 k báze oblasti a hranou emitorového přechodu 4 a zvětšení této vzdálenosti na 1,2 až 3,5 d v části přilehlé k přívodnímu kontaktu 5 emitorové funkční oblasti.

Na obr. 3 je detailní pohled na část proužkové struktury čipu výkonového tranzistoru z obr. 1, kde je znázorněna proměnná vzdálenost d mezi hranou proužkových otvorů 2 v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem 3 k báze ob-

lasti a hranou emitorového přechodu 4, přičemž tato vzdálenost je největší v části přilehlé k přívodnímu kontaktu 5 emitorové funkční oblasti a postupně se zmenšuje s rostoucí vzdáleností ostatních míst proužkového uspořádání struktury od místa přívodního kontaktu 5 k funkční emitorové oblasti.

Na obr. 4 je detailní pohled na část proužkové struktury čipu výkonového tranzistoru z obr. 1, kde jsou proužkové otvory v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem 3 k bázové oblasti vytvořeny soustavou vzájemně oddělených jednoduchých geometrických obrazců 6, v tomto případě obdélníků, jejichž plocha je nejmenší a vzájemná vzdálenost největší v částech přilehlých k přívodnímu kontaktu 5 funkční emitorové oblasti a plocha těchto obrazců se postupně zvětšuje a jejich vzájemná vzdálenost zmenšuje s rostoucí vzdáleností ostatních míst proužkového uspořádání struktury od místa přívodního kontaktu 5 k funkční emitorové oblasti.

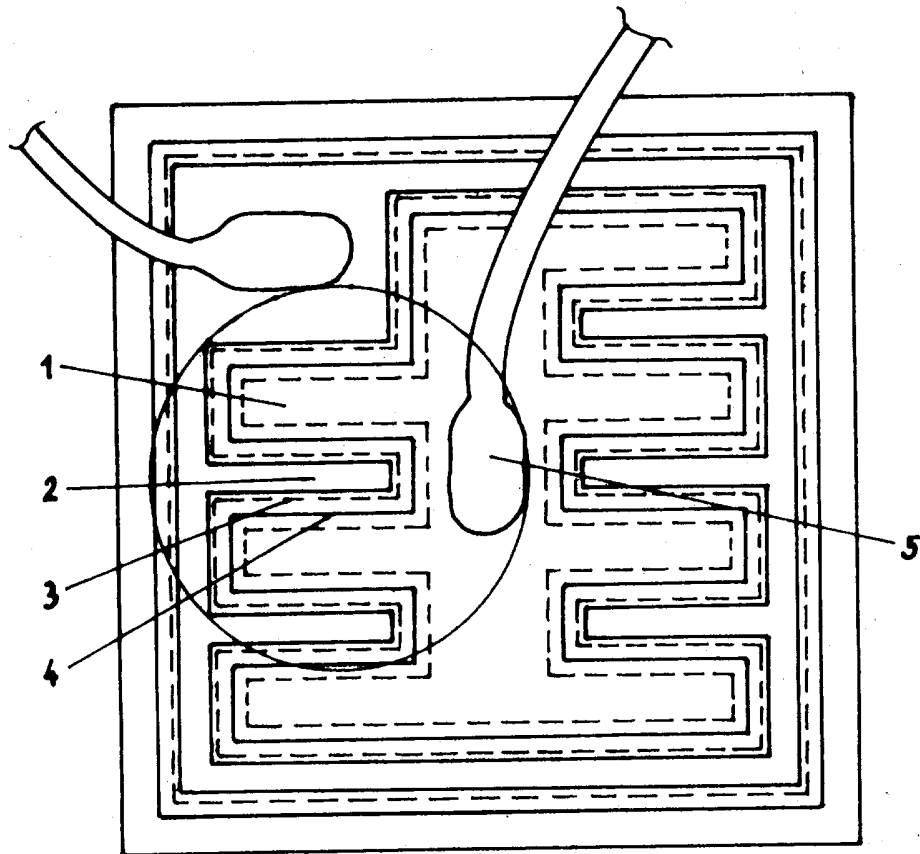
Vynález nalezne uplatnění u výkonových tranzistorů, zejména u výkonových tranzistorů s difuzní bází pro všechny aplikace s vysokými nároky na odolnost proti druhému průrazu.

P Ř E D M Ě T V Y N Á L E Z U

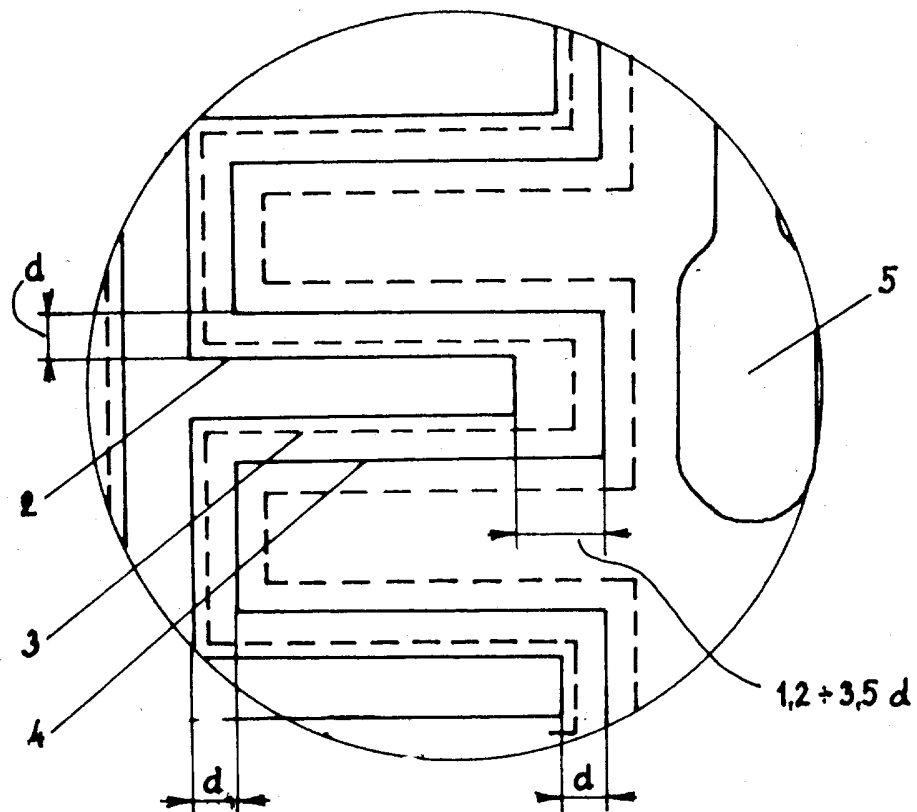
245 241

1. Uspořádání kontaktů výkonového tranzistoru s proužkově členěnou funkční emitorovou oblastí a proužkovými otvory v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem k bázevé oblasti, které proužkové části funkční emitorové oblasti obklopují, vyznačené tím, že vzdálenost hrany proužkového otvoru /2/ v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem /3/ k bázevé oblasti od hrany emitorového přechodu /4/ je v částech přilehlých k přívodnímu kontaktu /5/ funkční emitorové oblasti větší než v ostatních místech proužkového uspořádání struktury.
2. Uspořádání kontaktů výkonového tranzistoru podle bodu 1 vyznačené tím, že vzdálenost hrany proužkového otvoru /2/ v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem /3/ k bázevé oblasti od hrany emitorového přechodu /4/ je v částech přilehlých k přívodnímu kontaktu /5/ funkční emitorové oblasti největší a postupně se zmenšuje s rostoucí vzdáleností ostatních míst proužkového uspořádání struktury od místa přívodního kontaktu /5/ k funkční emitorové oblasti.
3. Uspořádání kontaktů výkonového tranzistoru podle bodů 1 a 2 vyznačené tím, že proužkové otvory v krycí oxidové vrstvě pod souvislým metalizovaným kontaktem /3/ k bázevé oblasti jsou vytvořeny soustavou vzájemně oddělených jednoduchých geometrických obrazců /6/, například obdélníků, jejichž plocha je nejmenší a vzájemná vzdálenost největší v částech přilehlých k přívodnímu kontaktu /5/ funkční emitorové oblasti a plocha těchto obrazců se postupně zvětšuje a jejich vzájemná vzdálenost zmenšuje s rostoucí vzdáleností ostatních míst proužkového uspořádání struktury od místa přívodního kontaktu /5/ k funkční emitorové oblasti.

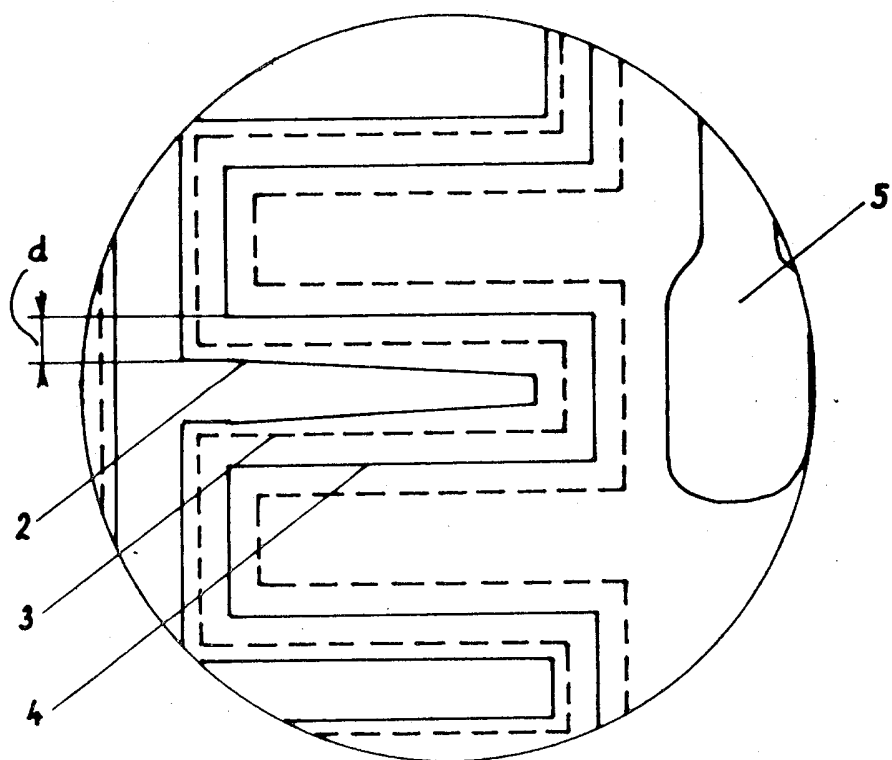
2 výkresy



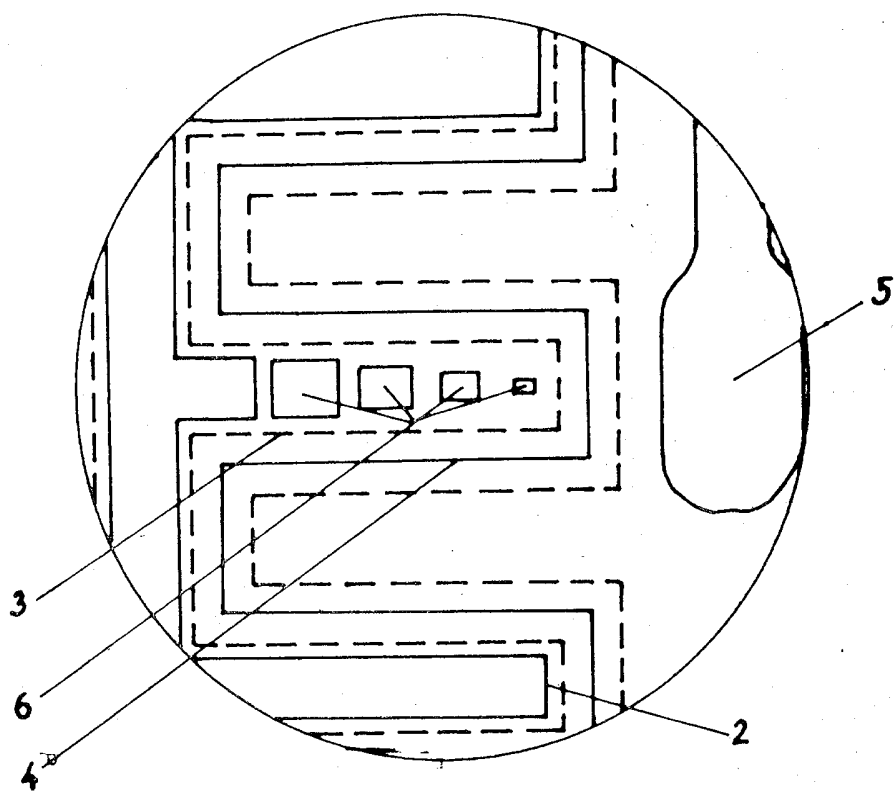
Obr. 1



Obr. 2



Obr. 3



Obr. 4