



ÚŘAD PRO VYNÁLEZY
A OBJEVY

POPIS VYNÁLEZU K AUTORSKÉMU OSVĚDČENÍ

208386

(11) (B1)

(51) Int. Cl.³
H 01 L 21/02

(22) Přihlášeno 29 06 78

(21) (PV 4266-78)

(40) Zveřejněno 31 12 80

(45) Vydáno 01 01 83

(75)

Autor vynálezu

VALČÍK OTO ing. CSc., Praha

(54) Způsob výroby polovodičových součástek

Vynález se týká způsobu výroby polovodičových součástek s malým rozptylem parametrů, zejména propustné charakteristiky a komutační doby.

Dosud známé výrobní postupy zajišťují přijatelný rozptyl propustných charakteristik a komutačních dob, resp. komutačních nábojů prakticky jen přísným dodržováním výrobní technologie. Požadavky na rozptyl propustných charakteristik pro případ paralelního řazení polovodičových součástek a komutačních dob pro případ sériového řazení polovodičových součástek jsou však natolik veliké, že je nutno často vedle jemného třídění polovodičových součástek podle získaných parametrů ještě zařadit do obvodů, kde pracují, pomocné reaktance pro zabezpečení přijatelného dělení proudů a napětí. Takový postup vede k řadě negativních důsledků. Především přidavné reaktance zvyšují složitost, snižují spolehlivost a zvyšují energetické ztráty, pracnost a spotřebu materiálu a zastavěného objemu. Nedokonalé dělení nedovoluje plné využití polovodičových součástek. Celkově se potom současná řešení vyznačují značnými ekonomickými ztrátami.

Výše uvedené nedostatky jsou odstraněny způsobem výroby polovodičových součástek s malým rozptylem parametrů podle vynálezu, kde po základním nastavení parametrů polovodičové součástky volbou vnějších rozměrů polovodičového

materiálu a realizací potřebného rozložení aktivních a rekombinačních příměsí při vysokoteplotních operacích a následném obnažení přechodů PN se změní při standardních podmínkách propustná charakteristika, načež se provede korekce jejího průběhu zářením o energii vyvolávající změnu hladiny rekombinačních center v objemu polovodičového materiálu a nebo se změní, při standardních podmínkách, časový průběh komutačního proudu, načež se provede korekce tohoto průběhu zářením o energii vyvolávající změnu hladiny rekombinačních center v objemu polovodičového materiálu, přičemž nadbytečná rekombinační centra vytvořená v objemu polovodičového materiálu ozářením jsou odstraněna temperováním polovodičové součástky při teplotě vyšší než 460 K.

Úpravou hladiny rekombinačních center pomocí záření o vhodné energii se mění jednak přímo průběh propustné charakteristiky, jednak množství nositelů proudu účastnících se na vedení proudu, a tím i komutační náboj. Další dostavení uvedených parametrů je možno provést jemně úběrem polovodičového materiálu, zejména v jeho obvodové oblasti. Uvedený výrobní postup dovozuje nízkotoleranční výrobu polovodičových součástek, popřípadě až přesnou výrobu podle požadavků odběratele, což ve svých důsledcích zvyšuje ekonomii výroby aplikací polovodičových součás-

tek a snižuje ztráty energie, které v některých případech dosahují při dosavadních řešeních značných hodnot.

Propustná charakteristika i komutační doba jsou složitou funkcí geometrie polovodičového materiálu a prostorového rozložení akceptorů, donorů a rekombinačních center. Geometrii polovodičového materiálu volíme jednak geometrickým tvarem výchozího materiálu, obvykle kruhová destička dané tloušťky d průměru R , jednak závěrečným tvarováním při obnažení přechodů PN, např. u výkonových součástek tvarováním tzv. fasety. Prostorové rozložení akceptorů a donorů je obvykle proměnné převážně jen jedním směrem a můžeme ho charakterizovat obecně tzv. koncentračním profilem $N(x)$. Rozložení rekombinačních center se nejčastěji uvažuje přibližně konstantní v celé oblasti relativně nízkých koncentrací $N(x)$. Bližší fyzikální analýza ukazuje, že propustná charakteristika je potom z hlediska možného ovlivnění v závěrečných fázích výroby především funkcí tzv. doby života minoritních nositelů proudu τ , resp. koncentrace rekombinačních center a velikosti aktivní plochy, dané obvykle menším průměrem fasety R_1 . Formálně lze tedy propustnou charakteristiku vyjádřit aproximativním vztahem

$$u \approx u_0(\tau) + R_d(\tau, R_1) \quad \text{pro } d, N(x) = \text{konst.}$$

obdobně komutační doba je závislá na době života minoritních nositelů τ a objemu polovodičového materiálu, který je určen průměry R a R_1 ; formálně lze potom komutační dobu charakterizovat aproximativním vztahem

$$t_k \approx f(\tau, R, R_1) \quad \text{pro } d, N(x) = \text{konst.}$$

Vlastní postup výroby polovodičových součástek s malým rozptylem propustných charakteristik a obdobně i s malým rozptylem komutačních dob spočívá ve vytvoření potřebného koncentračního profilu aktivních příměsí $N(x)$ a hladiny rekombinačních center na destičce o zvolené tloušťce d známými způsoby při vysokoteplotních operacích jako je difuze, slévání nebo epitaxní růst a v obnažení přechodů PN – tedy základním nastavením parametrů polovodičové součástky. Potom se provede kontrolní měření propustné charakteristiky nebo doby komutace za standardních podmínek, na základě výsledků se provede korekce průběhu propustné charakteristiky nebo komutační doby ozářením paprsky s energií vyvolávající potřebnou změnu τ , resp. hladiny rekombinačních center v objemu polovodičového materiálu. Obdobně lze ke korekci průběhu propustné charakteristiky i ko-

mutační doby použít úběru polovodičového materiálu, zejména v jeho obvodové oblasti.

K ozáření je vhodné používat rychlé elektrony nebo záření gama s energií $\sim 1,2$ MeV. V případě aplikace větší dávky záření může dojít k vytvoření rekombinačních center v počtu větším než potřebném. Nadbytečná centra je možno odstranit temperováním polovodičové součástky při teplotách nad 460 K. Se stoupající teplotou potřebná doba temperování rychle klesá. Protože vliv ozáření je silnější než vliv přijatelných úběrů polovodičového materiálu, je vhodné nejdříve aplikovat ozáření k hrubému nastavení parametrů s následným jemným dostavením parametrů úběrem polovodičového materiálu.

Pro přesnou nízkotolerační výrobu je navíc vhodné, aby rozměry výchozího materiálu byly dodrženy s přesností do 1 %, tloušťky difuzních slitinových nebo epitaxních vrstev s přesností do 5 % a povrchové koncentrace aktivních příměsí při jejich tvorbě s přesností do 50 %.

PŘEDMĚT VYNÁLEZU

1. Způsob výroby polovodičových součástek, vyznačený tím, že po základním nastavení parametrů polovodičové součástky volbou vnějších rozměrů výchozího polovodičového materiálu a realizací potřebného rozložení aktivních a rekombinačních příměsí při vysokoteplotních operacích a následném obnažení přechodů PN se změní při standardních podmínkách propustná charakteristika, načež se provede korekce jejího průběhu zářením o energii vyvolávající změnu hladiny rekombinačních center v objemu polovodičového materiálu, anebo se změní při standardních podmínkách časový průběh komutačního proudu, načež se provede korekce tohoto průběhu zářením o energii vyvolávající změnu hladiny rekombinačních center v objemu polovodičového materiálu, přičemž nadbytečná rekombinační centra vytvořená v objemu polovodičového materiálu ozářením jsou odstraněna temperováním polovodičové součástky při teplotě vyšší než 460 K.

2. Způsob výroby polovodičových součástek podle bodu 1, vyznačený tím, že k ozáření se použije rychlých elektronů nebo záření gama s energií větší než 1,2 MeV.

3. Způsob výroby polovodičových součástek podle bodů 1 a 2, vyznačený tím, že k jemnému dostavení propustné charakteristiky nebo komutační doby a náboje se použije úběru polovodičového materiálu po obnažení přechodů PN zejména v jeho obvodové části, s výhodou broušením nebo chemickým leptáním.