



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

57116

Patent dodatkowy
do patentu

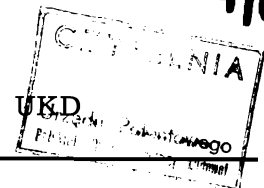
Kl. 21 g, 11/02

Zgłoszono: 22.X.1966 (P 117 028)

Pierwszeństwo: 25.X.1965 dla zastrz. 1,
2, 4, 6—9
28.X.1965 dla zastrz. 3,
5 Francja

MKP H 01 I 7/00

Opublikowano: 31.III.1969



Właściciel patentu: Compagnie Générale d'Electricite, Paryż (Francja)

Sposób wytwarzania emiterowych boczników oporowych w przyrządzie półprzewodnikowym

1

Przedmiotem niniejszego wynalazku jest sposób wytwarzania emiterowych boczników oporowych w przyrządzie półprzewodnikowym zawierającym co najmniej cztery warstwy przemiennej typu przewodności.

W półprzewodnikowym przyrządzie komutacyjnym zawierającym co najmniej cztery warstwy o przemiennej przewodności, dąży się do uzyskania jak największej możliwej stałości elektrycznych charakterystyk, w całym zakresie dopuszczalnych temperatur roboczych. Przede wszystkim unika się w przyrządzie komutacyjnym bezpośredniego spadku napięcia (jaki może znosić przyrząd bez komutowania) zwłaszcza przy braku jakiegokolwiek prądu sterowania.

Działanie przyrządu komutacyjnego z czterema warstwami, np. przedstawionego na fig. 1a wyjaśnia przyrząd wykonany zgodnie z fig. 1b, składający się z tranzystora PNP i z tranzystora NPN, przy czym baza tranzystora NPN stanowi kolektor tranzystora PNP, natomiast kolektor tranzystora NPN stanowi bazę tranzystora PNP, w ten sposób występuje przewodzenie z jednego tranzystora do drugiego.

Oznaczając przez L_1 i L_2 wzmocnienia prądowe tranzystorów, komutację przyrządów uzyskuje się, gdy suma wzmocnień prądowych $L_1 + L_2 = 1$. Utrzymanie w stanie nagrzania charakterystyk uzyskanych na zimno, zwłaszcza napięcia przy stanie niekomutowania i czułości sterowania, uwa-

2

runkowane jest sumą wzmocnień prądowych tranzystorów na gorąco, w odniesieniu do prądów wpływowych tranzystorów przy stanie nagrzania.

- 5 W celu uzyskania tego wyniku, można odkształcać krzywe (lub jedną z nich) wzmocnień prądowych L_1 i L_2 tranzystorów w funkcji przepływającego prądu przez przyrząd w strefie słabych prądów, w celu opóźniania wzrostu wzmocnienia w funkcji prądu. Wynik ten można uzyskać w półprzewodniku tworząc najkorzystniejszą drogę przepływu prądu, to znaczy, że przepływający przez przyrząd prąd nie będzie przepływał przez emiter tranzystora NPN, dopóki prąd nie osiągnie pewnej wartości; w ten sposób opóźnia się wzrost wzmocnienia L_1 tranzystora NPN w funkcji prądu, a tym samym sumę wzmocnień $L_1 + L_2$ obu tranzystorów NPN i PNP.

- 20 Najkorzystniejszą drogę przepływu prądu realizuje się przy użyciu emiterowego bocznika oporowego tranzystora NPN, przy czym w sposób naturalny droga ta przestaje spełniać swą rolę od określonej wartości natężenia, to znaczy, gdy wytwarzane przepływem prądu wzdłuż złącza emiter-baza tranzystora NPN napięcie, osiągnie dostateczną wartość aby nastąpiło przewodzenie w kierunku emitera.

- 25 Powyższy sposób może narażać pewne trudności, jeżeli powierzchnia bocznika oporowego zlokalizowana jest w jednym miejscu, przy czym po-

wierzchnia ta jest duża, w stosunku do powierzchni emitera tranzystora NPN. W tym przypadku może się wytworzyć prądowe zjawisko warstwy granicznej w złączu emiter-baza tranzystora NPN, co znacznie ogranicza czynną powierzchnię złącza, a zatem lokalizuje prąd na małej jego powierzchni. Jak wynika z powyższego, ograniczenie czynnej powierzchni może ogromnie szkodzić na właściwe działanie przyrządu, a zatem przeciwstawić się wytyczonemu zadaniu. Dlatego też na ogół, nie wykonuje się jednego bocznika oporowego o znacznej powierzchni lecz pewną ich ilość o mniejszych powierzchniach, rozłożonych w całej strefie emitera tranzystora NPN.

Zadaniem wynalazku jest opracowanie sposobu wytwarzania emiterowych boczników oporowych, rozłożonych w całej strefie emitera tranzystora NPN.

Zadanie to w sposobie według wynalazku realizuje się tak, że przynajmniej w jednej z dwóch zewnętrznych warstw przyrządu tworzy się co najmniej jedną część wydrążoną o głębokości mniejszej niż grubość warstwy na której dokonuje się dyfuzji domieszek o przewodności przeciwnej do przewodności warstwy. W ten sposób w strefach, zawartych pomiędzy dnem wydrążonych części i dolną warstwą, przemienia się rodzaj przewodności, przy czym strefy uzyskują wtedy przewodność taką samą jak przewodność dolnej warstwy.

Wykonanie wydrążonej części można dokonać znanymi sposobami, np. trawieniem chemicznym lub wierceniem mechanicznym. Można regulować głębokość wydrążonych części i/lub warunki dyfuzji domieszek w celu zmiany oporności strefy zawartej pomiędzy dnem części wydrążonych a dolną warstwą. Te wydrążone części mogą być wykonane w kształcie walca i są nazwane dalej studzienkami, przy czym ich rozmieszczenie, przekrój jak i ich ilość, mogą być dowolne. Poza tym wydrążenia mogą być wykonane jako rowki o dowolnym kształcie, np. prostoliniowe lub kołowe. Wreszcie nakłada się powłokę przewodzącą na warstwę zewnętrzną przyrządu, na ścianki i dno części wydrążonych.

Przyrząd może ewentualnie zawierać, w zewnętrznej warstwie, co najmniej jedną wydrążoną część — studzienkę sięgającą do dolnej warstwy, w celu umożliwienia przyrządowi komutacji przy pomocy sygnału świetlnego lub elektrycznego. Studzienki te wykonuje się lub nie, równocześnie w wydrążonych częściach przewidzianych dla boczników oporowych, przy czym studzienki otrzymują lub nie, wyżej wymienione domieszkowanie i nie powleka się ich powłoką przewodzącą, gdyż służą one do sterowania przyrządu.

Fig. 2—8 przedstawiają, tytułem przykładu, przyrząd półprzewodnikowy wykonany zgodnie z wyżej wymienionym sposobem według wynalazku w kolejnych procesach.

Fig. 2 przedstawia przyrząd półprzewodnikowy czterowarstwowy 1, 2, 3, 4 z odpowiednimi przewodnościami N, P, N, P.

Fig. 3 przedstawia ten sam przyrząd po zastosowaniu na niektórych częściach górnej warstwy

1, powłoki ochronnej 5, przy czym całkowita powierzchnia zespołu części przyrządu nie pokrytych jest mniejsza od powierzchni części pokrytych.

Pokrycie to można dokonać w sposób dowolny, np. znanym sposobem w technice półprzewodnikowej, polegającym na nałożeniu w górnej strefie 1 równomiernej warstwy masy światłoczułej. Następnie na tę warstwę nakłada się nieprzezroczystą ramkę na częściach do zamaskowania, po czym tak przygotowany zestaw napromieniowuje się; dalej nakłada się na strefę 1 produkt, który zgodnie z powszechnie stosowanym procesem trawienia warstwę światłoczułą w naświetlonych częściach, jak również w częściach warstwy 1 bezpośrednio po nich leżących, jak pokazano na fig. 4. W ten sposób wytwarza się w warstwie 1 wydrążone części 6, 6' (fig. 4), przy czym trawienie przerywa się z chwilą uzyskania żądanej głębokości (mniejszej niż głębokość warstwy 1, tak aby nie osiągnąć warstwy 2) stosując odpowiednie płukanie. Wreszcie przy pomocy rozpuszczalnika usuwa się nie naświetloną warstwę światłoczułą (fig. 5) i w znany sposób poddaje się przyrząd płukaniu.

Głębokość nadana wydrążonym częściom 6, 6' zależy od zamierzanych charakterystyk nadanych półprzewodnikom. Na warstwę 1 dyfunduje się domieszki o przewodności przeciwnej do przewodności warstwy 1, to znaczy typu P. Ponieważ zagęszczenie domieszek powierzchniowych typu N jest duże w warstwie 1, lecz słabe na dnie wydrążonych części, to dyfuzja domieszek rodzaju P nie przemienia typu przewodności na powierzchni warstwy 1, natomiast przemienia typ przewodności w strefach zawartych pomiędzy dnem wydrążonych części a warstwą 2, przy czym strefy uzyskują tę samą przewodność co warstwa 2, lecz ich zagęszczenie w domieszkach typu P może być jednak inne. W ten sposób w warstwie 1 uzyskuje się występy 7, 7' warstwy 2 (fig. 6).

Dalej nakłada się powłokę przewodzącą 8 na całej powierzchni górnej elementu półprzewodnikowego, to znaczy zarówno na części trawionej warstwy 1 jak na ściankach i dnach wydrążonych części 6, 6' ukształtowane w tej warstwie a zatem na powierzchni występów 7, 7' warstwy 2 na dnie tych wydrążonych części (fig. 7).

Przyrząd zawiera w warstwie 1 studzienkę otwartą przy styku warstwy 2 w celu wykonania połączenia 9 z tą ostatnią warstwą (fig. 8) np. do sterowania komutacji przyrządu. Studzienka może być wykonana jednocześnie z wydrążoną częścią 6, 6' i może uzyskać lub nie dyfuzję domieszek typu P. Jednak w żadnym przypadku studzienki nie powleka się powłoką przewodzącą 8. Tak przygotowany przyrząd półprzewodnikowy zawiera więc przejścia oporowe najkorzystniejsze dla prądu, przy czym przejścia zestawione są z występów warstwy 2 w warstwie 1. Poza tym występy stykają się z powłoką łączeniową 8 i odgrywają rolę boczników oporowych dla warstwy 1.

Póki prąd przepływający przez przyrząd półprzewodnika jest słaby, pólty występy oporowe warstwy 2 przedstawiają najkorzystniejsze przejścia. Wyżej wymieniony prąd przepływa wzdłuż złącza P-N warstw 1 i 2, aż powstałe napięcie

wzdłuż złącza wywoła przewodzenie, co spowoduje komutację przyrządu półprzewodnikowego.

Sposób według wynalazku umożliwia również doborem głębokości trawienia i/lub doborem warunków dyfuzji domieszek P, zmieniać oporności bocznika oporowego zestawionego z występów 7, 7' warstwy 2 w warstwie 1.

Według innej cechy znamiennej niniejszego wynalazku, wytwarza się przyrządy półprzewodnikowe co najmniej czterowarstwowe zawierające emiterowe oporowe boczniki, w następujący sposób: na co najmniej jednej z dwóch zewnętrznych warstw przyrządu półprzewodnikowego zestawionego z co najmniej trzech warstw przemiennej rodzaju przewodności, wytwarza się wydrążone części, przy czym ich głębokość jest mniejsza od grubości wyżej wymienionej warstwy, w celu wykonania występów pomiędzy wydrążonymi częściami, po czym na całej zewnętrznej powierzchni tak wydrążonej, dyfunduje się domieszki o przewodności przeciwnej do tej, którą ma wyżej wymieniona warstwa, w celu ukształtowania na tej warstwie, oraz w miejscach wydrążonych części, dodatkowej warstwy określonej grubości.

Powierzchniowe zagęszczenie nośników tej warstwy zewnętrznej jest bardzo duże i maleje w miarę oddalania się od powierzchni, czyli słabsza jest na dnie wydrążonych części, niż na powierzchni występów. W ten sposób dyfuzja domieszek o przeciwnej przewodności do przewodności wyżej wymienionej warstwy zewnętrznej nie przemienia rodzaju przewodności występów, lecz przeciwnie, przemienia tylko częściowo rodzaj przewodności zewnętrznej warstwy strefy zawartej pomiędzy dnem wydrążonej części a dolną warstwą bezpośrednio przylegającą.

Wreszcie nakłada się powłokę przewodzącą na zestaw wyżej wymienionej warstwy dodatkowej i na występy. Zewnętrzna strefa początkowa styka się z powłoką przewodzącą tylko na jej wystęпах. Po przyłożeniu napięcia do zacisków przyrządu, wyżej wymienione występy przedstawiają najkorzystniejszą drogę prądową, a zatem odgrywają rolę boczników oporowych tej czwartej warstwy uzyskanej na drodze rozproszenia. Wartość tych boczników oporowych reguluje się wielkością występów i warunkami dyfuzji.

Części wystające mogą być od siebie oddzielone i posiadać dowolny przekrój, przy czym ich ilość może być dowolna jak również dowolne może być ich rozmieszczenie w powierzchni przyrządu półprzewodnikowego. Poza tym wyżej wymienione występujące części mogą być w kształcie ciągłych występów o dowolnym kształcie, np. prostoliniowym lub pierścieniowym.

Według odmiany sposobu zgodnego z wynalazkiem, przewodząca powłoka może nie być nałożona przynajmniej na jednej z wystających części, w celu dokonania połączenia z tą częścią, na przykład dla sterowania komutacją przyrządu przy pomocy sygnału świetlnego lub elektrycznego.

Fig. 9—15 przedstawiają tytułem przykładu przyrząd półprzewodnikowy według odmiany sposobu jak w wynalazku, w poszczególnych etapach procesu.

Fig. 9 przedstawia znany przyrząd półprzewodnikowy z trzema warstwami 11, 12, 13 odpowiednich rodzajów przewodności P, N, P.

Fig. 10 przedstawia przyrząd ten po nałożeniu na niektórych częściach górnej warstwy 11 ochronnych warstw 15, 15' z materiału odpornego na roztwór trawieniowy na przykład chemiczny lub elektrolityczny, przy czym całkowita powierzchnia części zasłoniętych będzie mniejsza od powierzchni nie zasłoniętych.

W ten sposób trawi się warstwę 11 w celu wytwarzania w strefach niezasłoniętych, wydrążonych części 16, 16' (fig. 11), które w żadnym przypadku nie osiągną warstwy 12 lecz zbliżą się do niej w określonej odległości. Produkt zasłaniania zdejmuje się i płucze przyrząd półprzewodnikowy (fig. 12).

Następnie dyfunduje się na warstwie 11 zanieczyszczenia o przewodności przeciwnej do rodzaju przewodności wyżej wymienionej warstwy, to znaczy typu N. Ponieważ na powierzchni warstwy 11 gęstość domieszek typu P będzie duża, przeto dyfuzja domieszek nie przemienia przewodności na powierzchni warstwy 11. Natomiast na dnie wydrążonych części warstwy 11, gęstość domieszek rodzaju P jest słabsza, niż na powierzchni tej warstwy, przy czym dyfuzja domieszek typu N przemienia rodzaj przewodności tylko do pewnej głębokości wydrążeń warstwy 11 nie osiągając warstwy 12. W ten sposób wytwarza się w przyrządzie półprzewodnikowym czwartą warstwę 14 typu N, na fig 13 i zestawioną z części 18, 18', 18'' rozdzielonych częściami 17, 17'.

Wreszcie nakłada się przewodzącą powłokę 19 na całej powierzchni warstwy 14 świeżo ukształtowanej oraz na częściach wystających 17, 17' (fig. 14). Można jednak nie nakładać tej przewodzącej powłoki na jednej lub kilku wystęпах warstwy 11 w celu dokonania połączenia 20 (fig. 15) z wyżej wymienioną warstwą.

Jak widać, odmianą sposobu według wynalazku uzyskuje się występy warstwy 11 w warstwie 14, przy czym występy te stanowią najkorzystniejszą drogę dla prądu przepływającego przez przyrząd i odgrywają rolę boczników oporowych dla warstwy 14. Póki prąd przepływający przez przyrząd jest mały, póty występy warstwy 11 stanowią najkorzystniejszą drogę dla prądu, przy czym prąd przepływa wzdłuż złącza P-N zestawionego z warstw 11 i 14, aż wzrost napięcia wzdłuż złącza spowoduje przewodzenie, a zatem i komutację przyrządu.

Sposób według wynalazku znajduje zastosowanie w przyrządach półprzewodnikowych typu PNP lub NPNP uzyskanych z jednego lub kilku materiałów półprzewodnikowych.

Sposób według wynalazku można również korzystnie zastosować przy wytwarzaniu przyrządów półprzewodnikowych symetrycznych-pięciowarstwowych, posiadających te same charakterystyki komutacyjne, niezależnie od kierunku polaryzacji.

W tym celu stosuje się główny sposób według wynalazku do obu skrajnych powierzchni przyrządu półprzewodnikowego pięciowarstwowego,

lub odmianę tego sposobu dla obu skrajnych powierzchni przyrządu półprzewodnikowego trójwarstwowego,

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania emiterowych boczników oporowych w przyrządzie półprzewodnikowym przy czym przyrząd zawiera pierwszą i drugą warstwę o przeciwnym rodzaju przewodności, **znamienny tym**, że w pierwszej kolejności w powierzchni pierwszej warstwy wytwarza się wydrążone części, przy czym głębokość ich jest mniejsza od grubości warstwy i oddzielone są one częściami wystającymi, a w drugiej kolejności, na całkowitej powierzchni pierwszej warstwy dyfunduje się domieszki o przewodności przeciwnej do przewodności pierwszej warstwy, przy czym przemienia się rodzaj przewodności wydrążonych części pierwszej warstwy, a w trzeciej kolejności, nakłada się powłokę przewodzącą na powierzchni pierwszej warstwy, przy czym uzyskuje się bocznik pomiędzy strefami pierwszej warstwy których przewodność została przemieniona na skutek rozproszenia zanieczyszczeń i pozostałymi strefami pierwszej warstwy, których rodzaj przewodności nie zmienił się.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że

dyfuzję domieszek dokonuje się w taki sposób, aby przemiana przewodności dokonała się powierzchniowo w dnie wydrążonych części.

3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że dyfuzję domieszek dokonuje się w taki sposób, aby przemienić rodzaj przewodności w całej objętości półprzewodnika zawartej pomiędzy dnem wydrążonych części i przeciwstawną powierzchnią pierwszej warstwy.
4. Sposób według zastrz. 1 i 2, **znamienny tym**, że wytwarza się wydrążoną część na powierzchni całkowitej większej niż na pozostałych częściach wystających.
5. Odmiana sposobu według zastrz. 1 i 3, **znamienny tym**, że wytwarza się wydrążoną część na powierzchni całkowitej mniejszej od powierzchni pozostałych części wystających.
6. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wydrążonym częściom nadaje się kształt żłobka.
7. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wydrążone części wykonane są w postaci pewnej liczby oddzielnych studzienek.
8. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wystające części posiadają kształt pierścieniowy.
9. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że wydrążone części mają kształt pierścieniowy.

