

POLSKA  
RZECZPOSPOLITA  
LUDOWA



URZĄD  
PATENTOWY  
PRL

# OPIS PATENTOWY

# 113661

Patent dodatkowy

do patentu nr \_\_\_\_\_

Zgłoszono: 18.08.77 (P. 200347)

Pierwszeństwo: 24.08.76 Stany  
Zjednoczone  
Ameryki

Zgłoszenie ogłoszono: 24.04.78

Opis patentowy opublikowano: 15.05.1982

Int. Cl.<sup>2</sup>

H01L 29/06

**Twórcy wynalazku:** Joseph Paul White, Peter Joseph Kannam

**Uprawniony z patentu:** RCA Corporation, Nowy Jork (Stany Zjednoczone Ameryki)

## Przyrząd półprzewodnikowy wysokonapięciowy

1

Przedmiotem wynalazku jest przyrząd półprzewodnikowy wysokonapięciowy.

Na przyrządy półprzewodnikowe, zwłaszcza na przyrządy o krótkim czasie przełączania, jak również o znacznej obciążalności prądowej, istnieje duże zapotrzebowanie. W znanych przyrządach, takich jak tranzystory, trudne jest uzyskanie wysokiego napięcia przebicia, tzn. napięcia przebicia złącza p-n baza-kolektor większego od około 1500 V, przy utrzymywaniu znacznej obciążalności prądowej, tzn. większej od około 5A, bez pogarszania czasu przełączania.

Znane jest, że napięcie złącza p-n baza-kolektor jest utrzymywane przez obszar zubożony, gdy złącze jest spolaryzowane w kierunku zaporowym. Obszary w pobliżu złącza p-n mają zwykle większą grubość w celu zwiększenia utrzymywanego na nich napięcia. Znane jest także, że obciążalność prądowa takich tranzystorów mocy jest określona głównie przez strukturę baza-kolektor, tzn. jej rezystywność i szerokość, geometrię emitera i inne własności, takie jak rozkład prądu. Ze względu na to, że rezystywność i szerokość obszaru bazy i obszaru kolektora ma znaczenie ze względu na obciążalność prądową przyrządu, każda jej zmiana dla zwiększenia wytrzymałości napięciowej złącza p-n zwykle powoduje zmniejszenie obciążalności prądowej tego przyrządu.

Znany przyrząd półprzewodnikowy wysokonapięciowy zawiera podłoże materiału półprzewodniko-

2

wego posiadające pierwszą i drugą, główne przeciwległe powierzchnie i krawędź leżącą pomiędzy nimi, przy czym podłoże ma początkowo przewodnictwo jednego typu; pierwszy obszar o drugim 5 typie przewodnictwa leży wewnątrz podłoża przy czym pierwszy obszar tworzy pierwsze złącze p-n z materiałem podłoża w miejscu zetknięcia się z nim. Złącze zawiera boczny fragment leżący w zasadzie prostopadle do pierwszej powierzchni, dolny 10 fragment leżący w zasadzie równoległe do pierwszej powierzchni i promieniowy fragment łączący boczny fragment i dolny fragment.

Według wynalazku przyrząd półprzewodnikowy 15 wysokonapięciowy posiada krawędź mającą kontur, który zaczyna się przy pierwszej powierzchni w pierwszym obszarze i biegnie w kierunku drugiej powierzchni do pierwszego płaskiego obszaru. Pierwszy płaski obszar przecina boczny fragment 20 pierwszego złącza p-n. Kontur rozciąga się od punktu leżącego w pobliżu przecięcia pierwszego płaskiego obszaru z bocznym fragmentem w kierunku drugiej powierzchni do drugiego płaskiego obszaru.

W jednym z wykonań wynalazku pierwszy i 25 drugi płaskie obszary są w zasadzie równoległe do pierwszej powierzchni. Drugi płaski obszar jest w zasadzie koplanarny względem dolnego fragmentu.

Przyrząd półprzewodnikowy według wynalazku zawiera ponadto warstwę materiału pasywnującego na części konturu.

30 W jednym z wykonań wynalazku pierwszy pł-

ski obszar przecina boczny fragment w zasadzie prostopadle.

Przyrząd półprzewodnikowy według innego wykonania wynalazku zawiera drugi obszar wewnątrz pierwszego obszaru mający drugi typ przewodnictwa, leżący w pobliżu pierwszej powierzchni, co najmniej jeden trzeci obszar wewnątrz drugiego obszaru, mający pierwszy typ przewodnictwa, leżący w pobliżu pierwszej powierzchni, i czwarty obszar w pobliżu drugiej powierzchni, rozciągający się w korpusie i mający pierwszy typ przewodnictwa.

Według wynalazku drugi obszar ma stosunkowo większą koncentrację nośników powierzchniowych niż pierwszy obszar. Czwarty obszar ma stosunkowo większą koncentrację nośników niż podłoże. Czwarty obszar zawiera ponadto część rozciągającą się stosunkowo dalej w podłożu niż pozostała część czwartego obszaru. Korzystne jest gdy, przedłużona część leży w zasadzie prostopadle dla trzeciego obszaru. W jednym z wykonania wynalazku przyrząd jest tranzystorem posiadającym trzeci obszar jako obszar emitera, pierwszy i wymieniony drugi obszar razem jako obszar bazy i czwarty obszar wraz z materiałem podłoża jako obszar kolektora.

Przyrząd według wynalazku ma obszary bazy i kolektora o szerokościach i rezystywnościach tak dobranych, aby umożliwić optymalizację obciążalności prądowej, podczas gdy wytrzymałość napięciowa jest określona przez części struktury przyrządu, które są w zasadzie niezależne od szerokości i rezystywności obszarów bazy i kolektora.

Zaletą wynalazku jest to, że nowe kontury krawędzi przyrządu półprzewodnikowego przyczyniają się bezpośrednio do zwiększenia wytrzymałości napięciowej. Przyrząd może ponadto zawierać obszar kolektora ukształtowany zgodnie z konturem krawędzi dla zwiększenia wytrzymałości napięciowej.

Przedmiot wynalazku jest przedstawiony w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia częściowy przekrój poprzeczny przyrządu według jednego wykonania wynalazku, bez zachowania skali, fig. 2 — powiększony widok części A przyrządu z fig. 1, fig. 3 — częściowy przekrój poprzeczny przyrządu według innego wykonania wynalazku, bez zachowania skali oraz fig. 4 — powiększony widok części B przyrządu z fig. 3.

Na fig. 1 jest przedstawiony przyrząd półprzewodnikowy 10, który zawiera podłoże 12 materiału półprzewodnikowego posiadającego pierwszą i drugą, główne przeciwległe powierzchnie 14 i 16. Podłoże 12 zawiera ponadto krawędź 18 leżącą pomiędzy głównymi powierzchniami, której część jest ukształtowana tak, jak opisano szczegółowo poniżej. Pomimo tego, że materiałem na podłoże 12 może być dowolny materiał półprzewodnikowy, zalecany jest krzem. Podłoże 12 charakteryzuje się początkowo przewodnictwem jednego typu, na przykład typu n, chociaż może być również zastosowany materiał typu p, gdy przewodnictwo wszystkich pozostałych obszarów zostanie odpowiednio zmienione.

Pierwszy obszar 20 o drugim typie przewodnictwa, typie p w tym wykonaniu, rozciąga się

od pierwszej powierzchni 14 w podłożu 12. Pierwszy obszar 20 tworzy pierwsze złącze p-n 22 z pozostałą częścią podłoża 12 w miejscu ich zetknięcia.

Pierwsze złącze p-n 22 zawiera dolny fragment 24, boczny fragment 28 i promieniowy fragment 28. Dolny fragment 24 jest w zasadzie równoległy do pierwszej powierzchni 14. Boczny fragment 26 jest w zasadzie prostopadły do pierwszej powierzchni 14 i zamyka pierwszy obszar 20. Promieniowy fragment 28 łączy dolny fragment 24 i boczny fragment 26.

Pokazana w widoku powiększonym na fig. 2 część konturu krawędzi 18 podłoża 12 zaczyna się w pierwszym obszarze 20 i rozciąga się w kierunku drugiej powierzchni 16 aż do pierwszego płaskiego obszaru 30. Pierwszy, płaski obszar 30, który jest w zasadzie równoległy do pierwszej powierzchni 14, przecina fragment 26 krawędzi pierwszego złącza p-n 22.

Od punktu leżącego w pobliżu miejsca przecięcia pierwszego płaskiego obszaru 30, i fragmentu 26 krawędzi, krawędź podłoża biegnie w kierunku drugiej powierzchni 16 aż do drugiego płaskiego obszaru 32. Drugi płaski obszar 32, który jest w zasadzie równoległy do pierwszej powierzchni 14, rozciąga się w kierunku od fragmentu 26 krawędzi. Ze względu na przyczyny omawiane poniżej, korzystne jest, żeby drugi płaski obszar był w zasadzie koplanarny względem dolnego fragmentu 24 pierwszego złącza p-n 22. Korzystne jest także, jak jest to także omawiane poniżej, aby krawędź pomiędzy pierwszą powierzchnią 14 i pierwszym płaskim obszarem 30 i pomiędzy odpowiednio pierwszym płaskim obszarem 30 i drugim płaskim obszarem 32 miała kształt wygięty do wewnątrz względem poprowadzonych pomiędzy nimi liniami prostymi, tzn. miała kształt wklęsły względem takich linii.

Warstwa 34 materiału pasywowującego, takiego jak szkliwo, krzem polikrystaliczny o wysokiej rezystywności lub podobny materiał, pokrywa część konturu krawędzi 18. Boczny fragment 26 pierwszego złącza p-n 22, który kończy się przy krańcu pierwszego płaskiego obszaru 30 jest pasywany przez warstwę 34 metodą planarną, jak jest to omawiane poniżej.

Pierwsza elektroda 36 i druga elektroda 38 stanowią styki elektryczne odpowiednio pierwszego obszaru 20 i drugiej głównej powierzchni 16.

Przyrząd 10 może być wytwarzany przy użyciu procesów i operacji znanych w technice. Dla przykładu część konturu krawędzi 18 może być ukształtowana przy użyciu znanych technik trawienia czy mechanicznego szlifowania. Obszar 20 może zostać utworzony przy użyciu znanych technik dyfuzji i/lub implantacji jonów. Jak to wiadomo ze stanu techniki, planarne złącze p-n kończy się, leżąc w zasadzie prostopadle do głównej powierzchni płytki półprzewodnikowej. Główną zaletą takiego złącza p-n jest to, że dzięki zakończeniu w powyżej przedstawiony sposób, łatwiejsza jest jego pasywacja aniżeli na przykład złącze typu p-n w strukturach typu mesa, które kończy się przy krawędzi płytki.

Pasywacja zakończenia powierzchni złącza p-n ma szczególne znaczenie przy wytwarzaniu, przyrządów wysokonapięciowych. Ma ona miejsce, ponieważ każde złącze p-n kończące się na powierzchni płytki ulega zanieczyszczeniu przez otaczający materiał. Jeszcze większe znaczenie ma to, że zakończenie złącza p-n jest poddawane działaniu dużych powierzchniowych prądów upływu wywołanych przez defekty sieci krystalicznej czy defekty, które najczęściej pojawiają się na odcinku złącze p-n/powierzchnia.

W planarnych złączach p-n, występuje zjawisko znane jako efekt promieniowy. Efekt promieniowy to nazwa nadana zjawisku związanemu z natężeniem pola elektrycznego wzdłuż złącza p-n, które jest największe wzdłuż fragmentu promieniowego planarnego złącza p-n. W wyniku tego efektu, napięcie przebicia pojawia się w tej części złącza p-n zamiast wzdłuż dolnego fragmentu takiego złącza p-n, gdzie prawdopodobieństwo wystąpienia jest równomierne. Napięcie przebicia związane z efektem promieniowym występuje przy w zasadzie niższym napięciu niż napięcie przebicia wzdłuż dolnego fragmentu. Ze względu na to, że duże natężenie pola elektrycznego może powodować duże gęstości prądu w punkcie przebicia fragmentu promieniowego planarnego złącza p-n, przyrząd jest podatny na uszkodzenie lub zniszczenie w wyniku efektu promieniowego. Potencjał potrzebny do uszkodzenia lub zniszczenia jest znacznie mniejszy, jeżeli napięcie przebicia pojawia się w całej objętości materiału półprzewodnikowego na całym dolnym fragmencie i duże gęstości prądów zostają dzięki temu zmniejszone.

W przypadku, gdy dowolne złącze p-n jest spolaryzowane w kierunku zaporowym, z obu stron materiału zostaje utworzony obszar zubożony. Jak sama nazwa wskazuje, obszar zubożony zawiera bardzo mało, jeżeli w ogóle zawiera, wolnych nośników ładunku, np. elektronów. Ten brak wolnych nośników ładunku jest spowodowany tym, że wolne nośniki ładunku po przyłożeniu napięcia polaryzacji w kierunku zaporowym, są odpychane od złącza metalurgicznego. Tak więc obszar zubożony jest obszarem o bardzo dużej rezystywności.

W wyniku odpychania wolnych nośników ładunku od metalurgicznego złącza p-n, zostaje na nim wytworzone i jest utrzymywane pole elektryczne. Natężenie pola elektrycznego w dowolnym, danym punkcie metalurgicznego złącza p-n, jest związane z napięciem występującym pomiędzy krawędziami obszaru zubożonego. Tak więc dla danego napięcia, im mniejsza jest ta odległość, tym większe jest natężenie pola elektrycznego a więc i większe prawdopodobieństwo przebicia złącza w tym punkcie. Wynika z tego fakt, że im dalej rozciąga się obszar zubożony w otaczającym go materiale, tym większe jest napięcie utrzymywane na złączu p-n. Odległość, na którą rozciąga się obszar zubożony, jest określona głównie przez początkowe rezystywności materiałów w pobliżu złącza p-n. Oznacza to, że obszar zubożony złącza p-n rozciąga się na większą odległość w materiale o stosunkowo mniej-

szej rezystywności, przy danym napięciu. Ponadto, przy danym napięciu na złączu p-n, cały ładunek odychany po każdej stronie złącza p-n nie tylko musi być taki sam, tzn. musi być utrzymywana 5 równość ładunku, lecz także całkowity odpychany ładunek ma ustaloną wielkość. W wyniku tego, jeżeli taka liczba wolnych nośników ładunku, które mają być odpychane, nie jest osiągnięta w pobliżu złącza, jak w materiale o stosunkowo dużej 10 rezystywności, obszar zubożony rozciąga się od złącza aż do chwili, gdy potrzebna liczba nośników zostanie odepchnięta. Ze względu na to, że zakończenie powierzchniowe jest najsłabszym punktem dowolnego złącza p-n, jak omawiano to wy- 15 żej, jest bardzo pożądane rozszerzenie obszaru zubożonego na większą odległość wzdłuż powierzchni niż w objętości materiału półprzewodnikowego. Znane struktury przyrządów dotyczyły głównie rozszerzenia obszaru zubożonego jedynie po jed- 20 nej stronie złącza p-n przy zakończeniu powierzchni. Kontur krawędzi według wynalazku umożliwia skuteczne rozszerzenie obszaru zubożonego po obu stronach złącza p-n i dzięki temu powoduje zwiększenie wytrzymałości przed jakimkolwiek ewen- 25 tualnym napięciem przebicia pojawiającym się w objętości materiału. Tak więc przyrząd o strukturze według wynalazku ma prawie idealną wartość napięcia przebicia.

W celu wyjaśnienia działania przyrządu 10, na 30 fig. 2 są pokazane przedłużona płaszczyzna 40 pierwszego płaskiego obszaru i krawędź 42 chwilowego obszaru zubożonego. Dla przejrzystości, zwykle stosowane ukośne kreskowanie nie zostało na fig. 2 pominięte. Jednakże w celu uzyskania omawianego konturu i przy obecności drugiego płaskiego 35 obszaru, obszar zubożony będzie zawierał pierwszy obszar 43, który jest zakropkowany w celu oznaczenia go. W tym przypadku obszar zubożony będzie się rozciągał na powierzchni jedynie na od- 40 ległość D, jak pokazano na fig. 2. Jednakże, jeżeli pierwszy obszar 43 nie istnieje aktualnie, wolne nośniki ładunku przesuwające się przez obszar zubożony muszą być odpychane z innego miejsca, 45 takiego jak drugi obszar 44, także zakropkowanego, w celu utrzymania równości ładunków, jak to omawiano powyżej. W wyniku tego powierzchnia przecinająca obszar zubożony przyrządu 10 jest oddalona bardziej niż w konwencjonalnych przy- 50 rządach przy danym napięciu.

Większe rozdzielanie powoduje występowanie na 55 nim zmniejszonego natężenia pola elektrycznego. Kontur krawędzi według wynalazku umożliwia więc zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia przebicia napięciowego powierzchniowego. W wy- 60 niku tego w przypadku przyrządu 10 typu prostownikowego w jednym wykonaniu, gdy napięcie polaryzacji w kierunku zaporowym jest dostarczone na pierwszą i drugą elektrody 36 i 38, złącze p-n 22 utrzymuje stosunkowo wyższe napięcie aniżeli 65 konwencjonalny przyrząd bez niniejszego konturu krawędzi. Poza tym wytrzymałość na napięcie przebicia przyrządu 10 według wynalazku zostaje zwiększona dzięki pasywacji typu planarnego. Taka pasywacja typu planarnego jest osiągnięta dzięki temu, że pierwszy płaski obszar 30 przecina frag-

ment 26 krawędzi złącza p-n 22 w zasadzie prostopadle.

Dzięki konturowi krawędzi przyrządu 10 według wynalazku, który jest prostownikiem półprzewodnikowym, napięcie przebicia polaryzacji w kierunku zaporowym jest sterowane dzięki efektowi promieniowemu zamiast własności idealnego przebicia objętościowego materiału półprzewodnikowego podłoża 12. Jest to najbardziej prawdopodobne, jeżeli obszar materiału typu n posiada stosunkowo większą koncentrację nośników niż materiał podłoża 12 w pobliżu drugiej głównej powierzchni 16. Taki obszar, nie pokazany na fig. 1 i 2, zwykle występuje w celu zapewnienia drugiej powierzchni podłoża 12, która przewodzi do styku o małej rezystancji drugiej elektrody 18.

Do podłoża 12 posiadającej nowy kontur krawędzi mogą być wprowadzone inne obszary o różnych typach przewodnictwa w celu utworzenia innych przyrządów, takich jak tranzystor. Jeden taki przyrząd 46 jest pokazany na fig. 3.

Przyrząd 46 zawiera podłożo 48 o początkowym przewodnictwie typu n, posiadające pierwszą i drugą, główne, przeciwległe powierzchnie 50 i 52.

Pierwszy obszar 54 o przewodnictwie typu p znajduje się wewnątrz górnej części podłoża 48. Pierwszy obszar 54 tworzy pierwsze złącze p-n 56 z materiałem podłoża 48 w miejscu ich zetknięcia. Pierwsze złącze p-n 56, podobnie jak pierwsze złącze p-n 22 przyrządu 10, posiada dolny fragment 58, boczny fragment 60 i promieniowy fragment 62.

Podłożo 48 ma krawędź 64 posiadającą część, która ma kontur taki sam jak omawiany powyżej przyrząd 10. Krawędź 64 posiada warstwę 66 materiału pasywnującego.

Przyrząd 46, jak opisano do tego punktu, jest w zasadzie identyczny z przyrządem 10. Przyrząd 46 zawiera ponadto drugi obszar 68 o przewodnictwie typu p<sup>+</sup> wewnątrz pierwszego obszaru 54 i w pobliżu pierwszej głównej powierzchni 50. Koncentracja nośników powierzchniowych drugiego obszaru 68 jest korzystnie większa niż koncentracja pierwszego obszaru 54. Pierwszy i drugi obszary 54 i 68, mogą być razem rozważane jako obszar bazy tranzystora.

Wewnątrz drugiego obszaru 68 i w pobliżu pierwszej powierzchni 50 leży co najmniej jeden trzeci obszar 70 o przewodnictwie typu n<sup>+</sup>. To znaczy, że może występować wiele trzecich obszarów 70 wewnątrz drugiego obszaru 68. Trzeci obszar 70 tworzy drugie złącze p-n 72 z drugim obszarem 68 w miejscu ich zetknięcia. Trzeci obszar 70 może stanowić obszar emitera tranzystora.

Czwarty obszar 74 o przewodnictwie typu n<sup>+</sup> leży w pobliżu drugiej powierzchni 52 i rozciąga się do obszaru podłoża 48 typu n. Korzystnie jest, gdy czwarty obszar 74 ma koncentrację nośników większą od koncentracji materiału obszaru podłoża 48. Materiał obszaru podłoża 48 typu n<sup>-</sup> i czwarty obszar 74 mogą razem stanowić obszar kolektora tranzystora.

Korzystne jest, z przyczyn omówionych powyżej, gdy część 76 czwartego obszaru 74, która leży w zasadzie równolegle względem trzeciego obszaru 70,

rozciąga się dalej w obszarze podłoża 48 niż pozostały czwarty obszar 74.

Pierwsza, druga i trzecia elektrody 78, 80 i 82, stykają się odpowiednio z drugim obszarem 68, trzecim obszarem 70 i czwartym obszarem 76.

Przewodności i głębokości różnych obszarów mogą zostać określone przy użyciu technik znanych przy wytwarzaniu wysokonapięciowych przyrządów o krótkim czasie przełączania. Dla przykładu, w niniejszym wykonaniu, obszar 70 trzeci czyli emitera, ma powierzchniową koncentrację nośników rzędu około  $10^{20}$  atomów/cm<sup>3</sup> i głębokość, która jest równa około 25% całkowitej grubości, mierząc od pierwszej powierzchni 50 pierwszego obszaru 54. Głębokość pierwszego obszaru 54 jest rzędu 50 mikrometrów. Drugi obszar 68 ma koncentrację powierzchniową nośników rzędu  $10^{18}$  atomów/cm<sup>3</sup> i rozciąga się w pierwszym obszarze 54 na około 15 mikrometrów. Pierwszy obszar 54 w tym wykonaniu w przypadku wykonania techniką dyfuzji, ma koncentrację powierzchniową nośników rzędu  $10^{15}$  atomów/cm<sup>3</sup>. Materiał podłoża 48 początkowo ma średnią koncentrację nośników rzędu  $10^{14}$  atomów/cm<sup>3</sup> i po utworzeniu pierwszego obszaru 54 materiał mający tę koncentrację nośników ma grubość około 75 mikrometrów. Część 76 czwartego obszaru 74 rozciągająca się w głąb podłoża 48 od drugiej powierzchni 52 ma grubość około 50 mikrometrów i ma korzystnie koncentrację powierzchniową nośników rzędu około  $5 \times 10^{16}$  atomów/cm<sup>3</sup>.

Jak omawiano powyżej, drugi względem powierzchni przecinającej zakrzywiony czy promieniowy fragment 58 pierwszego złącza p-n 56 jest najbardziej podatny na niszczące działanie napięcia przebicia. W idealnym przypadku, jeżeli złącze p-n zostaje przebite w całej objętości materiału półprzewodnikowego, prąd przebicia rozplywa się w dużym obszarze złącza p-n i w wyniku tego prąd w dowolnym, danym punkcie ma mniejszą gęstość i występuje niewielkie lub żadne uszkodzenie przyrządu. Jednakże, gdy wystąpi przebicie w wyniku efektu promieniowego, prąd zostaje skupiony w punkcie przebicia i często powoduje katastrofalne uszkodzenie przyrządu w wyniku powstania wysokich temperatur związanych z dużymi gęstościami prądu.

W przyrządzie 46 struktura czwartego obszaru 74 przy zastosowaniu nowego konturu krawędzi, który został omówiony powyżej, w zasadzie w pełni zapewnia, że nie występuje przebicie napięciowe pierwszego złącza p-n 56 przy lub w pobliżu idealnego napięcia przebicia objętościowego. Struktura zapewnia ponadto, że takie przebicie, jeżeli w ogóle pojawia się, występuje wzdłuż dolnego fragmentu 58 pierwszego złącza p-n 56. Na fig. 4 jest przedstawiony szereg ekwipotencjalnych linii X, X<sub>1</sub> i X<sub>2</sub> pola elektrycznego. Linie reprezentują granice obszarów zubożonych związanych z pierwszym złączem p-n 56 przy wzrastającym napięciu polaryzacji w kierunku zaporowym, tzn. linia X<sub>1</sub> reprezentuje położenie obszaru zubożonego przy napięciu polaryzacji w kierunku zaporowym większym niż reprezentowane przez linie X. Podobnie linia X<sub>2</sub> reprezentuje napięcie polaryzacji w kierunku zaporowym większe niż reprezentowane przez X<sub>1</sub>.

Z tego względu, że tylko część obszaru zubożonego rozciągająca się w kierunku obszaru kolektora od pierwszego złącza p-n 56 jest przedmiotem następującej dyskusji, pozostała część obszaru zubożonego nie jest pokazana.

Jak pokazano linią X, kształt obszaru zubożonego, rozszerzonego wzdłuż krawędzi 64 w zależności od konturu krawędzi, zachowuje w zasadzie kształt podobny do zakrzywienia promieniowego fragmentu 62. Linia X<sub>1</sub> reprezentuje promień zakrzywionej części obszaru zubożonego, który zgodnie z rozszerzeniem krawędziowym, jest stosunkowo mniej wyraźny niż pokazany linią X, lecz który niemniej nadal występuje.

Linia X<sub>2</sub> pokazuje efekt, gdy obszar zubożony według niniejszej struktury osiąga czwarty obszar 74. Linia X<sub>2</sub> rozciąga się na stosunkowo krótszą odległość w przedłużonej części 76 niż rozciąga się ona w materiale podłoża 48. Jeżeli czwarty obszar 74 rozciąga się w podłożu 48 w zasadzie płasko, tzn. nie występuje przedłużona część 76, odległość dolnego fragmentu linii X<sub>2</sub> od niego będzie w zasadzie równa wzdłuż niego. Jednakże jak pokazano, część linii X<sub>2</sub>, oddalona od promieniowego fragmentu 62 pierwszego złącza p-n 56 rozciąga się na większą odległość od metalurgicznego złącza 56 niż odległość jego dolnego fragmentu 50. W wyniku tego, jak omówiono powyżej, natężenie pola elektrycznego zostaje stosunkowo zmniejszone wzdłuż promieniowego fragmentu 62 w porównaniu do natężenia pola elektrycznego wzdłuż dolnego fragmentu 58. Rozszerzenie obszaru zubożonego przy dalszym wzroście napięcia polaryzacji w kierunku zaporowym zachodzi aż do przebicia złącza p-n, które dla określonego opisanego powyżej przyrządu zachodzi wzdłuż dolnego fragmentu 58, tzn. w objętości.

Kontur krawędzi według wynalazku, szczególnie w połączeniu z opisaną powyżej strukturą czwartego obszaru 74, umożliwia maksymalne polepszenie charakterystyk dla przebicia napięciowego tranzystora w zasadzie niezależnie od jego charakterystyk prądowych i przełączania. Koncentracja nośników i głębokości wewnętrznych obszarów takiego przyrządu mogą być zaprojektowane odpowiednio głównie dla maksymalizacji obciążalności prądowej i szybkości przełączania przyrządu. Dla przykładu, łatwo może zostać wytworzony tranzystor mający wartość znamionową przebicia około 1500V, obciążalność prądową około 5A przy czasie wyłączenia rzędu około 1 mikrosekundy. Taki przyrząd dzięki jego korzystnym charakterystykom jest szczególnie pożyteczny dla przykładu w zastosowaniu jako tranzystor odchylania poziomego w odbiorniku telewizyjnym.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Przyrząd półprzewodnikowy wysokonapięciowy zawierający podłożę materiału półprzewodniko-

wego posiadające pierwszą i drugą, główne przeciwległe powierzchnie i krawędź leżącą pomiędzy nimi, przy czym podłożę ma początkowo przewodnictwo jednego typu, pierwszy obszar o drugim typie przewodnictwa leży wewnątrz podłoża, przy czym pierwszy obszar tworzy pierwsze złącze p-n z materiałem podłoża w miejscu zetknięcia się z nim, złącze zawiera boczny fragment leżący w zasadzie prostopadle do pierwszej powierzchni, dolny fragment leżący w zasadzie równoległe do pierwszej powierzchni i promieniowy fragment i dolny fragment, **znamienny tym**, że krawędź (18) ma kontur, który zaczyna się przy pierwszej powierzchni (14) w pierwszym obszarze (20) i biegnie w kierunku drugiej powierzchni (16) do pierwszego płaskiego obszaru (30), przy czym pierwszy płaski obszar (30) przecina boczny fragment (26) pierwszego złącza p-n (22), kontur rozciąga się od punktu leżącego w pobliżu przecięcia pierwszego płaskiego obszaru (30) z bocznym fragmentem (26) w kierunku drugiej powierzchni (16) do drugiego płaskiego obszaru (32).

2. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwszy i drugi płaskie obszary (30, 32) są w zasadzie równoległe do pierwszej powierzchni (14).

3. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że drugi płaski obszar (32) jest w zasadzie koplanarny względem dolnego fragmentu (24).

4. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera warstwę (34) materiału pasywnującego na części konturu.

5. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że pierwszy płaski obszar (30) przecina boczny fragment (26) w zasadzie prostopadle.

6. Przyrząd według zastrz. 1, **znamienny tym**, że zawiera drugi obszar wewnątrz pierwszego obszaru, mający drugi typ przewodnictwa, przy czym drugi obszar leży w pobliżu pierwszej powierzchni, co najmniej jeden trzeci obszar wewnątrz drugiego obszaru, mający pierwszy typ przewodnictwa, przy czym trzeci obszar leży w pobliżu pierwszej powierzchni i czwarty obszar w pobliżu drugiej powierzchni, rozciągający się w korpusie i mający pierwszy typ przewodnictwa.

7. Przyrząd według zastrz. 6, **znamienny tym**, że drugi obszar ma stosunkowo większą koncentrację nośników powierzchniowych niż pierwszy obszar.

8. Przyrząd według zastrz. 6, **znamienny tym**, że czwarty obszar ma stosunkowo większą koncentrację nośników niż podłożę.

9. Przyrząd według zastrz. 6, **znamienny tym**, że czwarty obszar zawiera przedłużoną część rozciągającą się stosunkowo dalej w podłożu niż pozostała część czwartego obszaru.

10. Przyrząd według zastrz. 9, **znamienny tym**, że przedłużona część leży w zasadzie prostopadle do trzeciego obszaru.

11. Przyrząd według zastrz. 10, **znamienny tym**, że trzeci obszar stanowi obszar emitera, pierwszy i drugi obszary razem stanowią obszar bazy i czwarty obszar i materiał podłoża stanowią obszar kolektora dla utworzenia tranzystora.

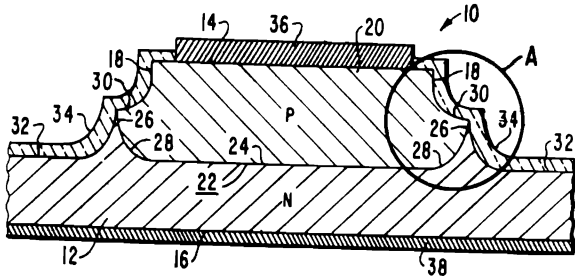


Fig. 1.

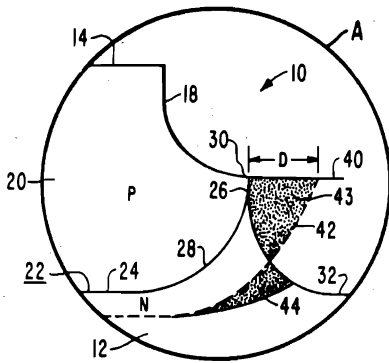


Fig. 2.

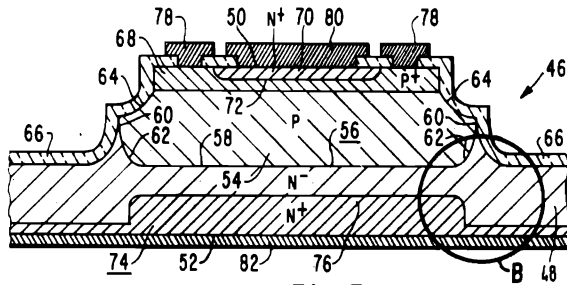


Fig. 3.

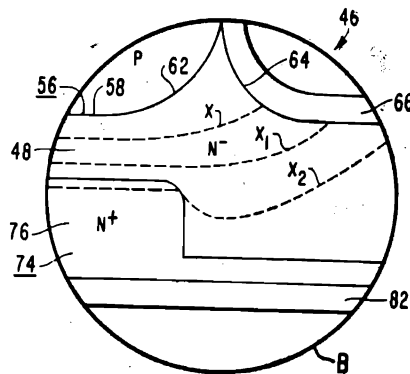


Fig. 4.