



**URZĄD  
PATENTOWY  
PRL**

Patent tymczasowy dodatkowy  
do patentu nr \_\_\_\_\_

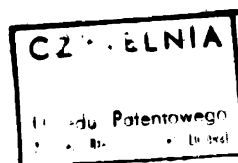
Int. Cl.<sup>3</sup> H01L 29/48

Zgłoszono: 12.08.80 (P. 226220)

Pierwszeństwo \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 19.06.81

Opis patentowy opublikowano: 31.01.1984



**Twórca wynalazku:** Bogdan Wilamowski

**Uprawniony z patentu tymczasowego:** Politechnika Gdańska, Gdańsk (Polska)

### **Przełączająca dioda półprzewodnikowa**

Przedmiotem wynalazku jest przełączająca dioda półprzewodnikowa charakteryzująca się dużą szybkością działania i dużym napięciem przebicia.

Diody te mogą znaleźć zastosowanie na przykład w układach odchyłania i generacji wysokiego napięcia, w odbiornikach telewizyjnych oraz w impulsowych przetwornicach mocy.

W znanych dotychczas rozwiązaniach przełączających diod półprzewodnikowych w celu skrócenia czasu przełączania wprowadza się domieszki o głębokich poziomach energetycznych, będących dodatkowymi centrami generacyjno-rekombinacyjnymi. W ten sposób zmniejsza się znacznie czas zużycia nośników mniejszościowych i jednocześnie czas przełączania diod. Jednakże skutkiem zwiększenia się ilości centrów generacyjno-rekombinacyjnych rośnie znacznie prąd wsteczny i maleje napięcie przebicia, a ponadto przebicie ma często charakter przebicia termicznego prowadzącego do zniszczenia diody.

Innym rozwiązaniem jest wykorzystanie złącza metal-półprzewodnik, tak zwanej diody Schottky, w której nośnikami prądu dla kierunku przewodzenia są nośniki większościowe i praktycznie nie istnieje efekt gromadzenia się ładunku. Diody te są bardzo szybkie ale ich cechą ujemną są stosunkowo niewielkie napięcia przebicia — rzędu kilkunastu Voltów i duże prądy upływu. W celu eliminacji wpływu efektów krawędziowych, stosuje się pod krawędziami kontaktu metalowego specjalne obszary ochronne w postaci półprzewodnika z domieszkami przeciwnego typu niż półprzewodnikowe podłoże. Zastosowanie obszarów ochronnych pozwala uzyskać jednak tylko niewielką poprawę napięcia przebicia, które przy specjalnych wykonaniach nie przekracza kilkudziesięciu voltów.

Istotą wynalazku jest wprowadzenie w diodzie typu Schottky dodatkowych obszarów ekranujących umieszczonych tak blisko siebie aby wnikanie pola elektrycznego pomiędzy te obszary w kierunku ku złączu metal — półprzewodnik było znikome. Obszary te wykonane są z półprzewodnika o przeciwnym typie przewodnictwa niż podłoże i połączone kontaktem omowym do elektrody metalowej. Przy zaporowej polaryzacji złącza praktycznie cały spadek napięcia odkłada się na warstwie opróżnionej z nośników powstałej w wyniku oddziaływania obszarów ekranujących, natomiast pole elektryczne przy kontakcie metal — półprzewodnik jest znikome. W efekcie o napięciu przebicia w kierunku zaporowym decyduje napięcie przebicia złącza p-n pomiędzy obszarami ekranującymi, a podłożem. Dla kierunku przewodzenia spadek napięcia na złączu metal

— półprzewodnik jest mniejszy niż na złączu p-n. Skutkiem tego prąd płynie jedynie w złączu metal — półprzewodnik oraz nie ma zjawiska wstrzykiwania nośników mniejszościowych i gromadzenia ładunku typowego dla złącz p-n, który ogranicza istotnie czas przełączania.

Korzyści techniczne wynikające z zastosowania rozwiązania według wynalazku polegają na możliwości wytwarzania diod przełączających charakteryzujących się dużymi napięciami przebicia rzędu kilkuset i więcej voltów oraz jednocześnie bardzo krótkim czasem przełączania. Ponadto tak wytworzone diody mają mniejsze spadki napięcia dla kierunku przewodzenia niż typowe złącze p-n.

Zaletą jest również mała moc tracona w diodach według wynalazku i duża sprawność energetyczna przy większych częstotliwościach sygnału.

Przedmiot wynalazku jest pokazany w przykładach wykonania na rysunku, na którym fig. 1 — przedstawia przełączającą diodę półprzewodnikową w przekroju poprzecznym, fig. 2 — widok z góry tej diody, fig. 3 inne rozwiązanie diody według wynalazku w przekroju poprzecznym a fig. 4 — widok z góry diody z fig. 3.

Przełączająca dioda półprzewodnikowa składa się z podłoża 1 typu  $n^+$  o rezystancji  $0,05 \Omega \text{cm}$  i warstwy epitaksjalnej 2 typu n rezystancji  $50 \Omega \text{cm}$  i grubości  $30 \mu\text{m}$ . W warstwie epitaksjalnej 2 wdyfundowane są obszary ekranujące obszar ochronny 3. Obszar ochronny 3 ma kształt pierścienia wewnątrz którego umieszczone są obszary ekranujące 4 o kształcie kołowym. Średnica obszarów ekranujących 4 wynosi  $10 \mu\text{m}$  a głębokość  $6 \mu\text{m}$ . Odległości pomiędzy obszarami dyfuzyjnymi wynoszą  $5 \mu\text{m}$ . Cały obszar objęty pierścieniem ochronnym 3 pokryty jest warstwą złota stanowiącego metalową elektrodę 5, która z obszarem ochronnym 3 i obszarami ekranującymi 4 tworzy kontakt omowy 6 zaś z pozostałym obszarem półprzewodnika kontakt typu Schottky 7. Przy zaporowej polaryzacji złącza metal-półprzewodnik praktycznie cały spadek napięcia odkłada się na warstwie opróżnionej powstałej w wyniku oddziaływania obszarów ekranujących 4 natomiast pole elektryczne przy kontakcie metal-półprzewodnik jest znikome. W efekcie o napięciu przebicia w kierunku zaporowym decyduje napięcie przebicia złącza p-n pomiędzy obszarami ekranującymi 4 a podłożem 1.

Dla kierunku przewodzenia spadek napięcia na złączu metal-półprzewodnik jest mniejszy niż na złączu p-n. W związku z tym prąd płynie jedynie w złączu metal-półprzewodnik i nie wystaje zjawisko wstrzykiwania nośników mniejszościowych oraz gromadzenia ładunku typowego dla złącz p-n, który ogranicza istotnie czas przełączania. Inne rozwiązanie przełączającej diody półprzewodnikowej fig. 3 i fig. 4 składa się z podłoża 1 typu  $n^+$  o rezystancji  $0,05 \Omega \text{cm}$  i warstwy epitaksjalnej 2 n o rezystancji  $50 \Omega \text{cm}$ , grubości  $50 \mu\text{m}$ . W warstwie epitaksjalnej 2 wykonane są metodą dyfuzji obszary ochronne 3, których głębokość wynosi  $5 \mu\text{m}$ . Obszary ochronne 3 są tak ukształtowane, że maksymalna szerokość obszarów kontaktowych typu Schottky 7 otoczonych obszarami ochronnymi 3 nie przekracza  $5 \mu\text{m}$ . Obszary kontaktowe typu Schottky 7 i obszary ochronne 3 pokryte są warstwą złota 5 o grubości  $3 \mu\text{m}$ .

Zwiększenie napięcia przebicia uzyskuje się w wyniku zmniejszenia odległości między obszarami ochronnymi 3 tak, że w opisanym rozwiązaniu maksymalna odległość od dowolnego punktu na powierzchni obszarów kontaktowych typu Schottky 7 do najbliższej krawędzi obszaru ochronnego 3 jest mniejsza od  $3 \mu\text{m}$ .

W tym przypadku obszary ochronne 3 umieszczone blisko siebie spełniają funkcje ekranujące powodując wzrost napięcia przebicia.

### Z a s t r z e ż e n i a   p a t e n t o w e

1. Przełączająca dioda półprzewodnikowa z kontaktem metal-półprzewodnik i specjalnie domieszkowanym obszarem ochronnym pod krawędziami metalowej elektrody, **znamienna tym**, że pod metalową elektrodą (5) wykonane są dodatkowe obszary ekranujące (4) domieszkowane tak jak obszary ochronne (3), przy czym obszary ekranujące (4) są tak usytuowane, że odległość dowolnego punktu przy powierzchni złącza metal-półprzewodnik typu Schottky (7) od najbliższej krawędzi obszaru ochronnego (3) lub obszaru ekranującego (4) jest mniejsza od głębokości wnikania warstwy zubożonej kontaktu metal-półprzewodnik odpowiadającej napięciu przebicia tego kontaktu.

2. Przełączająca dioda półprzewodnikowa z kontaktem metal-półprzewodnik i specjalnie domieszkowanym obszarem ochronnym pod krawędziami metalowej elektrody, **znamienna tym**, że obszary ochronne (3) są tak rozmieszczone, że odległość dowolnego punktu przy powierzchni złącza metal-półprzewodnik typu Schottky (7) od najbliższej krawędzi obszaru ochronnego (3) jest mniejsza od głębokości wnikania warstwy zubożonej kontaktu metal-półprzewodnik odpowiadającej napięciu przebicia tego kontaktu.

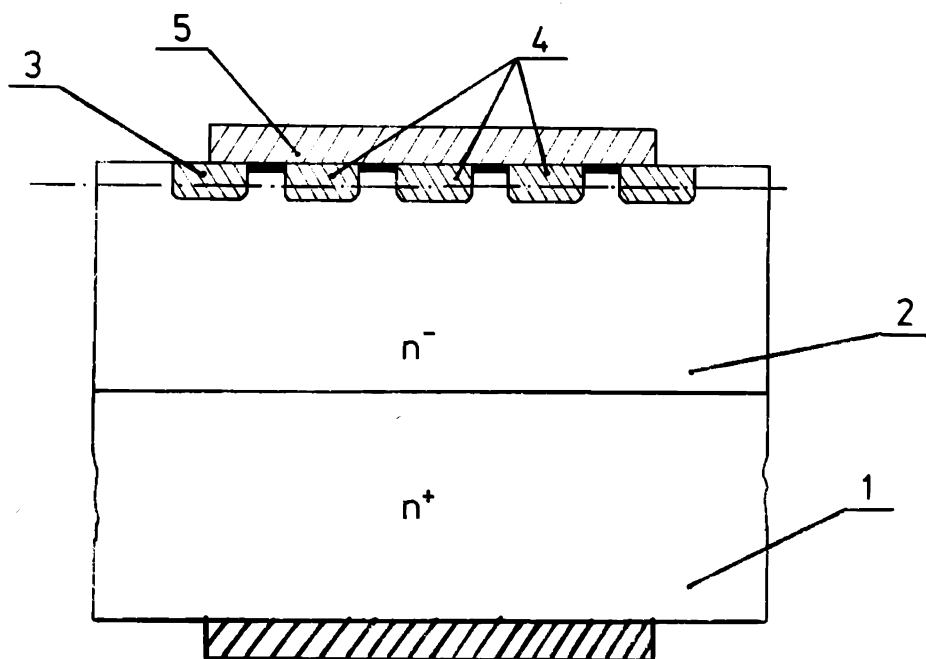


Fig. 1

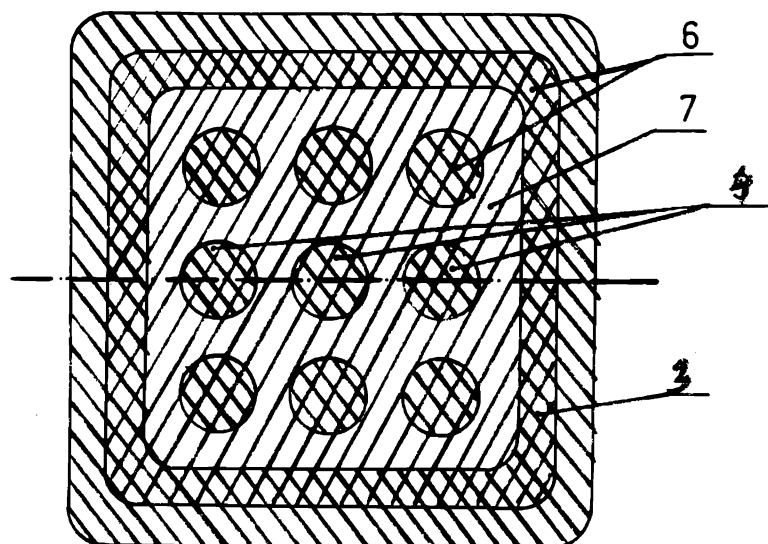


Fig. 2

123 830

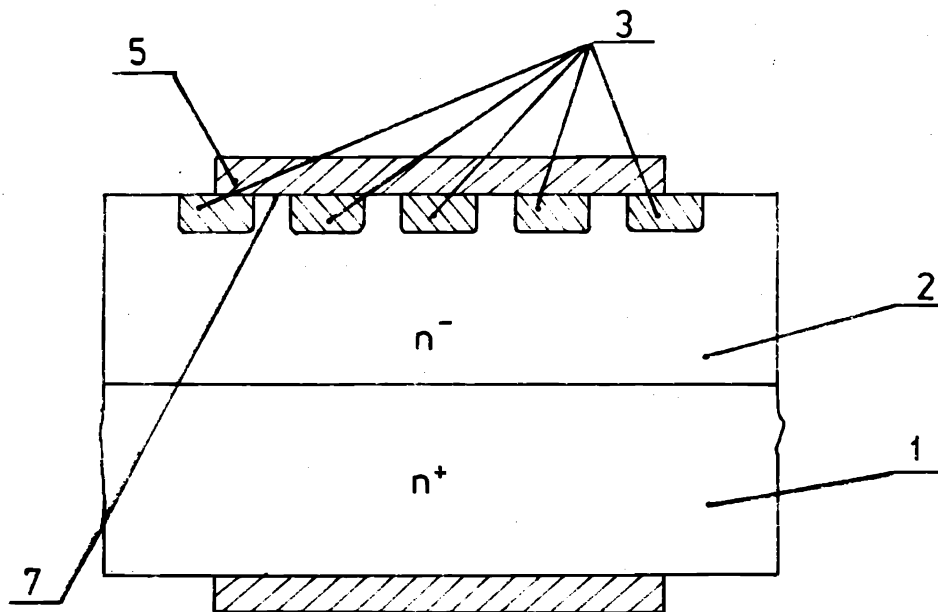


Fig.3

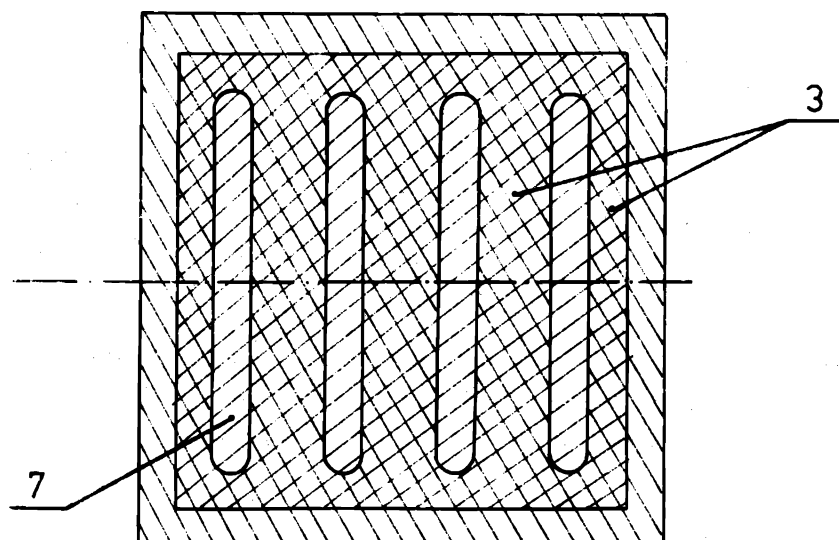


Fig.4