



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

Zgłoszono: 11.02.77 (P. 195940)

Int. Cl.<sup>2</sup> H01L 21/28

Pierwszeństwo \_\_\_\_\_

Zgłoszenie ogłoszono: 14.08.78

Opis patentowy opublikowano: 31.05.1980

Twórcy wynalazku: Tadeusz Gajos, Jan Kunicki

Uprawniony z patentu: Instytut Technologii Elektronowej przy Nauko-  
wo-Produkcyjnym Centrum Półprzewodników,  
Warszawa (Polska)

**Struktura półprzewodnikowa z kontaktem sferycznym metalowym  
do montażu wysokotemperaturowego**

1 Przedmiotem wynalazku jest struktura półprzewodnikowa z kontaktem sferycznym metalowym, dostosowana do montażu wysokotemperaturowego diody p-n w obudowie szklanej, w temperaturze około 700 °C.

Znane struktury półprzewodnikowe z kontaktem sferycznym metalowym przy montażu diody w temperaturze około 700 °C charakteryzują się zmianą parametrów elektrycznych, głównie zmniejszaniem się napięć wstecznych, co jest spowodowane między innymi przegrzewaniem struktury, oraz niekorzystną atmosferą powstającą w momencie hermetyzacji diody. Struktury produkowane według znanych konstrukcji charakteryzują się zabezpieczeniem struktury tlenkami termicznymi SiO<sub>2</sub>, tlenkami pirolitycznymi SiO<sub>2</sub> lub tlenkami krzemu pirolitycznymi, które przykrywają wytworzoną termicznie warstwę szkliwa fosforowego. Stosowane są zabezpieczenia warstwowe, gdzie tlenki pirolityczne SiO<sub>2</sub> i warstwy szkliwa fosforowego nawzajem się przeplatają.

Ze względu na wysokie temperatury wytwarzania termicznego szkliwa fosforowego i stosowanie wysokotemperaturowych stabilizacji fosforem wykonywanych warstw tlenku krzemu, znane warstwy zabezpieczające wykonuje się przed operacjami wytwarzania omowych kontaktów do krzemu.

Wadę znanych rozwiązań stanowi niedostateczne zabezpieczenie złącza p-n, co objawia się zmniejszeniem napięć przebicia diody po hermetyzacji struktur w obudowie szklanej. Struktura przy takim rozwiązaniu zabezpieczenia ma powierzchnię omowego kontaktu podkładowego dużo mniejszą od powierzchni złącza p-n ze względu na trudności

2 wykonania otworów kontaktowych w grubych tlenkach krzemu, składających się z warstw termicznego i pirolitycznego tlenku SiO<sub>2</sub> oraz z szkliwa fosforowego. Ma to ujemny wpływ na oporność kontaktu podkładowego, napięcie w kierunku przewodzenia oraz moc gotowych diod.

5 Dalszą wadą technologiczną znanych rozwiązań jest bardzo częste pękanie nałożonej warstwy tlenków pirolitycznych w trakcie dalszych obróbek wysokotemperaturowych dyfuzji i utleniania. Bardzo łatwo można uszkodzić 10 warstwę pirolityczną wraz ze szkliwem fosforowym podczas operacji przygotowania do naparowania metalowych kontaktów omowych lub roztrawić obszar grubych wielowarstwowych tlenków nad złączem w czasie wykonywania otworów pod omowe kontakty podkładowe.

15 Wadą stosowanych rozwiązań jest również konieczność uzyskiwania małego rozrzutu grubości utwardzanych w wysokich temperaturach stabilizacji pirolitycznych tlenków krzemu, przez co komplikuje się konstrukcja stanowiska do pirolizy oraz wzrasta pracochłonność tej 20 operacji i fotolitografii.

Celem wynalazku jest usunięcie wad znanych struktur z kontaktem sferycznym metalowym i uzyskanie tego typu struktur o optymalnych parametrach ze względu na napięcia w kierunku zaporowym i w kierunku przewodzenia, to 25 znaczy opracowanie prostej konstrukcji i technologii struktur odpornych na wpływ hermetyzacji tych struktur w najczęściej stosowanych temperaturach około 700 °C, uzależnionych od rodzaju szkła obudowy diody.

30 Cel ten został osiągnięty przez strukturę według wynalazku, której obszar czynny złącza p-n przykryty jest jedno-

cznie warstwą tlenków pirolitycznych  $\text{SiO}_2$ , korzystnie zdemieszkowaną w procesie osadzania pirolizy fosforem i metalem tworzącym kontakt sferyczny, przy czym ta warstwa tlenku pirolitycznego osadzana jest po wykonaniu omowego kontaktu podkładowego, a przed wykonaniem kontaktu sferycznego.

Zalety rozwiązania według wynalazku to zapewnienie optymalnego zabezpieczenia złącza p-n w czasie montażu. Tlenki pirolityczne domieszkowane fosforem są położone na struktury po operacjach wysokotemperaturowych oraz po wykonaniu kontaktów metalowych, bezpośrednio stykających się z krzemem, przez co eliminuje się możliwość ich uszkodzenia. Ulega znacznemu uproszczeniu operacja wykonania okien pod kontakty podkładowe, ponieważ wykonuje się je w cienkich tlenkach, co umożliwia uzyskanie powierzchni kontaktu podkładowego zbliżonej do powierzchni złącza p-n. Eliminuje się możliwość pęknięcia tlenków pirolitycznych nawet przy większych grubościach tych tlenków, dzięki ich lepszym właściwościom oraz brakiem obróbek wysokotemperaturowych po ich nałożeniu na struktury. Jednocześnie można dzięki temu dopuścić (bez wpływu na wyniki) znacznie większy rozrzut grubości tlenków pirolitycznych, co upraszcza znacznie konstrukcję urządzenia do pirolizy oraz zmniejsza pracochłonność.

W rozwiązaniu według wynalazku istnieje możliwość regulacji średnicy kontaktu sferycznego przez zmianę średnicy okna, odsłaniającego kontakt podkładowy, przy zachowaniu stałej wysokości tego kontaktu. Kontakt sferyczny przykrywający obszar czynny złącza p-n dodatkowo poprawia charakterystykę w kierunku przewodzenia i moc gotowych diod.

Zaletą rozwiązania według wynalazku jest również to, że tlenki pirolityczne spełniają jednocześnie rolę zabezpieczenia przed nakładaniem się metalu w obszarze służącym do dzielenia płytek na pojedyncze struktury w czasie nakładania kontaktów sferycznych. Umożliwia to strawienie tlenków termicznych z tego obszaru, przez co poprawia się jakość rysowania i zmniejsza się kilkudziesięciokrotnie zużycie narzędzi diamentowych do rysowania.

Struktury według wynalazku są stosowane w produkcji diod, które mają napięcia wsteczne do około 300 V i dają bardzo dobre wyniki, a mogą być stosowane przy innych wyrobach montowanych w obudowach szklanych.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony na przykładzie wykonania, przedstawionym na rysunku pokazującym fragment płytki półprzewodnikowej z wykonanym złączem p-n.

Na krzemowej epitaksjalnej płytce półprzewodnikowej, stanowiącej kolektor 2 wykonuje się znanymi sposobami kilka tysięcy selektywnych obszarów dyfuzyjnych stanowiących bazę 3, a dalej złoty kontakt omowy 1 kolektora 2 i złoty kontakt omowy podkładowy 6 bazy 3. Na fotolitografii otwierającej okna pod kontakt podkładowy 6 trawi się jednocześnie tlenki termiczne z kratki, w miejscu przeznaczonym do dzielenia płytki na pojedyncze struktury. Grubość warstwy 4 tlenków termicznych  $\text{SiO}_2$ , maskująca złącze p-n wynosi około 10.000 Å. Następnie kilka, kilkanaście tak przygotowanych płytek podtrawia się w roztworze  $\text{HF}$  tak, jak przed procesami naparowania i układa

się na obrotowej lub nieruchomej płytce rozgrzanej do temperatury około 400°C, umieszczonej w komorze reakcyjnej stanowiska do pirolizy powierzchnią z kontaktem podkładowym 6 do góry i tę powierzchnię przykrywa się warstwą 5 tlenków pirolitycznych domieszkowanych fosforem na grubość powyżej 10.000 Å. Rozrzut grubości tych tlenków dopuszcza się do około 30 %. Domieszkowanie tych tlenków dokonuje się znanym sposobem z  $\text{PH}_3$  lub  $\text{POCl}_3$ .

Najczęściej stosowana koncentracja jonów fosforu w tlenku pirolitycznym określana jest pomiarem oporności powierzchniowej odpowiednio przygotowanej płytki próbnej i wynosi 10 — 100 ohm/pow. Do tego pomiaru bierze się odtlenioną płytkę próbną typu p, o oporności właściwej rzędu kilku ohm.cm. Tę płytkę pokrywa się tlenkami pirolitycznymi domieszkowanymi jonami fosforu i wygrzewa się w temperaturze 1050°C, w czasie 30 min. Po tym wygrzaniu strawia się tlenki z płytki próbnej i mierzy się oporność powierzchniową czterosondą.

Powierzchniową warstwę tlenku pirolitycznego domieszkowanego fosforem wykonuje się o koncentracji fosforu bliskiej lub równej zero. Po nałożeniu tych tlenków pirolitycznych wykonuje się okna pod kontakt sferyczny tak, że część powierzchni kontaktu podkładowego 6, leżąca przy obwodzie tego kontaktu pozostaje przykryta tlenkami 5. Dokładny czas trawienia tych okien ustala się na płytce próbnej. Czas ten nie może być za długi, ponieważ roztrawione tlenki nie zabezpieczą struktury przed degradacją napięć wstecznych diody w czasie montażu. Następnie znaną metodą elektrolityczną wykonuje się rozszerzony srebrny kontakt sferyczny 7 tak, że powierzchnia maskująca tego kontaktu jest większa od powierzchni czynnej maskowanego złącza p-n, przy czym grubość tego kontaktu wynosi około 40  $\mu\text{m}$ . Po wykonaniu warstwy tlenków pirolitycznych 5, aż do zmontowania diod stosuje się wyłącznie mycia nietrawiące  $\text{SiO}_2$ . Płytki z gotowymi złączami p-n dzieli się na pojedyncze struktury znanymi sposobami. Diody z tych struktur montuje się w temperaturze około 700°C. Gotowe diody charakteryzują się dobrą jakością, ich napięcia nie zmniejszają się przy montażu, mają poprawne charakterystyki w kierunku zaporowym i przewodzenia.

Wynalazek nie jest ograniczony do opisanego przykładu wykonania lub jego kombinacji, lecz obejmuje również stosowanie pojedynczych cech i odmian opisanego przykładu, o ile nie wykraczają one poza zakres zastrzeżeń patentowych wynalazku.

#### Zastrzeżenia patentowe

1. Struktura półprzewodnikowa z kontaktem sferycznym metalowym do montażu wysokotemperaturowego **znamienna** tym, że obszar czynny złącza p-n tej struktury przykryty jest jednocześnie warstwą tlenku pirolitycznego  $\text{SiO}_2$ , korzystnie zdemieszkowaną w procesie pirolizy fosforem (5) i metalem tworzącym kontakt sferyczny (7).
2. Struktura według zastrz. 1 **znamienna** tym, że warstwa tlenku pirolitycznego korzystnie zdemieszkowana fosforem (5) osadzana jest po wykonaniu kontaktu podkładowego (6) a przed wykonaniem kontaktu sferycznego (7).

