



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 17.10.73 (P. 165916)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 02.05.75

Opis patentowy opublikowano: 30.07.1977

MKP
H01L 9/00

Int. Cl.²
H01L 29/12

Twórcy wynalazku: Witold Rosiński, Tadeusz Komicz

Uprawniony z patentu: Instytut Technologii Elektronowej przy Naukowo-
Produkcyjnym Centrum Półprzewodników, Warsza-
wa (Polska)

Sposób wytwarzania złącza p-n diod półprzewodnikowych z arsenku galowego przez implantację manganu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania złącz p-n diod półprzewodnikowych z arsenku galowego przez implantację manganu, umożliwiający uzyskanie regulacji wartości pochodnej pojemności względem napięcia.

Stan techniki. Dotychczas mangan wyprowadzało się metodą dyfuzji z fazy gazowej. Dyfuzję tej domieszki do arsenku galowego przeprowadzało się w próżni w zatopionej ampule kwarcowej.

Warunki procesu dyfuzji określone takimi parametrami jak ciśnienie par arsenu, ciśnienie par domieszki, temperatura i czas dyfuzji muszą być dokładnie zachowywane.

Proces jest długotrwały i przebiega w temperaturach wyższych od 800°C; w przypadku dyfuzji cynku trudno jest otrzymać płaskie złącza, a w przypadku kadmu i manganu z powodu niższego współczynnika dyfuzji czas tej ostatniej jest dość długi, co może prowadzić do zmian właściwości materiału wyjściowego.

Metoda była uciążliwa i nie zapewniała dostatecznej kontroli ilości wprowadzonego manganu.

Dotychczas stosowano znany sposób wytwarzania złącz p-n w arsenku galu przez implantację cynku i kadmu, polegający na wprowadzeniu jonów cynku i kadmu, przyspieszanych do energii 20–100 keV przy różnych dawkach. Sposób ten wytwarzał charakterystykę skokową złącza, niekorzystną dla pewnych zastosowań ze względu na dość dużą pojemność złącza na centymetr kwadratowy oraz małe napięcie przebicia złącza.

Istota wynalazku. Zagadnienie postawione według wynalazku jest rozwiązane w ten sposób, że zastosowuje się do wytwarzania złącz p-n w arsenku galu implantację

2

manganu w zakresie dowolnych energii jego jonów, dawek w granicznym przedziale od 10^{13}cm^{-2} do 10^{16}cm^{-2} przy dowolnym programowaniu zależności energii od dawek oraz przy określonej obróbce termicznej.

Sposób wytwarzania złącz p-n diod półprzewodnikowych przez implantację według wynalazku zapewnia dokładność kontroli ilości manganu lepszą niż dwa procent przy ściśle określonym rozkładzie manganu. Zastosowanie manganu umożliwia zmniejszenie pojemności złącz p-n na centymetr kwadratowy, łatwą zmianę jej wartości i zwiększenie napięcia przebicia. Wytwarzanie złącz p-n diod półprzewodnikowych według wynalazku jest mniej pracochłonne od metody dyfuzji i wymaga niższej temperatury obróbki termicznej.

P r z y k ł a d . Dla wykonania złącza p-n diody półprzewodnikowej według wynalazku wybiera się płytkę półprzewodnikową z arsenku galu typu n o określonych jego właściwościach dostosowanych do wymaganych właściwości elektrycznych. Po mechanicznym jej przycięciu, myciu, trawieniu w 0,1% roztworze bromu w alkoholu oraz płukaniu w samym alkoholu naparowuje się na stronę galową płytki warstwę srebra o grubości 0,5 μm i wtapia się ją w temperaturze 600°C przez 3 minuty w atmosferze suchego argonu.

Tak przygotowaną płytkę umieszcza się w metalowej kasie ze stali nierdzewnej lub molibdenu w ten sposób, ażeby pokryta srebrem jej strona zapewniała dobry kontakt z kasetą, którą wstawia się do komory targetowej implantatora w takiej pozycji, aby tworzyła z kierunkiem wiązki jonów kąt 5 do 8 stopni. Następnie wykonuje się

trawienie powierzchni tej płytki, stosując dawkę jonów srebra $800 \mu\text{C}/\text{cm}^2$, przy czym prąd jonów nie powinien być większy niż 2 do $3 \mu\text{A}/\text{cm}^2$.

Po dokonaniu powyższego trawienia implantuje się mangan Mn i srebro Ag według zaprojektowanego programu, na przykład:

- 1) Mn przy energii E równej 70 keV – dawka $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$,
- 2) Mn „ „ „ „ 40 keV „ 10^{15} cm^{-2} ,
- 3) Ag „ „ „ „ 5 keV „ 10^{15} cm^{-2} ,
- 4) Ag „ „ „ „ 2 keV „ $2 \times 10^{15} \text{ cm}^{-2}$

Prądy jonowe nie powinny przekraczać $1 \mu\text{A}/\text{cm}^2$.

Po dokonaniu procesu implantacji dla wytworzenia złącza p-n dokonuje się termicznej obróbki poimplantacyjnej w celu zredukowania uszkodzeń poimplantacyjnych i uaktywnienia elektrycznego manganu.

Płytkę pokrywa się po implantowanej stronie warstwą dwutlenku krzemu SiO_2 , o grubości co najmniej $2000 \text{ \AA}$ przez rozpylanie jonowe wielkiej częstotliwości w temperaturze nie wyższej niż 350°C bądź przez nałożenie na powierzchnię emulsji SiO_2 (na przykład firmy Emulsito) w alkoholu przy użyciu wirówki. Dalej wygrzewa się płytkę w temperaturze 650° do 750°C przez określony czas w atmosferze suchego argonu. Po tym strawia się warstwę tlenku w $0,1\%$ roztworze 48 procentowego kwasu fluorowodorowego HF. W celu wykonania mes i montażu napyla się przez maskę metalową srebra o grubości co najmniej $0,5 \mu\text{m}$ w napylarce próżniowej o średnicy $3000 \mu\text{m}$, a następnie wygrzewa się płytkę w piecu w atmosferze argonu suchego w temperaturze 550°C i wykonuje się mesy i montuje je w oparciu o metody stosowane przy montażu diod z arsenku galu. W ten sposób wykonane według wynalazku złącze p-n poddaje się pomiarom celem określenia jego właściwości elektrycznych przez:

- a) zdjęcie charakterystyki prądu J w funkcji napięcia

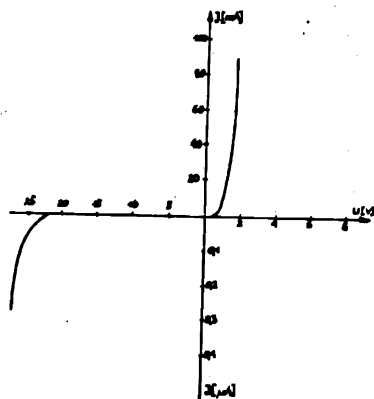


Fig. 1

f(U) według wykresu charakterystyki $J=f(U)$ pokazanego na fig. 1 rysunku metodą pomiaru punkt po punkcie dla określenia napięcia przebicia, prądów nasycenia i przewodzenia oraz oporności szeregowej, na przykład napięcie przebicia 22 V prądu J nasyc. ($U=20 \text{ V}$) równa się $0,5 \mu\text{A}$, prąd J przewod. $U=1,5 \text{ V}$ równa się 20 mA , oporność R szereg równa się $4,5 \text{ oma } \Omega$.

b) zdjęcie charakterystyki pojemności C w funkcji napięcia f(U) przy użyciu miernika pojemności na podstawie wykresu charakterystyki $C=f(U)$ – na fig. 2 tegoż rysunku. Określenie pojemności zerowej C_0 i charakteru zmiany pojemności C w funkcji napięcia zaporowego, na przykład $C_0=45 \text{ pikofaradów pF}$ przy $\frac{C_0}{C_U=4 \text{ V}} = \frac{45 \text{ pF}}{26 \text{ pF}}$, gdzie pojemność C równa się pojemności C przy napięciu U równym zero 0.

Wykonanie laboratoryjne złącz p-n diod półprzewodnikowych według wynalazku może być bardzo przydatne przy wytwarzaniu diod półprzewodnikowych, w szczególności mikrofalowych.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób wytwarzania złącz p-n diod półprzewodnikowych z arsenku galowego przez implantację manganu, umożliwiającą uzyskanie regulacji wartości pochodnej pojemności względem napięcia, dokonywaną znaną metodą dyfuzji z fazy gazowej lub znanym sposobem implantacji cynku i kadmu, **znamienny tym**, że zastosowuje się do wytwarzania złącz p-n w arsenku galu implantację manganu w zakresie dowolnych energii jego jonów i dawek w granicznym przedziale od 10^{15} cm^{-2} do 10^{16} cm^{-2} przy dowolnym programowaniu zależności energii od dawek oraz przy określonej obróbce termicznej.

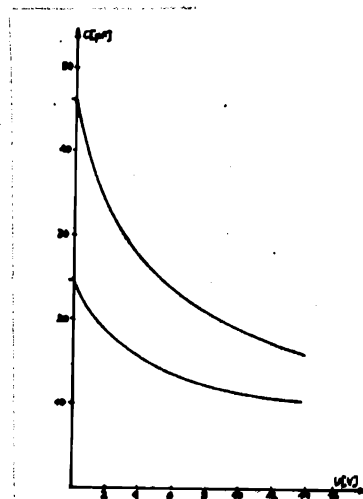


Fig. 2