

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY 101699

**Patent dodatkowy
do patentu 94 444**

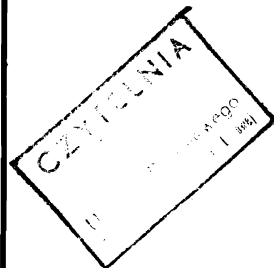
Zgłoszono: 02.04.76 (P. 188460)

Pierwszeństwo: 04.04.75 Republika Federalna Niemiec

Zgłoszenie ogłoszono: 28.02.77

Opis patentowy opublikowano: 30.04.1979

**Int. Cl². B01J 17/34
B01J 17/10**



Twórca wynalazku: Alfred Mühlbauer

Uprawniony z patentu: Siemens Aktiengesellschaft,

Monachium (Republika Federalna Niemiec)

i (Berlin Zachodni)

Sposób sterowanego wprowadzania materiałów domieszkowych do półprzewodników krystalicznych przy beztyglowym topieniu strefowym

Przedmiotem wynalazku jest sposób sterowanego wprowadzania materiałów domieszkowych do półprzewodników krystalicznych przy beztyglowym topieniu strefowym.

Znany jest z patentu głównego nr 94444 sposób sterowanego wprowadzania materiałów domieszkowych przy beztyglowym topieniu strefowym polegający na umieszczeniu w szczelnym pojemniku, zamocowanego pionowo na swych obu końcach pręta półprzewodnika krystalicznego, gdzie strefa topienia wytwarza się indukcyjną cewką grzewczą otaczającą pręt półprzewodnika, a materiał domieszkowy doprowadza się bezpośrednio do strefy topienia, w której jako źródło materiału domieszkowego stosuje się pręt półprzewodnika krystalicznego wykonany w formie cienkiego pręta dającego możliwość stałego domieszkowania, przy czym ten cienki pręt odpowiednio do pożądanego stopnia domieszkowania zbliża się z określoną szybkością posuwu do strefy topienia i tam przetapia się w pręt półprzewodnika.

Według sposobu opisanego w patencie głównym, cienki pręt domieszkowy doprowadza się przewodem rurowym do szczelnego pojemnika od strony strefy topienia, przy czym dla jej wytworzenia zastosowana jest płaska, indukcyjna cewka grzewcza, zaopatrzona we wkładkę rurową dla doprowadzenia cienkiego pręta domieszkowego.

Przez zastosowanie cienkiego pręta domieszkowego jako źródła materiału domieszkowego, można dokładnie dozując nastawić domieszkowanie danego pręta półprzewodnika przy beztyglowym topieniu strefowym w atmosferze gazu ochronnego lub też w próżni. Domieszkowanie zależy od domieszkowania cienkiego pręta, od grubości względnie przekroju cienkiego pręta i od szybkości posuwu cienkiego pręta domieszkowego. Ponieważ te trzy parametry można dokładnie nastawić, można więc również w prosty sposób przeprowadzić sterowane domieszkowanie pręta półprzewodnika krystalicznego.

Celem wynalazku jest ulepszenie znanego z patentu głównego sposobu, które zagwarantowałoby jednorodny rozkład materiału domieszkowego w wyciąganym strefowo przecie półprzewodnika krystalicznego zarówno w kierunku osiowym jak i w promieniowym. Cel ten osiągnięto sposobem według wynalazku, polegający na tym, że cienki pręt domieszkowy doprowadza się do strefy topienia przez wydrążony pręt zasobnikowy.

Jako pręt zasobnikowy stosuje się grubościenną rurę z odpowiedniego materiału półprzewodnikowego. W pręcie zasobnikowym wykonuje się otwór o średnicy dopasowanej do średnicy cienkiego pręta domieszkowego. Przez dokładne dopasowanie uzyskuje się możliwość bardzo dokładnego nastawienia domieszkowania.

Cienki pręt domieszkowy ma średnicę w zakresie od 2 do 10 mm, jego szybkość posuwu w półprzewodnikowym pręcie zasobnikowym można celowo nastawić na zakres od 1 do 10 mm/min. Proces domieszkowania przeprowadza się korzystnie w atmosferze gazu ochronnego, zwłaszcza w atmosferze argonu przy niewielkim nadciśnieniu dla uniknięcia przebicia pomiędzy cewką i prętem.

Aby uzyskać jeszcze lepsze przemieszanie w stopiwie, zaleca się cienki pręt domieszkowy lub wydrążony pręt zasobnikowy lub też oba te pręty wprowadzić w ruch obrotowy dookoła ich osi podłużnych.

Przedmiot wynalazku jest bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku.

W szczelnym pojemniku 1 do beztyglowego topienia strefowego znajduje się zamocowany pionowo w górnym uchwycie 2 na razie jeszcze nie domieszkowany półprzewodnikowy pręt zasobnikowy 3 z krzemu, który ma otwór wzdłużny 4 o średnicy około 5 mm. W dolnym uchwycie 5 zamocowany jest zarodek kryształu 7 zatopiony na monokryształ 6 krzemu. Indukcyjna płaska cewka grzewcza 8, wytwarza strefę topienia 9, z której wyciągany jest domieszkowany pręt monokryształu 6 krzemu. Przez wydrążony pręt zasobnikowy 3, jak też przez jego uchyt 2 i przez wydrążony, umocowany w uchwycie 2 wał 10 wprowadza się szczelnie do pojemnika 1 domieszkowy cienki pręt krzemowy 11, który składa się z pręta kryształu krzemowego z domieszkowym fosforem o grubości ok. 4 mm i o elektrycznym oporze właściwym wynoszącym $0,7 \Omega \text{ cm}$. Cienki pręt domieszkowy 11 łączy się w swym górnym końcu z ferromagnetycznym rdzeniem 12, który pokryty jest warstwą izolującą 13. Ferromagnetyczny rdzeń 12 sprzęga się ze znajdującym się na zewnątrz szczelnego pojemnika 1 elektromagnesem zabierakowym tak, że cienki pręt domieszkowy 11 można doprowadzić z określoną szybkością posuwu do strefy topienia 9 w niej stapiać. Ponadto domieszkowy cienki pręt krzemowy 11 można również dodatkowo obracać (patrz., strzałki 15) dookoła jego osi podłużnej. Otwór w wydrążonym wale 10 dla domieszkowego pręta cienkiego 11 zamknięty jest gazoszczelną pokrywą 16.

Na szczelnym pojemniku 1 znajduje się manometr 17, który wskazuje ciśnienie gazu panujące w szczelnym pojemniku, które jest wytwarzane z nie przedstawionej na rysunku butli z argonem, połączonej doprowadzeniem 18. W szczelnym pojemniku 1 podczas domieszkowania jest nastawione i stale utrzymane niskie nadciśnienie atmosfery argonu wynoszące 0,15 at.

Przykład wykonania. Do wytworzenia pręta monokryształu krzemowego 6 o średnicy 50 mm i domieszkowaniu fosforu o odpowiednim elektrycznym oporze właściwym wynoszącym około $110 \Omega \text{ cm}$ stosuje się cienki pręt krzemowy o średnicy 4 mm który ma domieszkowany fosfor o oporze $0,7 \Omega/\text{cm}$ ($3,4 \cdot 10^{15} \text{ at/g}$). Cienki pręt 11 stapia się przy posuwie o szybkości 6 mm/min. W strefie topienia nie domieszkowanego wysokoomowego pręta krzemowego 3 (o średnicy zewnętrznej 50 mm z otworem wzdłużnym o średnicy 5 mm $\rho > 2000 \Omega/\text{cm}$) i podczas beztyglowego topienia strefowego nastawia się szybkość wyciągania, która wynosi 3 mm/min. Z wagi stopionego wydrążonego krzemowego pręta zasobnikowego 3 (140 g) na minutę i wagi stopionego cienkiego pręta domieszkowego 11 (1,75 g) na minutę, oblicza się ze współczynnikiem rozrzedzenia 0,0125 i efektywnym współczynnikiem rozkładu wynoszącym 0,47 domieszkowanie w monokryształ wynoszące $2 \cdot 10^{15} \text{ at/g Si}$. Uzyskanemu domieszkowaniu odpowiada zatem opór właściwy wynoszący około $100 \Omega \text{ cm}$.

Zastrzeżenie patentowe

1. Sposób sterowanego wprowadzania materiałów domieszkowych przy beztyglowym topieniu strefowym znajdującego się w szczelnym pojemniku, zamocowanego pionowo na swych obu końcach pręta półprzewodnika krystalicznego, w której strefa topienia wytwarzana jest cewką nagrzewania indukcyjnego otaczającą pręt półprzewodnika i materiał domieszkowy doprowadza się bezpośrednio do strefy topienia, w której jako źródło materiału domieszkowego stosuje się pręt półprzewodnika krystalicznego wykonany w formie cienkiego pręta i zaopatrzony w stałe domieszkowanie, przy czym ten cienki pręt odpowiednio do pożądanego stopnia domieszkowania zbliża się z określoną szybkością posuwu do strefy topienia i tam przetapia się w pręt półprzewodnika według patentu 94444, z n a m i e n n y t y m, że cienki pręt domieszkowy doprowadza się do strefy topienia przez wydrążony pręt zasobnikowy, przy czym jako pręt zasobnikowy stosuje się rurę grubościenną z odpowiedniego materiału półprzewodnikowego z otworem wzdłużnym o średnicy dopasowanej do średnicy cienkiego pręta domieszkowego.

2. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że stosuje się cienki pręt domieszkowy o średnicy w granicach od 2 do 10 mm.

3. Sposób według zastrz. 1, albo 2, znamienny tym, że stosuje się pręt domieszkowy o elektrycznym oporze właściwym w zakresie od 10^3 do $10 \Omega \text{cm}$.

4. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że szybkość posuwu cienkiego pręta domieszkowego w półprzewodnikowym pręcie zasobnikowym wynosi od 1 do 10 mm/min.

5. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że proces domieszkowania przeprowadza się w atmosferze gazu ochronnego, zwłaszcza w atmosferze argonu, przy niskim nadciśnieniu.

6. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że cienki pręt domieszkowy i/lub wydrążony, półprzewodnikowy pręt zasobnikowy wprawia się w ruch obrotowy.

