

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY PATENTU TYMCZASOWEGO

78776

Patent tymczasowy dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 21.11.1972 (P. 159004)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 30.09.1973

Opis patentowy opublikowano: 31.12.1975

Kl. 21g, 11/02

MKP H011 7/00



Twórca wynalazku: Georgi Stareew

Uprawniony z patentu tymczasowego: Naukowo-Produkcyjne Centrum Półprzewodników
Instytut Technologii Elektronowej, Warszawa (Polska)

Sposób otrzymywania epitaksjalnych warstw półprzewodnikowych oraz urządzenie do stosowania tego sposobu

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania epitaksjalnych warstw półprzewodnikowych, oraz urządzenie do stosowania tego sposobu.

W dotychczasowych technologiach, warstwy półprzewodnikowe przez wzrost epitaksjalny z fazy ciekłej, otrzymuje się, przygotowując roztwór metaliczny zawierający łatwo topliwą metal jako rozpuszczalnik (najczęściej gal) i odpowiednią ilość materiału półprzewodnikowego (np. arsenek galu).

Roztwór metaliczny i półprzewodnikową płytkę podłoża umieszcza się oddzielnie w odpowiednio przygotowanej łódce, najczęściej grafitowej, wstawiając ją następnie do komory reakcyjnej, przez którą przepuszcza się oczyszczony gaz, najczęściej wodór, spełniający rolę zarówno atmosfery ochronnej jak i redukcyjnej.

Po osiągnięciu temperatury zazwyczaj 800–900°C płytka podłoża zostaje zalana roztworem metalicznym, po czym następuje okres chłodzenia podczas którego zachodzi wzrost epitaksjalny. Jakość otrzymywanej warstwy epitaksjalnej zależy od stanu powierzchni podłoża, czystości gazu, czystości roztworu metalicznego, czystości łódki i komory reakcyjnej.

Dotychczasowe urządzenia nie zapewniają w czasie procesu odpowiedniej czystości, a czyszczenie powierzchni podłoża zachodzi tylko przy pomocy gazu redukcyjnego, który nie zapewnia należytego oczyszczenia powierzchni podłoża i odpowiedniego odgazowania. Sposobem tym nie można oczyścić powierzchni podłoża półprzewodnikowego pokrytego trudno usuwalnymi tlenkami.

Celem wynalazku jest usunięcie wyżej opisanych niedogodności przez opracowanie prostego sposobu i urządzenia do czyszczenia i zapewnienia czystości elementów biorących udział w procesie epitaksji.

Sposób według wynalazku polega na tym, że podłoża półprzewodnikowe poddaje się oczyszczaniu przy pomocy bombardowania jonowego i wygrzewaniu w wysokiej dynamicznej próżni bezpośrednio przed rozpoczęciem procesu krystalizacji epitaksjalnej w komorze roboczej. Roztwory metaliczne poddaje się oczyszczaniu przy pomocy wygrzewania w wysokiej dynamicznej próżni bezpośrednio przed rozpoczęciem krystalizacji epitaksjalnej w komorze roboczej, a cały proces krystalizacji epitaksjalnej prowadzi się w warunkach próżni dynamicznej.

Urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku składa się z układu do otrzymywania wysokiej dynamicznej próżni w komorze roboczej układu do wygrzewania podłoża półprzewodnikowego i roztworu metalicznego znajdującego się w tyglu lub tyglach, którym może być grzejnik oporowy lub indukcyjny. Czyszczenie podłoża półprzewodnikowego uzyskuje się przy pomocy układu do bombardowania jonowego (triody lub diody). Dynamiczne dozowanie oczyszczonego gazu odbywa się za pomocą oddzielnego układu, również wykonywanie ruchów w komorze roboczej odbywa się za pomocą oddzielnego układu manipulacyjnego.

Sposób według wynalazku i takie skojarzenie środków technicznych urządzenia, zapewnią dobrą zwilżalność powierzchni podłoża półprzewodnikowego przez roztwór metaliczny (metal). Pozwala to na prowadzenie procesu w zakresie najniższych temperatur, przy których jest możliwa krystalizacja z fazy ciekłej (np. 500–600°C dla arsenku galu). Pozwala to otrzymać jednorodne, bardzo gładkie, o równej powierzchni i bardzo cienkie warstwy epitaksjalne o kontrolowanej grubości. Sposób według wynalazku pozwala również na otrzymywanie warstw epitaksjalnych nawet wtedy kiedy na powierzchni podłoża występują tlenki trudne do usuwania chemicznymi sposobami. Można również wytwarzać w jednym procesie jedną lub więcej wars w epitaksjalnych na jednym podłożu, stosownie do ilości tygli znajdujących się w komorze roboczej. Sposób ten pozwala na otrzymywanie czystych jak i domieszkowanych epitaksjalnych warstw półprzewodnikowych.

Przedmiot wynalazku jest dokładniej wyjaśniony na podstawie jego przykładu wykonania. Określoną ilość roztworu metalicznego lub metalu wkłada się do przygotowanego w tym celu tygla wykonanego z materiału o dobrej przewodności cieplnej (np. grafitu). Podłoże półprzewodnikowe ustawia się w komorze roboczej. Wstępnie otrzymujemy wysoką dynamiczną próżnię (np. 10^{-7} – 10^{-8} Tr) w celu odgazowania komory roboczej. Następnie do komory roboczej wpuszcza się dozowany szlachetny gaz np. argon, w celu stworzenia odpowiednich warunków do wyładowania jarzeniowego, które odbywa się za pomocą układu triodowego lub diodowego,

Do płytki półprzewodnikowej przykładana jest potencjał ujemny, w wyniku czego bombardowana jest ona jonami o niskiej energii, co daje w efekcie bardzo dobre oczyszczanie powierzchni. Komora robocza jest opróżniona ponownie do wysokiej dynamicznej próżni. W tych warunkach wykonuje się wygrzewanie znajdujących się oddzielnie, podłoża półprzewodnikowego i roztworu metalicznego (metal). Obróbka termiczna w wysokiej dynamicznej próżni wpływa korzystnie na stan powierzchni podłoża półprzewodnikowego pod względem czystości. Obróbka termiczna jest również stosowana do roztworu metalicznego (metal) wraz z tygłem, w którym on się znajduje, co powoduje jego oczyszczenie (odgazowanie) z tlenków i innych zanieczyszczeń. Bezpośrednio po tych operacjach podłoże półprzewodnikowe zanurza się w roztworze metalicznym (metal) za pomocą układu do manipulowania w komorze roboczej. Można również stosować zalewanie płytki roztworem metalicznym lub metalem. Przy odpowiedniej prędkości chłodzenia następuje wzrost warstwy epitaksjalnej. Czynności te wykonuje się w warunkach wysokiej dynamicznej próżni, która zapewnia czystość procesu. Możliwe jest prowadzenie procesu wzrostu epitaksjalnego w otoczeniu gazu np. wodoru.

Urządzenie do wykonywania sposobu według wynalazku jest przedstawione w przykładzie wykonania na rysunku który jest przekrojem pionowym.

Urządzenie składa się z dozownika czystego gazu 1 przez który wpuszcza się szlachetny gaz (np. argon) do opróżnionej komory roboczej, która składa się z płyty stalowej 2, szklanego klosza 3, uszczelnionego uszczelką 4. Wyładowanie jarzeniowe otrzymuje się dzięki układowi triodowemu, który składa się z gorącej katody 5, anody 6 i katody 7, do której podłączony jest blok grafitowy 8 z płytką 9.

W celu uzyskania większej wydajności procesu trawienia podłoża płytki 9 do której przykładany jest potencjał ujemny, podłącza się elektromagnes 10.

Po bombardowaniu jonowym komorę roboczą 10 opróżnia się za pomocą układu do otrzymywania wysokiej dynamicznej próżni 17 i dokonuje się wygrzewanie płytki półprzewodnikowej 9 za pomocą grzejnika oporowego 11. Jednocześnie wygrzewa się tygiel grafitowy 12 zawierający roztwór metaliczny (metal) 13 przy pomocy grzejnika oporowego 14. Następnie przesuwają się zasłonę mechaniczną 15 i przy pomocy układu manipulacyjnego 16 płytkę 9 zanurza się w roztworze metalicznym (metal) 13. Zanurzenie występuje w temperaturze 500–600°C w przypadku arsenu galu i przy następnym ochłodzeniu występuje wzrost warstwy epitaksjalnej.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób otrzymywania epitaksjalnych warstw półprzewodnikowych* znamienny tym, że podłoże półprzewodnikowe poddaje się bombardowaniu jonowemu i wygrzewa w wysokiej dynamicznej próżni w komorze roboczej bezpośrednio przed rozpoczęciem procesu krystalizacji epitaksjalnej.

2. Sposób według zastrz. 1, znamienny tym, że roztwór metaliczny lub roztwory metaliczne poddaje się

wygrzewaniu w wysokiej dynamicznej próżni w komorze roboczej bezpośrednio przed rozpoczęciem procesu krystalizacji epitaksjalnej.

3. Sposób według zastrz. 2, **znamienny** tym, że proces krystalizacji epitaksjalnej prowadzi się w próżni dynamicznej.

4. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1, **znamienne** tym, że posiada układ triodowy do bombardowania jarzeniowego zaopatrzony w gorącą katodę (5), anodę (6) i katodę (7) lub układ diodowy oraz układ do wygrzewania zaopatrzony w grzejniki oporowe lub indukcyjne (11) (14) i układ do otrzymywania wysokiej dynamicznej próżni (17) w komorze roboczej (3).

