



Patent dodatkowy
do patentu

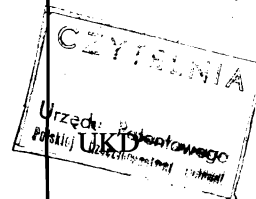
Zgłoszono: 10.XII.1969 (P 137 452)

Pierwszeństwo:

Opublikowano: 25.VI.1971

Kl. 21 g, 11/02

MKP H 011, 7/00



Twórca wynalazku: Maciej Oszałdowski

Właściciel patentu: Przemysłowy Instytut Elektroniki, Warszawa (Polska)

Sposób wytwarzania cienkich warstw związków półprzewodnikowych i urządzenie do stosowania tego sposobu

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób wytwarzania cienkich warstw związków półprzewodnikowych, zwłaszcza związków grupy III i V układu periodycznego pierwiastków, takich jak na przykład antymonek indu, arsenek indu lub inne ogólne oznaczane symbolem A^{III} BV oraz urządzenie do stosowania tego sposobu.

Cienkie warstwy półprzewodnikowe stosowane w elektronice na przykład do wytwarzania obwodów scalonych muszą odznaczać się dużą jednorodnością składu chemicznego, która warunkuje uzyskanie dużej ruchliwości nośników prądu, niezbędnej do działania niektórych przyrządów półprzewodnikowych.

Przy bezpośrednim naparowaniu większości związków w procesie parowania zachodzi dysocjacja, a ponieważ zdysocjowane składniki różnią się ciśnieniem par, z reguły następuje parowanie frakcyjne i uzyskane tym sposobem cienkie warstwy wykazują niejednorodny skład chemiczny.

W przypadkach gdy naparowywanie jest dokonywane na nagrzanym podłożu, co w większości przypadków warunkuje dużą ruchliwość nośników prądu, wówczas oprócz niejednorodnego składu chemicznego naparowane cienkie warstwy mogą zawierać mniej składników bardziej lotnych na skutek ich powtórnego odparowania z rozgrzanego podłoża.

Celem ominięcia trudności związanych z dysocjacją i parowaniem frakcyjnym związków stosuje się sposób naparowania związku ze składników umieszczonych w oddzielnych źródłach parowania, jak na przykład naparowywanie indu i antymonu z oddzielnych źródeł, z

2

których każde jest utrzymywane w innej temperaturze parowania, na podłożu nagrzane do takiej temperatury, w której uzyskuje się prawidłowy skład stechiometryczny naparowanego związku.

5 Sposób ten znany pod nazwą „metody trzech temperatur” ma tę niedogodność, że wymaga dokładnego utrzymywania temperatury obydwóch źródeł parowania w bardzo wąskich granicach, co w praktyce nastęrcza wiele trudności.

10 Innym sposobem naparowywania cienkich warstw związków jest sposób parowania wybuchowego, polegający na sukcesywnym dostarczaniu sproszkowanego związku, małymi partiami, do pieca parowniczego utrzymywanego w temperaturze umożliwiającej wybuchowe odparowanie każdej dostarczonej partii proszku przed wrzuceniem następnej.

15 W ten sposób każda mała partia materiału zostaje odparowana oddzielnie, przez co zmniejsza się stopień dysocjacji i zapobiega się naparowywaniu na podłożu warstwy składającej się z kolejno odłożonych frakcji parującego materiału. Warstwy naparowane tym sposobem wykazują pożądany jednorodny skład chemiczny.

20 W porównaniu ze sposobem naparowywania zwanym metodą trzech temperatur w sposobie naparowywania wybuchowego nie można regulować składu chemicznego par w procesie naparowywania i skład par jest określony składem sproszkowanego materiału wyjściowego dostarczonego do pieca.

25 Stanowi to istotny niedostatek sposobu parowania wybuchowego, ponieważ cienkie warstwy półprzewodni-

ków o symbolu A^{III} BV o dużej ruchliwości nośników prądu uzyskuje się przez naparowanie na podłożu utrzymywane w temperaturze bliskiej punktu topnienia związku. Jednakże przy nagrzaniu podłoża do tak wysokiej temperatury również przy wybuchowym naparowaniu występuje zjawisko powtórnego odparowania z podłoża składnika lotniejszego.

W związku z tym zachodzi konieczność obniżenia temperatury podłoża poniżej optymalnej temperatury zapewniającej dla danego związku dużą ruchliwość nośników prądu, celem uzyskania prawidłowego składu chemicznego, wskutek czego cienkie warstwy półprzewodników typu A^{III} BV uzyskiwane za pomocą naparowania wybuchowego wykazują mniejszą ruchliwość nośników niż warstwy uzyskiwane przy wykorzystaniu metody trzech temperatur.

Istotną częścią aparatury przeznaczonej do naparowywania wybuchowego jest mechanizm dostarczający proszek do pieca parowniczego. Mechanizm ten składa się na ogół ze zsypu wykonanego na przykład w postaci pochylonej rynienki umieszczonej nad piecem parowniczym i pobudzanego mechanicznie do drgań przez elastyczny przepust próżniowy za pomocą wibratora mechanicznego umieszczonego na zewnątrz aparatury próżniowej. Proszek umieszcza się bezpośrednio w zsypie, z którego na skutek drgań sukcesywnie opada do pieca parowniczego. Rozwiązanie to nie zapewnia ciągłego i jednorodnego dostarczania proszku do pieca parowniczego.

Innego typu rozwiązanie stanowi mechanizm wykonany w postaci ślimacznicy, której drgania wywołane są przez elektromagnes umieszczony wewnątrz aparatury próżniowej.

Mechanizmy tego rodzaju, ze względu na duże wymiary, są stosowane w aparaturach próżniowych o dużych komorach próżniowych i dużych szybkościach pompowania.

Osobną grupę rozwiązań konstrukcyjnych stanowią mechanizmy dostarczające proszek zawierające napędy zegarowe lub silniki elektryczne, umieszczane wewnątrz aparatury próżniowej. Są one skomplikowane i działają na ogół zawodnie, głównie z powodu niemożności zastosowania smarów w częściach trących.

Celem wynalazku jest uzyskanie cienkich warstw półprzewodnikowych związków typu A^{III} BV o dużej ruchliwości nośników prądu z pominięciem niedogodności znanych sposobów.

Cel ten osiągnięto przez opracowanie sposobu wytwarzania cienkich warstw związków półprzewodnikowych, polegającego na tym, że dokładnie sproszkowany związek typu A^{III} BV oraz dokładnie sproszkowany pierwiastek grupy V wchodzący w skład tego związku przesiewa się oddzielnie przez sита zapewniające uzyskanie granulacji w granicach 100÷200 mikronów, po czym miesza się ze sobą w określonym stosunku i wysypuje się do zbiornika podajnika, który umieszcza się w próżni, po czym zmieszany materiał doprowadza się dokładnie odmierzonymi partiami do pieca parowniczego utrzymywanego w temperaturze umożliwiającej wybuchowe odparowanie tego materiału.

Ilość pierwiastka grupy V dodawanego do związku podczas mieszania zależy od prężności par składników użytego związku oraz od temperatury podłoża, na którym osadzana jest warstwa. Im wyższa jest temperatura podłoża oraz im większa jest różnica prężności par

pierwiastków III i V grupy układu okresowego wchodzących w skład związku, tym bardziej należy wzbogacić mieszaninę w pierwiastek grupy V, aby otrzymać na podłożu stechiometryczną warstwę tego związku.

Na przykład dla uzyskania warstwy antymonku indu o prawidłowym składzie stechiometrycznym, naruszanym przez powrotne odparowanie antymonu z podłoża, w temperaturze podłoża w granicach 470°C÷500°C należy dodać do antymonku indu około 30%—50% wagi antymonu i wprowadzić do pieca parowniczego o temperaturze około 1200°C.

Urządzenie do stosowania sposobu według wynalazku składa się z umieszczonego wewnątrz urządzenia próżniowego podajnika wykonanego w kształcie rurki usytuowanej poziomo, zwężonej i wygiętej przy jednym końcu, a przy drugim końcu zaopatrzonej w umieszczony nad nią zbiornik o kształcie lejka, którego wylot jest oddzielony sitem od wlotu rurki, przy czym rurka wraz ze zbiornikiem jest osadzona w uchwycie zaopatrzonym w ułożony poziomo i ułożyskowany obrotowo wydłużony pręt z metalową przeciwwagą umocowaną na końcu pręta w ten sposób, że przeciwwaga znajduje się w pobliżu niemagnetycznej ścianki urządzenia próżniowego, w miejscu w którym na zewnątrz ścianki znajduje się rdzeń elektromagnesu zasilanego prądem prądu przemiennym albo prądem przerywanym, oddziałujący na tę przeciwwagę.

Budowę urządzenia według wynalazku wyjaśniono na załączonym rysunku, na którym uwidoczniono urządzenie w przekroju podłużnym.

Podajnik 2 wykonany w kształcie wygiętej rurki, której wylot jest umieszczony powyżej parowniczego pieca 1, jest połączony ze zbiornikiem 3 proszku, w którym jest umieszczone sito 4. Podajnik 2 jest osadzony w uchwycie 5 zaopatrzonym w pręt 6 osadzony obrotowo na czopie 7. Na końcu pręta 6 jest umieszczona magnetyczna przeciwwaga 8 usytuowana w pobliżu niemagnetycznej ścianki 9 urządzenia próżniowego, a na zewnątrz ścianki 9 znajduje się rdzeń 10 elektromagnesu, który w przypadku zasilania go prądem przemiennym lub przerywanym oddziałuje na przeciwwagę 8.

Ze względu na pracę urządzenia w wysokiej temperaturze w próżni, poszczególne zespoły urządzenia muszą być wykonane z materiałów trudno topliwych i nie powodujących zanieczyszczenia próżni, na przykład ze stali kwasoodpornej. Przeciwwaga musi być wykonana ze stali magnetycznej.

Działanie urządzenia jest następujące: rdzeń 10 elektromagnesu zasilanego prądem przemiennym albo przerywanym przyciąga lub odpycha przeciwwagę 8, czym wywołuje wahliwy ruch pręta 6 osadzonego obrotowo na czopie 7. Ruch pręta 6 powoduje ruch drgający podajnika 2 i zbiornika 3, który powoduje przesuwanie się proszku ze zbiornika 3 do wylotu rurki podajnika 2 i opadanie proszku do parowniczego pieca 1.

Amplitudę ruchu drgającego podajnika reguluje się przez regulację położenia rdzenia elektromagnesu względem przeciwwagi oraz przez regulację wielkości prądu doprowadzanego do elektromagnesu. W ten sposób reguluje się w szerokich granicach bardzo dokładnie szybkość zsyppowania proszku do pieca parowniczego.

Urządzenie według wynalazku umożliwia równomierne dostarczanie proszku do pieca parowniczego dowolnie małymi partiami, przy wybranej szybkości, co umożliwia uzyskanie cienkich warstw związków typu A^{III}

BV, jak na przykład warstw antymonku indu, arsenku indu, antymonku galu, arsenku galu i innych, wykazujących dużą jednorodność składu chemicznego i dużą ruchliwość nośników prądu.

W porównaniu ze znanymi urządzeniami, w których do dostarczania proszku do pieca parowniczego stosuje się rynienkę lub ślimacznice, o wylocie umieszczonym nad piecem parowniczym, urządzenie według wynalazku ma tę zaletę, że podajnik może być umieszczony nieco z boku, poza obrysem pieca parowniczego, wskutek czego nie jest poddawany działaniu parujących materiałów i nie zakłóca procesu naparowywania.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób wytwarzania cienkich warstw związków półprzewodnikowych, zwłaszcza związków typu A^{III} BV, **znamienny tym**, że dokładnie sproszkowany związek typu A^{III} BV oraz dokładnie sproszkowany pierwiastek grupy V wchodzący w skład tego związku przesiewa się oddzielnie przez sита zapewniające uzyskanie granulacji w granicach 100—200 mikronów, po czym

miesza się ze sobą w określonym stosunku i wysypuje się do zbiornika podajnika, który umieszcza się w próżni, po czym zmieszany materiał doprowadza się dokładnie odmierzonymi partiami do pieca parowniczego utrzymanego w temperaturze umożliwiającej wybuchowe odparowanie tego materiału.

2. Urządzenie do stosowania sposobu według zastrz. 1 **znamiennie tym**, że składa się z umieszczonego wewnątrz urządzenia próżniowego podajnika (2) wykonanego w kształcie rurki usytuowanej poziomo, zwężonej i wygiętej przy jednym końcu, a przy drugim końcu zaopatrzonej w umieszczony nad nią zbiornik (3) o kształcie lejki, którego wylot jest oddzielony sitem (4) od wlotu rurki, przy czym rurka wraz ze zbiornikiem (3) jest osadzona w uchwycie (5) zaopatrzonym w ułożony poziomo i ułożyskowany obrotowo wydłużony pręt (6) z metalową przeciwwagą (8) umocowaną na końcu pręta w ten sposób, że przeciwwaga znajduje się w pobliżu niemagnetycznej ścianki (9) urządzenia próżniowego, w miejscu, w którym na zewnątrz ścianki znajduje się rdzeń (10) elektromagnesu zasilanego prądem przemienicznym albo prądem przerywanym, oddziaływający na tę przeciwwagę.

