

**POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA**



**URZĄD
PATENTOWY
PRL**

OPIS PATENTOWY

120 002

Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 25.07.78 (P. 208636)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 28.07.80

Opis patentowy opublikowano: 25.10.1983

Int. Cl.³ H01L 21/20
H01L 49/02

Twórcy wynalazku: Edmund Igras, Józef Piotrowski

Uprawniony z patentu: Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława
Dąbrowskiego, Warszawa (Polska)

Sposób nanoszenia cienkich warstw półprzewodnikowych na pożądane podłoże

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób nanoszenia cienkich warstw półprzewodnikowych na pożądane podłoże.

Dotychczas cienkie warstwy materiałów półprzewodnikowych otrzymuje się przez osadzanie tych materiałów na odpowiednio dobranych podłożach.

W zależności od składu chemicznego materiału półprzewodnikowego jak też tego, czy celem procesu jest otrzymanie epitaksjalnej czy też polikrystalicznej warstwy półprzewodnika, dobiera się odpowiednie podłoże jak też odpowiedni proces technologiczny nanoszenia danej warstwy na to podłoże.

Podłoże winno wykazywać dobrą odporność mechaniczną jak też odporność chemiczną względem nanoszonej warstwy, a w przypadku wytwarzania warstw epitaksjalnych również korzystne parametry strukturalne, a mianowicie monokrystaliczność i określone stałe sieciowe.

Cienkie warstwy półprzewodników osadzone na podłożach znajdują szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach techniki, przy czym również w zależności od dziedziny zastosowania winny charakteryzować się odpowiednimi właściwościami. Tak np. przy wykorzystywaniu układu warstwa półprzewodnikowa-podłoże w elektronice, należy dobierać warstwy o wysokich parametrach elektrycznych, a jako podłoże stosować materiały ko-

2

rzystnie o budowie monokrystalicznej i odpowiednich stałych sieciowych oraz wykazujące dobrą odporność mechaniczną.

5 W przypadku stosowania tych warstw do konstrukcji detektorów podczerwieni winny one wykazywać dobre przewodnictwo cieplne.

Poza tym w tym przypadku przy doborze podłoża należy uwzględniać również to, aby nie reago-
10 wało ono z pierwiastkami wchodzącymi w skład osadzonej na nim warstwy półprzewodnikowej.

W praktyce, jako jedno z częściej stosowanych podłoży dla cienkich warstw półprzewodnikowych stosuje się mikę muskowitową. Mimo, że pod-
15 łożę to posiada korzystne parametry strukturalne (monokrystaliczność) i jest łatwo dostępne, wykazuje ono szereg wad, a mianowicie jest kruche, co utrudnia cięcie go na drobne elementy, a poza tym wykazuje bardzo małe przewodnictwo
20 cieplne. Małe przewodnictwo cieplne stanowi poważną wadę np. przy zastosowaniu układu mika-warstwa półprzewodnikowa do detektorów promieniowania podczerwonego. Padające promieniowanie na detektor powoduje bowiem wzrost jego
25 temperatury, co z kolei wpływa na spadek parametrów detektora.

Jak wynika z powyższego, właściwości podłoża, które są pożądane w przypadku osadzania
30 na nim warstwy półprzewodnikowej, nie zawsze pokrywają się z właściwościami, które są pożą-

dane podczas jego eksploatacji w takiej czy innej dziedzinie techniki.

Ze względu zatem na wysokie i bardzo różnorodne wymagania stawiane podłożom, trudne jest znalezienie takiego materiału, który wykazywałby wszystkie, pożądane w danym przypadku cechy.

Stwierdzono, że niedogodności powyższych można uniknąć, jeżeli cienką warstwę półprzewodnika naniesie się najpierw na podłoże o parametrach korzystnych w procesie technologicznym osadzania tej warstwy na podłożu, a następnie warstwę półprzewodnika przeniesie się na podłoże wtórne o takich parametrach, które są pożądane w tej dziedzinie techniki, w której dany układ warstwa półprzewodnikowa-podłoże mają być zastosowane.

Sposobem według wynalazku cienką warstwę półprzewodnika, osadzoną w znany sposób na podłożu pierwotnym przykleja się na wolnej powierzchni do pożądanego podłoża wtórnego, po czym podłoże pierwotne usuwa się mechanicznie z warstwy półprzewodnika. Mechaniczne usunięcie podłoża pierwotnego z warstwy półprzewodnika przebiega najłatwiej wtedy, gdy klej łączący warstwę półprzewodnika z podłożem wtórnym wykazuje większą adhezję do łączonych elementów niż to odpowiada adhezji podłoża pierwotnego do warstwy półprzewodnika.

Wbrew oczekiwaniom mechaniczne usunięcie podłoża pierwotnego nie powoduje uszkodzenia struktury warstwy półprzewodnikowej, a odślonięcie tylnej warstwy półprzewodnika (przylegającej uprzednio do podłoża pierwotnego) wnosi jeszcze te korzyści, że umożliwia dodatkowo powierzchnię obróbkę tej warstwy. Taka dodatkowa obróbka tylnej warstwy półprzewodnika polegająca np. na jej trawieniu, wygrzewaniu itp. może spowodować modyfikację parametrów nowego układu podłoże wtórne-warstwa półprzewodnikowa.

Jako podłoże wtórne można więc stosować materiał, który z takich czy innych powodów nie nadaje się jako materiał na podłoże pierwotne. Tak np. w przypadku otrzymywania warstwy epitaksjalnej /Cd,Hg/Te niemożliwe jest jej osadzenie na krzemie jako podłożu pierwotnym, gdyż krzem reaguje z tellurem. Również zastosowanie jako podłoża pierwotnego krzemu pokrytego mało reaktywnym dwutlenkiem krzemu jest niecelowe, gdyż ze względu na bezpostaciową strukturę SiO_2 nie można uzyskać na nim warstwy epitaksjalnej. Także szereg materiałów ferromagnetycznych nie nadaje się do osadzania na nich warstw półprzewodnikowych ze względu na tworzące im zanieczyszczenia, które w warunkach wysokiej temperatury (utrzymywanej w trakcie osadzania warstwy na podłożu pierwotnym) mogą dyfundować do warstwy półprzewodnika.

Wyżej przytoczone materiały, nieodpowiednie do zastosowania jako podłoża pierwotne, mogą doskonale nadawać się jako podłoża wtórne, gdyż ani ich skład chemiczny ani też struktura krystalograficzna, nie rzutują na właściwości warstwy półprzewodnikowej.

Sposobem według wynalazku na powierzchnię podłoża, na które ma być przeniesiona warstwa półprzewodnika (osadzona uprzednio na podłożu pierwotnym) nanosi się cienką warstewkę kleju obojętnego chemicznie względem łączonych elementów, po czym tak przygotowane podłoże doprowadza się do kontaktu mechanicznego na całej jego powierzchni z warstwą półprzewodnika. Po utwardzeniu się kleju, co następuje w temperaturze pokojowej, usuwa się mechanicznie podłoże pierwotne, najlepiej przez ostrożne jego podważenie i zdjęcie.

Jako klej nadaje się np. klej z żywicy epidianowej. Jako półprzewodnik wchodzi w rachubę /Cd,Hg/Te, /Pb,Sn/Te, /Zn,Hg/Te, ZnSb i inne.

Przeniesiona na inne podłoże warstwa półprzewodnika zachowuje nadal takie same parametry fizyczne jak na podłożu pierwotnym, przy czym równocześnie otrzymuje się nowy układ podłoże wtórne-warstwa półprzewodnika, którego możliwości eksploatacyjne są znacznie szersze niż układu podłoże pierwotne-warstwa półprzewodnika.

Poniższe przykłady wyjaśniają bliżej sposób według wynalazku, nie stanowią jednak jego ograniczenia.

Przykład I. Na wypolerowaną powierzchnię płytki krzemowej nanosi się cienką warstwę kleju Epidian 5, po czym nakłada się na nią płytkę z miki wraz z warstewką /Cd,Hg/Te (otrzymaną według patentu nr 72267) tak, aby warstwa ta przylegała na całej powierzchni do kleju. Obydwie płytki lekko dociska się. Po utwardzeniu się kleju, co następuje po 10 godzinach, odrywa się mikę.

Warstwę /Cd,Hg/Te na podłożu z krzemu tnije się z łatwością na mniejsze elementy i wykorzystuje jako detektory podczerwieni, które w warunkach pracy nie zmieniają swoich parametrów. Stabilność parametrów detektora wypływa przy tym z faktu, że krzem dobrze odprowadza ciepło powstałe w wyniku absorpcji promieniowania elektromagnetycznego. W związku z tym warstwa /Cd,Hg/Te nie nagrzewa się.

W przeciwieństwie do powyższego, znany detektor podczerwieni z /Cd,Hg/Te na podłożu z miki, zalet tych nie posiada, ponieważ mika wykazuje złe właściwości cieplne, a poza tym, ze względu na łatwą łupliwość utrudnia cięcie płytek na mniejsze elementy.

Przykład II. Postępuje się analogicznie jak w przykładzie I, z tą jednak różnicą, że warstwę półprzewodnika nanosi się na podłoże z ferrytu, jako podłoże wtórne.

Otrzymana płytka z naniesioną warstwą /Cd,Hg/Te nadaje się do konstrukcji czujnika pola magnetycznego.

Przykład III. Warstwę półprzewodnikową z $\text{Cd}_{0,16}\text{Hg}_{0,84}\text{Te}$ nanosi się na podłoże pierwotne ze szkła borokrzemowego sposobem według patentu nr 72267. Następnie powierzchnię warstwy poddaje się obróbce polegającej na naparowaniu na nią warstwy HgTe o grubości 100 nm. Warstwę tę ogrzewa się w ciągu 5 godzin w tem-

peraturze 150°C. Następnie na powierzchnię ochłodzonej warstwy półprzewodnika nanosi się ciekłą warstewkę kleju Epidian 5 i nakłada na nią podłoże wtórne w postaci pociętych płytek krzemowych o wymiarach $2 \times 1 \times 0,2 \text{ mm}^2$. Po utwardzeniu kleju w temperaturze pokojowej w ciągu 10 godzin, odrywa się pierwotne podłoże szklane. Otrzymana warstwa półprzewodnikowa nadaje się do zastosowania jako element fotoczuły w fotomagnetoelektrycznym detektorze promieniowania laserowego $10,6 \mu\text{m}$. Uzyskanie w tym przypadku detektora odpornego na działanie dużej mocy wiązki laserowej stało się możliwe dzięki dobremu przewodnictwu cieplnemu krzemu, jako podłoża wtórnego, jak też dzięki do-

datkowemu naniesieniu na warstwę półprzewodnikową tellurku rtęci, dzięki czemu wzrasta prędkość rekombinacji powierzchniowej na tylnej powierzchni detektora fotomagnetoelektrycznego.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób nanoszenia cienkich warstw półprzewodnikowych na pożądane podłoże, **znamienny tym**, że warstwę półprzewodnikową osadzoną w znany sposób na podłożu pierwotnym przykleja się na wolnej powierzchni do pożądanego podłoża wtórnego, po czym podłoże pierwotne usuwa się mechanicznie z warstwy półprzewodnika.