

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

51140

Patent dodatkowy
do patentu _____

Zgłoszono: 02.X.1964 (P 106 054)

Pierwszeństwo: _____

Opublikowano: 26.IV.1966

Kl. ~~48b, 13/00~~

48b 13/02

MKP C 23 c 13/02

UKD 621.793.1

BIBLIOTEKA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Współtwórcy wynalazku: dr Lidia Żdanowicz, dr Witold Żdanowicz
Właściciel patentu: Politechnika Wrocławska, Wrocław (Polska)

Sposób otrzymywania cienkowarstwowych hallotronów półprzewodnikowych

1

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania hallotronów cienkowarstwowych z arsenku kadmu — Cd_3As_2 — naparowanych termicznie w próżni.

Znane dotychczas cienkowarstwowe hallotроны otrzymywane są z arsenku indu — InAs , antymonku indu — InSb oraz, na skalę laboratoryjną, z selenku lub tellurku rtęci — HgSe i HgTe .

Technologia otrzymywania takich warstw jest na ogół procesem bardzo skomplikowanym i trudno odtwarzalnym w skali przemysłowej, wymaga bowiem stosowania przy procesie naparowywania w próżni tak zwanej metody trzech temperatur. Stosowanie tej skomplikowanej technologii jest spowodowane silnym rozkładaniem się (dysocjacja) tych związków przy ich odparowaniu.

Produkcją hallotronów naparowych z powyższych materiałów zajmują się firmy: Siemens w NRF oraz Ohio Semiconductors USA. Jak wynika jednak z danych katalogowych (na przykład Siemens Halbleiter — Datenbuch, 1963) stosowane są one przeważnie jako sondy sygnałowe ze względu na małą stabilność parametrów ($\sim 35\%$).

W Polsce hallotроны cienkowarstwowe w ogóle nie są produkowane w skali przemysłowej i tylko z tego względu nie są stosowane w elektronice, w maszynach liczących, magnetofonach, sondach sygnałowych, sondach polowych i innych.

Sposób otrzymywania naparowywanych hallotronów według wynalazku odznacza się prostą techno-

2

logią otrzymywania takich warstw nawet w próżni przemysłowej (10^{-4} — 10^{-5} tora) przy zastosowaniu metody dwóch temperatur (odpowiednio dobranej temperatury grzejnika odparowującego i odpowiedniej temperatury podłoża).

Technologia otrzymywania naparowanych hallotronów z Cd_3As_2 według wynalazku polega na termicznym odparowaniu w próżni rzędu 10^{-4} — 10^{-5} mm Hg kawałka Cd_3As_2 (200—600 mg) z tygła molibdenowego na podłożu z miki, szkła lub innego materiału izolacyjnego. Na otrzymaną warstwę półprzewodnika są następnie nanoszone, również przez naparowanie w próżni, elektrody srebrne lub złote.

Temperatura grzejnika odparowującego wynosi 500—600°C (materiał sublimuje) i jest tak dobie-rana, by przy kondensacji par materiału na podłożu zachowany został stechiometryczny skład związku. Optymalna szybkość parowania w tych warunkach jest taka, że szybkość powstawania warstwy wynosi 1000—4000 Å/min zależnie od temperatury grzejnika.

Optymalne charakterystyki elektryczne hallotronów zostały otrzymane przy naparowaniu warstwy na podłożu o temperaturze 120—200°C, najkorzystniej 150—180°C. Przeprowadzone badania rentgenowskie i metalograficzne wykazały, że struktura tak otrzymanych warstw jest krystaliczna, a otrzymane ostre linie na rentgenogramach są identyczne z liniami dla litego Cd_3As_2 (podczas gdy warstwy

naparowane na podłoża o niższej temperaturze mają strukturę amorficzną i wymiary ziaren kryształitów nierozróżnialne pod mikroskopem metalograficznym).

Grubość otrzymanych hallotronów cienkowarstwowych 0,7–2 μ jest regulowana czasem naparowywania (5–12 min przy zastosowaniu regulowanej magnetycznie z zewnątrz przesłonki strumienia par). Z tego samego kawałka materiału można przeprowadzić parę naparowań, a jednorazowo otrzymana ilość hallotronów, nawet kilkudziesięciu sztuk, ograniczona jest tylko powierzchnią użyteczną klosza próżniowego.

Równomierność warstw naparowywanych można osiągnąć przez zastosowanie urządzenia obrotowego, a ich wymiary — przez zastosowanie odpowiednich masek.

Otrzymane tym sposobem hallotроны cienkowarstwowe z arsenku kadmu odznaczają się: bardzo dobrą stabilnością i odtwarzalnością pomiarów elektrycznych, maksymalną ruchliwością elektronów $\mu_H = 3000$ cm²/V sek, co stanowi więcej niż $\sim 25\%$ ruchliwości litego materiału wyjściowego równej $\sim 10\,000$ cm²/V sek, niezależnością stałej Halla od pola magnetycznego, liniowością charakterystyk statycznych i dynamicznych do ~ 40 –100 mA (zależnie od grubości warstwy) w badanym przedziale pól magnetycznych do 10 kGs, małymi wartościami oporności hallotyonu ~ 10 –50 omów, znikomo małymi zmianami oporności hallotyonu w polu magnetycznym, co pozwala uniknąć tzw. błędu mnożenia.

Po odpowiednim zabezpieczeniu powierzchni warstwy półprzewodnika warstwą żywicy epoksydowej otrzymuje się bardzo dobrą stabilność parametrów elektrycznych w czasie (zmiany napięcia Halla obserwowane w ciągu 6 miesięcy nie przekraczały paru procent).

Czułość napięciowa tak otrzymanych hallotronów cienkowarstwowych z Cd₃As₂ waha się w granicach 0,2–3,1 V/AkGs zależnie od grubości warstwy i jest wyższa od czułości hallotronów otrzy-

many z litego InSb i InAs (np. sędę do pomiaru natężenia pola magnetycznego produkowane przez Przemysłowy Instytut Elektroniki w Warszawie i firmę Siemens). Pozostałe parametry elektryczne i temperaturowe według wynalazku są porównywalne co do wielkości z analogicznymi parametrami hallotronów produkowanych. Na przykład przy naparowywaniu Cd₃As₂ w standardowej aparaturze do naparowania przy ciśnieniu gazów resztkowych w układzie próżniowym $p = 10^{-4}$ mm Hg i temperaturze podłoża w czasie naparowania $t = 165^\circ\text{C}$ oraz szybkości parowania 2200 Å/min własności elektryczne dla jednej z otrzymanych warstw o grubości $d = 2\mu$ i wymiarach 1,02 cm $\times$ 0,49 cm są następujące: oporność warstwy w kierunku przepływu prądu $R_x = 20 \Omega$, oporność między elektrodami napięciowymi $R_y = 12 \Omega$, oporność właściwa warstwy $\rho = 1,88 \times 10^{-3} \Omega$ cm, koncentracja elektronów $n = 1,0 \cdot 10^{13}$ cm⁻³, ruchliwość elektronów w temperaturze pokojowej $\mu_H = 2400$ cm²/V sek, maksymalna wartość napięcia Halla przy $B = 7000$ Gs $U_{H\max} = 110$ mV, maksymalna wartość natężenia prądu sterującego próbkę $i_{x\max} = \text{mA}$, nominalna wartość natężenia prądu $i_{xn} \sim 50$ mA, czułość napięciowa $\gamma = 0,22$ V/AkGs, maksymalna moc wyjściowa przy $B = 10$ kGs $P_{y\max} \sim 0,5$ mW, średnie współczynniki temperaturowe w przedziale 0–60°C $\alpha = -0,2\%/^\circ\text{C}$, $\beta = -0,35\%/^\circ\text{C}$.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób otrzymywania cienkowarstwowych hallotronów półprzewodnikowych z arsenku kadmu naparowywanych w próżni na takie podłoża jak szkło, mika lub inne materiały izolacyjne **znamięny tym**, że warstwy półprzewodnikowe Cd₃As₂ nanosi się na podłoża ogrzane do temperatury 120–200°C, najkorzystniej 150–180°C, na drodze bezpośredniego odparowania czystego arsenku kadmu Cd₃As₂ w próżni rzędu 10^{-4} – 10^{-5} tora z optymalną szybkością naparowywania 1000–4000 Å/min.