

POLSKA
RZECZPOSPOLITA
LUDOWA



URZĄD
PATENTOWY
PRL

OPIS PATENTOWY

129 134

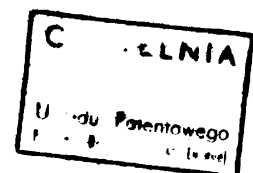
Patent dodatkowy
do patentu —

Zgłoszono: 81 06 10 (P. 231589)

Pierwszeństwo: —

Zgłoszenie ogłoszono: 82 12 20

Opis patentowy opublikowano: 1985 08 30



Int. Cl.³ C30B 25/18
C01B 33/02
H01L 21/365

Twórcy wynalazku: Władysław Kotrański, Tadeusz Budzyński

Uprawniony z patentu: Instytut Technologii Elektronowej, Warszawa (Polska)

Sposób osadzania krzemowych warstw epitaksjalnych

Przedmiotem wynalazku jest sposób osadzania krzemowych warstw epitaksjalnych o rezystywności $0,5 \div 5 \Omega \text{ cm}$ i grubości $3 \div 10 \mu\text{m}$, domieszkowanych borem na podłożu o rezystywności $0,003 \div 0,1 \Omega \text{ cm}$, domieszkowanym borem.

Dotychczas krzemowe warstwy epitaksjalne osadzone są metodą redukcji czterochlorku krzemu SiCl_4 w wodorze H_2 w temperaturze $1160 \div 1190^\circ\text{C}$ przy szybkości osadzania $0,8 \div 1,0 \mu\text{m/min.}$, lub metodą pirolizy silanu SiH_4 w wodorze H_2 w temperaturze $1050^\circ \div 1080^\circ\text{C}$, przy szybkości osadzania warstwy $0,2 \div 0,3 \mu\text{m/min.}$ Krzemowe warstwy epitaksjalne domieszkowane borem osadzone metodą redukcji czterochlorku krzemu SiCl_4 w wodorze H_2 na podłożu krzemowym o rezystywności $\leq 0,1 \Omega \text{ cm}$, domieszkowanym borem — charakteryzują się małym gradientem koncentracji domieszki w obszarze granicznym podłoże-warstwa epitaksjalna. Ten mały gradient koncentracji domieszki powoduje dużą różnicę między grubością metalurgiczną i złączową warstwy epitaksjalnej. Grubość metalurgiczna warstwy określona jest metodą błędów ułożenia podczas, gdy grubość złączowa metodą barwienia szlifów.

Przyczyną dużej różnicy między grubością metalurgiczną i złączową warstwy epitaksjalnej jest zjawisko autodomieszkowania i dyfuzja domieszki z podłoża spowodowana wysoką temperaturą procesu osadzania ($1160 \div 1190^\circ\text{C}$). Natomiast krzemowe warstwy epitaksjalne domieszkowane borem osadzone metodą pirolizy silanu SiH_4 w wodorze H_2 na podłożu krzemowym o rezystywności $\leq 0,1 \Omega \text{ cm}$, domieszkowanym borem mają duży gradient koncentracji domieszki w obszarze granicznym podłoże-warstwa epitaksjalna i wówczas grubość złączowa jest w przybliżeniu równa grubości metalurgicznej warstwy. Wadą tej metody jest zbyt mała szybkość osadzania, która w przypadku wytwarzania warstw epitaksjalnych o grubościach $> 3 \mu\text{m}$ (długi czas osadzania) powoduje duże zużycie silanu SiH_4 , oraz zmniejszenia wydajności reaktorów do epitaksji.

Celem wynalazku jest wyeliminowanie wad znanych sposobów i opracowanie sposobu osadzania warstw epitaksjalnych o dużym gradientie koncentracji domieszki w obszarze granicznym podłoże-warstwa epitaksjalna przez zmniejszenie autodomieszkowania i dyfuzji domieszki z podłoża, przy zachowaniu perfekcji krystalograficznej warstwy, wymaganej do produkcji elementów półprzewodnikowych w mikroelektronice.

Istotą wynalazku stanowi wytwarzanie warstwy epitaksjalnej w pierwszym etapie przez osadzanie metodą pirolizy silanu SiH_4 w wodorze H_2 , a następnie osadzanie to kontynuowane jest metodą redukcji czterochlorku krzemu SiCl_4 w wodorze H_2 . Krzemowa warstwa epitaksjalna domieszkowana borem osadzona jest w tempera-

turze $1100 \div 1130^\circ\text{C}$, o grubości $0,4 \div 0,6 \mu\text{m}$ metodą pirolizy silanu SiH_4 w wodorze H_2 z szybkością $0,8 \div 1,1 \mu\text{m}/\text{min.}$, a następnie osadzanie warstwy kontynuowane jest metodą redukcji czterochlorku krzemu SiCl_4 w wodorze H_2 z szybkością $0,5 \div 0,7 \mu\text{m}/\text{min.}$

Sposób według wynalazku zostanie objaśniony na przykładzie wykonania procesu osadzania warstwy epitaksjalnej.

Krzemowe płytki podłożowe o rezystywności $\leq 0,1 \Omega \text{ cm}$ domieszkowane borem, po umieszczeniu w komorze reakcyjnej, podgrzewane są do temperatury $1160 \div 1190^\circ\text{C}$ w atmosferze wodoru H_2 i następnie trawione są w mieszaninie wodoru H_2 — chlorowodoru HCl . Po wypłukaniu chlorowodoru HCl z komory reakcyjnej i obniżeniu temperatury wsadu do $1100 \div 1130^\circ\text{C}$, osadzana jest warstwa epitaksjalna o grubości $0,4 \div 0,6 \mu\text{m}$ z szybkością $0,8 \div 1,1 \mu\text{m}/\text{min.}$ przez wprowadzenie do komory reakcyjnej silanu SiH_4 i związku domieszkującego. Następnie osadzanie warstwy kontynuowane jest z użyciem czterochlorku krzemu SiCl_4 , przy zamkniętym dopływie silanu SiH_4 do komory reakcyjnej, z szybkością $0,5 \div 0,7 \mu\text{m}/\text{min.}$ przez czas potrzebny do otrzymania wymaganej grubości warstwy epitaksjalnej. Po zakończeniu procesu osadzania warstwy, wsad studzony jest w atmosferze wodoru H_2 i wyjmowany z komory reakcyjnej po wypłukaniu jej azotem N_2 .

Zaletą sposobu osadzania krzemowych warstw epitaksjalnych według wynalazku jest otrzymanie warstw o różnicy grubości metalurgicznej i łączowej $\leq 0,6 \mu\text{m}$, przy grubości metalurgicznej warstwy równej $10 \mu\text{m}$ i o dobrej perfekcji krystalograficznej (gęstość błędów ułożenia $\leq 10 \text{ cm}^{-2}$; gęstość defektów punktowych obserwowanych na mikroskopie w ciemnym polu $\leq 20 \text{ cm}^{-2}$).

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób osadzania krzemowych warstw epitaksjalnych o rezystywności $0,5 \div 5 \Omega \text{ cm}$ i grubości $3 \div 10 \mu\text{m}$, domieszkowanych borem na podłożu o rezystywności $0,003 \div 0,1 \Omega \text{ cm}$, domieszkowanym borem, z n a m i e n n y t y m, że w pierwszym etapie wytwarza się warstwę epitaksjalną przez osadzanie metodą pirolizy silanu SiH_4 w wodorze H_2 , a następnie osadzanie warstwy kontynuowane jest przez redukcję czterochlorku krzemu SiCl_4 w wodorze H_2 .

2. Sposób według zastrz. 1, z n a m i e n n y t y m, że w pierwszym etapie osadza się warstwę o grubości $0,4 \div 0,6 \mu\text{m}$ z szybkością $0,8 \div 1,1 \mu\text{m}/\text{min.}$ w temperaturze $1100 \div 1130^\circ\text{C}$, a następnie osadzanie warstwy kontynuowane jest z szybkością $0,5 \div 0,7 \mu\text{m}/\text{min.}$ w temperaturze $1100 \div 1130^\circ\text{C}$.