

Descriere:

Invenția se referă la tehnologia semiconductorilor și poate fi utilizată pentru obținerea straturilor epitaxiale $A^{III}B^V$ cu parametri electrofizici reproductibili prin procedeul de cloruri.

Se cunoaște procedeul de creștere a straturilor epitaxiale de fosfura de indiu, care presupune folosirea sistemului PCl_3 -In(InP)- H_2 [1].

Dezavantajul acestui procedeu constă în variația vitezei de creștere și a proprietăților electrofizice ale straturilor crescute de la proces la proces.

Cea mai apropiată soluție tehnică este procedeul de creștere a straturilor epitaxiale de fosfură de indiu în sistemul In- PCl_3 - H_2 cu folosirea operațiunii intermediare de decapare gazoasă a substraturilor [2].

Procedeul tehnologic de creștere a fosfuri de indiu constă în următoarele. Pregătirea accesoriilor (creuzetul cu indiu suprasaturat cu fosfor și suportul pentru substraturi), decaparea chimică a substraturilor, suflarea cu hidrogen a reactorului, termostatarea PCl_3 , încălzirea sursei și a substraturilor până la temperaturile de respectiv $750^\circ C$ și $650^\circ C$, decaparea gazoasă a substraturilor, creșterea straturilor.

În plus, procedeul dat de creștere a fosfuri de indiu are o reproductibilitate redusă a parametrilor electrofizici ai straturilor subțiri, datorită difuziei impurităților de dopaj din substraturi și de pe pereții reactorului în stratul activ.

Sarcina invenției constă în îmbunătățirea calității și în sporirea reproductibilității parametrilor electrofizici ai straturilor epitaxiale. Sarcina se realizează cu ajutorul procedurii propus de creștere a straturilor epitaxiale $A^{III}B^V$ în sistem de cloruri, care include: pregătirea accesoriilor, decaparea chimică a substraturilor, suflarea cu hidrogen a reactorului, termostatarea clorurii, încălzirea sursei și a substraturilor, decaparea gazoasă a substraturilor, creșterea straturilor subțiri. Se efectuează decaparea repetată a straturilor crescut cu creșterea lui ulterioară.

Rezultatul tehnic al invenției constă în decaparea gazoasă repetată a straturilor crescut cu creșterea lui ulterioară.

Cercetarea procedurii de creștere a straturilor epitaxiale InP în sistemul In- PCl_3 - H_2 a demonstrat că la creșterea straturilor subțiri au loc variații considerabile ale vitezei de creștere și ale caracteristicilor electrice de la un proces la altul. S-a stabilit că aceste fenomene sunt cauzate de faptul, că are loc disocierea neprevăzută a PCl_3 și de prezența impurităților de oxiclururi în PCl_3 , ceea ce conduce la apariția în sistem a vaporilor de apă. Prezența în sistem a vaporilor de apă conduce la creșterea straturilor epitaxiale compensate cu mobilitatea redusă a purtătorilor de sarcină. În plus, compensarea are loc și în urma difuziei impurităților de dopaj din substrat în stratul activ. Prezența vaporilor de apă și a oxiclururilor în PCl_3 este lichidată printr-un proces de barbotare de lungă durată (~3...4 ore) a hidrogenului prin vasele cu PCl_3 . Variația vitezei de creștere a straturilor este înlăturată prin decaparea preliminară a substraturilor înainte de creștere.

Micșorarea cantității de impurități cauzate de difuzia din substraturi, impurități, care conduc la compensarea straturilor, poate fi realizată prin decaparea repetată a straturilor crescut inițial cu creșterea lui ulterioară.

Folosirea în procedeul propus a schemei "decapare gazoasă-creștere-decapare gazoasă-creștere" în locul celei tradiționale "decapare gazoasă-creștere" conduce la obținerea straturilor cu parametri reproductibili de la un proces la altul.

Exemplu. Pentru creșterea straturilor pInP pe substraturi p⁺InP se folosește un reactor de cuarț cu încălzire rezistivă, în care se instalează un creuzet cu indiu. Înainte de creșterea straturilor pInP reactorul e suflat cu hidrogen cu un flux total $v=1000 \text{ cm}^3/\text{min}$. timp de o oră, se stabilesc temperaturile în zona sursei și zona creșterii respectiv $750^\circ C$ și $650^\circ C$, se stabilește fluxul de hidrogen în canalele de creștere, decapare și dopaj respectiv 150, 220 și $60 \text{ cm}^3/\text{min}$. și se efectuează decaparea gazoasă timp de 3...4 min. Se întrerupe accesul PCl_3 prin canalul de decapare, se micșorează fluxul de hidrogen prin acest canal până la $50 \text{ cm}^3/\text{min}$. și se efectuează procesul de creștere a straturilor pInP. Se stabilește fluxul inițial pentru decapare, se elimină stratul crescut, se întrerupe accesul PCl_3 prin canalul de decapare, se micșorează fluxul de hidrogen până la condițiile de creștere, se efectuează procesul de depunere a straturilor epitaxiale de grosimea necesară și se stopează procesul.

Depunerea electrozilor-colectorilor de curent pentru măsurarea parametrilor electrofizici (concentrația, mobilitatea sau conductibilitatea electrică) se efectuează prin evaporare în vid a aliajului In+5% Zn, depunere pe stratul pInP și tratare termică ulterioară.

S-a stabilit, că la creșterea straturilor epitaxiale din fază gazoasă pe substraturi dopate cu concentrația purtătorilor de sarcină $10^{18}...10^{19} \text{ cm}^{-3}$ impuritățile de dopaj (Zn, Cd, Te, Se și altele) difuzează în stratul crescut în timpul procesului de creștere, fapt ce conduce la sporirea compensării cu 30...40% sau la creșterea concentrației purtătorilor de sarcină. La efectuarea decapării gazoase repetate acest strat se elimină și creșterea repetată a straturilor InP are loc cu nivelul dat de dopare. S-a stabilit, de asemenea, că decaparea gazoasă repetată și creșterea ulterioară a straturilor activ cu grosimea de 1...4 μm conduce la micșorarea dispersiunii de valori ale grosimii și parametrilor electrofizici în limita de 10% de la proces la proces în urma eliminării impurităților de oxiclururi ce se conțin pe pereții reactorului și în sistemul de gaze.

Astfel, procedeul de creștere și decapare repetată cu creșterea ulterioară face posibilă ameliorarea calității și sporirea reproductibilității parametrilor electrofizici ai straturilor epitaxiale în sistem de cloruri.

Estimarea reproductibilității, efectuată prin măsurarea concentrației și mobilității purtătorilor de sarcină în straturi, a demonstrat, că reproductivitatea parametrilor electrofizici ai straturilor crescute după procedeul prototip constituie ~ 65%, iar după procedeul propus ~90%.

Procedeul propus de creștere a straturilor epitaxiale $A^{III}B^V$ pentru tranzistori și celule solare este accesibil, ușor dirijabil și poate fi reprodus la utilajul modern în condiții industriale.