

**Descriere:**

Invenția se referă la tehnologia semiconductorilor și poate fi utilizată la obținerea straturilor epitaxiale de fosfură de indiu cu parametrii electrofizici dirijabili.

Este cunoscut procedeul de preparare a straturilor de fosfură de indiu în sistemul In-PCl<sub>3</sub>-H<sub>2</sub> [1].

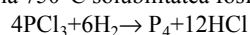
Neajunsurile acestui procedeu sunt pierderile considerabile de material al sursei în procesul saturației ei cu fosfor și imposibilitatea dirijării parametrilor de echilibru ai sistemului gaz-lichid-solid, parametri, ce determină stoechiometria în faza gazoasă.

Cea mai apropiată soluție tehnică de cea solicitată - analogul cel mai apropiat - este procedeul de preparare a straturilor epitaxiale de fosfură de indiu în sistem de cloruri cu utilizarea sursei solide [2].

Procesul tehnologic de preparare a straturilor de fosfură de indiu constă în următoarele. Pregătirea utilajului (luntrița cu fosfură de indiu solidă și suportul pentru substraturi), decaparea chimică a substraturilor, purjarea reactorului cu hidrogen, termostatarea triclururii, încălzirea sursei și a substraturilor până la temperaturile respective de 750°C și 650°C, decaparea gazoasă a substraturilor, creșterea straturilor epitaxiale.

Cu toate acestea, în cadrul procedurii cunoscut de obținere a straturilor epitaxiale de fosfură de indiu, raportul P:In este invariabil, fapt ce nu permite schimbarea lentă a stoechiometriei în faza gazoasă.

Cercetarea procesului de saturație a indiumului cu fosfor la creșterea straturilor epitaxiale InP în sistemul In-PCl<sub>3</sub>-H<sub>2</sub> a demonstrat, că la 750°C solubilitatea fosfurii de indiu în indiu este circa 7% și, conform reacției de disociere a triclururii de fosfor:



la fiecare mol de InP se formează trei moli de InCl. În rezultat, circa 20% de indiu se transportă în formă de clorură de indiu în zona rece a reactorului, unde se condensează.

Fosforul de indiu, formată pe suprafața sursei, la încălzire parțial se dizolvă în indiu, parțial disociază. Fosforul provenit în urma disocierii este antrenat de gazul transportor în zona rece a reactorului și, în așa mod, în momentul stabilirii temperaturilor de creștere, sursa rămâne nesaturată. Acest proces are o influență considerabilă asupra procesului de creștere, deoarece este legat de variația necontrolabilă a compoziției fazei gazoase în zona substraturilor. De aceea, efectuarea creșterii straturilor până la stabilirea stării staționare a sursei ar avea loc în condițiile de instabilitate a raportului P:In în faza gazoasă. Din această cauză, până a demara procesul de creștere a straturilor, este necesară efectuarea resaturării sursei de indiu cu fosfor, proces, care durează circa 15 minute.

În cazurile când pe parcursul procesului apare necesitatea întreruperii accesului triclururii de fosfor în timpul creșterii și apoi reluarea lui, reîncepe și procesul de saturare a sursei, care cauzează o schimbare rapidă a compoziției fazei gazoase, și, respectiv, creșterea ratei de introducere a impurităților de fond.

Straturile obținute în condițiile instabilității stoechiometriei fazei gazoase se caracterizează prin mobilitate redusă a purtătorilor de sarcină (~1000 cm<sup>2</sup>V<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>), fapt ce denotă compensarea lor.

În sistemul In-PCl<sub>3</sub>-H<sub>2</sub> valoarea maximă a raportului P:In constituie 0,33. Ea poate fi mai mică, dacă o parte din fosfor se dizolvă în sursa de indiu, iar acest fenomen poate avea loc, în anumite condiții, chiar și după saturarea sursei.

Rata introducerii impurităților de fond depinde de raportul P:In în faza gazoasă. Când valoarea acestuia se apropie de 0,33, are loc inversarea conductibilității straturilor epitaxiale din tip **n** în tip **p**.

Sistemul InP-PCl<sub>3</sub>-H<sub>2</sub>, în care se utilizează sursa solidă de InP cu parametrii electrofizici cunoscuți, are avantaje față de procedeul, în care se utilizează sursa de indiu lichid, iar raportul P:In în faza gazoasă este constant. Cu toate acestea, neajunsul acestui procedeu constă în faptul că nu permite variația lentă a stoechiometriei în faza gazoasă.

Excluderea pierderilor și dirijarea compoziției fazei gazoase, care asigură obținerea straturilor epitaxiale cu parametrii electrofizici reproductibili, pot fi realizate prin intermediul procedurii solicitat, folosind concomitent două surse - indiu lichid și fosfură de indiu solidă.

Rezultatul tehnic al invenției constă în reducerea considerabilă a pierderilor de indiu în procesul de saturație a lui cu fosfor și ameliorarea reproductibilității parametrilor electrofizici ai straturilor epitaxiale, datorită dozării dirijate a elementelor în fază gazoasă.

*Exemplu.* Pentru obținerea straturilor pure InP se utilizează un reactor de cuarț cu încălzire electrică în care, în canale diferite în zona surselor, se amplasează luntrițele cu indiu și fosfură de indiu, iar în zona de creștere - substraturile. Până a demara procesul de creștere se efectuează purjarea reactorului cu hidrogen cu un flux total de 1000 cm<sup>3</sup>/min timp de o oră. Se stabilesc în zonele sursei și a substraturilor temperaturile respective de 750°C și 650°C. Se stabilesc: prin canalul cu indiu un flux de HCl de 150...220 cm<sup>3</sup>/min; prin canalul cu InP - fluxuri de hidrogen respectiv 50 cm<sup>3</sup>/min pentru PCl<sub>3</sub> și 150 cm<sup>3</sup>/min pentru diluare; prin canalul de decapare - fluxuri de hidrogen respectiv 20...30 cm<sup>3</sup>/min pentru diluare.

Se efectuează timp de 3...4 minute decaparea gazoasă a substraturilor, se întrerupe accesul PCl<sub>3</sub> prin canalul de decapare, se reduce fluxul de hidrogen în acest canal până la 50 cm<sup>3</sup>/min, se efectuează creșterea straturilor epitaxiale de grosimea necesară și se stopează procesul.

A fost determinat experimental, că prin intermediul procedurii solicitat, utilizând indiu cu puritatea 99,9999 și sursa solidă de InP cu concentrația purtătorilor de sarcină ~5·10<sup>14</sup> cm<sup>-3</sup>, pot fi obținute straturi InP cu concentrația și mobilitatea la 300 K respectiv (4...8) ·10<sup>14</sup> cm<sup>-3</sup> și 3400...4500 cm<sup>2</sup>V<sup>-1</sup>s<sup>-1</sup>.

Procesul de creștere cu utilizarea a două surse - indiu lichid și fosfură de indiu solidă permite reducerea cu 20% a consumului de indiu, iar posibilitatea dirijării compoziției fazei gazoase permite obținerea straturilor epitaxiale InP cu parametri electrofizici reproductibili.

Evaluarea reproductibilității, efectuată prin măsurarea concentrației și mobilității purtătorilor de sarcină în straturi, a demonstrat că prin procedeul propus, stabilind compoziția necesară a fazei gazoase, compensarea straturilor poate fi redusă cu 30...40%.

Procedeul solicitat de obținere a straturilor epitaxiale de fosfură de indiu pentru tranzistoare, diode Shottky, celule solare cu utilizarea concomitentă a două surse - indiu lichid și fosfură de indiu solidă, este accesibil, ușor dirijabil și poate fi reprodus la utilajul modern în condiții industriale.