

Invenția se referă la tehnologia de producere a semiconductorilor, în special la procedeele de obținere a nanostructurilor semiconductoare.

În decursul ultimilor ani s-a demonstrat că proprietățile materialelor pot fi schimbate prin nanostructurare, adică prin dirijarea morfologiei structurilor macroscopice la scară nanometrică. Electrochimia s-a dovedit a fi una dintre cele mai accesibile și ieftine tehnologii pentru dirijarea arhitecturii materialelor semiconductoare la scară submicrometrică. De obicei, pentru obținerea nanostructurilor semiconductoare prin decaparea electrochimică a suprafețelor semiconductoare se folosesc soluții apoase de acizi, așa ca HCl [1,2], H₂SO₄ [3] sau amestec de acizi [4]. Dezavantajul acestor tehnologii este agresivitatea soluțiilor acide, care necesită măsuri speciale de protecție a personalului și a mediului înconjurător.

Este cunoscută decaparea chimică a elementelor semiconductoare într-o soluție de NaCl cu aplicarea tensiunii electrice între doi electrozi introduși în soluție pentru transformarea soluției de NaCl în NaOCl [5]. Însă tratamentul chimic fără includerea probei în circuitul electric nu poate conduce la nanostructurarea probei, ci doar la decaparea și lustruirea suprafeței.

În calitate de cea mai apropiată soluție a invenției [6] servește procedeul de obținere a structurilor semiconductoare poroase, care constă în scufundarea unui suport de siliciu acoperit cu un strat mască cu o porțiune deschisă într-o soluție de HF și anodizarea porțiunii deschise a suportului de siliciu. Neajunsul acestui procedeu este agresivitatea chimică a soluțiilor de HF.

Problema pe care o rezolvă invenția propusă constă în obținerea suprafețelor nanostructurate ale materialelor semiconductoare prin procedee tehnologice cu un factor de risc scăzut față de sănătatea personalului și poluarea mediului ambiant.

Procedeul de obținere a zonelor nanostructurale semiconductoare include depunerea pe una din fețele unui cristal semiconductor a unei măști cu o porțiune deschisă, corodarea electrochimică la anodizare într-o soluție apoasă de NaCl și înlăturarea măștii.

Noutatea invenției constă în folosirea în calitate de soluție electrochimică a unei soluții de NaCl în apă.

Rezultatul invenției constă în obținerea zonelor nanostructurale semiconductoare cu morfologia dirijată de concentrația soluției de NaCl și de parametrii electrice aplicați, utilizând soluția de NaCl care nu prezintă pericol pentru sănătatea personalului sau pentru mediul ambiant.

Invenția se explică prin fig. 1- 4, care reprezintă:

- fig. 1, imaginea luată la microscopul electronic de scanare în secțiunea unei probe de GaAs decapate electrochimic într-o soluție de NaCl în apă cu aplicarea consecutivă a trei densități ale curentului. Insertul este imaginea frontală a probei;

- fig. 2, imaginea luată la microscopul electronic de scanare în secțiunea unei probe de CdSe decapate electrochimic într-o soluție de NaCl în apă. Insertul este imaginea frontală a probei;

- fig. 3, imaginea luată la microscopul electronic de scanare a unei probe de InP decapate electrochimic într-o soluție de NaCl în apă;

- fig. 4, imaginea frontală a unei probe de InAs decapate electrochimic într-o soluție de NaCl în apă.

Exemple de realizare a invenției

Exemplul 1

Pe suprafața unei plachete n-GaAs cu orientarea (111) cu grosimea de 500 μm dopate cu Si cu concentrația electronilor de $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ se depune o mască din lac chimic rezistent cu o porțiune deschisă cu suprafața de 5x5 mm². Proba este supusă tratamentului electrochimic într-o soluție de 3,5 M NaCl în apă la temperatura de 23 °C într-o celulă electrochimică dublă. Electrolitul este pompat continuu prin celula electrochimică dublă. Tratamentul electrochimic este efectuat în trei secvențe consecutive cu durata de 5 min fiecare cu densitatea curentului de 75, 50 și 25 mA/cm², respectiv. După tratamentul electrochimic se înlătură masca din lac chimic rezistent. Din imaginea în secțiunea probei luată la microscopul electronic de scanare prezentată în fig. 1 se vede formarea a trei straturi poroase cu grosimea de aproximativ 40 μm fiecare, cu diferite grade de porozitate determinate de densitatea curentului în procesul decapării electrochimice. Imaginea frontală a probei prezentată în fig. 1 demonstrează formarea porilor de formă triunghiulară.

Exemplul 2

Pe suprafața unei plachete n-CdSe cu grosimea de 500 μm cu structura wurtzit și concentrația electronilor de $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ se depune o mască din lac chimic rezistent cu o porțiune deschisă cu suprafața de 5x5 mm². Proba este supusă tratamentului electrochimic într-o soluție de 3,5 M NaCl în apă la temperatura de 23 °C într-o celulă electrochimică dublă. Electrolitul este pompat continuu prin celula electrochimică dublă. Tratamentul electrochimic este efectuat în regim potențiosstatic în decurs de 15 min cu aplicarea tensiunii de 18 V. După tratamentul electrochimic se înlătură masca din lac chimic rezistent. Din imaginea în secțiunea probei luată la microscopul electronic de scanare prezentată în fig. 2 se vede formarea unei structuri poroase omogene. Imaginea frontală a probei prezentată în fig. 2 demonstrează formarea porilor de formă aproximativ circulară.

Exemplul 3

Pe suprafața unei plachete n-InP cu orientarea (100) cu grosimea de 500 μm dopate cu Si cu concentrația electronilor de $1,3 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ se depune o mască din lac chimic rezistent cu o porțiune deschisă cu suprafața de 5x5 mm². Proba este supusă tratamentului electrochimic într-o soluție de 3,5 M NaCl în apă la temperatura de 23 °C într-o celulă electrochimică dublă. Electrolitul este pompat continuu prin celula electrochimică dublă. Tratamentul electrochimic este efectuat în regim potențiosstatic în decurs de 20 s cu aplicarea tensiunii de 5 V. După tratamentul

electrochimic se înlătură masca din lac chimic rezistent. Din imaginea probei luată la microscopul electronic de scanare prezentată în fig. 3 se vede formarea unei structuri poroase omogene cu pori de formă circulară orientați perpendicular suprafeței probei.

Exemplul 4

Pe suprafața unei plachete n-InAs cu orientarea (100) cu grosimea de 500 μm cu concentrația electronilor de $3 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ se depune o mască din lac chimic rezistent cu o porțiune deschisă cu suprafața de $5 \times 5 \text{ mm}^2$. Proba este supusă tratamentului electrochimic într-o soluție de 3,5 M NaCl în apă la temperatura de 23 °C. Tratamentul electrochimic este efectuat cu aplicarea impulsurilor de tensiune cu durata impulsului de 10 μs , frecvența de 10 Hz și amplitudinea de 15 V. După tratamentul electrochimic se înlătură masca din lac chimic rezistent. Din imaginea probei luată la microscopul electronic de scanare prezentată în fig. 4 se vede formarea unei structuri poroase omogene cu pori de formă triunghiulară.