

УДК 534.222

Андрій Ніконов, Оксана Небеснюк

Запорізька державна інженерна академія, Україна

ФІЗИКО – ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ ВЛАСТИВОСТЯМИ НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ

Andriy Nikonov, Oksana Nebesnyuk

PHYSICAL AND TECHNOLOGICAL PRINCIPLES OF SEMICONDUCTOR MATERIALS MANAGEMENT

Управління властивостями напівпровідникових матеріалів є одним із перспективних шляхів удосконалення функціональних та експлуатаційних характеристик приладів та інтегральних схем. Особливу роль відіграє рівень чистоти напівпровідникових матеріалів, який визначається сумарним складом основних домішкових елементів. На сьогодні у кращих зразках кремнію він коливається в межах 10^{11} - 10^{12} ат./см³.

Для підвищення якості напівпровідникових структур авторами запропоновано імпульсне легування приповерхневих шарів кремнію як альтернатива довготерміновим високотемпературним обробкам кристалів. Було взято дві пластини кремнію n-типу (зразок №2 і №3) товщиною 300 мкм ($\rho = 0,01$ Ом-см) з епітаксійними плівками (2.5 KEF 0.1), леговані бором із дифузанту КБ МК – 45 -15 Т в установці імпульсного відпалу. Температура зразка №2 вибрана 1200 °С, для зразка №3 – 1295 °С. Ще три пластини (№4, №5, №6) легувалися із газового джерела BF_3 в установці «Імпульс 3» протягом 3, 4 та 6 секунд кожна пластина відповідно.

У процесі досліджень встановлено, що на поверхні зразків, легованих бором із дифузанту КБ МК, комірчана структура, до того ж, оброблені при $T = 1295$ °С, мають розмір комірок дещо більший, ніж на зразку при $T = 1200$ °С. За мірою травлення поверхневого шару на зразку №2 вже на глибині $\sim 0,07$ мкм зникає комірчана структура, а на зразку №3 зменшується у розмірах, хоч спостерігається по всій глибині травленого шару (0,5 мкм).

Однак автори помітили, що при збільшенні глибини стравленого шару ($\sim 0,21$ мкм), розміри мікрodefektів починають зростати і деякі окремі дефекти починають зливатися один з одним, створюючи крупні порушення структури матеріалу. На глибині $\sim 0,3$ мкм на зразку №2 чітко визначилися лінії скопичення, які дають можливість припустити, що імпульсна термообробка приводить до виникнення великих пружних напруг у відпаленому матеріалі. Вочевидь скопичення мікрodefektів на зразку №3 відбувається за лініями ковзання. Такі ж дефекти з'являються на усій глибині стравленого шару й у зразках 4, 5 та 6, легованих із BF_3 , які можна ідентифікувати як преципітати легуючої домішки.

Таким чином визначено основні принципи керування властивостями напівпровідникових матеріалів, які впливають на якість приладових структур:

- оптимізація температури дифузії, оскільки її підвищення у зразках, легованих із КБ МК, приводить до росту концентрації мікрodefektів внаслідок впровадження атомів домішки в міжвузлі, що викликає збільшення міжплощинної відстані та появи в структурі розтяжних мікронапруг;

- регулювання часу легування із BF_3 , оскільки його збільшення від 4 до 6 секунд приводить до різкого зниження концентрації дефектів у зразках і, відповідно, що за цей час встигає відбутися частковий відпал структурних порушень та електрична активація домішки, тобто атоми бору переходять у вузлове положення.