

ТОЕ КР

1. Опишіть технологічний маршрут формування напівпровідникових біполярних структур на прикладі планарно- епітаксiального біполярного транзистора з ізоляцією зворотно зміщеним р- п переходом.
2. Які технологічні операції (назвати не менш трьох) при виготовленні ІМС проводяться при температурі понад 1000 °С?
3. Які основні домішки використовують для створення шарів з акцепторною провідністю в ІМС?
4. Який процес являється контрольною стадією при поліруючому хімічному травленні.
5. Сформулювати умови одержання легованих шарів методом високотемпературної дифузії.
6. Які механізми дифузії найбільш вигідні в кремнії для домішок третьої та п'ятої груп.
7. За допомогою яких параметрів можна керувати технологічним процесом іонної імплантації.
8. Наведіть графік розподілу концентрації домішок в напівпровіднику при двостадійній високотемпературній дифузії на етапі загонки .
9. Які матеріали використовують в якості активного газу в технологічному процесі плазмохімічного травлення.
Вибрати: H_2 , CF_4 , CO_2 , N_2 , O_2 , Ar , He , H_2S , HBr
10. Від яких параметрів залежить швидкість процесу при хімічному поліруючому травленні.
Вибрати: D – коефіцієнт дифузії реагенту; $N_{об}$ – концентрація

реагенту в об'ємі; $N_{\text{пов}}$ – концентрація реагенту на поверхні; δ – товщина приповерхневого шару травника, в якому існує градієнт концентрації; N_A – концентрації реагуючих речовин; ΔE_a – енергія активації хімічної решітки; T – температура.

11. Який метод легування дозволяє формувати тонкі леговані шари з концентрацією домішок вище їх граничної розчинності в напівпровідниковому матеріалі.

ВІДПОВІДІ

1. Очистка пластини (вихідна пластина р-типу)

Термічне окислення (пропускається кисень над поверхнею пластини при температурі 1000-1200 градусів)

Перша фотолітографія(створення вікон в оксиді для формування області прихованого шару n^+ колектора)

Перша дифузія(створення прихованого n^+ шару)

Затравлювання оксиду на всій поверхні

Осадження епітаксialного шару кремнію n-типу.

Термічне вирощування шару оксиду

Друга фотолітографія(створення вікон в оксиді «під роздільну дифузію»)

Друга дифузія

Третя фотолітографія(створення вікон в оксиді під базову дифузію)

Третя дифузія(створення базових р-шарів)

Четверта фотолітографія (створення вікон під емітерну дифузію та омічні контакти колекторів)

Дифузія-створення n^+

2.

3. Використовують елементи 3 групи такі як В, Іп, Ga, тобто такі що мають 3 валентних електрони.

4. Хімічна реакція. Зокрема травники для яких визначальною стадією є хімічна реакція називаються селективними

5. НЕОБХІДНА УМОВА: висока густина вакансій у напівпровіднику.

ДОСТАТНЯ УМОВА: перебування атому домішки у **вузлі** кристалічної ґратки.

Процес дифузійного переносу речовини в напівпровідниках визначається двома законами (рівняннями) Фіка. Перший закон Фіка встановлює, як змінюється потік атомів домішки з області з підвищеною концентрацією в області зі зниженою концентрацією

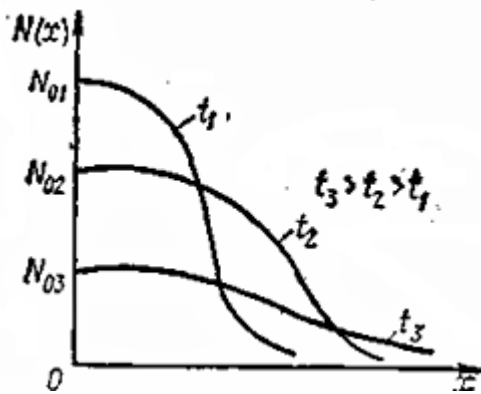
$$I = - D \Delta N / \Delta x ,$$

Другий закон Фіка визначає концентрацію введеної в напівпровідник домішки в будь-який момент часу й на будь-якій відстані від його поверхні при заданій температурі дифузії

$$\frac{\partial N}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial x} \left(D \frac{\partial N}{\partial x} \right) = D \frac{\partial^2 N}{\partial x^2}$$

6. Дифузія зміщення, дифузія реагенту до поверхні

7. Пробіг R-повний пробіг іонів, а- радіус екранування заряду ядра атомними електронами, коефіцієнт передачі енергії одного іона іншому внаслідок лобового зіткнення γ , коефіцієнт, що враховує гальмування, обумовлене електронною взаємодією.



8.

В приповерхньому шарі напівпровідника створюють надлишкову концентрацію домішки ("загонку"), що надалі дифундує на більшу глибину ("розгін").

9. CF_4 , але якщо додати кисень – травлення піде швидше.

10. Швидкість процесу при хімічному поліруючому травленні залежить від:

- ❖ Температури
- ❖ Концентрації реагуючих речовин
- ❖ Енергії активації хімічної ґратки

11. Метод іонної імплантації.