

РОЗРАХУНОК ПАРАМЕТРІВ ЛЕГОВАНИХ ОБЛАСТЕЙ ТА РЕЖИМІВ ТЕРМІЧНОЇ ДИФУЗІЇ У НАПІВПРОВІДНИКОВИХ СТРУКТУРАХ

доц. Опанасюк Н.М., студ. Курбатов Д.І.

Дифузія — процес проникнення дрібних (атомів, іонів, молекул) однієї речовини в іншу. У монокристалічних речовинах він в основному пов'язаний з існуванням теплових точкових дефектів у кристалі.

Фізичний механізм дифузії полягає у наступному: кристалічна решітка напівпровідника постійно знаходиться в стані теплообміну з навколишніми тілами. Теплова енергія викликає коливання атомів у вузлах решітки. Деяке число атомів може придбати енергію, що виявиться більше енергії міжатомного зв'язку. У результаті у решітці утворюються вільні від атомів вузли — вакансії. Домішкові атоми, що потрапили в кристалічну решітку надалі можуть переміщатися по вакансіях усередину. Такий процес називається дифузією заміщення (Si, Ge).

Деякі домішки здатні проникати в кристал по міжвузлях. Цей процес називають дифузією впровадження (AsGa). Розходження в механізмі дифузії пояснюється взаємозв'язком між щільністю упакування атомів у кристалі, їхніми розмірами і розмірами домішкових атомів.

Кількість домішкових атомів що попадають у решітку буде тим більше, чим більше в ній вакансій. Тому, щоб дифузія йшла з достатньою швидкістю, кристали повинні знаходитися в нагрітому стані при температурі, часто близькій до температури плавлення (1273 – 1573K).

При проведенні розрахунків дифузійних структур вирішують два основних типи задач: визначення профілю розподілу концентрації домішки на підставі заданого технологічного режиму (пряма задача) і визначення режиму процесу дифузії на підставі параметрів кінцевого

розподілу домішки в структурі (зворотня задача).

Розв'язок прямої задачі впливає з вирішення другого закону Фіка при деяких граничних умовах, звідси можна одержати розподіл концентрації при необмеженому джерелі домішки (етап загонки домішки):

$$C(x,t) = C_{01} \operatorname{erfc}(x/2\sqrt{Dt}), \quad (1)$$

де C_{01} — поверхнева концентрація;

x — глибина дифузії;

t — час дифузії;

D — коефіцієнт (швидкість) дифузії;

$\operatorname{erfc}(z)$ - додаткова функція помилок, близька до експонентної функції e^{-z^2} .

При обмеженому джерелі (етап розгонки домішки):

$$C(x,t) = \frac{N}{\sqrt{\pi} \sqrt{Dt}} e^{-x^2/(4Dt)}, \quad (2)$$

де N - кількість атомів домішки на одиницю площі.

Щодо зворотних задач, то їх розв'язок приводить до визначення добутку Dt . Потім найчастіше задаються часом t і за знайденим значенням коефіцієнта дифузії D визначають температуру T , або навпаки. Іноді у виборі режимів дифузії варто враховувати не тільки температурну залежність коефіцієнта дифузії $D(t)$, але і граничну розчинність домішки $C_v(t)$, а також питомий опір вихідної напівпровідникової пластини ρ .

Тому з точки зору технології виготовлення напівпровідникових структур підбір режимів термічної дифузії (температури, часу, типу домішки і т.д.) дуже впливає на електрофізичні параметри отриманих у результаті напівпровідникових структур, а отже і на їх якість.