

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ДИСОЦІАЦІЇ ТА ПЕРЕНЕСЕННЯ ПРИ ОДЕРЖАННІ ПЛІВОК CdTe, ZnTe В КВАЗІЗАМКНЕНОМУ ОБ'ЄМІ

студ. Городнича О.О., асп. Косяк В.В., доц. Опанасюк Н.М.

Головною метою, більшості наукових досліджень напівпровідникових плівок можна вважати розробку технології одержання конденсатів з визначеними електрофізичними параметрами.

Одним із методів вирощування плівок CdTe, ZnTe з контрольованими структурними і електрофізичними властивостями є метод конденсації у квазізамкненому об'ємі (КЗО).

При випаровуванні у КЗО кількісні співвідношення компонентів у газовій фазі над підкладкою впливають на кристалічну структуру, природу і концентрацію власних точкових дефектів і, як наслідок, на електричні властивості плівок. Тому необхідно розробити модель процесів випаровування матеріалу, його перенесення від випаровувача до підкладки при осадженні плівок в КЗО. Така модель повинна чітко встановити залежність тиску суміші газів вздовж робочого об'єму, а також зміну фактору стехіометричності газової суміші при різних режимах випаровування.

Процес отримання плівок у КЗО умовно можна поділити на три етапи: випаровування матеріалу з нагрівача, перенесення компонентів сполуки у газовій фазі, конденсація пари на підкладку.

Для випаровування халькогенідів в КЗО характерним є перехідний режим течії в'язких газів, коли процеси дифузії та конвекції існують одночасно. У цьому випадку для моделювання процесів перенесення газу слід користатися першим законом Фіка для розрахунку дифузійної складової

і законом Хагена – Пуазейля для розрахунку конвективної складової потоку газової суміші.

В результаті отримуємо наступну систему диференціальних рівнянь для потоків компонентів сполуки:

$$\frac{D}{kT_e} \frac{dP_A}{dx} + \frac{r^2}{8\eta} \frac{P_A}{kT_e} \left(-\frac{dP_{tot}}{dx} \right) = J_{As}, \quad (1)$$

$$\frac{D}{kT_e} \frac{dP_B}{dx} + \frac{r^2}{8\eta} \frac{P_B}{kT_e} \left(-\frac{dP_{tot}}{dx} \right) = J_{Bs} \quad (2)$$

де P_A , P_B - відповідні тиски компонентів сполуки; $P_{tot}=P_A+P_B$ - загальний тиск суміші; J_{As} , J_B - потоки компонентів біля підкладки; D , η - коефіцієнти дифузії і в'язкості відповідно; T_e - температура випаровувача; k - стала Больцмана.

Результати розрахунків тисків газової суміші та парціальних тисків компонентів від координати вздовж КЗО для випаровування CdTe та ZnTe представлені на рис.1 та рис.2.

Розроблена модель газоперенесення при випаровуванні CdTe і ZnTe дозволяє досліджувати зміну тиску газової суміші, а також парціальних тисків компонентів сполуки вздовж робочого об'єму КЗО. Розрахунки фактору стехіометричності вказують на порушення стехіометрії сполуки в газовій фазі внаслідок впливу дифузійних і конвективних процесів на перенесення газів в проміжку між випаровувачем та підкладкою.

Використання розробленої моделі газоперенесення при одержанні напівпровідникових плівок бінарних сполук в КЗО дозволить обирати оптимальні параметри нанесення шарів. Це в свою чергу дасть можливість отримувати плівки з програмованими властивостями.

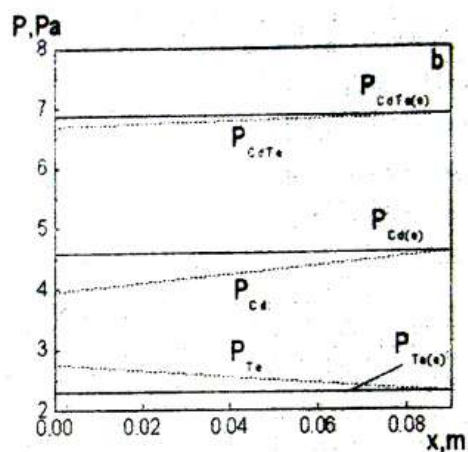
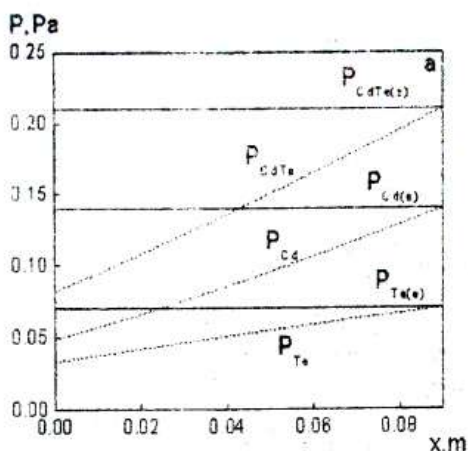


Рисунок 1 - Залежність тиску суміші газів та парціальних тисків компонентів CdTe вздовж робочого об'єму: випаровування стехіометричного CdTe $T_e = 600^\circ\text{C}$ (a); випаровування стехіометричного CdTe $T_e = 800^\circ\text{C}$ (b)

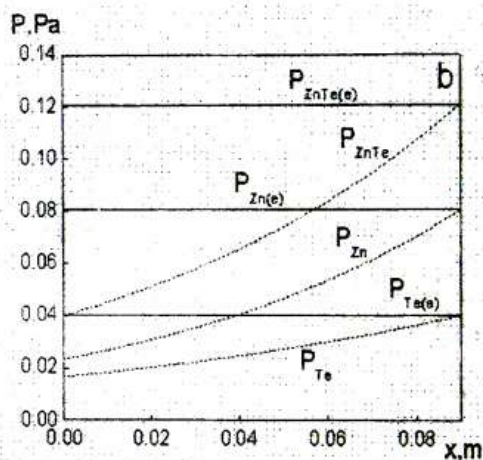
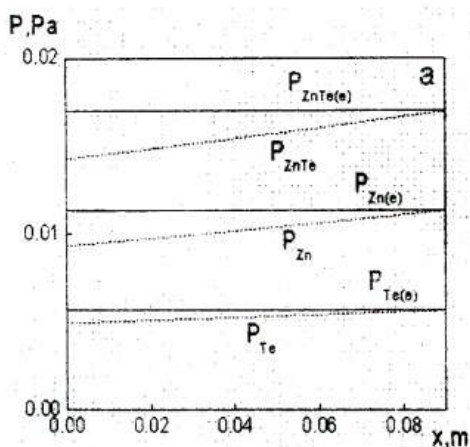


Рисунок 2 - Залежність тиску суміші газів та парціальних тисків компонентів сполуки ZnTe від довжини робочого об'єму: випаровування стехіометричного ZnTe $T_e = 600^\circ\text{C}$ (a); випаровування стехіометричного ZnTe $T_e = 800^\circ\text{C}$ (b)