

УДК 621.382.3

## МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНОЇ ЗАЛЕЖНОСТІ РУХЛИВОСТІ ЕЛЕКТРОНІВ АРСЕНІДУ АЛЮМІНІЮ-ГАЛІЮ

Саурова Т. А., Перегінчук О. А.

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», Київ, Україна

E-mail: [saurowa-ee@lll.kpi.ua](mailto:saurowa-ee@lll.kpi.ua), [pereginchuk-ee24@lll.kpi.ua](mailto:pereginchuk-ee24@lll.kpi.ua)

Багатокомпонентні напівпровідники викликають підвищений інтерес у дослідників, технологів та розробників високоефективних електронних, оптоелектронних твердотільних приладів та пристроїв. Одним із найбільш перспективних серед трикомпонентних напівпровідникових матеріалів є  $Al_xGa_{1-x}As$  – твердий розчин, властивості якого визначаються мольним складом  $x$ .

До найважливіших характеристик, що описують кінетичні властивості носіїв заряду, відноситься рухливість, величина якої визначається механізмами домішкового та фононного розсіювання. Дослідження проведено при  $x=0.465$ , що відповідає найменшому виміряному значенню холлівської рухливості електронів  $Al_xGa_{1-x}As$ , представленої у [1].

У роботі розглянуто внесок механізмів розсіювання, характерних для бінарних сполук: на нейтральних атомах домішки, іонах домішки, оптичне, акустичне, міждолинне. Враховано також розсіювання на сплавному потенціалі, оскільки ця складова розсіювання, що викликається випадковим характером розміщення атомів однієї групи, стає суттєвою для багатокомпонентних напівпровідникових матеріалів.

Чисельний експеримент проведено на основі аналітичної моделі [2]; з використанням релаксаційних рівнянь збереження імпульсу, енергії та концентрації. Враховуючи характер зсуву енергетичних долин зі зміною  $x$  [3], моделювання при  $x=0.465$  проведено на основі тридолинної моделі зони провідності.

Розрахунок рухливості в кожній ( $X$ ,  $\Gamma$ ,  $L$ ) долині проводиться за співвідношенням

$$\mu(T) = \frac{e\tau_p(T)}{m_c^*}$$

де  $e$  – заряд електрона,  $\tau_p$  – час релаксації імпульса,  $m_c^*$  – омічна ефективна маса.

Величина усередненої по всіх долинах рухливості визначається за формулою

$$\mu = b_x\mu_x + b_\Gamma\mu_\Gamma + b_L\mu_L,$$

де  $b_x$ ,  $b_\Gamma$ ,  $b_L$  – заселеність, відповідно,  $X$ -,  $\Gamma$ -,  $L$ -долини.

Вихідні параметри моделювання визначені з представлених у [3, 4] апроксимацій. Моделювання проведено за параметрами, що відповідають експерименту [1]: температура – 300 К, концентрація донорної домішки –  $5 \cdot 10^{21} \text{ м}^{-3}$ .

Розраховане значення холлівської рухливості –  $87,85 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ , що знаходиться у відповідності з експериментальним значенням;  $90 \text{ см}^2/(\text{В}\cdot\text{с})$ . Для  $\text{Al}_{0.465}\text{Ga}_{0.535}\text{As}$  проведено аналіз механізмів розсіювання, розраховано температурну залежність рухливості електронів у широкому діапазоні ступеня легування напівпровідника.

*Ключові слова:* AlGaAs, арсенід алюмінію-галію, розсіювання, рухливість електронів.

#### Література

- [1] A. K. Saxena, «Electron mobility in  $\text{Ga}_{1-x}\text{Al}_x\text{As}$  alloys», *Phys. Rev. B*, vol. 24, no. 6, pp. 3295-3302, 1981. DOI: 10.1103/PhysRevB.24.3295
- [2] В. О. Москалюк, *Фізика електронних процесів. Динамічні процеси*. Київ, Україна: Політехніка, 2004, 180 с.
- [3] S. Adachi, «GaAs, AlAs, and  $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ : Material parameters for use in research and device applications», *J. Appl. Phys.*, vol. 58, no. 3, pp. R1–R29, 1985.
- [4] В.М. Иващенко, В.В. Митин, *Моделирование кинетических явлений в полупроводниках. Метод Монте-Карло*. Киев, Украина: Наукова думка, 1990.

УДК 531.7

## ДОСЛІДЖЕННЯ ДИНАМІЧНОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ ВІБРАЦІЙНОГО ГРАВІМЕТРА

*Безвесільна О. М., Чепюк Л. О., Назаренко А. О.*

*Національний технічний університет України*

*“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”, Київ, Україна*

*E-mail: [o.bezvesilna@gmail.com](mailto:o.bezvesilna@gmail.com), [traveller2762@gmail.com](mailto:traveller2762@gmail.com)*

Основна робоча формула вібраційного гравіметра справедлива, якщо струна нерозтяжна і її натяг миттєво реагує на зміну діючого прискорення. В реальних умовах струна розтягується та пружна. Повздовжні натяги струни визначаються вертикальними прискореннями і не завжди миттєво реагують на їх зміну. Повздовжня жорсткість струни  $k = \frac{Mg}{\Delta l}$  та власна частота  $F_p$  повздовжніх коливань нижнього кінця струни визначається з рівняння

$$(2\pi F_p)^2 = \omega^2 = \frac{k}{M} = \frac{g}{\Delta l} = \frac{SE}{Ml}.$$

Статистична деформація  $\Delta l$  струни під дією ваги вантажу  $M_g$  може бути визначена за законом Гука:

$$\frac{\Delta l}{l} = \frac{Mg}{SE}.$$

Вільні повздовжні коливання вантажу виникають при дії скачка прискорення сили тяжіння  $g$ :

$$M \frac{d^2 x}{dt^2} + h \frac{dx}{dt} + kx = Mg,$$

де  $x$  – переміщення вантажу відносно корпусу;  $h$  – коефіцієнт демпфування.