

ДЕФОРМОВАНІЙ РОЗПОДІЛ ДІРОК ПРИ УДАРНІЙ ІОНІЗАЦІЇ ДОМІШКИ В ОДНОВІСНО ДЕФОРМОВАНОМУ p- Ge<Ga>

Панасюк Л.І., Захарчук Д.А., Федосов С.А., Коваль Ю.В.,
Ящинський Л.В., Карпусь С.Г.

Луцький національний технічний університет, вул. Львівська 75,
43018 Луцьк, Україна
e-mail: leonid9030@gmail.com

У роботі [1] повідомлялося про зростання відносної концентрації носіїв струму в зоні легких дірок германію при ударній іонізації домішки галію в одновісно-деформованих кристалах при умові $X/[111]/E$. Пороговий по полю і тиску характер стрибка випромінювання, що спостерігався в [2] в p-Ge також для випадку $X/[111]/E$ свідчить, мабуть, про виникнення стимульованого випромінювання, обумовленого інверсією заселеності в розщепленій при одновісній деформації валентній зоні.

У даній роботі представлені експериментальні результати вивчення залежностей $E_{np}/E_{np0} = f(X)$ полів ударної іонізації домішки галію в германії від одновісного тиску X кристалів, отриманих при $T=4,2K$ для різних напрямків осі деформації в широкому діапазоні легування: $(4 \cdot 10^{12} - 3,4 \cdot 10^{15}) \text{ см}^{-3}$.

Використання сильних одновісних тисків напівпровідників [3,4] дозволяє змінювати в широких межах енергетичне розщеплення найнижчих по енергії валентних зон, які вироджені при $X=0$. Тому деформаційний перерозподіл носіїв струму між зонами з врахуванням перебудови енергетичного спектру дає можливість з'ясувати, на основі вивчення тензоефектів, характерні особливості розподілу носіїв струму по енергії.

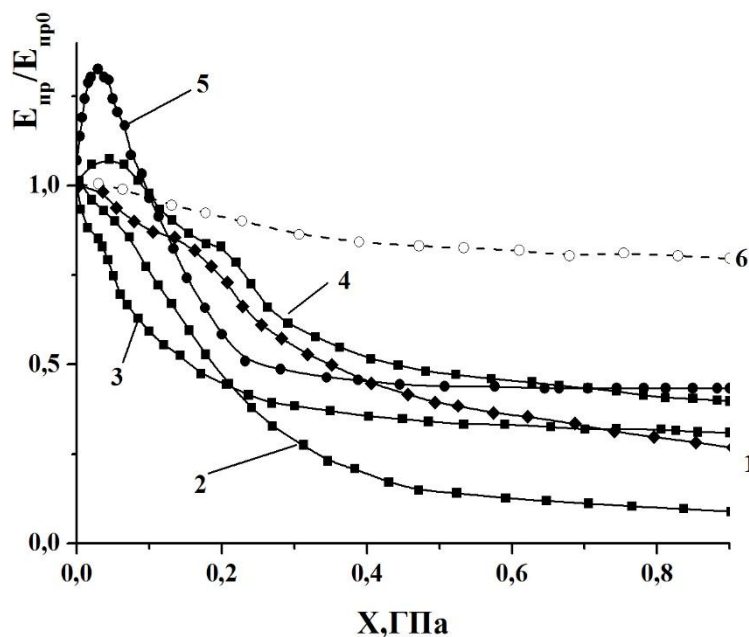


Рис. 1. Залежності полів ударної іонізації Ga в Ge для різних орієнтацій і концентрацій домішки:

1,2,3 – $X/[111]/E$, $X/[100]/E$, $X/[110]/E$ відповідно. Концентрація домішки $N_{Ga} = 4,0 \times 10^{12} \text{ см}^{-3}$;

4,5 – $X/[111]/E$ і $N_{Ga} = 3,0 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$ і $N_{Ga} = 3,4 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$ відповідно.

На рис.1 представлені залежності полів ударної іонізації домішкових станів галію в германії від X для головних кристалографічних напрямків: $X/[111]/E$, $X/[100]/E$, $X/[110]/E$ (криві 1–3 для найбільш чистих кристалів – $N_{Ga} = 4,0 \times 10^{12} \text{ см}^{-3}$). А також залежності $E_{np}/E_{np0} = f(X)$ для напрямку $X/[111]/E$, отримані для кристалів з різним рівнем легування (криві 4,5 відповідно для $N_{Ga} = 3,0 \times 10^{14} \text{ см}^{-3}$ і $N_{Ga} = 3,4 \times 10^{15} \text{ см}^{-3}$).

Немонотонний характер залежностей свідчить про зростання полів ударної іонізації домішки в певній області енергетичних розщеплень зон легких і важких дірок, що обумовлено зростанням відносної концентрації носіїв струму (які мають велике значення компоненти ефективної маси вздовж орієнтації осі деформації) в зоні легких дірок, яка зміщується при стиску кристалу вверх по енергії..

У рівноважних умовах залежності $E_{np}/E_{np0} = f(X)$ для $X/[111]/E$ представляють собою монотонно спадні криві (крива 6, рис.1).

Отримані дані свідчать про виникнення в умовах ударної іонізації домішки інверсії (по відношенню до рівноважної ситуації) заселеності валентної зони одновісно-деформованого p-Ge.

Таким чином, в умовах сильно витягнутого вздовж поля розподілу дірок при ударній іонізації домішки реалізується по відношенню до рівноважної ситуації інверсія заселеності у валентній зоні одновісно-деформованого p-Ge, що становить практичний інтерес з точки зору створення підсилювачів та генераторів випромінювання в далекій ІЧ області.

Список літератури

1. В.Н.Ермаков, В.В.Коломоец, В.Г. Линник Л.И.Панасюк, Л.Ф. Линник Тез. Докл VII Всесоюзн. симпоз. "Плазма и неустойчивости в полупроводниках", Вильнюс, 1989.
2. И.В.Алтухов, И.С.Каган, В.П.Синис, Письма в ЖЭТФ. **65**, 3 (1988).
3. Бир Г.Л. Симметрия и деформационные эффекты в полупроводниках/ Г.Л. Бир, Г.Е.Пикус.-М.:Наука,1972.-584с.
4. А.И.Елизаров, В.В.Коломоец, В.В.Митин, ФТП. **9**, 7 (1975).