

ВПЛИВ ГЛИБОКИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ РІВНІВ НА П’ЄЗООПІР $n - Si$

Федосов А.В., Луньов С.В., Федосов С.А.

Луцький національний технічний університет,
e-mail: luniovser@mail.ru

Як в пізнавальному, так і практичному аспектах цікавим є вивчення особливостей ефекту п’єзоопору в $n - Si$ при наявності в його забороненій зоні глибоких енергетичних рівнів, що належать радіаційним дефектам. Як відомо, переважаючим радіаційним дефектом в γ -опроміненому $n - Si$ з високим вмістом домішки кисню є глибокий енергетичний рівень $E_c - 0,17 eV$, що належить А-центру (комплекс вакансії з міжвузловим атомом кисню) [1,2].

Для дослідження впливу радіаційних дефектів на п’єзоопір $n - Si$, в умовах $X // J // [100]$, в нашій роботі використовувались кристали $n - Si$ з питомим опором $\rho_{300K} = 30 \text{ Ом} \cdot \text{см}$ і вихідною концентрацією носіїв струму $n = 1,24 \cdot 10^{14} \text{ см}^{-3}$, які опромінювались γ -квантами Co^{60} дозою $3,8 \cdot 10^{17} \frac{\text{кВ.}}{\text{см}^2}$

На рис. 1 приведено результати вимірювання поздовжнього п’єзоопору γ -опромінених кристалів $n - Si$ при різних фіксованих температурах в умовах $X // J // [100]$.

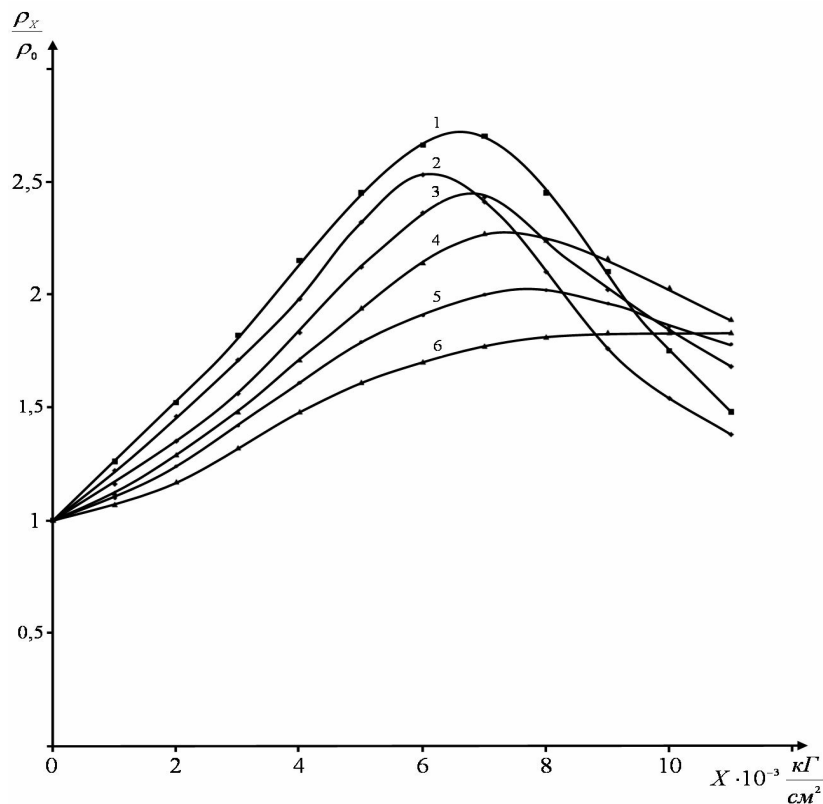


Рис. 1 - Залежності $\frac{\rho_x}{\rho_0} = f(X)$ після γ -опромінення кристалів $n - Si$ дозою

$\Phi = 3,8 \cdot 10^{17} \frac{\text{кВ.}}{\text{см}^2}$ для випадку, коли $X // J // [100]$, при різних температурах T, K : 1-77, 2-120, 3-135, 4-170, 5-200, 6-300.

На рис.2 приведено температурну залежність концентрації носіїв струму в γ -опромінених кристалах $n-Si$ дозою $3,8 \cdot 10^{17} \frac{КВ.}{см^2}$. Як видно з рис.2, особливістю залежності $n = f(\frac{10^3}{T})$ є перехід від "повного" нахилу рівня $E_c - 0,17 eV$ при температурах $T \leq T_x$ до "половинного" при $T > T_x$. Згідно з рис.2, характеристична температура переходу $T_x = 148K$, а відповідна їй концентрація $n(T_x) \cong 4 \cdot 10^{13} см^{-3}$. Значення величини зміни енергетичної щільності між глибоким рівнем E_e і нижніми долинами зони провідності при деформації (при $T = const$) рівне [3]:

$$\frac{d(\Delta E)}{dX} = - \frac{kT}{n_e(X_0)} \operatorname{tg} \beta_0, \quad (8)$$

де $\operatorname{tg} \beta_0$ - тангенс кута нахилу дотичної до залежності $n_e = f(X)$ в точці X_0 , в якій $n_e(X_0) = n(T_x)$.

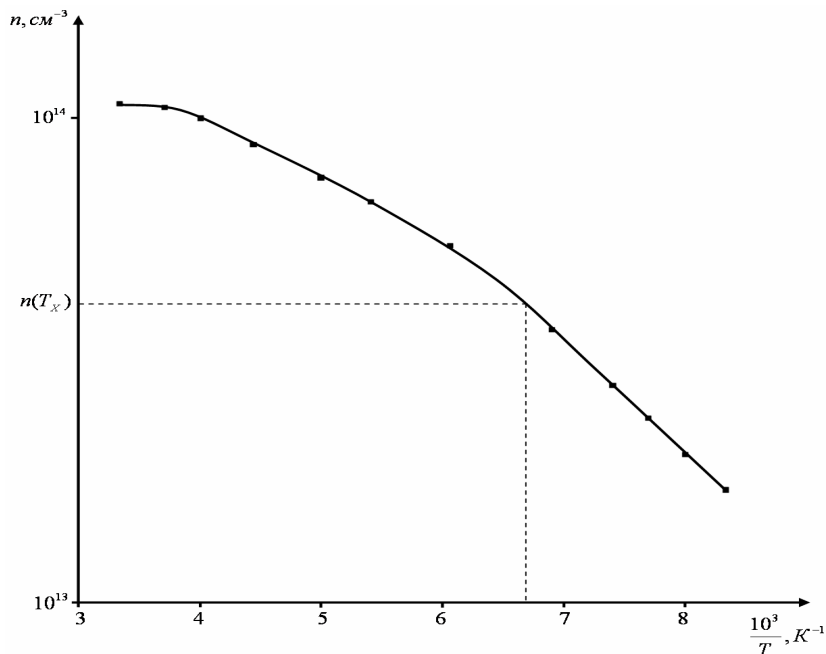


Рис. 2 - Температурна залежність концентрації носіїв струму в γ -опроміненому $n-Si$ дозою $3,8 \cdot 10^{17} \frac{КВ.}{см^2}$.

Величина зміни енергетичної щільності між глибоким рівнем $E_c - 0,17 eV$ і дном зони провідності $n-Si$, коли $X // J // [100]$, в розрахунку на кожні $10^3 \frac{КГ}{см^2}$ виявилась рівною: $(2,45 \pm 0,1) \cdot 10^{-3} eV$.

[1] Конозенко И.Д., Семенюк А.К., Хиврич В.И. Радиационные эффекты в кремнии. – К.: Наукова думка, 1974. – 200 с.

[2] Семенюк А.К. Радиційні ефекти в багатодолинних напівпровідниках.- Луцьк: “Надстир’я”.-2001.- 323 с.

[3] Федосов А.В., Луньов С.В., Захарчук Д.А., Федосов С.А., Тимощук В.С. Визначення швидкості зміщення глибоких енергетичних рівнів в монокристалах кремнію при одновісній пружній деформації // Науковий вісник ВНУ. Серія фізичні науки.- Луцьк: Волинський національний університет ім. Лесі Українки.-2008, №18.с. 54-58.