

УДК 621.315.592
PACS number(s): 72.20.-i, 73.20.Hb

ЕФЕКТ ПЕРЕМИКАННЯ В КРИСТАЛАХ CdSb, ЛЕГОВАНИХ Те

Ю. Коваль, Л. Ящинський, С. Федосов

*Луцький державний технічний університет,
вул. Львівська, 75, 43018 Луцьк, Україна
e-mail: jura_koval@gala.net*

Вивчено вплив шарових неоднорідностей домішки Те на ефект перемикання в кристалах CdSb. Знято вольт-амперні характеристики (ВАХ) зразків CdSb(Те), вирізаних паралельно і перпендикулярно до росту кристала, при різних рівнях інтенсивності освітлення. Отримані залежності $j=f(E)$ свідчать про зменшення величини напруженості електричного поля перемикання з високоомного стану кристала в низькоомний із зростанням рівня освітлення для зразків вирізаних паралельно та перпендикулярно до росту. Суттєву різницю в порогових значеннях напруженості електричного поля у зразках різних груп за однакових умов як для неосвітлених, так і при різних рівнях підсвічування автори пов'язують з існуванням компенсуючих електричних полів між шарами росту.

Ключові слова: шарові неоднорідності, інтенсивність освітлення, напруженість електричного поля, вольт-амперні характеристики.

Історія вивчення електрофізичних властивостей і зонної структури антимоніду кадмію сягає 60-х років двадцятого століття. Незважаючи на це, дослідження впливу домішок на появу від'ємного диференціального опору і ефекту перемикання з високоомного стану в низькоомний для цих кристалів є актуальним і нині через можливість в такий спосіб керувати досить великими струмами в різноманітних електричних колах.

У статті вивчено вплив шарових неоднорідностей домішки Те на ефект перемикання в кристалах CdSb при різних рівнях інтенсивності освітлення. Монокристали CdSb вирощували за методом Чохральського і легували телуром до концентрації активної домішки $5 \cdot 10^{17} \text{ см}^{-3}$. Для освітлення зразків використовувалась низькопотужна лампа розжарення зі спеціальним світлофільтром. Такий спосіб освітлення дав змогу виключити, з одного боку, нагрівання зразка освітлювачем, з іншого – міжзонні фотопереходи носіїв заряду.

Були зняті вольт-амперні характеристики (ВАХ) зразків CdSb(Те), вирізаних вздовж росту кристала (перша група зразків) та перпендикулярно в напрямі [100] (друга група зразків) при різних рівнях освітлення. Для кристалографічного напрямку [010], що є теж перпендикулярним до росту, ВАХ зразків, в межах точності експерименту, повторювали значення $I=f(U)$, одержані для напрямку [100]. Така поведінка ВАХ добре узгоджується з даними праць [1, 2].

Отримані залежності $j=f(E)$ (рис. 1) демонструють зменшення величини напруженості електричного поля перемикавання з високоомного стану кристала в низькоомний із зростанням рівня освітлення як для зразків вирізаних паралельно, так і перпендикулярно до росту.

Для неосвітлених зразків обох груп (криві 1 рис. 1, 2) зростання напруженості електричного поля відбувається до значень, при яких джоулева теплота, що виділяється на відповідних зразках, стає достатньою для іонізації донорного рівня телуру. При цьому [1] відбувається лавиноподібний перехід електронів у зону провідності, що веде до стрибка густини струму (ефект перемикавання з високоомного в низькоомний стан).

Зі збільшенням рівня освітлення в зразках обох груп (криві 2–6 рис. 1, 2) простежується зменшення порогового значення напруженості електричного поля, що пов'язане [1] із зростаючою фотоіонізацією домішкового рівня телуру. Зростання фотоструму дає змогу досягнути необхідного для розігріву зразка значення густини струму при менших електричних полях.

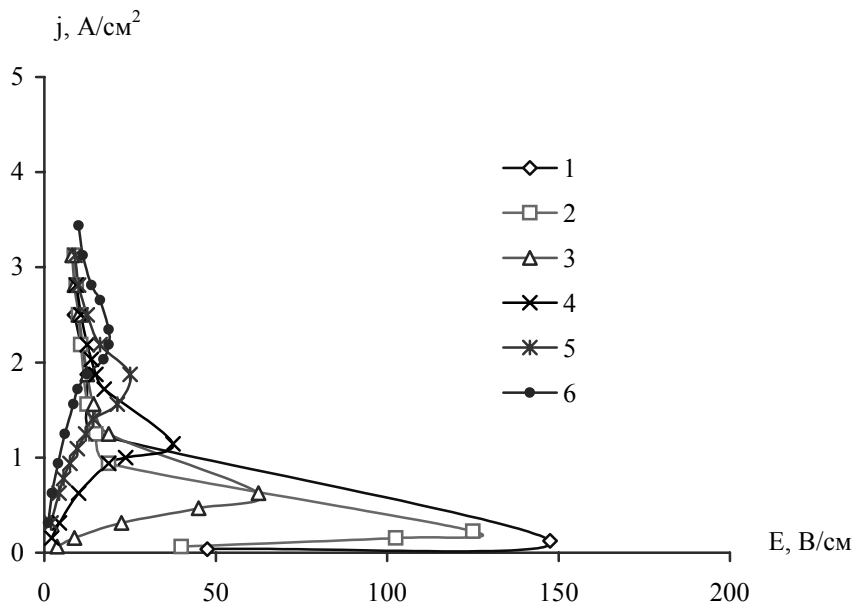


Рис. 1. Залежності $j=f(E)$ для зразків CdSb(Te), вирізаних паралельно до росту (перша група), при різних рівнях освітлення: крива 1 – без освітлення, криві 2–6 із зростаючим рівнем освітлення

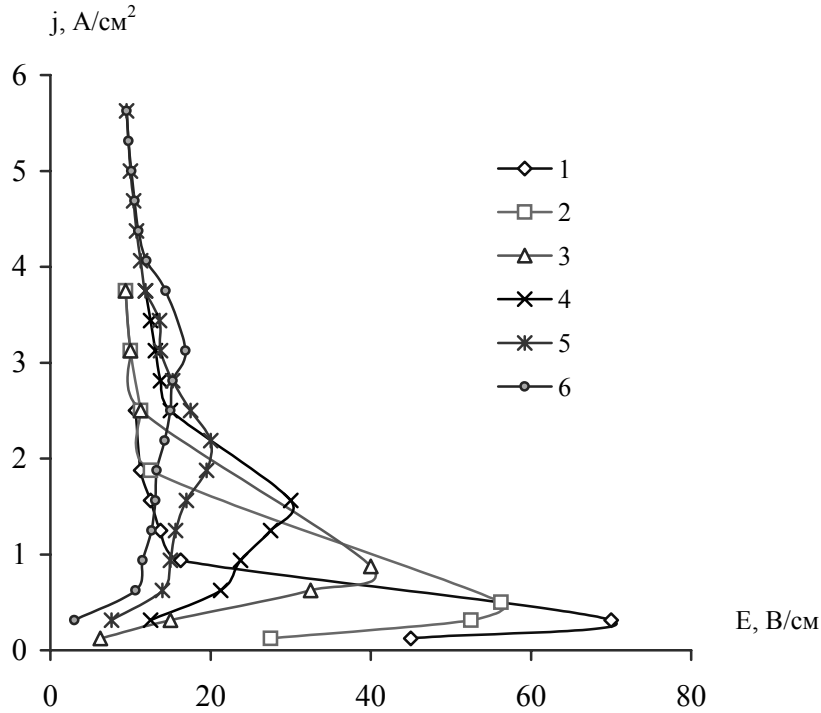


Рис. 2. Залежності $j=f(E)$ для зразків CdSb(Te), вирізаних перпендикулярно росту (друга група), при різних рівнях освітлення: крива 1 – без освітлення, криві 2–6 із зростаючим рівнем освітлення

Суттєву різницю в порогових значеннях напруженості електричного поля у зразках різних груп за однакових умов як для неосвітлених (криві 1 рис. 1, 2), так і при різних рівнях підсвічування (криві 2–6 рис. 1, 2), автори пов'язують з існуванням компенсуючих електричних полів між шарами росту. Таке пояснення добре узгоджується з даними роботи [4] про наявність електрично активних шаруватостей в кристалах CdSb з донорною домішкою телуру в напрямі, що паралельний до росту зливка.

На рис. 3 показано залежності порогових значень напруженості електричного поля перемикаання з високоомного в низькоомний стан від рівня освітлення для зразків, вирізаних паралельно і перпендикулярно до росту кристала.

Зростання рівня освітлення спричинює поступове наближення порогових значень напруженості електричного поля в зразках, вирізаних паралельно до росту (крива а рис. 3), до значень для зразків, вирізаних перпендикулярно до росту кристала (крива б рис. 3).

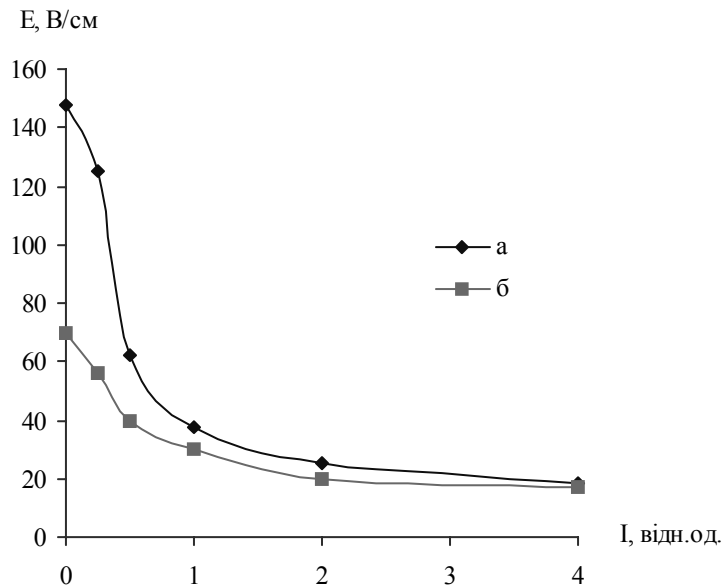


Рис. 3. Залежності порогових значень напруженості електричного поля перемикання від рівня освітлення для зразків, вирізаних: *a* – паралельно, *б* – перпендикулярно до росту кристала

Така поведінка залежності порогових значень напруженості електричного поля від рівня освітлення для зразків першої групи відповідно до [4] може бути пов'язана зі зміною амплітуди потенціального рельєфу (δ), в напрямі росту кристала. Відповідно до [5]:

$$\delta = \frac{e^2 \cdot N_t^{\frac{2}{3}}}{\chi \cdot n_{екр}^3}$$

де χ – діелектрична проникність, $n_{екр}$ і N_t – відповідно, концентрації екрануючих носіїв заряду і заряджених дефектів.

Отже, із збільшенням інтенсивності освітлення амплітуда потенціального рельєфу зменшуватиметься через збільшення $n_{екр}$, що зумовлено фотоіонізацією домішкового рівня телуру $E_C - 0,12$ еВв електрично активних шарах росту.

1. Андронник И.К., Кот М.В. Анизотропия электрических свойств монокристаллов сурьмянистого кадмия // ФТТ. 1960. Т. 2. Вып. 6. С. 1128–1133.
2. Доскоч В.П., Панкевич З.В., Раренко И.М., Семенюк А.К. та ін. Температурно-электрическая неустойчивость в монокристаллах антимонида кадмия // Известия вузов. 1989. №4. С. 108–109.
3. Федосов А.В., Ковальчук О.В., Коваль Ю.В., Яшинський Л.В. Дослідження неоднорідностей в монокристалах CdSb, легованих Te та In // Наукові нотатки. Луцьк. 2002. Вип. 11. Ч. 2. С. 98–104.
4. Семенюк А.К., Федосов А.В., Назарчук П.Ф., Букало В.Р. Пьезосопротивление облученного n-Ge при проявлении слоистых неоднородностей // ФТП. 1982. Т. 16. Вып. 7. С. 1284–1287.
5. Шкловский Б.И., Эфрос А.Л. Примесная зона и проводимость компенсированных полупроводников // ЖЭТФ. 1971. Т. 60. № 4. С. 867–878.

EFFECT OF THE SWITCHING IN THE CdSb CRYSTALS ALLOYED Te

Y. Koval, L. Jashchynsky, S. Fedosov

*The State Technical University of Lutsk,
Lvivs'ka Str., 75, UA-43018 Lutsk, Ukraine
e-mail: jura_koval@gala.net*

The influencing stratified heterogeneities of admixture was studied. That on effect of the switching in the CdSb crystals volt-ampere characteristics of the CdSb(Te) standards, cut out parallel and athwart growth crystal were taken off, at the different levels of illumination intensity. Got dependence of $j=f(E)$ demonstrate reduction of size of tension of electric field of the switching from the high ohm state crystal in low ohm state with growth of illumination level, both for standards of cut out parallel, and athwart growth. Substantial difference in the threshold values of tension of electric field in standards of different groups at the identical terms, both for unlit, and at the different levels of illumination the authors link to existence of compensating electric fields between the growth layers.

Key words: stratified heterogeneities, illumination intensity, tension of electric field, volt-ampere characteristics.

Стаття надійшла до редколегії 19.05.2004

Прийнята до друку 21.11.2005