

ЗАЛЕЖНІСТЬ СПЕКТРІВ ФОТОВІДГУКУ АНІЗОТРОПНИХ КРИСТАЛІВ InSe ВІД ЇХ КРИСТАЛОГРАФІЧНОЇ ОРІЄНТАЦІЇ ТА СТАНУ ПОВЕРХНІ

У спектрах фотовідгуку анізотропних кристалів InSe виявлено залежність енергетичного положення довгохвильового краю від орієнтації кристалографічної площини зразків щодо освітлення. Зсув досягає 0,13 еВ. Помічено зміни і в самій структурі спектрів. У випадку, коли вектор електричного поля світлової хвилі \vec{E} паралельний кристалографічній осі [001], спостерігається інтенсивна вузька екситонна смуга. В залежності від стану поверхні (природний скол, хімічно оброблена поверхня, спеціально нарощений на поверхні власний оксидний шар) зареєстровано зміни в формі спектрів фотовідгуку у високоенергетичній області.

In the photoresponce spectra of anisotropic crystals of InSe the dependence of the long-wave energy edge on the crystallographic orientation of a sample surface with respect to illumination was detected. The determined shift is 0,13 eV. Changes were also observed in the structure of the spectra in the case of the $\vec{E} \parallel C$ orientation [001], an intensive narrow excitonic band was observed. Depending on a surface state (natural cleaved surface, chemically etched surface, or especially grown layer of intrinsic oxide) we have established changes in the form of the photoresponce spectra in the high-energy region.

Різниця характеру хімічного зв'язку атомів у напівпровідниковій сполуці InSe зумовлює його шарувату будову. Шари атомів з переважно ковалентним зв'язком взаємодіють між собою силами ван-дер-ваальсівського типу. Тому зливки кристалів легко розколоти на плоскопаралельні пластини довільної товщини, навіть до часток мікрона, по площинам спайності шарів. Їх дзеркальна й інертна поверхня служить майже ідеальною реальною моделлю підкладки при різних фізичних дослідженнях і технічних застосуваннях InSe. При дослідженні властивостей InSe, залежних від кристалографічної площини, перпендикулярної шарам, виникає необхідність хімічної обробки зразків. Незначна кількість робіт, присвячених експериментам у вказаній орієнтації InSe, спричинила дані дослідження.

Крупні зливки InSe вирощувались методом Бріджмена. Для надання більшої фоточутливості кристалам вони легувались домішкою кадмію. Зразки володіли *p*-типом провідності з концентрацією основних носіїв струму 10^{14} см^{-3} . Із рентгенівських вимірювань встановлено, що InSe належить до γ -політипу з ромбоєдричною структурою C_{3v} . Зливки кристалів розрізались на шайби, з яких готувались зразки із сколотою з двох

сторін поверхнею, або перпендикулярною до сколу хімічно обробленою поверхнею. В останньому випадку використовувались травники на основі кислот. В якості струмових контактів застосовувався чистий індій.

Спектри відносної квантової ефективності фотоструму *p*-InSe показані на рис.1 для двох орієнтацій освітлення: $\vec{E} \parallel \vec{C}$ і $\vec{E} \perp \vec{C}$, де \vec{E} – вектор електричного поля світлової хвилі, а \vec{C} – кристалографічна вісь [001]. У залежності від орієнтації освітлення спостерігається суттєвий зсув довгохвильового краю спектра на величину 0,13 еВ. Відмінність спектрів в орієнтації освітлення $\vec{E} \parallel \vec{C}$ – прояв інтенсивної екситонної смуги.

Стан поверхні InSe безпосередньо впливає на форму спектрів фотопровідності у короткохвильовій області. Для сколотої поверхні зразків орієнтація $\vec{E} \perp \vec{C}$ і короткохвильовий спад фотопровідності ледь помітний (крива 2 на рис.1а). У випадку хімічно обробленої поверхні зразків – $\vec{E} \parallel \vec{C}$ і фотопровідність зменшується суттєвіше (крива 1 на рис.1а). Розбіжність спектрів зумовлена різною швидкістю поверхневої рекомбінації [1]. Для зниження впливу поверхневої рекомбі-

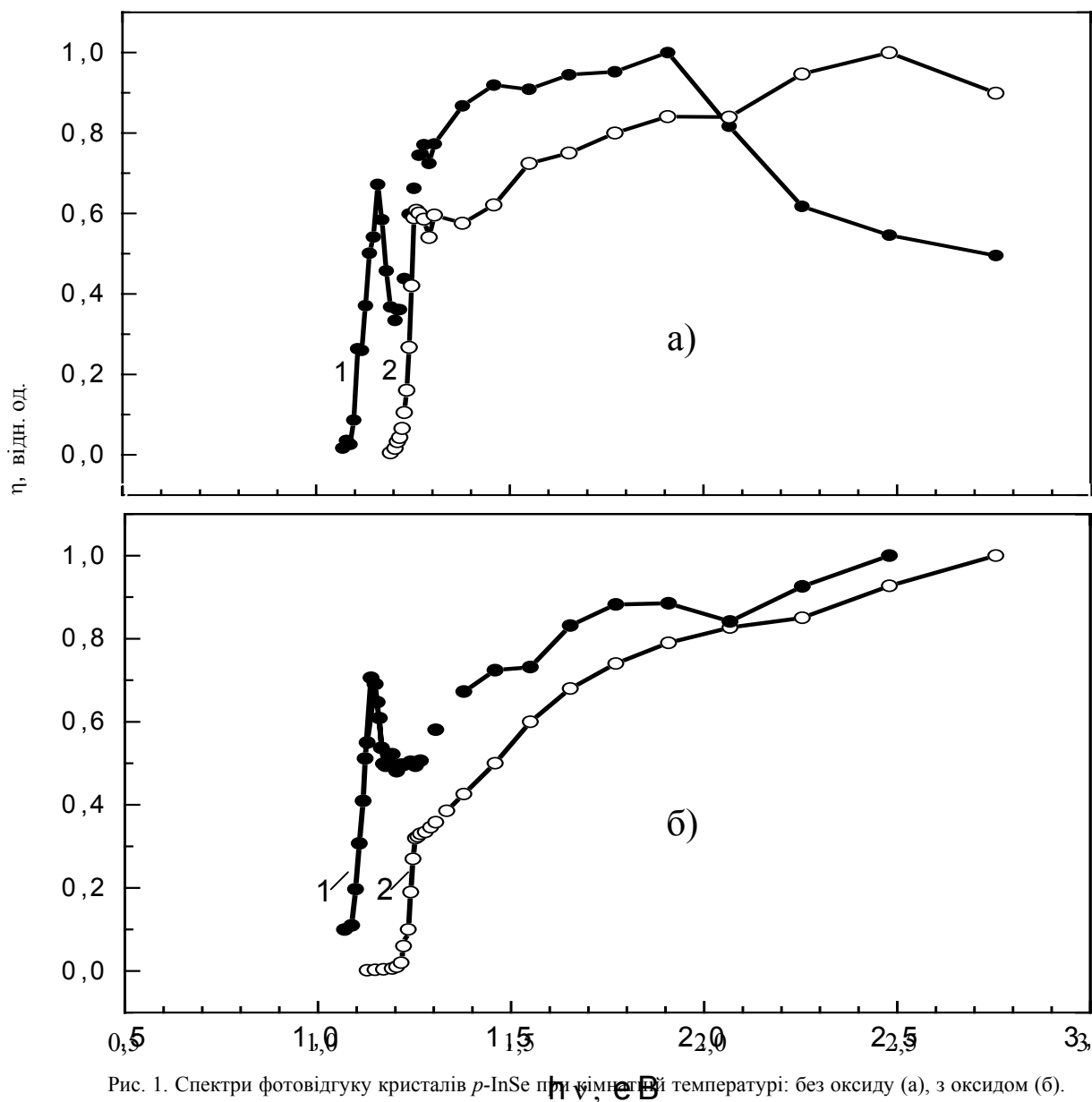


Рис. 1. Спектри фотовідгуку кристалів p -InSe при кімнатній температурі: без оксиду (а), з оксидом (б).
1 - $\vec{E} \parallel \vec{C}$, 2 - $\vec{E} \perp \vec{C}$.

нації на фотопровідність InSe зразки окислювались. Оскільки при температурах окислення близько 400°C на поверхні p -InSe утворюється провідний оксид In_2O_3 [2], то ця обставина дозволила реалізувати гетероструктуру і вимірювати її фотовідгук. На рис.1б показані відмічені спектри InSe з власним оксидом. Добре видно, що в останньому випадку густина поверхневих станів стабілізується і короткохвильового спаду фотовідгуку не відбувається незалежно від орієнтації зразків щодо освітлення.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Зи С. *Физика полупроводниковых приборов: В 2-х книгах.* - М.: Мир, 1984. Кн. 2.
2. Катеринчук В.Н., Ковалюк М.З. Гетеропереходы из InSe, сформированные термическим окислением кристаллической подложки // *Письма в ЖТФ.* - 1992. - **18**, №12. - С.70-72.