

ЕКСИТОННІ СТАНИ В СЕЛЕНІДІ КАДМІЮ КУБІЧНОЇ ТА ГЕКСАГОНАЛЬНОЇ МОДИФІКАЦІЙ

Методом λ -модуляції досліджені спектри фотолюмінесценції гетерошарів селеніду кадмію. Встановлено, що домінуючу роль відіграють вільні та зв'язані екситони у шарах β -CdSe та α -CdSe відповідно.

The photoluminescence spectra of cadmium selenide heterolayers are investigated by the method of λ -modulation. It is established that in α -CdSe and β -CdSe layers the free and connected excitons accordingly are dominating.

Монокристали і плівки селеніду кадмію гексагональної модифікації α -CdSe вже давно використовують для створення високочутливих фотоприймачів видимого діапазону [1]. Кубічна структура β -CdSe має дещо більшу ширину забороненої зони E_g , що дозволяє зсунути максимум фоточутливості у короткохвильову область спектра. Однак кристали β -CdSe нестабільні у часі, а синтез епітаксійних плівок тільки одного структурного типу представляє значні труднощі [2,3]. Їх можна уникнути, використавши метод реакцій твердофазного заміщення, при якому базова підкладка не тільки визначає, а й стабілізує кристалічну структуру шару [4]. Крім того, такі шари мають відносно високу ступінь досконалості, про що свідчить, зокрема, ефективна екситонна люмінесценція α - і β -CdSe шарів [5]. Нижче наведені результати досліджень екситонних станів у шарах селеніду кадмію обох модифікацій методами λ -модуляції.

Шари α - та β -CdSe утворювались методом реакцій твердофазного заміщення на монокристалічних підкладках α -CdS та β -ZnSe відповідно [4,5]. Фотолюмінесценція збуджувалась азотним лазером, а вимірювання спектрів випромінювання проводилось з допомогою монохроматора МДР-23 і стандартної системи синхродетектування. λ -модуляція здійснювалась вібруючим дзеркалом, яке встановлювалось безпосередньо за входною щілиною спектрального приладу. Зразки розміщувались в оптичному кріостаті, система терморегулювання якого дозволяла змінювати і підтримувати температуру в межах 77-450 К. У даній роботі наведені результати, отримані при 77 К.

Спектри ФЛ досліджених зразків представлені на рис.1. Аналіз експериментальних результатів наведемо спочатку для шарів α -CdSe. Як видно з рис.1., диференціальний спектр $N'_\omega(\hbar\omega)$ випромінювання перетинає вісь абсцис у точці $\hbar\omega=1,83$ еВ. Ця енергія відповідає положенню максимуму основної екситонної смуги E у звичайному спектрі ФЛ шарів α -CdSe. Зазначимо також, що форма кривої $N'_\omega(\hbar\omega)$ характерна для екситонного випромінювання зв'язаного екситона [6], природа якого розглянута нижче. Перегини, які спостерігаються на високоенергетичному "крилі" диференціального спектра, відповідають переходам вільних електронів в основну E_{VA} та відщеплену E_{VB} валентні зони α -CdSe. Відзначимо, що положення цих максимумів у звичайному спектрі ФЛ можна визначити тільки шляхом розрахунку контурів відповідних смуг міжзонного випромінювання [5].

Низькоенергетичний пік D з $\hbar\omega\approx 1,75$ еВ відповідає випромінювальним переходам вільних електронів на акцепторний рівень з глибиною залягання $E_a\approx 0,1$ еВ [5]. Даний центр утворений міжвузловинними атомами селену [7], концентрація яких може бути високою внаслідок відпалу кристалів CdS у насиченій парі Se. Еквідистантні перегини на кривій $N'_\omega(\hbar\omega)$ по відношенню до $\hbar\omega_m$ розташовані на відстані кратній 0,03 еВ. Ця величина близька до енергії поздовжнього оптичного фону LO у CdSe [2]. На завершення відзначимо, що піки E в λ -модульованому спектрі надзвичайно гострі та вузькі, що є ознакою

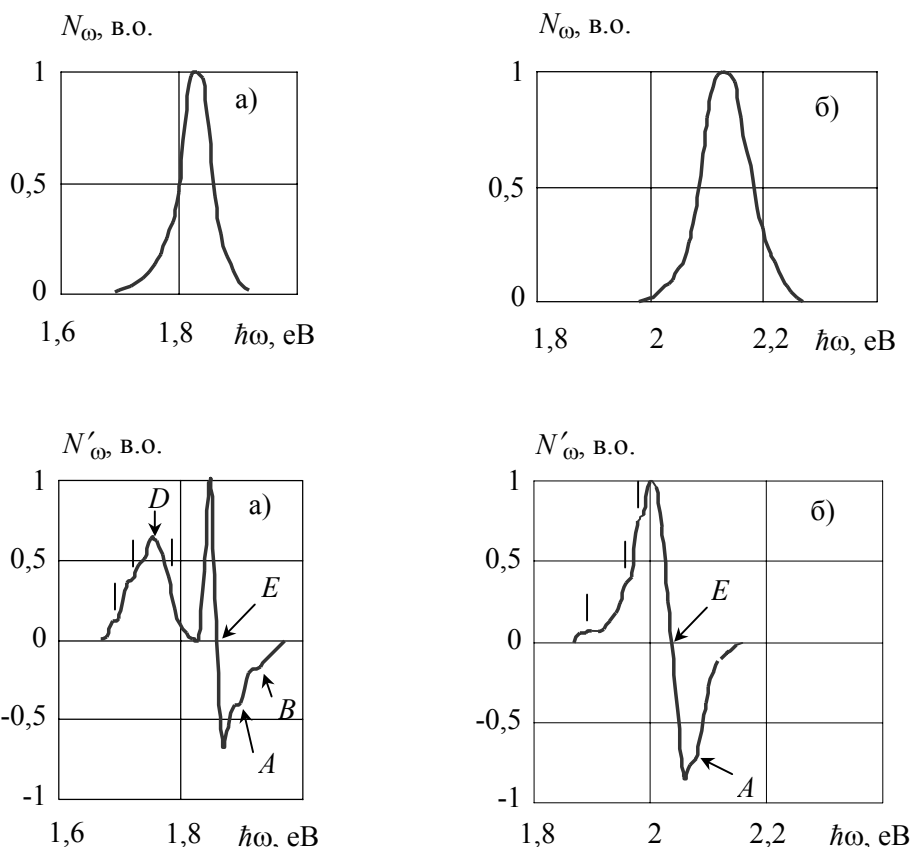


Рис.1. Звичайні (1) та λ -модульовані (2) спектри фотолюмінесценції шарів α -CdSe (а) та β -CdSe (б) при 77 К.

зв'язаного екситону. Детальний аналіз [5] показує, що він являє собою систему: вільний електрон - зв'язана на акцепторному рівні дірка.

Спектр ФЛ шарів β -CdSe більш простий і складається тільки з двох смуг, рис.1б. Екситонна смуга на відміну від аналогічної у шарах α -CdSe менш гостра і, крім того, має затягнуте низькоенергетичне "крило". Еквідистантні перегини з енергією біля 0,02 еВ, імовірно всього, викликані розсіянням екситонів на LO -фононах, енергія яких для β -CdSe, на жаль, невідома. Більш плавна та широка смуга E шарів β -CdSe порівняно з α -CdSe дозволяє допустити, що вона відповідає вільним екситонам. Високоенергетичний перегин у спектрі $N'_\omega(\hbar\omega)$ при 2,12 еВ зумовлений міжзонною випромінювальною рекомбінацією.

Отже, результати досліджень свідчать про те, що у спектрах ФЛ гетерошарів β -та α -CdSe домінують смуги, які формуються за рахунок анігіляції вільних і зв'язаних екситонів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Анисимова И.Д., Викулин И.М., Заитов Ф.А., Курмашев Ш.Д. Полупроводниковые фотоприемники. - М.: Радио и связь, 1984.
2. Физика и химия соединений $A^{II}B^{VI}$ / Пер. с англ под ред. С.А. Медведева. - М.: Мир, 1970.
3. Калинин И.П., Алесковский В.Б., Симашикевич А.В. Эпитаксиальные пленки соединений A^2B^6 . - Ленинград: Изд. ЛГУ, 1978.
4. Березовский М.М., Махний Е.В. Свойства слоев CdSe, выращенных на подложках кубической и гексагональной модификаций // ФТТ. - 1996. - **38**, №2. - С.646-648.
5. Махний О.В., Сльотов М.М., Фодчук І.М. Структурні та люмінесцентні властивості гетерошарів α -CdSe // Науковий вісник Чернівецького університету. Вип. 29. Фізика. - Чернівці: ЧДУ, 1998.- С.98-104.
6. Грибковский В.П. Теория поглощения и испускания света в полупроводниках. - Минск: Наука и техника, 1975.
7. Bhazgava R.N. The role of impurities in refined ZnSe and other II-VI semiconductors // J. Cryst. Growth.- 1982. - **59**. - P.15-26.