

ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ «ЛЬВІВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»

На правах рукопису

ЛУНЬ
Юрій Остапович

**ЕФЕКТИ СТАТИЧНОГО
І ДИНАМІЧНОГО РОЗПОРЯДКУВАННЯ ГРАТКИ
В ОПТИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЯХ ШАРУВАТИХ
НАПІВПРОВІДНИКОВИХ МАТЕРІАЛІВ**

01.04.10 — фізика напівпровідників і діелектриків

Автореферат
дисертації на здобуття наукового ступеня
кандидата фізико-математичних наук

ЛЬВІВ — 1995



00754683 (X)

AB 32.580

... вивчення в державному університеті "Львівська політехніка" та в Інституті фізики НАН України

Наукові керівники:

доктор фізико-математичних наук,
професор ВЛОНСЬКИЙ Іван Васильович
доктор фізико-математичних наук,
професор НАВИТОВИЧ Йосип Дмитрович

Офіційні опоненти:

доктор фізико-математичних наук,
професор КОРВУТЯК Дмитро Васильович
кандидат фізико-математичних наук,
професор КРОЧУК Ананій Савич

Провідна установа Чернівецький державний університет

Захист відбудеться "22" 06 1995 р. о 15¹⁵ год, на засіданні спеціалізованої ради Д 04. 04. 06 при Львівському державному університеті ім. І. Франка за адресою: 290006, м. Львів-5, вул. Кирила і Мефодія, 6а, Велика фізична аудиторія.

З дисертацією можна ознайомитися в науковій бібліотеці Львівського державного університету ім. І. Франка, м. Львів, вул. Драгоманова, 6.

Автореферат розіслано "27" 05 1995 р.

Вчений секретар

спеціалізованої ради

доктор фізико-математичних наук,

професор

Л. Ф. БЛАЖІВСЬКИЙ

Загальна характеристика роботи

Широке застосування в сучасних електронних пристроях рівномітних напівпровідникових матеріалів, що відрізняються ступенем і типом розупорядкування ґратки (тверді розчинки напівпровідників, квазіаморфні середовища та ін.) зумовлює актуальність завдань по вивченню кореляції між особливостями будови таких об'єктів та їх фізичними властивостями. Вони включають як встановлення закономірностей прояву факторів структури у фундаментальних властивостях, так і відпрацювання адекватних методик опису внутрішньої будови неупорядкованих матеріалів.

Особливе наукове зацікавлення останніми роками викликає питання відображення розупорядкування ґратки в оптичних властивостях. Викликано це двома обставинами.

Одна з них має чисто науковий інтерес і тісно пов'язана з проблемою так званого правила Урбаха. Суть її полягає в тому, що у цілому ряді твердих тіл, які відрізняються ступенем і природою розупорядкування ґратки, при рівних експериментальних умовах, в області довгохвильового краю власного поглинання, що обмежена значеннями коефіцієнта поглинання $\alpha \approx 0,2 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$, спостерігається його експоненціальний спад із збільшенням довжини хвилі λ , який пролягає на сотні обернених сантиметрів в область заборонених значень енергій. Неважаючи на численні спроби, розвинути однозначну теоретичну модель цього універсального ефекту досі не вдалось. З існуючих теоретичних підходів для пояснення правила Урбаха найчастіше застосовуються моделі, що ґрунтуються на впливі ди-

намічного і статичного розупорядкування ґратки. В основі, першої лежить екситон-фононна взаємодія, наслідком якої є виникнення змішаних станів екситонних і ґраткових збуджень, що приводить до неоднорідного розширення екситонних зон. Суть іншого підходу полягає у виникненні хвостів густини станів в результаті впливу електричних полів, генетично зв'язаних уже із статичним структурним розупорядкуванням ґратки. Разом з тим, досвід експериментальних досліджень і узагальнення по крайовому поглинанню цілого ряду різних по природі і властивостях матеріалів дозволяє однозначно стверджувати, що ні одна із згаданих вище теорій не є універсальною.

В зв'язку з цим значний інтерес представляє пошук кореляцій між природою неоднорідного розширення і спектрами вторинного випромінювання при селективному збудженні в область неодноріднорозширених станів різних речовин. Особливо актуальними такі дослідження виглядають у випадку, коли експериментально можна впливати на фактори, що лежать в основі неоднорідного розширення екситонних станів. До їх числа відносять силу світло-екситонної і екситон-фононої взаємодії, а також ступінь розупорядкування ґратки. Усіма цими параметрами можна керувати в твердих розчинах напівпровідників (при націленому виборі вихідних сполук) шляхом зміни компонентного складу.

Друга причина уваги до пошуку кореляцій між розупорядкуванням структури і оптичними властивостями матеріалів - у можливості розвитку нових методів діагностики згаданих матеріалів, яка ґрунтується на прецизійній техніці оптичної спектроскопії.

Виходячи із сказаного метом даної роботи було встановлення кореляції між природою неоднорідного розширення екситонних станів і оптичними властивостями матеріалів, що відрізняються силою світло-екситонної і екситон-фононної взаємодії, а також ступенем розупорядкування ґратки.

Вдалими модельними об'єктами для такого типу досліджень є йодидні сполуки металів, що кристалізуються з утворенням шаруватої структури ($\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$, $\text{Pb}_{1-x}\text{Mn}_x\text{J}_2$, HgJ_2 , CdJ_2) і характеризуються різною силою світло-екситонної і екситон-фононної взаємодії та ступенем розупорядкування ґратки.

Головні завдання, що розв'язувались

1. Вивчення в широкій температурній області адсорбційно-люмінесцентних властивостей нового твердого розчину $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$. Встановлення ролі структурного розупорядкування ґратки у формуванні каналів спонтанного випромінювання в широкій області зміни x ($0 < x < 0,6$).

2. Вивчення конкуренції вкладів від статичного (композиційного) і динамічного (теплого) розупорядкування ґратки у формуванні урбахівського краю поглинання в $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$.

3. Пошук експериментальних методів керування величиною фундаментальної константи – сили екситон-фононного зв'язку і встановлення концентраційної залежності урбахівської константи $b_0(x)$ в твердому розчині $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$.

4. Встановлення кореляції між природою неоднорідного розширення екситонних станів (світло-екситона та екситон-фононна взаємодія, вплив статичного розупорядкування ґратки) і структурою низькотемпературних спектрів власного вторинного випромінювання (СВВ) при селективному монохроматичному збу-

дженні зрааків в область квоста густини станів.

Для успішного розв'язання сформульованих вище завдань, за літературними даними було зроблено аналіз сучасних теоретичних представлень, що стосуються енергетичного спектру екситонів в шаруватих напівпровідниках. Це дозволило вибрати відповідні об'єкти досліджень і розробити методику наступних експериментів і обробки отриманих результатів. Детальне вивчення спектрів оптичного поглинання, відбивання світла і люмінесценції в широкому діапазоні зміни температури, довжини хвилі збудження і інтенсивності світла проводилось у Державному університеті "Львівська політехніка" та Інституті фізики НАН України з використанням сучасної спектральної апаратури на основі автоматизованих спектрально-вимірювальних комплексів СДЛ-2 і СЛК.

Наукова новизна роботи визначається сукупністю результатів, сформульованих у висновках до дисертації і наведених на закінчення автореферату. Найголовніші з них:

1. Вперше детально вивчено оптичні властивості неперервного твердого розчину заміщення $In_{1-x}Tl_xJ$ в області краю власного поглинання. Показано, що для цих матеріалів правило Урбаха справджується тільки в поляризації $E \parallel c$.

2. Аналіз спектрів поглинання в області урбахівського краю виявив концентраційну залежність константи b_0 , що відкриває унікальну можливість змінювати в досліджуваному ТРЗН $In_{1-x}Tl_xJ$ силу екситон-фононої взаємодії шляхом зміни концентрації x .

3. В спектрах люмінесценції $In_{1-x}Tl_xJ$ при певному пороговому значенні x ($x \approx 0,18$) спостерігається нова смуга випромінювання I_d , вперше досліджені властивості якої слід по-

в'язувати з екситонами, локалізованими дефектами, що зумовлені композиційним розупорядкуванням Δx .

4. Вперше запропоновано і на прикладі модельних об'єктів HgJ_2 , CdJ_2 , $\text{Pb}_{1-x}\text{Mn}_x\text{J}_2$ реалізовано метод визначення природи неоднорідного розширення екситонних зон за результатами досліджень низькотемпературних спектрів вторинного випромінювання при селективному збудженні речовин в область неодноріднорозширених станів.

На заяст виносяться наступні головні положення:

- критерій стотсження природи неоднорідного розширення екситонних станів на основі аналізу властивостей спектрів вторинного випромінювання досліджуваних матеріалів при їх селективному збудженні в область неоднорідного розширення станів;

- метод керування величиною фундаментальної константи - сили екситон-фононного зв'язку, шляхом зміни компонентного складу твердого розчину заміщення;

- висновок про те, що урбахівський край екситонного поглинання світла в $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$ визначається сукупним вкладом від процесів локалізації екситонів великомасштабними флуктуаціями складу і нелінійною екситон-фононською взаємодією;

- механізмами дисипації енергії екситонного збудження в $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$, що формують поведінку екситонної смуги поглинання з її зміною температури і які зумовлені шаруватою структурою досліджуваних матеріалів: непрямі вертикальні переходи з участю низькоенергетичних фононів і розсіяння на згинних хвилях.

Практична цінність роботи. Вивчені оптичні та люмінесцентні властивості нового твердого розчину заміщення $In_{1-x}Tl_xJ$, перспективного для використання в пасивних елементах пристроїв квантової та оптоелектроніки. Запропоновані нові методи вивчення властивостей неоднорідно-розширених станів, які ґрунтуються на використанні техніки селективного збудження зі скануванням по довжині хвилі генерації.

Достоірність отриманих результатів і зроблених на їх основі висновків ґрунтуються на використанні високоточних методик, апробованих раніше на інших об'єктах, широкому використанні для обробки результатів вимірювань досконалої лабораторної обчислювальної техніки, розробкою адекватних теоретичних моделей, широким обговоренням результатів роботи на семінарах і конференціях.

Зміст роботи. Дисертація складається із вступу, п'яти розділів, заключення і списку цитованої літератури.

Перший розділ присвячений оглядові літератури. В ньому, на основі існуючих на момент виконання роботи теоретичних представлень, розглянуто основні властивості твердих розчинів заміщення напівпровідників, проаналізовано енергетичний спектр екситонів у двовимірному і сильноанізотропному середовищі. Показано, що у згаданих напівпровідниках відбувається якісна перебудова екситонного спектру в області дна зони провідності за рахунок як статичних дефектів, так і при динамічних (коливальних) порушеннях періодичності ґратки. Це приводить до розмиття краю екситонної зони і можливості локалізації екситонів. Подаються основні положення про природу екситонних збуджень в напівпровідникових матеріалах типу $A_{1-x}B_xC$ та механізми і типи екситон-фоновної взаємодії.

Виділено три головних механізми екситон-фононої взаємодії в напівпровідникових кристалах, які відрізняються своєю ефективністю: френкельська взаємодія екситонів з дипольноактивними оптичними фононами; п'єзоакустична взаємодія; взаємодія, що описується в наближенні деформаційного потенціалу. Звертається увага на перспективність досліджень матеріалів з проміжною силою екситон-фононої взаємодії, в яких можуть реалізуватись екситонні збудження перехідного типу між вільними і автолокалізованими. Описано кристалічну будову і оптичні властивості InJ і TlJ як базових сполук для досліджуваного твердого розчину заміщення $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$.

Другий розділ - методичний. В ньому розглянуто апаратне забезпечення експерименту. Спектральні дослідження виконані у співпраці з Інститутом фізики НАН України на двох автоматизованих на базі ЕОМ ДВК-2 і стандарту КАМАК спектральних комплексах. Базовими приладами були серійні спектрометри СДЛ-2 та ДФС-12. Спектральні ширини щілин не перевищували 0,1нм. Похибка визначення коефіцієнта поглинання при дослідженні урбахівського краю поглинання $\Delta\alpha < 5\%$. Монохроматичне збудження зразків при дослідженні спектрів вторинного випромінювання здійснювалось за допомогою блока лазерних джерел, що включав: серійні ОКГ на парі гелій-кадмієвої суміші ($\lambda_r=442,1\text{нм}$, $P=10\text{МВт}$), алюмо-ітрієвому гранаті ($\lambda_r=532,1\text{нм}$, $\tau=8\text{нс}$, $P=30\text{кВт}$), а також розробленого в Інституті фізики НАН України лазера "Спектр-63" з можливістю зміни довжини хвилі генерації ($\lambda_r=420-600\text{нм}$, спектральна ширина лінії $\Delta\lambda=0,1\text{нм}$, $\tau=6\text{нс}$, $P=10\text{кВт}$). Стабілізація і вимірювання температури здійснювались в діапазоні 4,5-300К з точністю 0,1К за допомогою терморегульованої криостатної системи

УТРЕКС. Тут же описано способи приготування зразків для досліджень та методи обробки спектрів.

Третій розділ присвячений аналізу особливостей низькотемпературних спектрів поглинання і люмінесценції твердого розчину заміщення $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$, зумовлених процесами локалізації екситонів великомасштабними флуктуаціями складу. Виявлено і описано нову смугу випромінювання I_{λ} і досліджено її форму. Експериментально встановлено залежності: величини стокового асуду екситонної смуги випромінювання I_{λ} від концентрації x ; ширини I_{λ} - смуги випромінювання від x ; інтегральної інтенсивності екситонної смуги випромінювання від x ; інтенсивності і спектрального положення максимуму смуги випромінювання від температури. На основі отриманих даних робиться висновок про реалізацію, починаючи з $x=0,18$, в досліджуваному твердому розчині процесів захоплення екситонів великомасштабними флуктуаціями складу. Вивчені особливості екситонних спектрів поглинання в діапазоні значень коефіцієнтів $100+6000 \text{ см}^{-1}$ для всіх досліджуваних матеріалів ($x=0; 0,2; 0,4; 0,6$) в широких межах зміни температури де справджується урбахівське емпіричне правило. Це дало можливість знайти залежність ширини забороненої зони і напівширини екситонної смуги поглинання від концентрації x , що, в свою чергу, дозволило зробити розрахунок геометричних і енергетичних параметрів ям потенціального рельєфу. Співставляючи екситонні спектри поглинання і люмінесценції визначено вклад статичної складової розупорядкування ґратки у формування урбахівського краю.

Показано, що крім статистичного розподілу нестехіометричних атомів, можлива ще й їх кластерна модель розподілу.

Доказом актуальності ефектів кластеризації дефектних атомів в досліджуваному ТРЗН є прояв в спектрах фотолумінесценції $\text{In}_{0,85}\text{Tl}_{0,15}\text{J}$ кластерної фази InJ .

Аналіз концентраційних залежностей ширини смуги випромінювання I_{λ} і величини її стокового зсуву виявив високу ефективність тунельного транспорту в системі локалізованих екситонів, причиною якої може бути утворення перколяційних кластерів по яких полегшено здійснюється такий транспорт.

В четвертому розділі вивчаються основні закономірності екситон-фононої взаємодії в $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$ і її прояв у властивостях екситонної смуги поглинання.

Вважається, що вплив структурного розупорядкування ґратки адекватний дії хаотичного поля типу "білий шум". Збурення електронних зон таким полем веде до утворення "хвостів" густини станів, що аналітично описуються виразом:

$$\rho(E) \sim \exp \left(- \frac{4\pi^4}{3} \ln \frac{1}{\Delta x} \left[\frac{E_c}{E - E_L} \right]^{3/2} \right); \quad (1)$$

З другого боку, спектральний розподіл коефіцієнта поглинання в області "хвоста" густини станів незалежно задовільно описують емпіричним виразом Урбаха:

$$\alpha = \alpha_0 \cdot \exp \left[\frac{\delta(T)}{kT} (h\nu - E_0) \right]; \quad (2)$$

де:

α_0 і E_0 - параметри фокальної точки, яка отримується при апроксимації краю поглинання речовини для рівних температур; $h\nu$ - енергія кванта;

$$\delta(T) = \delta_0 \frac{2kT}{h\omega_{\phi}^*} \text{th} \left(\frac{h\omega_{\phi}^*}{2kT} \right); \quad (3)$$

тут:

$\beta(T)$ - величина, що характеризує розміття краю поглинання; β_0 - параметр, оберненопропорційний силі Λ екситон-фононного зв'язку - $\beta_0 = S/\Lambda$; $\hbar\omega_{\phi}$ - енергія кванта ефективного фонона.

На основі експериментальних даних для ТРЗН $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$ проаналізовано конкуренцію вкладів від статичного і динамічного розупорядкування ґратки у формуванні урбахівського краю поглинання. Показано, що вклад від статичного розупорядкування більш актуальний в нижній частині (по енергії) "хвоста" густини станів, в так званій області точки сингулярності Ліфшица, в той час як у верхній частині - актуальніший вклад від екситон-фононної взаємодії. Досліджено температурні залежності величини урбахівської константи β , спектрального підсилення максимуму $E_{\text{екс}}$, напівширини $H/2$ і інтегрального коефіцієнта екситонної смуги поглинання. На їх основі робиться висновок про механізми дисипації енергії екситонного збудження, а також про те, що за поведінку $\beta(T)$ відповідальна члнїйна екситон-фононна взаємодія. Побудовано залежність $\beta_0(x)$, яка дозволила зробити важливий висновок про можливість керування фундаментальною константою - силою екситон-фононного зв'язку - шляхом зміни компонентного складу твердого розчину напівпровідника. Отримані дані із залежностей $\beta_0(x)$ співставлені з результатами теоретичних розрахунків.

В останньому п'ятому розділі, на основі узагальнення існуючих експериментальних результатів, а також результатів отриманих автором, описано новий метод встановлення природи неоднорідного розширення екситонних станів. Для цього приведено дані про структуру низькотемпературних спектрів вторин-

ного випромінювання при селективному збудженні в область неодноріднорозширених станів у випадку кристалів, де головний вклад в розширення вносять: світло-екситонна взаємодія (HgJ_2), екситон-фононна взаємодія (CdJ_2), вплив хаотичних електричних полів ($\text{Pb}_{1-x}\text{Mn}_x\text{J}$, $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$).

Показано, що незалежно від природи неоднорідного розширення, в усіх трьох випадках екситонний спектр випромінювання розширюється на дві компоненти, що відповідають різним стадіям релаксації екситонних збуджень. Відмінності полягають в тому, що таке розширення спектрів на дві компоненти у випадку світло-екситонного змішування і впливу статичного розупорядкування ґратки проявляється при селективному збудженні зразків в область неодноріднорозширених станів, а у випадку автолокалізації екситонів – тільки при зона-зонному збудженні, або при збудженні метастабільних вільних екситонів. Поряд з цим відмінності полягають і в природі такого свічення.

В заключенні роботи подані основні результати і сформульовані висновки.

Апробація роботи. Матеріали дисертації доповідались і обговорювались на міжнародній конференції "Нові фізичні проблеми в електронних матеріалах" (Болгарія, Варна, 1992 р.), Школі-семінарі СНД по динаміці структуроутворення (Самарканд, 1992 р.), Внесоюзній конференції "Сучасні проблеми статистичної фізики" (Львів, 1987 р.), Науково-практичному семінарі "Оптика і спектроскопія і їх використання в народному господарстві" (Кам'янець-Подільський, 1992 р.), XV Пекарівській нараді по теорії напівпровідників (Львів, 1992р.).

Публікації. За матеріалами роботи опубліковано 9 наукових праць, перелік яких подано в кінці автореферату.

Структура та об'єм дисертації. Дисертація складається із вступу, чотирьох розділів і заключення. Список цитованої літератури включає 122 джерела. Загальний об'єм роботи 156 сторінок.

Основні результати та висновки

Підводячи підсумки проведених досліджень і аналізуючи отримані результати можна зробити ряд узагальнюючих висновків:

1. У неперервному твердому розчині заміщення $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$ в усьому діапазоні зміни x в поляризації світла $E \parallel c$ крайове поглинання в області із екситонної смуги задовільняє правило Урбаха.

2. В низькотемпературних спектрах фотолюмінесценції $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$ починаючи з $x=0,18$ виявлена нова смуга випромінювання I_d . Вперше досліджені властивості якої дозволяють пов'язати її природу з екситонами, локалізованими великомасштабними дефектами, зумовленими композиційним розупорядкуванням Δx . Визначено поріг термічної делокалізації таких збуджень $T \approx 40\text{K}$.

3. На основі співставлення спектрів екситонного поглинання в області урбахівського краю і люмінесценції в $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$ встановлено, що вплив композиційного розупорядкування в цьому матеріалі у формуванні урбахівського поглинання актуальніший в області точки сингулярності Ліфшица, а в більш високоенергетичній області основний вклад вносить нелінійна екситон-фононна взаємодія.

4. Дослідженнями спектрів поглинання в області урбахівського краю для різних значень x в $In_{1-x}Tl_xJ$ виявлено залежність урбахівської константи β_0 від x , на основі чого зроблено висновок про зростання сили екситон-фононої взаємодії при заміні атомів індію на атоми талію. Знайдені абсолютні значення β_0 показують, що починаючи в $x=0,3$ в досліджуваному твердому розчині реалізується екситон-фононний зв'язок проміжної сили, при якому можливе утворення екситонних збуджень нового типу - ододов'язаних станів екситонів і деформації ґратки.

5. Досліджена і проаналізована температурна залежність максимуму екситонної смуги поглинання $E_{екс}(T)$ в $In_{1-x}Tl_xJ$. Порівняння залежностей $E_{екс}(T)$ і $\beta(T)$ дозволило зробити висновок, що у формуванні урбахівського краю смуги поглинання суттєвим є внесок тільки від нелінійної по фононних операціях екситон-фононої взаємодії.

6. На основі вивчення температурного асуву максимуму, напівширини, інтегрального коефіцієнта поглинання в $In_{1-x}Tl_xJ$ ($x=0; 0,1; 0,2; 0,4; 0,6$) встановлено, що в цьому матеріалі реалізуються характерні дисипативні екситонні процеси, які властиві для зазвичайних структур - розсіяння екситонів на вгвинних коливаннях та низькоенергетичних оптичних фононах.

7. Показано, що незалежно від природи неоднорідного розширення екситонних зон, відповідний спектр низькотемпературного власного випромінювання - двокомпонентний; при цьому кожна з компонент відповідає екситонним збудженням на різних стадіях релаксації.

8. Запропоновано і на прикладі модельних об'єктів HgJ_2 .

CdJ_2 , $Pb_{1-x}Mn_xJ_2$, які відрізняються силою світло-екситонного змішування, екситон-фононного зв'язку і ступенем структурного розупорядкування, реалізовано метод визначення природи неоднорідного розширення екситонних зон на основі аналізу структури низькотемпературних спектрів вторинного випромінювання при селективному збудженні речовин в область неоднорозширених станів.

Результати дисертації опубліковані в таких основних роботах:

1. Стеців Я.И., Лунь Ю.О., Френчко Р.Я. Структурные факторы и функции распределения атомов для неупорядоченных конденсированных систем по электронографическим данным//В кн. "Современные проблемы статистической физики", Тез. докл. Всесоюз. конф. ч. II, Киев, 1987, с.142.

2. Андрейко А.М., Френчко В.С., Лунь Ю.О., Сороківський А.М. Елизький порядок в аморфних шарах $InSb$ і $GaSb$ //Вісник Львів. ун-ту, сер.фіз., 1989, вип.22, "Фізичне матеріалознавство", с. 97-101.

3. Блонський І.В., Лунь Ю.О., Франів А.В., Бігун М.В. Екситони в твердих розчинах заміщення з композиційним розупорядкуванням $In_{1-x}Tl_xJ$ //Укр. фіз.журн., 1992. т.37, №. с.547-550.

4. Бродин М.С., Блонский И.В., Бигун М.В., Лунь Ю.О., Франив А.В. Экситоны в условиях статического и динамического разупорядочения решетки в $In_{1-x}Tl_xJ$ //Укр. фіз. журн. 1992. т.37, №7. с.971-976.

5. Блонский И.В., Каратаев В.Н., Лунь Ю.О., Франив А.В. Эффекты статического и динамического разупорядочения решетки

в собственной люминесценции слоистых полупроводников//Тез. докл. конф. "Структурно-динамические процессы в неупорядоченных средах", Самарканд, 1992, с.104.

6. Блонский И.В., Лунь Ю.О., Франив А.В. О природе краевого поглощения твердых растворов полупроводников $In_{1-x}Tl_xJ$ // В кн. "Оптика и спектроскопия и их применение в народном хозяйстве и экологии", материалы науч.-практич. семинара, Каменец-Подольский, 1992, с.10.

7. Бродин М.С., Блонський І.В., Франів А.В., Лунь Ю.О. Селективна спектроскопія неоднорідно розупорядкованих екситонних станів в шаруватих напівпровідниках//Тез. докл. XV Пекаровского совещ. по теории полупроводников, Львов-Донецк, 1992, с.10.

8. Бродин М.С., Блонский И.В., Каратаев В.Н., Лунь Ю.О., Набитович И.Д. Спектры вторичного излучения полупроводников со слоистой структурой и различной природой размытия экситонных зон.//Укр. фіз. журн. 1992. т. 37, №11, с. 1683-1688.

9. Blonski I.V., Loon Yu.O. and Bigun M.I. Excitons in layered structures under statical and dynamical disordering//International Conference "New physical problems in electronic materials", Bulgaria, Varna, sept. 1992, p.98.

ЛІБ ім. В. Стефанька
АН України

Лунь Ю.О. "Эффекты статического и динамического раупорядочения решетки в оптических свойствах слоистых полупроводниковых материалов"

Диссертация на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 01.04.10 - физика полупроводников и диэлектриков, Львовский государственный университет, Львов, 1995.

Исучена конкуренция процессов локализации экситонов крупномасштабными флуктуациями состава и нелинейного экситон-фононного взаимодействия в формировании неоднородного уширения экситонных полос в твердом растворе замещения $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$. Развнт новый метод определения природы неоднородного уширения экситонных состояний, основанный на изучении собственных спектров вторичного излучения при использовании техники селективного возбуждения образцов. Метод апробирован на примере слоистых полупроводников $\text{In}_{1-x}\text{Tl}_x\text{J}$, HgJ_2 , CdJ_2 , $\text{Pb}_{1-x}\text{Mn}_x\text{J}_2$, отличающихся силой свето-экситонного, экситон-фононного взаимодействия и мерой статического раупорядочения решетки.



Loun Yu.G. Effects of static and dynamic lattice disordering in optical properties of semiconductor layered materials. The thesis for obtaining the degree of candidate of physical and mathematical sciences on the speciality 01.04. 10 - Physics of semiconductors and insulators. Lviv State University. Lviv, 1995.

The competition of the two processes taking place in forming an unhomogeneous broadening of exciton bands in the solid solution of replacement $In_{1-x}Tl_xJ$ is studied. The first of the two is the excitons localization the large-scale fluctuations of the composition and the second is a non-linear exciton-phonon interaction. A new method of determining the origin of the exciton states unhomogeneous broadening, based on the study of the intrinsic secondary emission spectra by means of selective excitation of the specimens is developed. The method was evaluated in treatment of layer semiconductors $In_{1-x}Tl_xJ$, HgJ_2 , CdJ_2 , $Pb_{1-x}Mn_xJ_2$, which are distinguished by the strength of photon-exciton and exciton-phonon interactions and by the degree of static lattice disorder.

Ключові слова: екситони, локалізація, автолокалізація, композиційне розупорядкування ґратки, спектри, поглинання, люмінесценція.

AB 32.580

Підписано до друку 23.05.95. Формат 60×84/16. Друк офсетн. Папір офсетн.
Умов. друк. арк. 0,94. Умов. фарбо-відб. 1,18. Обл.-вид. арк. 1,05. Тираж
100 прим. Зам. 2448.

Обласна книжкова друкарня, 290000, Львів, вул. Стефаніка, 11.