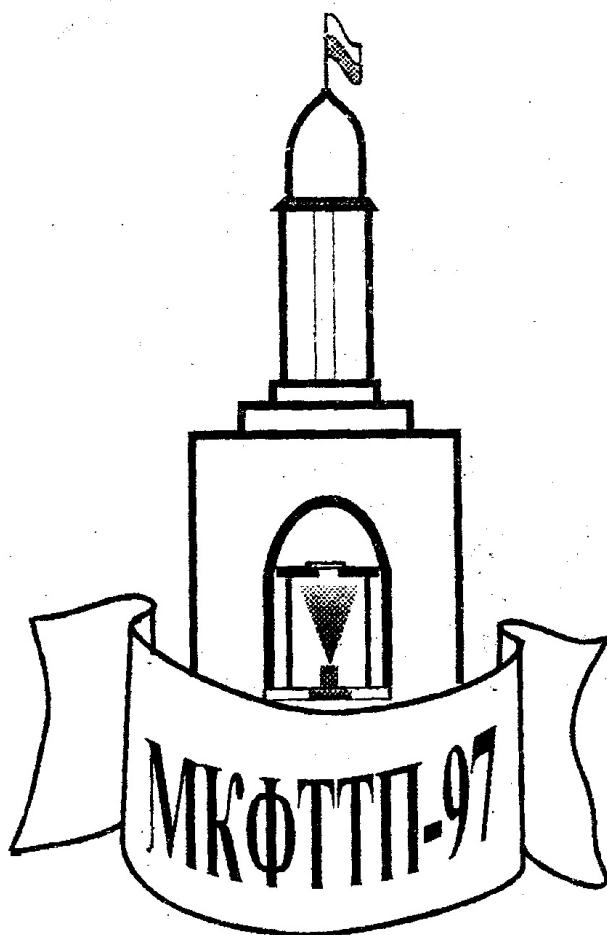


ФІЗИКА І ТЕХНОЛОГІЯ ТОНКИХ ПЛІВОК

VI МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ



I частина

**PHYSICS AND TECHNOLOGY
OF THIN FILMS**

VI INTERNATIONAL CONFERENCE

Івано-Франківськ, 1997

наблюдалась дополнительная полоса с $h\nu_m=1,425$ эВ, обусловленная образованием комплекса $V_{As}S_{As}$.

Сохранение электрофизических свойств полуизолирующего арсенида галлия связывается с образованием на поверхности кристалла в начальный период ТО тонкого (<1мкм) слоя сульфида галлия. Исследованы механические и защитные свойства этого слоя в зависимости от условий ТО. Предполагается, что ТО в атмосфере паров серы может быть успешно использована для повышения однородности физических свойств кристаллов ПИН GaAs.

Структурні перетворення в плівках системи GaSb - Sn.

О.Г.Миколайчук, І.С.Дуцяк, Н.Ю.Луцик, В.І.Присяжнюк

Львівський державний університет
Львів, Україна

Структура, термічна стійкість та кінетика фазових перетворень плівок системи GaSb-Sn, одержаних дискретним випаровуванням у вакуумі вивчалась на електронографі $\text{ЭГ}-100$ та електронному мікроскопі УЭМВ-100К. Спочатку досліджувались плівки сформовані на підкладках, що знаходилися в процесі осадження при кімнатній температурі. Як показали електронографічні дослідження, при таких умовах осадження гомогенні аморфні плівки формуються лише до концентрацій олова біля 70 ат.%. Вище цієї концентрації навіть при кімнатній температурі підкладок осаджуються двофазні полікристалічні плівки з фазами $b\text{-Sn}$ і GaSb. Зі збільшенням концентрації олова в аморфних плівках GaSb - Sn зростає найближча міжатомна віддаль (від 2.72 до 2.81 \AA) при збереженні характерної для аморфного антимоніду галію потрійної атомної координації в розподілі найближчих сусідів.

Під час неперервного нагрівання аморфних плівок безпосередньо в колоні електронного мікроскопа виявлено, що з ростом концентрації олова термічна стійкість аморфного стану знижується від 390К до 310К. Первинною фазою кристалізації є кристаліти $b\text{-Sn}$. Суттєві структурні зміни простежуються ще в аморфному стані, коли на початкових стадіях відпалювання проходить розділення однорідного аморфного середовища на дві аморфні фази.

Під час осадження на підкладки, що знаходились при температурах близьких до кристалізаційних формуються неоднорідні аморфні плівки. Хоча рівновага системи GaSb-Sn в масивному стані описується діаграмою евтектичного типу, а взаємна розчинність компонентів не перевищує 1%, в тонкоплівковому стані нами виявлено формування при підвищених температурах підкладок кристалічних метастабільних твердих розчинів заміщення типу $(\text{GaSb})_{1-x}(\text{Sn}_2)_x$ в концентраційному інтервалі $0 < x < 0.11$. Метастабільні кристалічні тверді розчини заміщення на базі структури типу сфалериту з тетраедричним атомним розміщенням при температурі біля 430К розпадаються на фазу $b\text{-Sn}$ і GaSb. З підвищеннем T_p поряд з

кристалітами твердого метастабільного розчину формуються кристаліти β -Sn, а при T_p понад 440К осаджуються двофазні полікристалічні плівки.

Побудовано концентраційно-температурні діаграми областей існування аморфного стану і метастабільних кристалічних твердих розчинів в плівках системи GaSb-Sn.

Вплив домішок вісмуту на фізичні властивості аморфних плівок моноселеніду германію

С.В.Макаренко, О.Г.Миколайчук, І.С.Дуцяк

Львівський держуніверситет ім. І.Франка

Львів, Україна

Модифікація вісмутом дісульфіду та діселеніду германію, внаслідок чого відбувається інверсія з p- до n- типу провідності, та можливість створення на базі цих плівок p-n - переходів, викликає особливий інтерес. Інверсію типу провідності більшість дослідників пояснюють з двох припущення: по-перше, чисто електронними процесами, які зумовлюють зміщення рівня Фермі в бік зони провідності; по-друге присутністю квазікристалічної фази Bi_2Se_3 з n-типом провідності, яка рівномірно розподілена по об'єму зразка. В доповіді представлені результати досліджень фізичних властивостей аморфних плівок моноселеніду германію з домішками вісмуту та пояснено особливості цих властивостей.

Досліджувались температурні залежності електро-проводності та спектральні залежності фотоструму аморфних плівок складу $(\text{GeSe})_{1-x}\text{Bi}_x$ ($x = 0.0 - 0.15$), отриманих методом дискретного випаровування.

Зі збільшенням вмісту Bi в GeSe провідність плівок збільшувалась у всьому температурному інтервалі, зменшувалися і відповідні енергії активації електропровідності. На температурних залежностях електропровідності у зразків з $x > 0.06$ при температурах понад 310 К з'являлися лінійні ділянки з додатнім температурним коефіцієнтом опору - ТКО. Оптична ширина забороненої зони плівок визначалась з спектральних залежностей фотоструму. Проведені дослідження показали, що при введені Bi в GeSe енергія активації електропровідності та оптична ширина забороненої зони аморфних плівок зменшуються синхронно, що підтверджує незмінність енергетичного положення рівня Фермі в забороненій зоні. Ділянки з додатнім ТКО у плівок з $x > 0.06$ вказують на існування поряд з активаційним напівпровідниковим механізмом провідності, бар'єрного, вздовж мікронеоднорідних угрупувань атомів, збагачених Bi.

Структура та електропровідність структурно невпорядкованих плівок ScCu₄

В.І.Присяжнюк, В.О.Деркач, І.І.Марголич

Львівський держуніверситет
Львів, Україна

Об'ємні зразки ScCu₄ одержували шляхом плавлення вихідних компонентів (Sc - 99.92%, Cu - 99.99%) в електро-дуговій печі в атмосфері очищеного Ar; сплави гомогенізували в евакуйованих кварцових ампулах при T=870 К протягом 1000 год. Тонкі плівки ScCu₄ отримували методами резистивного напилення в вакуумі 10⁻³ Па і магнетронного розпилення мішеней в аргоновій плазмі (робочий тиск Ar в системі був 10⁻¹ Па). Плівки осаджували на підкладки з ситалу та кварцу при T_п=293-650 К. Хімічний склад плівок визначали на мікроаналізаторі "Camebax" в п'яти точках кожного зразка. Для електричних вимірювань використовували тонкоплівкові контакти з Cu-Cr, одержані резистивним напиленням. Товщина плівок ScCu₄ була 0.5-1.0 мкм, питомий електроопір досліджували в температурному інтервалі 150-500 К.

Рентгенодифрактометрично (ДРОН-4-07) виявлено, що незалежно від способу одержання та при T_п<650 К конденсати володіють аморфною структурою. Картина дифракції від резистивно та магнетронно одержаних плівок характеризується одним широким розмитим максимумом при S=1.49 E-1. Водночас особливістю магнетронно отриманих зразків є те, що окрім широкого дифракційного максимуму простежується ще й малоінтенсивний гострий пік при S=2.46 A⁻¹. Значення (300К для резистивно напищених плівок були на 1-2 порядки, а магнетронно осаджених на 4-5 порядків вищими від масивних зразків ScCu₄. Зразки, одержані вакуумним напиленням, в досліджуваному інтервалі температур мали металічну провідність з малим значенням ТКО. В тонких плівок, одержаних магнетронним напиленням при T_п=293 К, простежується напівпровідниковий хід провідності, а в зразках, отриманих при T_п=500 К залишується переход напівпровідник-метал.

Проаналізовано механізми провідності плівок в співставленні зі структурними особливостями їхньої будови.