

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ УКРАЇНИ  
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. І.І.МЕЧНИКОВА

На правах рукопису

ПРОНІЧКІН ЗАЛЕРІЙ ДМІТРІЙОВИЧ

ВПЛИВ ПОЛЬОВОГО ЗМІЩЕННЯ ІОНІВ НА ЕЛЕКТРИЧНІ  
ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛІВОК СУЛЬФІДУ КАДМІЮ

01.04.10 - Фізика напівпровідників та діелектриків

А В Т О Р Е Ф Е Р А Т  
дисертації на здобуття вченого ступеню  
кандидата фізико-математичних наук

Одеса - 1994

ЛНБ України ім. В. Стефаника



00777725 (Z)

АВ 30.776

Дисертацією є рукопис

роботу виконано в Одеському державному університеті

Головні керівники: доктор фізико-математичних наук  
професор Сердюк Віктор Васильович;  
кандидат фізико-математичних наук  
доцент Ігнатів Олександр Васильович

Наукові опоненти: доктор фізико-математичних наук  
професор Рсйзін Яков Овсеевич (ОДУ);  
кандидат фізико-математичних наук  
Вінославський Михайло Миколайович  
(Ін-т фізики Національної АН України)

Наукова установа: науково-дослідний технологічний  
інститут "ТЕМП" міністерства  
машинобудування, конверсії та  
військово-промислового комплексу  
України, м. Одеса

Захист дисертації відбудеться "11" серпня 1994р  
о "14<sup>00</sup>" години на засіданні спеціалізованої ради К 068.24.03  
з фізико-математичних наук (фізика) в Одеському державному  
університеті (270100, Одеса; Пастера, 27, Велика фізична  
аудиторія).

З дисертацією можна ознайомитися у науковій бібліотеці  
Одеського державного університету ім. І.І. Мечникова

Автореферат розіслано "16" серпня 1994р.

Вчений секретар спеціалізованої ради  
кандидат фізико-математичних наук

доцент

О.П. Федчук

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА РОБОТИ  
АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ.

Напівпровідникові полуки групи  $A^2B^6$  і в даному вигідку сульфід кадмію, пригортають увагу дослідників перспективністю практичного застосування, зумовленою високою відчутливістю до зовнішніх впливів. Наприклад, висока фотовідчутливість сульфїду кадмію в видимій області спектру і велика ширина забороненої зони дозволяє створювати тонкоплівкове скануюче обладнання, датчики концентрації кисню, польові транзистори з ізолюваним затвором і ряд інших приладів.

Однак, практичне застосування сполук  $A^2B^6$  у приладах мікроелектроніки обмежується через нестабільність електричних характеристик напівпровідників. Одним з факторів, спричинюючих зміни електричних характеристик, являються іонні процеси, а саме польове зміщення іонів у напівпровідниках. Незважаючи на велику кількість робіт, присвячених дослідженню впливу дрейфу іонів на електричні властивості тонких плівок сполук  $A^2B^6$ , в ще ряд питань, які недостатньо визчені.

По-старому актуальною задачею є дослідження впливу дрейфу іонів на характер ізотермічної релаксації і температурної залежності струму у плівках сульфїду кадмію. Потребують свого подальшого розгляду іонні процеси, які приводять до виникнення електричних неоднорідностей у напівпровідниках, вирощених у зовнішньому електричному полі. Дослідження польового зміщення іонів у напівпровідниках важливі для поглиблення уявлень про причини змін вихідних характеристик тонкоплівкових приладів.

Мета роботи. Основною метою роботи є дослідження впливу дрейфу іонів на електричні характеристики плівок сульфїду кадмію і вихідні параметри тонкоплівкових приладів, виготовлених на їх основі. Для здійснення цієї мети були

синтезовані плівки сульфїду кадмїю у зовнїшньому електричному полї, а також шари, пїдверженї високовакуумній польовї термообробцї. Визначена структура : фазовий склад досліджуваних плївок за допомогою електронної Оже-спектроскопїї, та рентгенївської дифракцїї. Вимїряні спектри фотопровїдностї, фотолїумїнесценцїї і термостимульованої провїдностї дали змогу уточнити механїзм змїни електричних властивостей напївпровїдникїв в результатї дрейфу їонїв.

Для досягнення поставленої мети були сформульованї основнї задачі:

1. Розробити спосїб синтезу плївок, якї дає змогу формувати в шарах CdS електричнї неоднорїдностї розмїром, достатнїм для проведення рентгено- і електронографїчних досліджень, фотолїумїнесценцїї і електронної Оже-спектроскопїї.

2. Провести комплекснї експериментальнї дослідження впливу польового змїщення їонїв на утворення дефектїв у шарах CdS.

3. Дослідити кїнетичнї явища, зумовленї дрейфом їонїв у плївках сполук  $A^{2}B^6$ .

4. Розробити методики визначення величин рухомостї їонїв, вїдповїдальних за формування електричних неоднорїдностей у плївках CdS.

5. Розглянути питання, пов'язанї з пїдвищенням стабїльностї і надїйностї роботи тонкоплївкових приладїв, виготовлених на основї плївок сполук  $A^{2}B^6$ .

Наукова новизна

1. Уперше досліджено динамїку синтезу плївок сульфїду кадмїю у зовнїшньому електричному полї, направленому вздовж поверхнї пїдкладки, при змїни термодинамїчних умов напїлення у квазізамкненому об'ємї.

2. Уперше досліджено вплив утворення високої електричної неоднорїдностї у шарах сполук  $A^{2}B^6$  на вихїднї

характеристики датчиків концентрації кисню і тонкоплівкові польові транзистори (ТПТ) з ізолюваним затвором.

3. Уперше розглянено явища ізотермічної релаксації струму, обмеженого просторовим зарядом, і аномальної температури залежності темного струму, зумовлені дрейфом іонів у шарах сульфідів кадмію.

4. Розроблено та апробовано методики, що дозволяють знаходити величину рухомості іонів у плівках  $CdS$  в діапазоні температур 150–600 К.

#### Практичне значення роботи.

1. Розроблено спосіб синтезу плівок сульфідів кадмію, які дають змогу одержати зразки з неоднорідними електричними властивостями вздовж їх поверхні. Патентна чистота способу синтезу підтверджена авторським посвідченням /12/.

2. Розроблено спосіб збільшення відчутливості датчиків концентрації кисню, захищений авторським посвідченням /9/.

3. Знайдено шлях підвищення стабільності і надійності роботи напівпровідникових приладів, виготовлених на основі плівок сполук  $A^{2-3}$ .

4. Результати дисертаційної роботи, що одержано, можуть використовуватися для вирішення практичних задач створення тонкоплівкових приладів з покращеними метрологічними характеристиками.

#### Наукові положення, що їх винесено на захист:

1. В процесі дрейфу іонів кадмію, сірки і примісних атомів у напрямку зовнішнього електричного поля, формується неоднорідний розподіл дефектів в  $CdS$ , які зумовлюють електричні, фотоелектричні і люмінесцентні властивості напівпровідників.

2. Утворення вискоосної електричної неоднорідності поблизу одного з електродів в результаті дрейфу іонів у плівках сполук  $A^{2-6}$  приводить до зменшення

адсорбційно-десорбційної відчутливості датчиків концентрації кисню та зміні вихідних характеристики ПП з ізольованим затвором.

3. Ізотермічна релаксація струму, обмеженого просторовим зарядом, і аномальна температурна залежність темного струму зумовлені зміною розмірів високоомної електричної неоднорідності в процесі польового зміщення іонів у плівках сульфиду кадмію.

#### Апробація результатів роботи

Головні результати роботи доповідалися і обговорювалися на:

1. 6-ому і 7-ому всесоюзних семінарах з оптичних і електрооптичних методів та засобів передачі, перетворення і збереження інформації (Москва, 1978, 1980).

2. 1-ій всесоюзній науково-технічній конференції "Одержання і властивості напівпровідникових сполук типу  $A^2B^6$  і  $A^4B^6$  та їх розчинів на їх основі (Москва, 1977).

3. Республіканській науково-технічній конференції "Стан і перспективи розвитку систем і приладів аналізу складу речовини (Ужгород, 1977, 1978).

4. Республіканському семінарі "Нові фізичні принципи в аналітичному приладобудуванні (Київ, 1980).

5. 12-ій раді з теорії напівпровідників (Ташкент, 1985).

6. Всесоюзній науково-технічній конференції "Конструктивно-технологічне забезпечення якості мікро- і радіоелектронної апаратури при проектуванні і у виробництві (Жевськ, 1983).

#### Публікації.

Головні результати дисертації викладено у 18 роботах, які приведені в кінці автореферата.

#### Структура і об'єм роботи.

Дисертація складається з вступу, чотирьох розділів.

висновків і списку цитованої літератури, що має 175 назв. Загальний об'єм складає 169 сторінок.

### ЗМІСТ РОБОТИ.

У вступі обгрунтовано актуальність теми дисертації, її новизна, практична цінність і основні положення, що їх винесено на захист.

У першому розділі зроблено огляд літератури, присвяченої сучасному станові досліджень впливу дрейфа іонів на електричні характеристики напівпровідників. Основну увагу було приділено роботам, в яких досліджувались механізм конденсації напієць відників в електричному полі і релаксація провідності, зумовлена дрейфом іонів у напівпровідниках.

На основі проведеного аналізу літератури сформульовані основні задачі, вирішення яких дало змогу досягнути мети, що поставлена у дисертаційній роботі.

У другому розділі описано спосіб синтезу плівок CdS в зовнішньому електричному полі, направленому вздовж поверхні підкладки. Розглянено динаміку синтезу плівок сульфїду кадмію у квазізамкненому об'ємі при випаровуванні порошка CdS в вакуумі у зовнішньому електричному полі середньою напруженістю  $1 \cdot 10^4$  В/м в діапазоні температур підкладки  $T_{\text{п}} = 280 - 670$  К. Товщина плівок CdS складала  $5 \cdot 10^{-7} - 1 \cdot 10^{-6}$  м.

При конденсації CdS в електричному полі і послїдуючому охолодженні зразків до температури 300 К (в тому об'ємі де проводився синтез) в відсутності зовнішнього поля, поблизу анода утворюється високоомна область розміром близько  $2 \cdot 10^{-3}$  м, з величина опору плівки  $R(x)$  вздовж поверхні монотонно зменшується від анода до катода.

Аналіз Оже-спектрів таких неоднорідних плівок показав, що у сульфїді кадмі поблизу катода зростає, а поблизу анода зменшується концентрація атомів кадмію. Концентрація атомів сірки максимальна на поверхні плівки поблизу анода.

Поблизу поверхні у катода плівка складається з сульфиду кадмію гексагональної фази і незначної кількості кубічної фази, а поблизу анода гексагональної фази  $CdS$  и значної кількості сірки.

Польове зміщення атомів кадмію і сірки приводить до неоднорідного розподілу дефектів в  $CdS$ . В результаті чого поблизу катода розгоряється 0-полоса фотолюмінесценції ( $\lambda_m = 0,609$  мкм), яка зумовлена випромінювальними переходами електронів на центри типу  $(Cd_i - A^-)^0$ , в склад яких входять міжвузлові атоми  $Cd_i$ . Це А-акцепторний центр. Зростання інтенсивності фотолюмінесценції ( $\lambda_m = 0,720$  мкм) поблизу анода свідчить про збільшення в цій частині зразка вакансій кадмію ( $V_{Cd}^-$ ), що входять у склад центра  $(V_{Cd}^{2-} - V_S^{2+})^0$ .

У випадку, коли конденсація  $CdS$  і охолодження плівок проводилась в зовнішньому електричному полі, то на залежності  $R_m(x)$  з'являється мінімум- $R_m(x)$ , який зміщується до катода в процесі синтезу плівок. Враховуючи, що швидкість зміщення  $R_m(x)$  визначається швидкістю дрейфа іонів в електричному полі, була визначена рухомість іонів у  $CdS$  при температурі 300 К, яка склала значення  $2 \cdot 10^{-11}$  м<sup>2</sup>/В·с.

Якщо газоподібні атоми кадмію іонізувати електронним ударом в зоні конденсації, то опір плівок  $CdS$ , синтезованих в електричному полі, зростає по всій довжині вздовж поверхні, в результаті зменшення концентрації міжвузлових атомів кадмію.

Визначено напрямок дрейфа атомів міді і індію у шарах  $CdS$  під час їх синтезу в електричному полі. Показано, що іони міді дрейфують в  $CdS$  до анода, утворюючи у цій частині зразків дефекти типу  $(Cu_{Cd}^- - V_S^+)$  з глибиною залягання 0,8 еВ від дна зони провідності. Атоми індію зміщуються в  $CdS$  у напрямку до катода, у вигляді позитивно заряджених іонів.

У третьому розділі досліджено вплив польової термообробки на електричні властивості плівок сульфиду кадмію. У процесі польової термообробки однорідний по опорі шар  $CdS$  відпалюється в вакуумі при  $T=400$  К, і напрузі  $V=100-200$  В на протязі.

декількох десятків хвилин, а потім охолоджується при тій самій напрузі до кімнатної температури.

Після польової термообробки в  $\text{CdS}$  біля анода формується високоомна електрична неоднорідність розміром з  $5 \cdot 10^{-6}$  м, яка утворюється в результаті дрейфа іонів кадмію в  $\text{CdS}$ . Про це свідчать результати аналізу спектрів термостимульованої провідності плівок  $\text{CdS}$ . Так, після польової термообробки поблизу катоду зростає інтенсивність піку ТСП, що відповідає рівневі 0,45 з'явилася зони провідності, що пов'язаний з дефектом  $(\text{Cd}_i^+ - \text{V}_s^-)$ , в склад яких входять міжвузлові атоми кадмію.

Зміна ширини високоомної області  $L$  в процесі дрейфа іонів у  $\text{CdS}$  приводить до ізотермічної релаксації струму  $J(t)$ , обмеженого простором, зарядом:

$$J(t) = \frac{A \cdot V_1^2}{[L + \Delta L(t)]^3}$$

де  $A = \frac{q}{8} \cdot \epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot \theta \cdot \mu_{эл}$ ,

$$\Delta L(t) = v(t) \cdot t = E(t) \cdot \mu_{ион} \cdot t$$

$\theta$ -фактор прилипання;  $\mu_{эл}$ -рухомість електронів;  $V_1$ -спад напруги в високоомній ділянці;  $E(t)$ -середня напруженість електричного поля;  $\mu_{ион}$ -рухомість іонів у напівпровіднику,  $v(t)$ -швидкість іонів;  $t$ -час;  $\epsilon$ -діелектрична проникливість напівпровідника;  $\epsilon_0$ - електрична стала.

По тангенсу кута залежності побудованої в координатах

$$\Delta L(t) = \left( \left( \frac{A \cdot V_1^2}{J(t)} \right)^{1/3} - L \right) \frac{1}{\mu_{ион}} \cdot t$$

визначена дрейфова рухомість іонів в  $\text{CdS}$ , яка при  $T=300$  К

виявилась рівною  $2 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$ .

Розглянено модель аномальної температурної залежності темнового струму, згідно до якої спад струму при підвищенні температури виникає в результаті перерозподілу позитивно заряджених іонів в електричному полі. Температура максимума  $T_m$  аномальної температурної залежності ( $\Delta T_3$ ) струму у цьому випадку залежить від величини прикладеної напруги  $V$  так:

$$T_m = T_0 + \frac{\beta \cdot L}{\langle \mu_D \rangle} \left( \frac{\epsilon \cdot \epsilon_0}{e \cdot N \cdot V} \right)^{1/2}$$

де  $T_0$  - початкова температура вимірювання,  $\beta$  - швидкість нагрівання напівпровідника,  $L$  - довжина шару  $\text{CdS}$ ,  $\langle \mu_D \rangle$  - середня рухомість іонів в  $\text{CdS}$ ,  $e$  - заряд електрона,  $N$  - концентрація електронів, локалізовані на глибоких центрах;  $\epsilon$ ;  $\epsilon_0$  - діелектрична проникливість напівпровідника і електрична стала, відповідно.

Зміна розмірів високоомної електричної неоднорідності в процесі дрейфа іонів приводить до  $\Delta T_3$  темного струму у плівках  $\text{CdS}$ . З залежності  $T_m \sim 1/V^{1/2}$  визначена середня величина рухомості іонів у  $\text{CdS}$  в області температур 150-200 К, яка склала значення  $1 \cdot 10^{-12} \text{ м}^2/\text{В} \cdot \text{с}$ .

У четвертому розділі розглянуто явища зумовлені дрейфом іонів у шарах сполук  $\text{A}^2\text{B}^6$ . Досліджено механізм виникнення низькочастотних осциляцій струму у  $\text{CdS}$  і  $\text{CdS-Cu}$ . Дрейф  $\text{Cd}_i$  і міді приводить до згину енергетичних зон  $\text{CdS}$  у анода, в результаті чого частина глибоких донорних рівнів  $N_D^0$  перетинає рівень Фермі, і при наявності сильного поля біля анода ці рівні іонізуються за схемою  $N_D^0 \rightarrow N_D^+ + e$ . Де  $e$  - електрон провідності, який створюється під час польової іонізації глибоких донорів. При цьому спостерігається зріст струму. Зростання електропровідності  $\text{CdS}$  біля анода супроводжується зменшенням напруженості поля у цій ділянці і зростанням

інтенсивності захвату нерівноважних електронів глибокими центрами. Цей процес приводить до повільного спаду струму.

Досліджено вплив польового зм...ення з мів кадмію у шарах  $\text{CdS}$  і  $\text{CdSe}$  на зменшення адсорбційно-десорбційної відчутливості датчиків концентрації кисню. Показано, що легування напівпровідників індієм концентрацією  $10^{13}$ - $10^{18}$   $\text{м}^{-2}$  збільшує відчутливість датчиків концентрації кисню.

Перерозподіл заряджених дефектів у шарах  $\text{CdS}$  приводить до зміни вихідних характеристик тонкоплівкових польових транзисторів (ТПТ) з ізолюванням затвором. У рамках однієї моделі напівпровідника одержана вольтамперна характеристика (ВАХ) ТПТ при наявності високоомної електричної неоднорідності поблизу стока напівпровідникового каналу:

$$V_L = V_g - \left( V_g^2 - \left[ \frac{2 \cdot t_1 \cdot J \cdot L}{\mu \cdot \epsilon_1 \cdot \epsilon_0} + C \right] \right)^{1/2}$$

де  $V_L$ ,  $V_g$  - напруги на стосі і затворі, відповідно;  $t_1$  - товщина діелектрика затвора,  $J$  - струм, який протікає через напівпровідникову плівку;  $L$  - відстань між електродами;  $\mu$  - рухомість електронів у сульфіді кадмію;  $\epsilon_1 \cdot \epsilon_0$  - діелектрична проникливість діелектрика затвора і електрична стала, відповідно. Коефіцієнт  $C$  залежить від значень  $J, \mu, V_g$  і визначається чисельним розрахунком.

Аналіз розрахункових ВАХ ТПТ показав, що дрейф іонів у напівпровідниковому каналі транзистора буде приводити до зменшення крутості управління приладу і до зростання напруги на стосі, коли починає різко зростати струм. Розрахункові ВАХ узгоджуються з ВАХ ТПТ, виготовлених на основі плівок  $\text{CdS}$ . Показано, що якщо у ролі стока виготовляти індій, тоді

підвищується стабільність і надійність роботи тонкоплівкових приладів.

У ряді випадків при сумісному напилюванні двох сполук  $CdS(Cd_{1-x}Zn_xS)$  і  $ZnSe$  в електричному полі, високоомна неоднорідність утворюється біля катода. При цьому в цій частині зразка зростає кількість фази  $ZnSe$ , яка являється більш високоомною, ніж  $CdS$  чи  $CdSe$ . Це є наслідком дрейфа іонів цинку в електричному полі до катода.

У шарах, одержаних при сумісному напилюванні  $CdSe$  і  $ZnSe$  формується неупорядкована сітка високоомних каналів при дрейфі до аноду через плівку ярко світних "точок". Припускається, що висвічена форма трека світної "точки" є фракталом.

### ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У роботі розглянено і інтерпретовано з єдиної точки зору зміни, які проходять в  $CdS$  в процесі польового зміщення іонів. Запропоновано способи покращення метрологічних характеристик напівпровідникових приладів, які виготовляються на основі плівок сполук  $A^{2+}B^6$ .

#### З висновків в роботі слід відмітити такі:

1. Зміни електричних властивостей плівок  $CdS$  зумовлені дрейфом іонів кадмію, сірки і домішок в напрямку поля як в процесі синтезу напівпровідників в електричному полі, так і при польовій термообробці.
2. Дрейф іонів приводить до утворення неоднорідного розподілу дефектів в  $CdS$ , що зумовлюють електричні, фотоелектричні і люмінесцентні властивості напівпровідників.
3. Утворення високоомної електричної неоднорідності поблизу анода в процесі дрейфа іонів кадмію приводить до зменшення адсорбційно-десорбційної відчутливості датчиків концентрації кисню і зменшення крутості управління ППТ з ізолюваним затвором.

4. Дієкативно, що легування напівпровідників індієм збільшує стабільність і надійність роботи тонкоплівкових приладів. Дрейф іонів від до аноду сприяє утворенню електричної неоднорідності і виникненню нестійкості струму у  $\text{CdS}$ .

5. Зміна розмірів високоомної області поблизу одного з електродів приводить до ізотермічної релаксації струму, обмеженого просторовим зарядом, і АТЗ темного струму.

6. При сумісному напиленні двох сполук  $\text{CdS}(\text{Se})$  і  $\text{ZnSe}$  в електричному полі, високоомна неоднорідність формується біля катода в процесі дрейфа іонів цинку.

Головні результати дисертації опубліковано в роботах:

1. Смынтына В.А., Сердюк В.В., Проничкин В.Д., Вашпанов Ю.А., Корнева Н.Н., Прокопович Л.П. Изменение удельного сопротивления слоев селенида кадмия в процессе их роста. - Тезисы доклада в сб.: Структура и Физические свойства тонких пленок, Ужгород, 1977. - С.158-159.

2. Смынтына В.А., Сердюк В.В., Проничкин В.Д., Корнева Н.Н., Цепляева Т.А. Влияние собственных и примесных дефектов на фоточувствительность мишенной видиконов. - Тезисы докладов 1-ой всесоюзной научно-технической конференции "Получение и свойства полупроводниковых соединений типа  $\text{A}^2\text{B}^6$  и  $\text{A}^4\text{B}^6$  и твердых растворов на их основе", Москва, ч.2. : 77. - С.185.

3. Смынтына В.А., Сердюк В.В., Проничкин В.Д., Корнева Н.Н. О роли атомов кислорода и меди в процессах очувствления слоев селенида кадмия. - тезисы докладов республиканской конференции "Структура и Физические свойства тонких пленок", Ужгород, 1977. - С.156-157.

4. Баранов О.Н., Корнева Н.Н., Проничкин В.Д., Сердюк В.В., Смынтына В.А. Элементарные преобразователи оптических сигналов в электрические на основе тонких слоев селенида кадмия. - Тезисы докладов 6-го всесоюзного семинара по оптическим, электрооптическим методам, и средствам

передачи, преобразования, переработки и хранения информации. Москва, 1978. - С.70-71.

5. Архипович В.А., Коробко Г.С., Смытына В.А., Проничкин В.Д. Полупроводниково-адсорбционный анализатор кислорода. - Тезисы докладов республиканской научно-технической конференции "Состояние и перспективы развития систем и приборов анализа состава вещества" Ужгород, 1978. - С.76.

6. Смытына В.А., Проничкин В.Д., Вашпанов Ю.А., Коробко Г.С. Повышение и стабилизация адсорбционной способности пленок селенида кадмия. - Тезисы докладов в сб.: Новые Физические принципы в аналитическом приборостроении. Киев, 1980.

7. Смытына В.А., Проничкин В.Д., Вашпанов Ю.А., Богуненко В.Л., Сморгчов Б.И., Коляда В.Л., Малюк Е.В. Полупроводниковые первичные преобразователи концентрации кислорода в электрический сигнал на основе пленок селенида кадмия. Тезисы докладов сб.: 7-ой всесоюзный семинар по оптическим, электрооптическим методам средствам передачи, преобразования, переработки и хранения информации. Москва, 1980. - С.100.

8. Смытына В.А., Проничкин В.Д., Коробко Г.С., Разин В.И. Чувствительность тонких пленок селенида кадмия к кислороду. - Деп. Известия вузов СССР, Физика, № 156. 81. 1981. - 14 с.

9. Вашпанов Ю.А., Проничкин В.Д., Смытына В.А., Сердюк В.В. Чувствительный элемент газанализатора, Авторское свидетельство № 1061583. Заявка № 3270430 от 15.06.83.

10. Игнатов А.В., Бугтак А.В., Проничкин В.Д., Сердюк В.В. Аномальная температурная зависимость темнового тока в сульфиде кадмия, обусловленная полевым смещением ионов // ФТП. - 1985. - Т.19, № 11. - С.2067 - 2069.

11. Бурлак А.В., Проничкин В.Д., Игнатов А.В. Влияние поверхностного дрейфа ионов на температурную зависимость темнового тока тонких слоев CdS. 12-ое совещание по теории полупроводников. Ташкент, тезисы докладов, Киев, 1985, ч. 1. - С.132 - 133.

12. Проницкий В.Д., Игнатов А.В. Способ получения слоев. Авторское свидетельство № 1271919. Заявка № 3777978. Зарегистрировано 15.01.88.

13. Проницкий В.Д., Полищук В.Е., Игнатов А.В. Влияние электрического поля на кристаллизацию и электрические свойства тонких пленок сульфида кадмия // Поверхность. Физика, химия, механика. - 1987. - №1. - С.142 - 144.

14. Проницкий В.Д., Игнатов А.В., Сердюк В.В. Влияние полевого мещения ионов на электрические свойства поликристаллических слоев  $CdS$  // Изв. вузов. Физика. - 1987. - № 85. - С.116 - 118.

15. Проницкий В.Д., Игнатов А.В., Сердюк В.В. Дegrадация электрических характеристик тонкопленочных полевых транзисторов на основе сульфида кадмия. - Тезисы докладов всесоюзной научно-технической конференции "Конструктивно-технологическое обеспечение качества микро-радиоэлектронной аппаратуры при проектировании и в производстве", Ижевск, 1988. - С.206 - 207.

16. Проницкий В.Д., Игнатов А.В., Сердюк В.В. Динамика синтеза пленок сульфида кадмия в электрическом поле // Поверхность. Физика, химия, механика. 1989. - №4. - С.79 - 83.

17. Проницкий В.Д., Игнатов А.В., Сердюк В.В. Фотолуминесценция и Оже-спектроскопия пленок  $CdS$  с неоднородным концентрационным профилем природных элементов // УФЖ. 1989. - Т.34, № 9. - С.1361 - 1363.

18. Проницкий В.Д., Герасимов Ю.И., Игнатов А.В. Образование неупорядоченной сетки высокоомных каналов в полупроводниковых пленках  $CdSe:Zn$  // ФТТ. - 1989. - Т.31, № 12. С.159 - 160.

*Проницкий*

АВ 30.776

Подп. к печати 2.08.94г. Формат 60x84 1/16.  
Объем 0,75п. л. ф., буч. изд. л. Заказ № 696. Тираж 100 экз.  
Гортипография Одесского управления по печати, цех №3.  
Ленина 49.