

ВЛИЯНИЕ ОБЛУЧЕНИЯ ГАММА-КВАНТАМИ ^{60}Co НА ФОТОЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛИКРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ТВЕРДЫХ РАСТВОРОВ $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$

А.В.Мазаник¹⁾, М.И.Тарасик¹⁾, А.К.Федотов¹⁾, А.М.Янченко¹⁾, А.С.Поседько²⁾, Л.Н.Сурвило²⁾,
Ю.В.Трофимов²⁾, Б.А.Комаров³⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, 220050, г.Минск, пр. Скорины 4, fedotov@bsu.by

²⁾Институт электроники НАН Беларуси, 220090, г.Минск, Логойский тракт, 22

³⁾Институт физики твердого тела и полупроводников НАН Беларуси, 220072 г.Минск,
ул.П.Бровки, 17

В работе исследовано влияние облучения гамма-квантами ^{60}Co на люкс-амперные характеристики тонких поликристаллических пленок на основе твердых растворов $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ с разным стехиометрическим составом, которые получались методом ионно-плазменного распыления. Показано, что радиационное воздействие приводит к дополнительному легированию пленок. Эффект наиболее ярко выражен в материалах с максимальным содержанием CdS . Предполагается, что в рекомбинационные процессы в таких материалах определенный вклад вносит случайный потенциальный рельеф, обусловленный поликристаллическим характером пленки.

Введение

В настоящее время прогресс во многих областях микро и оптоэлектроники в значительной степени определяется состоянием исследований электронных и фотоэлектронных процессов, протекающих в различных фоточувствительных материалах и оптоэлектронных структурах на их основе.

Весьма перспективными материалами для изготовления оптоэлектронных структур, в том числе преобразующих излучение видимого диапазона в электрические сигналы, являются соединения типа A_2B_6 и, в частности, твердые растворы $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$. Понимание физики электронных и фотоэлектронных процессов, протекающих в материалах такого рода, и установление взаимосвязи между их дефектной структурой, электрическими и фотоэлектрическими свойствами позволит прогнозировать и целенаправленно изменять рабочие параметры оптоэлектронных структур на основе этих материалов.

Основная часть

Одним из видов воздействия на электрические характеристики полупроводниковых материалов является радиационное облучение, которое уже достаточно широко применяется в технологических процессах получения полупроводниковых материалов и изготовления полупроводниковых приборов. В работе исследовалось влияние облучения гамма-квантами на основные характеристики тонких поликристаллических фоточувствительных пленок n-типа на основе твердых растворов $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ с разным стехиометрическим составом.

Пленки толщиной ~ 1 мкм изготавливались методом ионно-плазменного распыления, а затем подвергались активации для рекристаллизации и легирования [1].

На рис.1а и б кривыми 1 и 4 представлены зависимости фототока I_Φ от интенсивности света Φ для исходных пленок $\text{CdS}_{80}\text{Se}_{20}$ и $\text{CdS}_{20}\text{Se}_{80}$, снятые при напряжении на образцах $U = 10$ В. Как видно из рисунка, эти зависимости существенно нелинейны ($I \sim \Phi^n$) с наличием участков

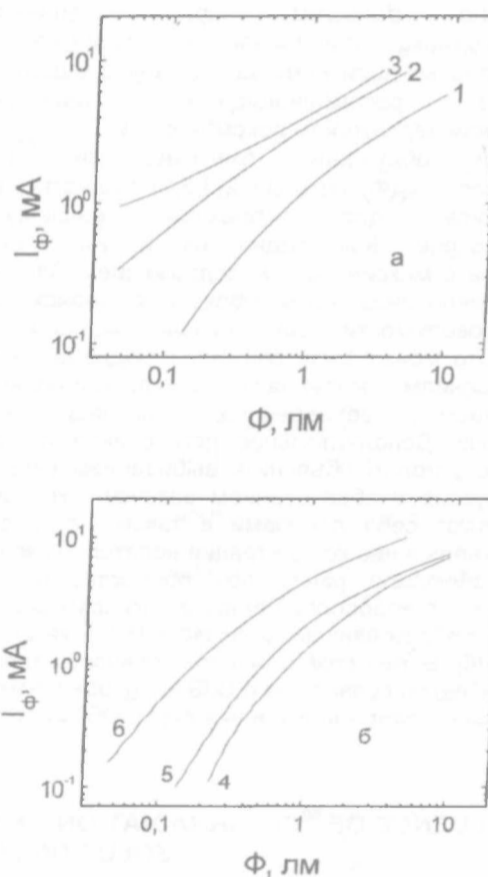


Рис. 1. Люкс-амперные характеристики исходных и облученных гамма-квантами ^{60}Co тонких пленок $\text{CdS}_{80}\text{Se}_{20}$ (а) и $\text{CdS}_{20}\text{Se}_{80}$ (б). 1, 4 — исходный материал; 2— 10^{17} ; 6— $3 \cdot 10^{17}$; 3, 5— $5 \cdot 10^{17}$ кв/см²

суперлинейности и сублинейности. Ранее такой характер зависимостей $I_\Phi(\Phi)$ объяснялся на основе модели Роуза, учитывающей энергетические уровни центров рекомбинации и ловушек разного типа [2]. Однако эта модель не может объяснить наличие участков с $n > 2$ и $n < 0,5$, которые прослеживались на люкс-

амперных характеристиках, что можно связать с поликристаллическим характером пленок.

В поликристаллической пленке существуют межзеренные границы, вносящие неоднородность в полупроводник. Кроме того, в некоторой степени могут различаться по своим свойствам и сами зерна, поэтому в таких материалах существует случайный потенциальный рельеф. Для потенциального рельефа характерны такие параметры как уровень протекания $E_{\text{прот}}$ [3], представляющий собой энергию, обладающую которой носители заряда участвуют в проводимости и уровень рекомбинации $E_{\text{рек}}$, представляющий собой энергию, обладающую которой неравновесные носители могут рекомбинировать с носителями противоположного знака ($E_{\text{рек}} > E_{\text{прот}}$). Малая вероятность активационного или туннельного преодоления потенциального барьера делает время жизни неравновесных носителей заряда достаточно большим. При освещении полупроводника увеличивается концентрация неравновесных носителей заряда и уменьшается величина рекомбинационного барьера, увеличивая вероятность рекомбинации.

После облучения гамма-квантами ^{60}Co зависимости $I_{\text{ф}}(\Phi)$ (кривые 2,3,5,6) существенно отличались для образцов различной стехиометрии. Как видно из рисунка, для образцов с максимальным содержанием CdS по мере увеличения дозы облучения происходит рост проводимости и линеаризация зависимости $I_{\text{ф}}(\Phi)$. Это может быть связано с радиационным легированием материала с параллельным снижением межзеренных потенциальных барьеров. Дополнительное легирование пленок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ можно объяснить выбиванием серы в междоузлия с образованием вакансий, которые проявляют себя донорами в таком материале [4,5]. Увеличение концентрации носителей заряда мы наблюдали ранее при обработке пленок $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ в водородной плазме, что связывалось также с образованием комплексов H_2S и вакансий серы [6]. Более слабая чувствительность пленок $\text{CdS}_{20}\text{Se}_{80}$ по сравнению с $\text{CdS}_{20}\text{Se}_{80}$ объясняется меньшим содержанием в них серы. Обращает на

себя внимание также немонотонное изменение вида кривых от дозы облучения в этих пленках (кривые 4,5,6), выражающееся в существовании максимума изменения фотопроводимости для дозы 3.10^{17} кв/см², что может быть связано с образованием и накоплением в них радиационных дефектов акцепторного типа, компенсирующих p-проводимость. Равномерное введение таких дефектов по сравнению с насыщающимся образованием доноров из-за уменьшения в процессе облучения концентрации связанной серы в материале с минимальным ее содержанием может привести к наблюдаемому явлению. Не следует также исключать влияние радиационного воздействия на межзеренный потенциальный барьер, что может внести коррективы в интерпретацию наблюдавшихся явлений.

Заключение

Проведенные исследования показали, что радиационное облучение может быть использовано для направленного изменения фотозлектрических характеристик поликристаллических пленок на основе твердых растворов CdS-CdSe.

Список литературы

1. Гиро А.М., Гончарова О.В., Трофимов Ю.В. и др. Новые материалы для тонкопленочных функциональных элементов электронной техники. Под ред. Лабунова В.А., Минск: Наука і тэхніка, 1994. С.89.
2. Роуз А. Основы теории фотопроводимости. — М.: Мир, 1966.
3. Шейнман М.К., Шук А.Я. // ФТП. — 1986. — Т.10, № 2. — С. 209-231.
4. Баранский П.И., Клочков В.П., Потыкевич И.В. Полупроводниковая электроника.—Киев. Наукова думка, 1975. — 703 с.
5. Koshkin V.M., Sinelnik I.V., Ryzhikov V.D. et al. // Funct.Mater. — 2001. — V. 8, № 4. — P.592-599.
6. Manego S., Mazanik A., Tarasik M., Trofimov Yu., Fedotov A., Ulyashin A., Yanchenko A. // Solid State Phenomena. — 1999. — V. 67-68. — P.509-514.

INFLUENCE OF ^{60}Co γ -IRRADIATION ON PHOTOELECTRIC PROPERTIES OF $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ SOLID SOLUTION POLYCRYSTALLINE FILMS

A.Mazanik¹⁾, M.Tarasik¹⁾, A.Fedotov¹⁾, A.Yanchenko¹⁾, A.Posedko²⁾, L.Survilo²⁾, Yu.Trofimov²⁾, B.Komarov³⁾

¹⁾Belarusian State University, 220050, Minsk, Skaryna av., 4, e-mail: fedotov@bsu.by

²⁾Institute of electronics, NAS of Republic of Belarus, 220090, Minsk, Logojski tr., 22

³⁾Institute of Physics of Solids and Semiconductors, NAS of Republic of Belarus, 220072, Minsk, P.Brovki av., 17

The influence of γ -irradiation from ^{60}Co source on the dependencies of photocurrent on light intensities of thin polycrystalline $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$ films with different stoichiometric content grown by ion-plasma sputtering was investigated. It was shown that γ -irradiation leads to additional film doping. This effect is most essential in materials with maximal content of CdS. It is supposed that recombination processes in studied materials are essentially influenced by polycrystalline film structure.