

ТОНКИЕ ПЛЕНКИ ХАЛЬКОГЕНИДНЫХ СТЕКЛООБРАЗНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ ПЕРЕМЕННОГО СОСТАВА

В. ПРИЛЕПОВ

НИЛ фототермопластической записи

Folosind metoda evaporării din două evaporatoare separate au fost obținute straturile subțiri de semiconductori calcogenizi amorfi cu componența variabilă. Este arătată posibilitatea dirijării parametrilor electrofizici sub influența câmpurilor energetice cu intensitate mică.

Using the method of two evaporators thin films of chalcogenide glasses semiconductors with variable compositions were obtained. It is shown the possibility of controlling of electrophysical parameters of these films under effect of weakly energetic fields.

Тонкие пленки стеклообразных халькогенидных полупроводников (ХСП) типа $As_2S_{3x}Se_{3(1-x)}$, где $0 \leq x \leq 1$, широко используются для регистрации оптической и голографической информации [1]. Несмотря на то, что As_2S_3 и As_2Se_3 образуют непрерывный ряд твердых растворов, подбор исходного материала заданного состава не всегда приводит к оптимальным фотоэлектрическим свойствам получаемых тонких пленок.

Оптимизация заданного состава слоев ХСП может быть достигнута при испарении двух материалов (As_2S_3 и As_2Se_3) из различных испарителей с последующей совместной конденсацией на одной и той же подложке. Вследствие беспорядочного подхода отдельных атомов и молекул к поверхности подложки и их ограниченной подвижности в адсорбированном состоянии, многофазные пленки состоят из частиц малого размера, которые распределены однородно.

Метод двух испарителей предложен С.А.Векшинским [2] и нашел широкое применение для получения полупроводниковых слоев переменного состава [3]. Одной из проблем является нахождение такого расположения испарителей, при котором площадь подложки была бы равномерно экспонирована от обоих испарителей. В общем случае, влияние углов падения молекулярных пучков, приводящее к неоднородной толщине конденсата, можно уменьшить за счет увеличения расстояния от испарителя до подложки, и слои переменного состава получать удалением испарителей друг от друга. В образцах переменного состава неравновесность метастабильного состояния в большинстве случаев может быть устранена дополнительным нагревом подложки [4]. Носители на основе пленок ХСП и воздействующее оптическое излучение в режиме регистрации образуют единую систему, следовательно оптимизация электрофизических параметров слоев должна проводиться для воздействия конкретного облучения. Поэтому мы остановились на методе получения тонких пленок из двух испарителей, который приводит к метастабильным состояниям, и оценили некоторые возможности устранения неравновесности в образцах переменного состава

С этой целью вакуумный пост ВУП-2К был оформлен вторым блоком питания испарителя, модифицированы заслонка и держатель подложки. Сбоку каждого испарителя укреплены экраны, наклон которых обеспечивал полную экспозицию подложки при постоянной зоне конденсации, равной 7см. Подложками служили чистый лавсан и металлизированный, с поверхностным сопротивлением $R_s=1-3 \text{ кОм}/\square$ и коэффициентом пропускания в видимой области $T=60-70 \%$.

При получении пленок методом двух испарителей основной проблемой является поддержание постоянной и заданной скорости конденсации каждой из компонент в течение всего времени испарения. Ранее нами было показано [5], что для различных материалов ХСП существуют свои области температур однородного испарения, которые обусловлены пузырьковым механизмом разогрева материала в испарителе. При получении тонких пленок ХСП переменного состава были выбраны

температуры испарения материалов As_2S_3 и As_2Se_3 из области пузырькового кипения, что обеспечило поддержание постоянной скорости конденсации составляющих компонент в широком временном интервале испарения. Толщина осаждаемого слоя каждого материала обуславливалась временем испарения и в определенных пределах корректировалась диафрагмами над испарителями. Равномерность распределения толщины конденсата переменного состава вдоль пленки достигалась изменением расстояния подложки от испарителей. Уменьшение толщины слоя в середине пленки, рис.1, кривая 1, по отношению к краям на $0,2 \mu m$ легко устраняется подъемом подложки над испарителями на $1 cm$. Из измерений коэффициента пропускания образцов вдоль подложки были оценена энергия края поглощения слоев, которая изменялась от $2,07 eV$ (As_2Se_3) до $2,48 eV$ (As_2S_3), рис.1, кривая 2. Как видно из графика, не наблюдается прямая зависимость изменения ΔE вдоль подложки, что должно быть характерным для непрерывного ряда твердых растворов в системе $As_2S_{3x}Se_{3(1-x)}$. Это можно объяснить лишь неравновесностью метастабильных фаз получаемых пленок.

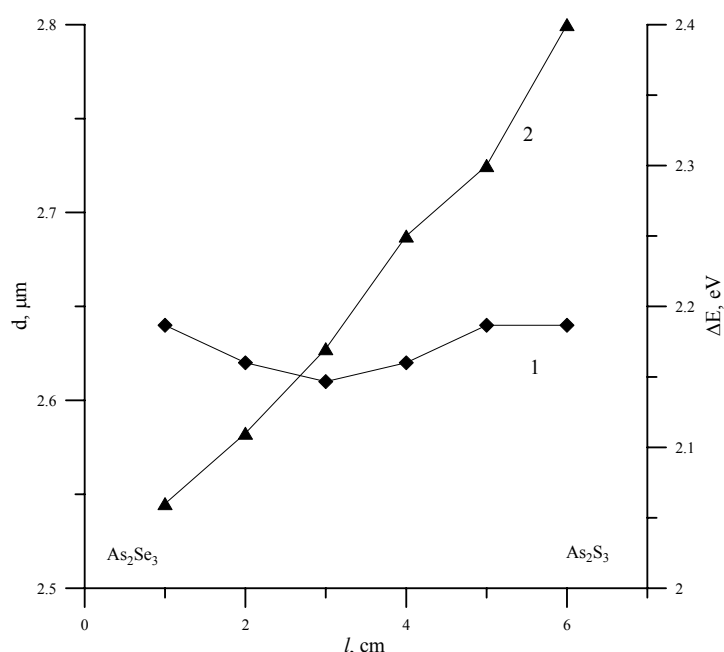


Рис.1. 1 – изменение толщины слоя переменного состава вдоль длины подложки от материала As_2Se_3 к материалу As_2S_3 ;
2 – изменение энергии края поглощения слоев переменного состава вдоль подложки.

Неравновесность метастабильных фаз слоев переменного состава хорошо проявляется при изучении спектрального распределения фотопроводимости (засветка образцов проводилась со стороны металлизированного лавсана, рис.2 и рис.3).

Кривая 1 на рис.2 (расстояние 3 см со стороны As_2Se_3) и кривая 1 на рис.3 (расстояние 4 см со стороны As_2Se_3) соответствуют относительному изменению спектральной фотопроводимости свежеприготовленных образцов, для которых характерно несколько максимумов. Облучение слоев слабыми энергетическими потоками приводит к резкому снижению неравновесных состояний в пленках, что наблюдается по появлению ярко выраженного максимума спектральной зависимости относительного изменения фотопроводимости (образцы облучались вместе с измерительной рамкой), кривые 2 на рис.2 и рис.3, соответственно.

Варьируя в некоторых пределах технологические режимы получения пленок ХСП переменного состава и изменяя методику обработки энергетическими потоками, можно не только смещать максимум спектрального распределения фотопроводимости, но и значительно увеличивать фотоответ слоя, рис.4.

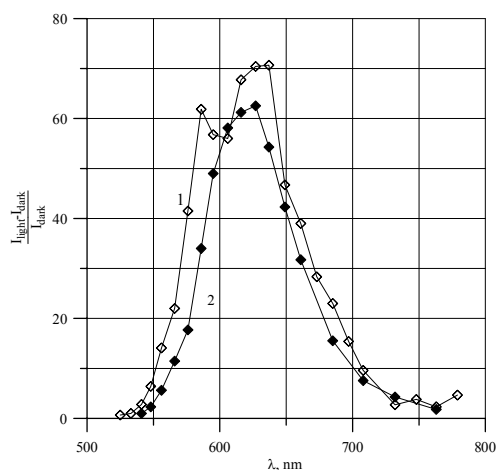


Рис.2.

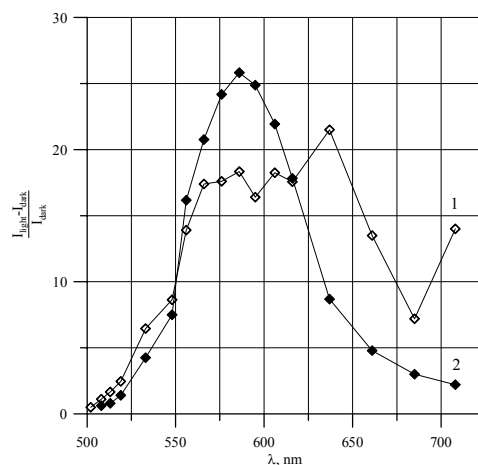


Рис.3.

Спектральные зависимости относительного изменения фотопроводимости слоев переменного состава: 1 (◇)-для свежеприготовленных образцов; 2 (◆)-после обработки.

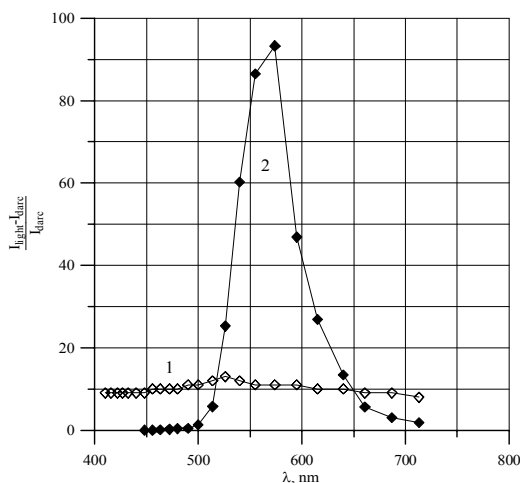


Рис.4. Спектральные зависимости фотопроводимости слоя переменного состава до, кривая 1 (◇) и после обработки, кривая 2 (◆).

Таким образом, методом двух испарителей были получены метастабильные пленки переменного состава и показана возможность управления электрофизическими параметрами слоев за счет воздействия слабых энергетических полей.

Литература:

1. Панасюк Л.М. Тезисы доклада на Международном конгрессе по высокочувствительной фотографии, фотонике. - Москва, 1980.
2. Векшинский С.А. Новый метод металлографического исследования сплавов. - Москва: Гостехиздат, 1944.
3. Палатник Л.А, Сорокин В.К. Полупроводниковые пленки переменного состава. Соединения переменного состава. - Ленинград: Химия, 1969.
4. Юнге Г., Гюнтер К. Сорбционные процессы в вакууме // Процессы сорбции и конденсации при наличии многокомпонентной смеси паров. - Москва: Атомиздат, 1960.
5. Панасюк Л., Прилепов В. Особенности кинетики испарения стеклообразных халькогенидов мышьяка // Analele Științifice ale USM. Seria "Științe fizico-matematice". - Chișinău, 2001, p.159-161.

Исследования проведены в рамках проекта 06.408.035F.

Prezentat la 18.02.2007