

ПОЛУЧЕНИЕ ТОНКИХ ПЛЕНОК CdS ЛАЗЕРНЫМ РАСПЫЛЕНИЕМ

Варданян Г. А., Багдасарян Р. И., Петросян П. Г.,
Григорян Л. Н.

Методом лазерного распыления получены поликристаллические пленки CdS на сапфировых подложках. Показана возможность увеличения размера зерен в пленках до 6—8 мкм в зависимости от технологического режима осаждения. Установлено, что фоточувствительностью пленок CdS можно управлять остаточным давлением кислорода в процессе испарения.

Широкое применение тонких пленок (ТП) CdS в качестве полупроводникового материала хорошо известно в гетеропереходных солнечных элементах [1, 2]. Существуют различные методы получения ТП CdS: термическое испарение, катодное распыление, химическое осаждение методом пульверизации [2]. Однако, насколько нам известно, в литературе нет данных о получении ТП CdS методом лазерного распыления.

В последнее время метод лазерного распыления успешно применяется для получения ТП, в частности высокотемпературных сверхпроводящих пленок (ВТСП) [3]. Получение ТП CdS лазерным распылением позволит в едином технологическом цикле изготовить структуру ВТСП—CdS, что, несомненно, представляет большой практический интерес для микроэлектроники.

Нами разработана установка на основе вакуумного универсального поста ВУП-5 и одномодового твердотельного импульсного лазера ЛОТИ-3 (1.06 мкм) для вакуумного лазерного распыления.

В качестве испаряемого материала для получения пленок CdS использовались монокристаллические массивные образцы *n*-CdS с удельным сопротивлением $\rho=0.12$ Ом·см. Пленки наносились на монокристаллические сапфировые подложки с ориентацией (1010). Омические контакты на пленках CdS были получены термическим испарением индия.

Исследовались три серии образцов, различающихся температурой подложки при нанесении на нее образцов или длительностью лазерного излучения. Образцы первой серии (М-2) наносились при температуре подложки $T_n=250$ °C и длительности импульса $\tau \sim 1$ мкс, второй (М-4) — при $T_n=250$ °C, $\tau \sim 10$ нс, третьей (М-6) — при $T_n=280$ °C, $\tau \sim 10$ нс. В рабочем объеме при распылении вакуум составлял $6 \cdot 10^{-6}$ мм рт. ст.

При испарении CdS образуются гладкие, зеркально отражающие пленки. На рис. 1 приведены спектры пропускания пленок CdS и массивного образца для сравнения. Как для массивного образца, так и для пленок, создаваемых с помощью лазерного распыления, имеется область резкого изменения коэффициента пропускания при значении длины волны около 0.52 мкм, соответствующем ширине запрещенной зоны CdS. В длинноволновой области спектра пленки обладают высокой прозрачностью. Методом рентгеноструктурного анализа установлено, что полученные пленки являются поликристаллическими. Распределение размера зерен в пленках CdS (рис. 2) исследовалось оптическим микроскопом.

Как видно из рис. 2 (кривые 2, 3), при температуре подложки $T_{\text{н}} = 250$ °С уменьшение длительности импульса лазерного излучения от микросекундного диапазона к наносекундному приводит к увеличению размера зерен.

Повышение температуры подложки ($T_{\text{н}} = 280$ °С) в наносекундном диапазоне излучения также приводит к увеличению размера зерен. Такое различие в распределении зерен по размерам в зависимости от технологического режима можно объяснить, исходя из следующих соображений. При распылении микросекундными импульсами, скорее всего, из мишени вылетают отдельные микрокристаллики CdS, а при распылении наносекундными импульсами время взаимодействия импульса на мишень очень короткое, при этом испарение CdS может происходить в молекулярном виде. В дальнейшем процесс зародышеобразова-

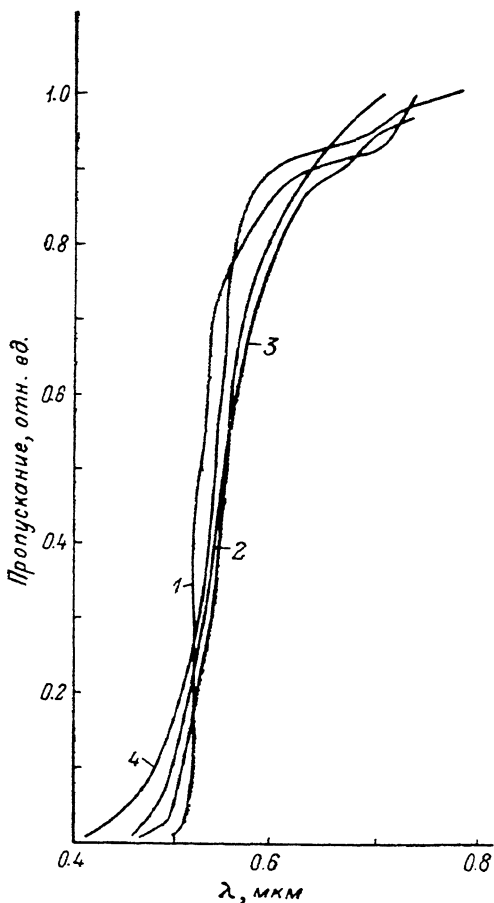


Рис. 1. Спектры пропускания пленок CdS M-2 (1), M-4 (2), M-6 (3) и массивного образца CdS (M-0) (4).

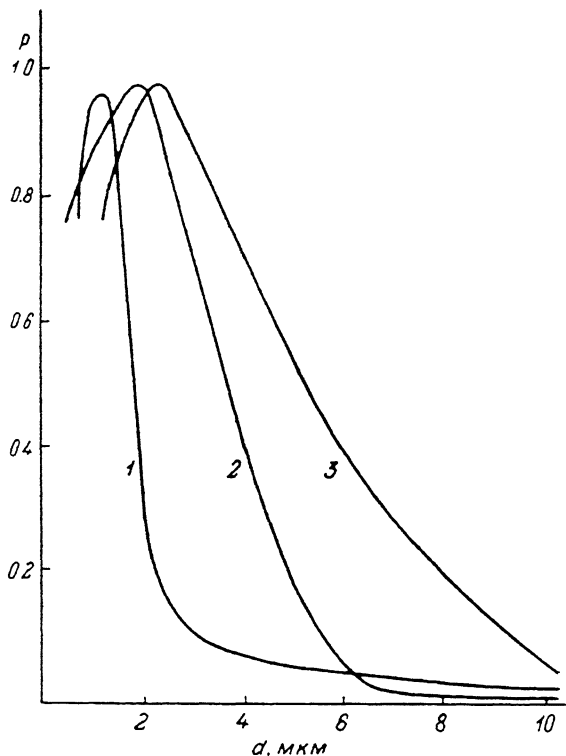


Рис. 2. Распределение размера зерен в пленках CdS.

Пленки CdS: 1 — M-2, 2 — M-4, 3 — M-6.

ния происходит на подложке и сильно зависит от ее температуры. Известно, что повышение температуры осаждения пленок CdS приводит к увеличению размера зерен [2].

Вышеупомянутые морфологические особенности должны проявляться в фоточувствительных свойствах полученных пленок. Исследовалось изменение сопротивления пленок под влиянием белого света. На рис. 3 приведены зависимости сопротивления пленок CdS от времени, когда образцы освещались белым светом. Как видно из рис. 3, в пленках M-2, M-4 наблюдаются долговременные релаксации проводимости (ДРП). В последние годы складывалась единая точка зрения для объяснения явления ДРП [4], и сейчас можно считать, что ДРП обусловлена наличием в образце коллективных потенциальных барьеров, связанных с различного рода неоднородностями. В нашем случае в качестве потенциального барьера может служить барьер, который образуется между зернами пленки при адсорбции кислорода. Известно, что молекулы кислорода, адсорбируясь на поверхности кристалла CdS, образуют уровни акцепторного типа,

которые, захватывая из объема электроны, локализуют на поверхности зерен отрицательный заряд, что приводит к формированию межкристаллитных дрейфовых барьеров. В пленках серии М-6 не наблюдается ДРП. Как показывают морфологические исследования, в слоях М-6 образуются микрокристаллические непрерывные области, которые определяют проводимость пленок, и в этом случае влияние внутреннего потенциального рельефа можно не учитывать.

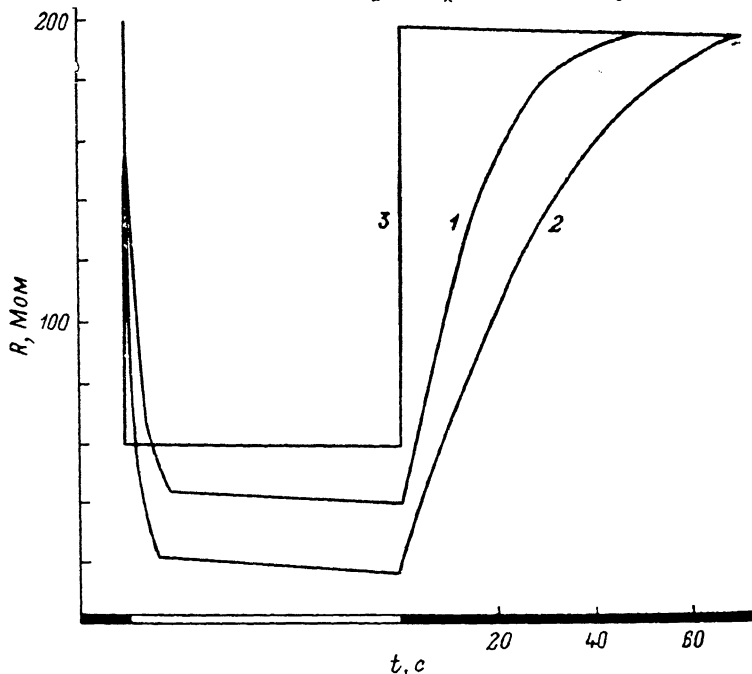


Рис. 3. Зависимость сопротивления пленок CdS от времени освещения образцов белым светом (светлый промежуток на оси абсцисс соответствует освещению образца).

Пленки CdS: 1 — М-2, 2 — М-4, 3 — М-6.

Фоточувствительность полученных пленок CdS очень сильно связана с остаточным давлением кислорода в процессе испарения.

Авторы благодарят Г. Г. Бадаляна за помощь в проведении эксперимента.

Список литературы

- [1] Chopra K., Das S. Thin Films Solar Cells. N. Y., 1983. 424 p.
- [2] Чопра К., Дас С. Тонкопленочные солнечные элементы. М., 1986. 435 с.
- [3] Головашкин А. И. // ЖВХО им. Д. И. Менделеева. 1989. Т. 34. В. 4. С. 481—492.
- [4] Шейнкман М. К., Шик А. Я. // ФТП. 1976. Т. 10. В. 2. С. 209—233.

Ереванский
государственный университет

Получена 9.10.1990
Принята к печати 17.10.1990