

Академик АН КазССР М. И. КОРСУНСКИЙ, М. М. СОМИНСКИЙ,
В. М. СМУРЫГИН

О НЕОБЫЧНОМ ХАРАКТЕРЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОВОДИМОСТИ
С ТОЛЩИНОЙ ПЛЕНОК ТЕЛЛУРИДА КАДМИЯ,
ОСАЖДЕННЫХ НА КВАРЦЕВЫЕ ПОДЛОЖКИ

Структура и свойства термически осажденных слоев некоторых полупроводниковых соединений и, в частности, теллурида кадмия оказываются в значительной степени чувствительными к технологическим условиям приготовления пленок, а также к различным внешним факторам⁽¹⁻³⁾.

Целью настоящей работы явилось изучение особенностей поведения проводимости пленок CdTe непосредственно в процессе роста слоя. Результаты получены на слоях, генерирующих при освещении аномально высокие фотонапряжения (а.ф.н.-пленках).

Напыление пленок CdTe толщиной 0,2—0,5 м производилось в вакууме $5 \cdot 10^{-5}$ тор на кварцевые подложки с золотыми электродами, расположенные под углом 45° к направлению молекулярного пучка на расстоянии 10 см от танталовой лодочки. Температура подложек могла изменяться от 170 до 280° . Скорость осаждения пленок составляла 0,05—0,2 м/мин. Проводимость в процессе роста пленки контролировалась самописцем ЭПП-09, соединенным с выходом тераомметра Е6-3. Нагреватель подложки был снабжен пружинящими электрическими контактами и кварцевыми изоляторами и экранами, предохраняющими края образца и изоляторы от запыления теллуридом. В вакуумной установке УВР-2 были сделаны дополнительные высокоомные выводы. Температура подложки измерялась посредством термометра с точностью 3° . Режим тока через танталовую лодочку предварительно

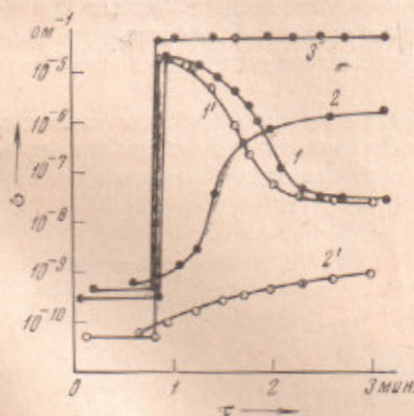


Рис. 1. Зависимость проводимости от продолжительности осаждения слоя при температурах подложки: 1— 210° (образец № 42, скорость роста слоя 1100 А/мин); 2— 280° (№ 43, 1000 А/мин); 3— 170° (№ 41, 1500 А/мин); 1'— 210° (№ 26-а, 1300 А/мин), осаждение из первой части навески, 2'— 210° (№ 26-б, 1000 А/мин), осаждение из второй части навески

подбирался так, чтобы скорость роста пленки оставалась примерно одинаковой в течение почти всего процесса осаждения слоя.

Характер изменения проводимости σ со временем напыления τ (т. е. с ростом толщины пленки) сильно зависит от температуры подложки. Обращает на себя внимание необычный характер изменения проводимости с ростом толщины пленки (рис. 1, 1). Особенность заключается в значительном (почти на 3 порядка) уменьшении проводимости после достижения максимума, тогда как при увеличении толщины пленки можно было бы ожидать монотонный рост ее проводимости. При более высоких температурах максимум отсутствует (рис. 1, 2), и изменение проводимости имеет общеизвестный монотонный характер.

В течение первых 0,5—1,0 мин. напыления не наблюдается роста проводимости, что, по-видимому, связано с образованием центров конденсации

и ростом островной структуры, не дающей сплошной проводимости от электрода к электроду. Вслед за скрытым ростом слоя наблюдается стремительное (в течение нескольких секунд) увеличение проводимости вплоть до значений $10^{-5} - 10^{-4} \text{ ом}^{-1}$, что можно объяснить объединением островков в сплошную проводящую пленку.

Известно, что при температуре испарения $600^\circ - 700^\circ$ происходит диссоциация молекул CdTe на Cd и Te (¹), причем давление паров кадмия при всех температурах выше, чем теллура, т. е. в начале испарения может происходить преимущественное осаждение кадмия на подложку и соответственно резкий рост проводимости пленки.

Уменьшение проводимости в сотни раз по сравнению с максимальным значением при дальнейшем росте пленки наблюдалось в небольшом интервале температур ($190 - 210^\circ$) и могло явиться результатом двух различных процессов: 1) реиспарение атомов кадмия с нагретой подложки, 2) компенсация избыточных атомов кадмия атомами теллура, которые имеются в избытке в оставшейся части навески. Интенсивность обоих процессов должна зависеть от температуры подложки.

При 210° реиспарение кадмия с подложки, вероятно, не играет решающей роли, так как увеличение скорости осаждения слоя в 4 раза (ожидалось соответствующее уменьшение вероятности реиспарения) не изменило формы кривой проводимости.

На рис. 1 приведены также зависимости проводимости от времени напыления слоя при осаждении двух различных пленок последовательно из одной навески исходного вещества. Пик проводимости наблюдается только при испарении первой половины навески (рис. 1, 1'), а при напылении второго образца проводимость растет монотонно (рис. 1, 2'), т. е. максимум кривой проводимости обязан избытку кадмия в первой порции испарившегося вещества.

Отсутствие максимума проводимости у пленок, осажденных при более высоких температурах (рис. 1, 2) объясняется относительно быстрым обратным испарением с подложки атомов кадмия, а также более интенсивной их компенсацией теллуrom. Это подтверждается и тем, что при испарении вдвое меньшей навески CdTe (40 мг) максимум проводимости наблюдался лишь при 190° , а при 210° и выше отсутствовал, т. е. общая толщина слоя оказалась меньше, и соответственно более тонкая пленка кадмия могла легче скомпенсироваться.

При более низких температурах ($170 - 190^\circ$) возникающая кадмиевая пленка может остаться некомпенсированной (рис. 1, 3). При этом проводимость образцов остается высокой (порядка 10^{-4} ом^{-1}) и при их охлаждении до комнатной температуры (закороченный образец). Такие образцы нечувствительны и не генерируют фото-э.д.с.

Поскольку теллурид кадмия является амфотерным полупроводником (⁴), то можно предполагать, что компенсация избыточного кадмия в тонких слоях с децридной структурой может приводить к возникновению перекомпенсированных областей с барьерами электрического поля на их границах. Наличие таких потенциальных барьеров в а.ф.н.-пленках CdTe подтверждается измерениями температурной зависимости фотопроводимости (⁵), а также данными по фотомагнитному эффекту (⁶) в этих пленках.

Институт ядерной физики
Академии наук КазССР
Алма-Ата

Поступило
5 VIII 1970

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

¹ В. Б. Толутис, И. А. Якуцянвичене, Тр. АН ЛитССР, сер. Б, 1(28), 17 (1962). ² Л. С. Палатник, В. Р. Сорокин, ФТТ, 8, 2795 (1966). ³ М. В. Коф, Ю. Е. Марончук, Уч. зап. Кишиневск. гос. ун-в., 49, 78 (1961). ⁴ E. A. Kröger, D. I. Nobel, J. Electronics, 1, 2, 190 (1955). ⁵ М. И. Корсунский, М. М. Сомицкий, Изв. АН КазССР, сер. физ.-мат., 2, 59 (1970). ⁶ Э. И. Адирович, Э. М. Маслов, Ю. М. Юабов, ДАН, 188, № 6, 1254 (1969).