

СТРУКТУРА И ОПТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТОНКИХ ПЛЕНОК ТЕЛЛУРА

Б.С. КОЛОСНИЦЫН, И.А. СИЦКО

*Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники
ул. П. Бровки, 6, г. Минск, 220013, Республика Беларусь
irina_sitsko@mail.ru*

К новым материалам, которые используются в накопителях информации, относятся пленки халькогенидных стеклообразных полупроводников (ХСП), в состав которых входит теллур. Для прогнозирования параметров ЭСПЗУ с накопителем на ХСП, необходимо исследовать электрофизические и оптические характеристики пленок теллура.

Ключевые слова: ХСП, ЭСПЗУ, накопитель информации, дифрактограмма.

Рентгеноструктурный анализ пленок теллура проводили на автоматизированной установке «Дрон-3М» в монохроматизированном свете при помощи никелевого фильтра медном СиК-а излучении.

Как показали рентгеноструктурные исследования, для пленок толщиной $d=200$ нм и скорости осаждения $V=0,5$ нм/с на дифрактограммах максимальным был пик 1011. При увеличении скорости осаждения величина пика 1011 сначала ослабевала, проходя через минимум при $V=2,5$ нм/с, а затем резко усиливалась (рис. 1). В диапазоне скоростей $V=2,0\div 3,0$ нм/с уже пик 1010 превалировал над остальными пиками, что говорит о преимущественной ориентации зерен в тонких пленках призматическими плоскостями, параллельными поверхности подложки.

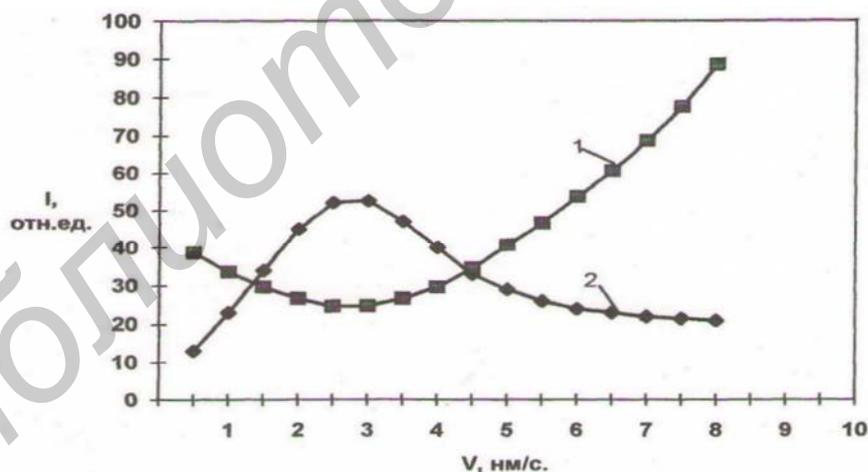


Рис. 1. Изменение интенсивностей пиков 1011 (1) и 1010 (2) в зависимости от скорости осаждения для пленок толщиной $d = 200$ нм

Таким образом, исходя из рентгеноструктурных исследований предварительно можно сделать следующие выводы:

1. На начальной стадии конденсации растут кристаллы без азимутальной ориентации с осью C , параллельной поверхности подложки. Это говорит о том, что кинетика зарождения пленок на начальной стадии конденсации обусловлена отсутствием цен-

тров кристаллизации. Такой текстурный рост обычно характеризуют как кольцевой азимутально неограниченный относительно главной оси.

2. С увеличением толщины пленок наблюдается переход к преимущественному развитию кристаллов, ориентированных главной осью близко к нормали поверхности подложки.

Необходимо отметить, что рентгеноструктурные исследования выявили общую тенденцию роста пленок на ситалловых подложках. Поэтому из анализа снимков, сделанных методом просвечивающей микроскопии, можно констатировать, что за текстуру на начальной стадии роста пленок несут ответственность плоские кристаллы, размер зерен которых увеличивался с ростом скорости осаждения от $V=0,5$ нм/с до $V=3,0$ нм/с. При дальнейшем увеличении скорости осаждения ($V>3,0$ нм/с) размеры зерен уменьшались. Электроннограммы от пленок Те также подтверждают вышеуказанную закономерность роста плоских кристаллов, хотя полная индексация всех линий сложна ввиду присутствия дополнительных отражений от окислов теллура.

Измерение края оптического поглощения проводили на инфракрасном спектрофотометре ИКС – 22 с использованием стеклянной призмы Ф1 и призмы NaCl.

Для исследования оптических свойств тонких пленок теллура, их толщиной $d\approx 50,0$ нм осаждали на пластины из полированного кварца со скоростями $V=1,0\dots 10,0$ нм/с.

Из анализа спектральной зависимости оптического поглощения пленок теллура в высокочастотном диапазоне, т.е. там, где происходят межзонные электронные переходы, видно, что величина ширины оптической запрещенной зоны теллура, пленки которого получены в диапазоне скоростей $V=1,0\dots 10,0$ нм/с, составляет $0,42$ эВ. Край оптического поглощения практически не изменяется с увеличением скорости осаждения. При этом следует отметить, что четко проявляется «размытость» края поглощения у пленок, осажденных со скоростью $10,0$ нм/с, т.е. коэффициент поглощения постепенно возрастает в диапазоне энергий $0,5\dots 1,1$ эВ (так называемый «край Урбаха»).

Под правилом Урбаха первоначально понимали зависимость, описывающую выражение для спектра межзонного поглощения

$$I(E) \sim \exp[-\sigma(E_g - E)/kT], \quad (1)$$

где E – разность энергий начального и конечного состояний электронов, которая характеризуется температурной зависимостью спектров электронного поглощения в изоляторе.

Для аморфного же полупроводника кривая хвоста Урбаха от температуры фактически не зависит.

Не вызывает сомнений тот факт, что хвост Урбаха обязан своим происхождением беспорядку. В случае кристаллов – это динамический беспорядок, источником которого выступает обусловленное решеточными колебаниями электрон-фононное взаимодействие. Флуктуации потенциала, вызванные колебаниями решетки, распределены по закону Гаусса. В аморфных полупроводниках распределение флуктуации потенциала, вызванных неупорядоченностью длин и углов между связями, также можно считать нормальным.