

tive investigation of the stimulated Raman effect using subnanosecond light pulses.—Phys. Rev., 1969, 178, p. 11—17. [3] Бломбергс Н. Вынужденное комбинационное рассеяние света.—УФН, 1969, 97, с. 307—349. [4] Ахманов С. А., Хохлов Р. В. Проблемы нелинейности оптики. М.: ВИНТИ, 1965, с. 231. [5] Tang C. L. Saturation and spectral characteristics of the Stokes emission in stimulated Brillouin process.—J. Appl. Phys., 1966, 37, p. 2945—2955. [6] Johnson R. V., Marburger J. H. Relaxation oscillations in stimulated Raman and Brillouin scattering.—Phys. Rev. A, 1971, 4, p. 1175—1182. [7] Brosnan S. J., Fleming A. N., Herbst R. L., Byer R. L. Tunable infrared generation by coherent Raman mixing in H_2 .—Appl. Phys. Lett., 1977, 30, p. 330—332.

Поступила в редакцию
16.10.80

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1981, Т. 22, № 4

УДК 539.213

ОПТИЧЕСКИЕ И ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АМОРФНО-КРИСТАЛЛИЧЕСКИХ ПЛЕНОК ТЕЛЛУРИДА СВИНЦА-ОЛОВА

А. П. Горчаков, Ю. А. Зарифьянц

(кафедра общей физики для химического факультета)

Вопросы влияния степени совершенства пленок $Pb_{1-x}Sn_xTe$ на их электрические и фотоэлектрические свойства имеют важное научное и прикладное значение в связи с разработкой фотоприемников среднего инфракрасного диапазона. Так, например, в [1] было обнаружено изменение формы края фундаментального поглощения в тонких образцах в результате механического нарушения приповерхностного слоя $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$. Неизбежная аморфизация этого слоя происходит также в результате ионного легирования. В настоящей работе этот вопрос изучался в обратной последовательности: в качестве исходных были взяты образцы пленок заведомо неупорядоченной структуры и исследовались изменения их свойств в процессе кристаллизации.

Образцы пленок $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ получались термическим испарением шихты с высокой скоростью ($800 \text{ \AA} \cdot \text{с}^{-1}$) на полированные подложки из KCl и стекла. Температура подложек 320 К. Рентгенофазовый анализ показал наличие слабо выраженной кристаллической структуры, обусловленной, по-видимому, образованием микрокристалликов $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$ с хаотической ориентацией, так что полученные образцы можно было считать аморфно-кристаллическими (АК). Дальнейшая термообработка происходила либо в вакууме 10^{-4} Па, либо в кислороде при давлении 10^5 Па. Измерения спектров пропускания, отражения и многократно нарушенного полного внутреннего отражения (МНПВО) проводились на спектрофотометре Перкин-Эльмер-577.

На рис. 1 представлены спектральные зависимости при 300 К коэффициента поглощения образцов пленок $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$, подвергавшихся термообработкам в вакууме и кислороде. Для исходных образцов эти зависимости в интервале 0,22—0,32 эВ подчиняются правилу Урбаха $\ln \alpha \sim \hbar\omega$ (α — коэффициент поглощения, ω — частота), характерному для некристаллических полупроводников [2]. В дальнейшем, по мере отжига, происходит постепенное формирование края поглощения, типичного для кристаллических образцов (кривые 2, 5). Так, в согласии с [3] при $\alpha > 3 \cdot 10^3 \text{ см}^{-1}$ наблюдается зависимость $\alpha^2 \sim \hbar\omega$. Эти результаты качественно согласуются с известными из литературы данными об изме-

нении структуры пленок $Pb_{1-x}Sn_xTe$ при повышении температуры подложки в процессе напыления [4, 5] и последующих прогревов [6]. Существенным является обнаруженное нами влияние среды. Как показали спектры МНПВО, в результате прогрева образцов при 450 К образуется оксителлуратная фаза $\alpha-PbTeO_3$. Не исключено, что зародыши этой фазы становятся центрами рекристаллизации пленок. При этом

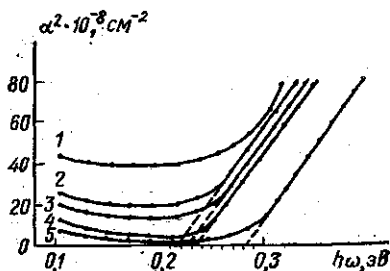


Рис. 1. Спектральная зависимость коэффициента поглощения пленки $Pb_{1-x}Sn_xTe$ после вакуумирования при 320 К (1), 360 К (2), после прогрева в кислороде при 390 К (3), после прогрева в вакууме при 570 К (4) и в кислороде (5)

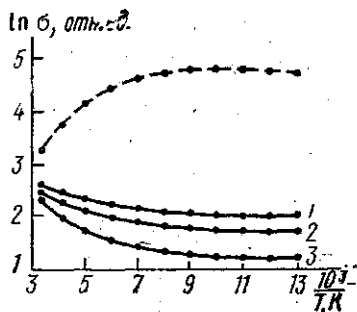


Рис. 2. Температурная зависимость проводимости образцов $Pb_{1-x}Sn_xTe$ после вакуумирования при 320 К (1), 570 К (2), после прогрева в кислороде при 570 К (3); зависимость для поликристаллического образца (4)

следует отметить, что присутствие оксидной фазы способствует нарушению соотношения между компонентами твердого раствора $PbTe-SnTe$, о чем свидетельствует сильный сдвиг в сторону высоких энергий края поглощения (кривая 5).

Наиболее значительные отличия в свойствах наших образцов и поликристаллических слоев, напыляемых на подогреваемую подложку с малой скоростью, проявляются в температурной зависимости проводимости (рис. 2). Для сравнения на этом же рисунке пунктиром показана кривая, которая всегда наблюдается в поликристаллических пленках, получаемых из той же шихты. В таких пленках высокотемпературная ветвь определяется ростом подвижности по закону $\sim T^{-5/2}$ [7] (при низких температурах начинают сказываться барьерные эффекты в межкристаллитных прослойках). В АК пленках в области высоких температур наблюдается типичная активационная зависимость, причем величины энергий активации достигают 0,1 эВ, т. е. половины ширины запрещенной зоны в кристаллическом $Pb_{0,8}Sn_{0,2}Te$. По-видимому, значительная часть образовавшихся в АК слое флуктуационных уровней сохраняется и при отжигах, фиксируя уровень Ферми в середине запрещенной зоны [2]. В пользу этого говорит и сохранение «хвостов» в спектральной зависимости α (см. рис. 1).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] Сизов Ф. Ф., Орлецкий В. Б., Гринева С. И., Товстюк К. Д. Оптическая и термическая ширины запрещенной зоны твердого раствора $Pb_{0,82}Sn_{0,18}Te$. — Укр. физ. журн., 1974, 19, № 12, с. 1979—1984. [2] Мотт Н., Дэвис Э. Электронные процессы в некристаллических веществах. М.: Мир, 1974, 472 с. [3] Дабкин И. А., Морговский Л. Я., Нельсон И. В., Равич Ю. И. Собственное поглощение света в области непараболичности в $PbTe$ и твердых растворах $PbTe-SnTe$. — Физ. и техн. полупроводников, 1972, 6, № 7, с. 1323—1326.

- [4] Ракова Е. В. Исследование закономерностей роста и структуры эпитаксиальных пленок $PbTe$ и $Pb_{1-x}Sn_xTe$.— Автореф. канд. дис. М., ИКАН СССР, 1978, 14 с.
- [5] Полюстанский Ю. Г., Аверкиев А. В., Жемчужина Е. А. и др. Влияние условий конденсации на структуру и электрофизические свойства пленок твердых растворов $Pb_{1-x}Sn_xTe$.— В кн.: Тезисы докл. первой всес. научно-техн. конф. «Получение и свойства полупроводниковых соединений типа $A^{IV}B^{VI}$ и $A^{IV}B^{VI}$ и твердых растворов на их основе». Ч. II, М., 1977, с. 305—306.
- [6] Полюстанский Ю. Г., Пикалев А. П., Аверкиев А. В. и др. Влияние отжига на структуру и электрофизические свойства пленок твердых растворов $Pb_{1-x}Sn_xTe$.— В кн.: Тезисы докл. первой всес. научно-техн. конф. «Получение и свойства полупроводниковых соединений типа $A^{IV}B^{VI}$ и $A^{IV}B^{VI}$ и твердых растворов на их основе». Ч. II, М., 1977, с. 305.
- [7] Сизов Ф. Ф., Лашкарев Г. В., Радченко М. В., Орлецкий В. Б. Температурная зависимость подвижности в твердом растворе $Pb_{0,82}Sn_{0,18}Te$.— Физ. и техн. полупроводников, 1976, 10, № 2, с. 393—396.

Поступила в редакцию
31.10.80

ВЕСТН. МОСК. УН-ТА. СЕР. 3. ФИЗИКА. АСТРОНОМИЯ, 1981, Т. 22, № 4

УДК 621.315.592

О ФОТОИНЖЕКЦИОННОМ МЕТОДЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МЕХАНИЗМА ПЕРЕНОСА НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА В ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ СЛОЕ СИСТЕМЫ ДИЭЛЕКТРИК—ПОЛУПРОВОДНИК

П. К. Кашкаров, С. Н. Козлов, Н. В. Морозов

(кафедра общей физики для химического факультета)

Весьма актуальным с теоретической и практической точек зрения является вопрос о протяженности «хвостов» локализованных «флуктуационных» состояний в неупорядоченных полупроводниках и диэлектриках и о механизме переноса носителей заряда по этим состояниям.

В настоящей работе показано, что в случае аморфных диэлектрических слоев эта информация может быть получена при исследовании перехода фотовозбужденных носителей из полупроводника в диэлектрический слой структуры диэлектрик — полупроводник (ДП).

В качестве объекта исследования использовалась система германий — двуокись германия, полученная термическим окислением высокоомного германия ($\rho = 20\text{--}40$ Ом·см) во влажном кислороде при 800 К.

Изменение заряда ловушек диэлектрического слоя ΔQ_{SS} в процессе освещения системы Ge—GeO₂ регистрировалось методом эффекта поля на большом синусоидальном напряжении. Освещение проводилось с помощью ксеноновой лампы сверхвысокого давления ДКсШ-1000 и светосильного монохроматора МДР-2. Плотность потока квантов света, падающих на образец, поддерживалась постоянной во всем диапазоне энергий квантов $1,8 \leq h\nu \leq 4,5$ эВ и регулировалась в пределах 10^{14} — 10^{15} см⁻²·с⁻¹. Зависимости изменений заряда на ловушках окисла от энергии падающих квантов (так называемые «спектры оптического заряжения» (ОЗ)) снимались методом последовательных трехмигнутых засветок при каждой энергии квантов [1]. В процессе измерений образцы находились в вакууме $5 \cdot 10^{-4}$ Па, температура стабилизировалась с точностью $\pm 0,1$ К в интервале 120—300 К. При наблюдении эффекта поля в области пониженных температур использовалась дополнительная инфракрасная подсветка. Перед измерениями образцы прогревались в вакууме при температуре 470 К.

На рис. 1, а представлены спектры ОЗ, полученные при трех различных температурах. Видно, что отрицательное ОЗ при 300 К характе-