

06.2; 06.3

ФОТОИНДУЦИРОВАННОЕ ДВУЛУЧЕПРЕЛОМЛЕНИЕ
В ПЛЕНКАХ СИСТЕМЫ $As-S$

В.М. Любин, В.К. Тихомиров

К числу разнообразных фотостимулированных явлений в халькогенидных стеклообразных полупроводниках (ХСП) относится и явление фотоиндуцированной анизотропии (ФА) [1]. Ранее мы сообщали [2] о том, что микроскопический механизм фотоиндуцированного дихроизма, являющегося одним из проявлений ФА, существенно отличается от механизма фотостимулированного изменения коэффициента поглощения – фотопотемнения. В настоящей работе на примере стеклообразных пленок системы $As-S$ проведено параллельное изучение фотоиндуцированного двулучепреломления (ФДв), являющегося другим проявлением ФА, и фотостимулированного изменения коэффициента преломления – фоторефракции (ФР). Сделан вывод о принципиальном различии микроскопических механизмов ФДв и ФР, а также впервые обнаружен осциллирующий характер кинетики фотоиндуцированной анизотропии пропускания (ФАП), сопровождающей ФДв в тонких пленках.

Исследуемые пленки были приготовлены термическим испарением соответствующих ХСП в вакууме и имели толщину в диапазоне 0.5–15 мкм.

Большинство экспериментов проводилось на характеризующихся сильной ФР пленках ХСП As_2S_3 [3].

Экспериментальная установка позволяла облучать пленки непоглощаемым ими светом $He-Ne$ -лазера ($\lambda = 633$ нм) при одновременном облучении сильно поглощаемым светом Ar^+ -лазера ($\lambda = 488$ нм). Состояние поляризации \vec{E} излучения Ar^+ -лазера варьировалось с помощью пластинки $\lambda/4$. Пучок света $He-Ne$ -лазера, пропущенный через электрооптический модулятор, модулировался по поляризации, которая скачкообразно менялась от $\vec{E}_{\parallel} \parallel \vec{E}$ до $\vec{E}_{\perp} \perp \vec{E}$ с частотой 1 кГц и далее, проходил через образец и попадал на фотоприемник. Установка позволяла одновременно изучать кинетику пропускания $T(t) = (I_{\parallel}/I_0)(t)$ и кинетику ФАП $(T_{\parallel}-I_{\perp})(t) = [(I_{\parallel}-I_{\perp})/I_0](t)$, где I_{\parallel} , I_{\perp} – интенсивность пучков света $He-Ne$ -лазера с электрическими векторами \vec{E}_{\parallel} и \vec{E}_{\perp} соответственно, прошедших через образец, I_0 – интенсивность пучка, падающего на образец. Для измерения разностного сигнала $I_{\parallel} - I_{\perp}$ применялся метод синхронного детектирования.

На рис. 1 приведены типичные временные характеристики пропускания и ФАП в свежеприготовленных пленках As_2S_3 при облучении линейно поляризованным излучением Ar^+ -лазера с плотностью мощности 30 мВт/см². Отметим следующие особенности:

1) кинетика ФАП носит осциллирующий знакопеременный характер,

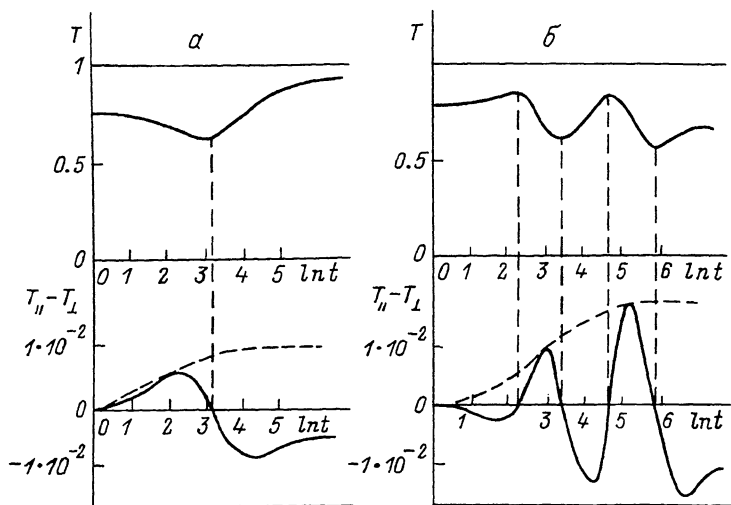


Рис. 1. Кинетика пропускания и ФАП пучка света $He-Ne$ -лазера в свежеприготовленных пленках As_2S_3 толщиной 2 (а) и 5 мкм (б).

причем число осцилляций увеличивается с ростом толщины пленок h , а амплитуда осцилляций нарастает во времени и далее выходит на насыщение; 2) кинетика пропускания также носит осциллирующий характер, причем осцилляции прекращаются одновременно с насыщением ФАП. Экстремумы на кривых пропускания точно соответствуют нулевым значениям на кривых ФАП. При увеличении плотности мощности Ar^+ -лазера число осцилляций на кривых пропускания и ФАП и их амплитуда не изменяются, но уменьшаются время достижения экстремумов и время выхода на насыщение.

Для качественного объяснения осциллирующего характера кинетики пропускания и ФАП мы воспользовались формулой Эри, известной из теории интерферометра Фабри-Перо и имеющей в случае малых коэффициентов отражения вид [4]

$$T = 1 - 2R[1 - \cos(4\pi nh/\lambda)], \quad (1)$$

где n - коэффициент преломления, λ - длина волны света, R - коэффициент отражения. Легко показать, что ФАП определится соотношением

$$T_{II} - T_I = 8\pi R h / \lambda (n_I - n_{II}) \sin(4\pi nh/\lambda), \quad (2)$$

где $n_I - n_{II}$ - линейное ФДв.

Выражение (1) позволяет сделать заключение о том, что осциллирующий характер пропускания $T(t)$ обусловлен ФР, и понять, почему с ростом толщины пленок при одинаковой величине ФР число осцилляций нарастает. На основании соотношения (2) можно

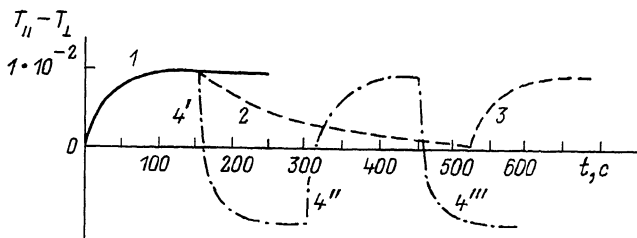


Рис. 2. Кинетика ФАП пучка света $He-Ne$ -лазера в пленке As_2S_3 толщиной 5 мкм, предварительно облученной циркулярно поляризованным излучением Ar^+ -лазера до насыщения ФР.

прийти к выводу, что осциллирующий знакопеременный характер ФАП обусловлен одновременным проявлением двух эффектов – ФДв и ФР. Из сравнения (1) и (2) видно, что экстремумы пропускания должны соответствовать нулевым значениям ФАП, что наблюдается в эксперименте.

В экстремумах кривой $(T_{||} - T_{\perp})(t)$ значение $\sin(4\pi nh/\lambda) = \pm 1$, значит, огибающая этой кривой (штриховая линия на рис. 1) характеризует кинетику нарастания ФДв, которая является монотонной. Измерив $T_{||} - T_{\perp}$, и зная R, h , можно вычислить $n_2 - n_{||}$.

На рис. 1 показано также, что времена выхода на насыщение ФДв и ФР различны, так как после насыщения ФДв (штриховая линия) ФАП продолжает изменяться, что обуславливается дальнейшим нарастанием n . Этот факт наводит на мысль о взаимнезависимости явлений ФДв и ФР. Для подтверждения такого предположения нами был проведен ряд экспериментов, результаты которых изложены далее.

1. Свежеприготовленные пленки As_2S_3 облучались циркулярно поляризованным излучением Ar^+ -лазера до тех пор, пока пропускание на $\lambda = 633$ нм, пройдя через осцилляции, не стабилизировалось, что означало насыщение ФР. ФАП при этом не возникала. Затем пленки облучались линейно поляризованным излучением Ar^+ -лазера, что сопровождалось появлением ФАП, кинетика нарастания которой была монотонная для пленок любой толщины (кривая 1 на рис. 2). Последующее воздействие циркулярно поляризованного излучения Ar^+ -лазера приводило к уменьшению и полному исчезновению ФАП (кривая 2), а повторное облучение линейно поляризованным светом опять вызывало рост и насыщение ФАП (кривая 3 на рис. 2). Поочередное воздействие на пленки линейно поляризованного излучения Ar^+ -лазера с ортогональными направлениями вектора \vec{E} приводило к знакопеременному монотонному изменению ФАП, показанному на рис. 2 (кривые 4', 4'' и 4'''). Подчеркнем, что все отмеченные выше изменения ФАП проходили в условиях насыщения ФР, что существенно подтверждает предположение о взаимнезависимости явлений ФДв и ФР.

2. Исследовались свежеприготовленные пленки системы As_xS_{1-x} при изменении x от 0,40 до 0,15. Известно, что при умень-

шении χ эффект ФР значительно уменьшается [3]. Действительно, мы наблюдали уменьшение числа осцилляций с уменьшением при одинаковой толщине пленок. Величина же достигаемого ФДв оказалась практически не зависящей от содержания As .

3. Явления ФДв и ФР показали разную чувствительность к методике приготовления образцов. В частности, в пленках As_2S_3 , приготовленных методом ионно-плазменного высокочастотного распыления, наблюдалось сильное уменьшение эффекта ФР, в то время как эффект ФДв был практически такой же, как в пленках As_2S_3 , приготовленных методом термического испарения в вакууме.

Результаты, изложенные в пп. 2, 3, также свидетельствуют о различии микроскопических механизмов ФДв и ФР.

Таким образом, приведенные в настоящей работе данные являются существенным подтверждением сделанного ранее [2] заключения о том, что природа явления ФА существенно отличается от природы фотоиндуцированного изменения скалярных оптических параметров и ее выяснение должно быть целью последующих исследований.

С п и с о к л и т е р а т у р ы

- [1] Z h d a n o v V.G., K o l o m i e t s B.T.,
L y u b i n V.M., M a l i n o v s k i i V.K. //
Phys. St. Sol. (a), 1979. V. 52. P. 621.
- [2] Л ю б и н В.М., Т и х о м и р о в В.К. // Письма в ЖТФ.
1989. Т. 15. В. 1. С. 29.
- [3] З в о н а р е в а Т.К., К о л о м и е ц Б.Т., Л ю б и н В.М.,
Ф е д о р о в В.А. // ЖТФ. Т. 48. В. 5. С. 1021.
- [4] С и в у х и н Д.В. Общий курс физики. Оптика. М.: Наука,
1980.

Физико-технический институт
им. А.Ф. Иоффе АН СССР,
Ленинград

Поступило в Редакцию
24 июля 1989 г.

Письма в ЖТФ, том 15, вып. 20

26 октября 1989 г.

12

ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЕ АНТИОТРАЖАЮЩЕЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ НЕЙТРОННЫХ ЗЕРКАЛ

Н.К. П л е ш а н о в

Поляризованные нейтроны используются в различных методиках с поляризационным анализом [1-3]. В качестве поляризаторов и анализаторов нейтронного пучка широко применяются полярирующие зеркала и суперзеркала [4-8]. Использование высококачественной поверхности стекла при изготовлении полярирующих зеркал приводит к необходимости создания антиотражающего подслоя [4], на который напыляется ферромагнитная пленка.