

стрировать обсуждаемый здесь эффект, который в принципе должен наблюдаться не только в штарковских спектрах, но и в любых других дифференциальных [5] спектрах, где есть вклады, пропорциональные производным разного порядка от контура полосы. При этом компонента, пропорциональная n -производной ($d^n D/dv^n$), будет усиливаться, грубо говоря, в L^n раз при сужении полосы в L раз. При уширении полос будет иметь место, разумеется, обратная ситуация: вклады от высших производных будут сильнее ослабляться.

В заключение следует отметить, что конкретно для штарк-спектроскопии применение матриц Шпольского представляется нам перспективным для уверенного выявления и идентификации переходов с переносом заряда ($\Delta\mu \neq 0$), играющих важную роль во многих физических и биологических процессах.

Авторы благодарят Т. Н. Болотникову и Л. М. Блинова за полезные обсуждения.

Литература

- [1] В. Липтей. В кн.: Современная квантовая химия. Т. 1. Мир, М., 1968.
- [2] Н. В. Дубинин, Л. М. Блинов. В кн.: Фотоника органических полупроводников. Наукова думка, Киев, 1978.
- [3] R. M. Hochstrasser. Accounts Chem. Res., 6, 273, 1973.
- [4] Э. В. Шпольский. УФН, 71, 215, 1960.
- [5] М. Кардона. Модуляционная спектроскопия. Мир, М., 1972.

Поступило в Редакцию 31 мая 1982 г.

УДК 535.39+535.34 : 539.238 : 546.76

ОПТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ТОНКИХ ХРОМОВЫХ ПЛЕНОК, ПОКРЫТЫХ СЛОЕМ SiO_2 , В ВИДИМОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

П. Н. Букиевский, В. В. Пророк и И. А. Шайкевич

Оптические характеристики тонких поглощающих пленок, покрытых слоем диэлектрика, имеют большое значение для создания многослойных покрытий, и в частности многослойных металлодиэлектрических покрытий. В принципе эти характеристики можно получить, используя оптические постоянные и толщину металлической пленки, в частности, хрома, измеренные на воздухе или в вакууме, и оптические постоянные слоя диэлектрика. Однако, как отмечает ряд авторов [1-3], при малой толщине пленки ее оптические постоянные обычно определяются с большой погрешностью. Кроме этого, что, пожалуй, более существенно, островковая пленка, покрытая диэлектриком, имеет другие оптические постоянные. Существующие теории расчета этих постоянных, изложенные, например, в [4], сложны и недостаточно надежны. Поэтому указанные оптические характеристики мы определяли непосредственно.

В настоящей работе определены амплитудные коэффициенты отражения и пропускания r и t при нормальном падении, а также скачки фаз при отражении и пропускании световой волны δ_r и δ_t тонкими хромовыми пленками, покрытыми слоем SiO_2 . Измерения проводились в спектральной области 4000—10 000 Å. Хромовые пленки наносились на стеклянные подложки ($n_0=1.52$) термическим напылением в вакууме $5 \cdot 10^{-6}$ Тор со скоростью 1—5 Å/с. Такие пленки имеют островковую структуру с плотной упаковкой островков [6]. Слой SiO_2 ($n_1=1.52$) наносился электронно-лучевым распылением.

Измерялись спектры энергетических коэффициентов отражения и пропускания двухслойного покрытия, а затем с помощью методики, описанной подробно в работе [5], по этим спектрам определялись r , t , δ_r и δ_t для хромовых пленок, находящихся между двумя диэлектрическими средами.

Указанные характеристики представляют практический интерес для создания многослойных металлодиэлектрических покрытий, которые в промышленном производстве наносятся примерно при таких же условиях.

На рис. 1 приведены зависимости от длины волны λ амплитудных коэффициентов отражения и пропускания хромовых пленок, а также скачков фаз при

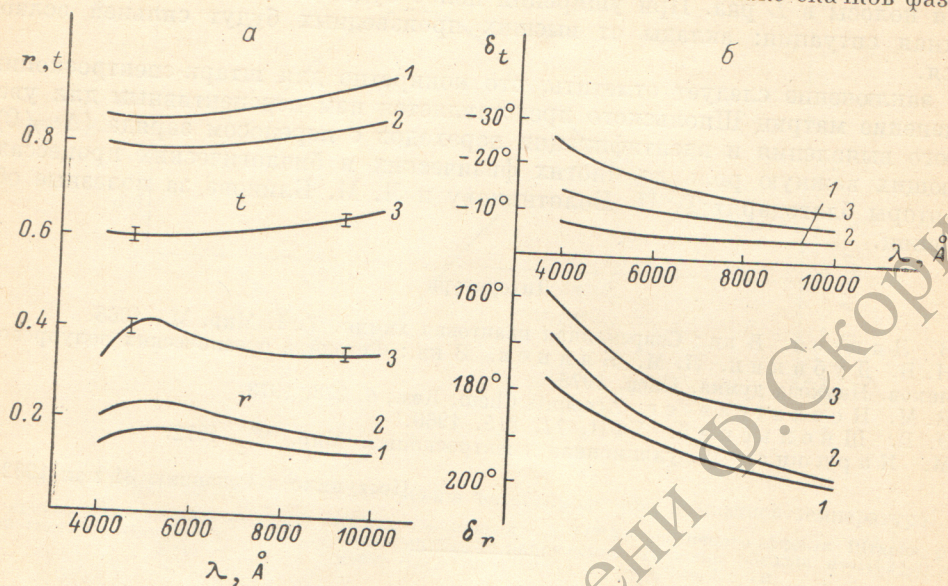


Рис. 1.

a — спектральная зависимость амплитудных коэффициентов отражения и пропускания тонких хромовых пленок, *б* — спектральная зависимость скачков фаз при отражении и пропускании световой волны тонкими хромовыми пленками.

отражении и пропускании. Толщины хромовых пленок образцов 1—3, измеренные с помощью линий равного хроматического порядка (РХП) с ошибкой $\pm 15 \text{\AA}$, равны 50, 70 и 150 \AA соответственно.

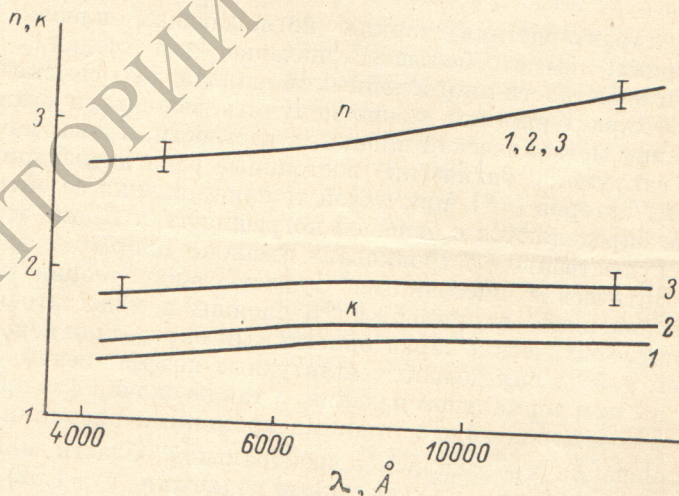


Рис. 2. Спектральная зависимость оптических постоянных тонких хромовых пленок.

Для всех полученных нами точек (для каждого образца определялись r , t , δ_r , δ_t для 15—20 точек спектра) вычислялся показатель преломления металлической пленки $\tilde{n}_2 = n - ik$ по формуле

$$\tilde{n}_2^2 = n_0^2 \frac{(1 - re^{i\delta_r})^2 - t^2 e^{i2\delta_t}}{(1 + re^{i\delta_r})^2 - t^2 e^{i2\delta_t}} \quad (1)$$

которая была получена нами аналогично формуле в работе [7]. Толщина пленки d вычислялась из формулы Вольтера [8]

$$d = \frac{n_0 \lambda}{4\pi n k} \frac{1 - r^2 - t^2}{t^2}. \quad (2)$$

На рис. 2 приведены полученные зависимости оптических постоянных от длины волны. Как видно из этого рисунка, зависимость k от толщины хромовой пленки слабая. Для всех трех образцов n практически не отличались.

Полученные нами значения оптических постоянных отличаются от приведенных в работах [6, 9] для хромовых пленок без диэлектрического слоя. Это объясняется тем, что наши пленки были покрыты диэлектрическим слоем, а также тем, что при указанных условиях нанесения хромовая пленка содержит примесь атомов кислорода, что сказывается на ее свойствах [10].

Существенные различия наблюдались у рассчитанной для разных длин волн оптической толщины пленки. Расчет показал, что для исследовавшихся образцов вариацией δ_i в пределах ошибки эксперимента ($\pm 5^\circ$) можно добиться того, чтобы рассчитанная толщина совпадала с толщиной, измеренной методом линий РХП, и не зависела от длины волны. Оптические постоянные, представленные на рис. 2, были получены путем таких вариаций.

Литература

- [1] L. Ward, A. Nag. Brit. J. Appl. Phys., 18, 277, 1967.
- [2] P. O. Nilsson. Appl. Opt., 7, 435, 1968.
- [3] J. H. Wohlgemuth, D. E. Brodie. Can. J. Phys., 73, 1737, 1975.
- [4] Г. В. Розенберг. Оптика тонкослойных покрытий, ФМ, М., 1958.
- [5] В. В. Пророк, И. А. Шайкевич. Вестн. КГУ, Киев, 20, 15, 1979.
- [6] А. И. Усоскин, И. Н. Шкляревский. ЖИС, 20, 523, 1974.
- [7] H. Schopper. Zs. Phys., 131, 215, 1952.
- [8] H. Wolter. Zs. Phys., 105, 269, 1937.
- [9] L. Henderson, C. Weaver. JOSA, 56, 1551, 1966.
- [10] A. R. Wolter. J. Appl. Phys., 36, 2377, 1965.

Поступило в Редакцию 7 июня 1982 г.

УДК 535.417

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОДОЛЬНЫХ ТОМОГРАФИЧЕСКИХ ИНТЕРФЕРОГРАММ

Г. Н. Вишняков, Н. Г. Власов и Г. Г. Левин

Томография представляет собой метод восстановления по проекциям изображений каких-либо внутренних сечений (томограмм) трехмерных объектов [1]. Восстановленные томограммы являются двумерными картами локальных значений коэффициента ослабления или показателя преломления для данной длины волны зондирующего излучения. В работах [2, 3] изложены принципы оптической томографии и показана возможность восстановления в реальном масштабе времени распределения показателя преломления в поперечном сечении фазовых объектов, т. е. в сечении, в котором лежат волновые вектора зондирующих световых пучков, причем класс исследуемых объектов был ограничен фазовыми объектами, постоянными вдоль продольной оси. Исторически томографию разделяют на продольную и поперечную [1]. Это подразделение обусловлено ориентацией того среза, томограмма которого восстанавливается.

В настоящей работе на основании выявленной связи методов поперечной и продольной томографии показана возможность получения томографических интерферограмм продольных срезов произвольных фазовых объектов. Под продольными срезами подразумеваются сечения объекта, перпендикулярные плоскости, образованной волновыми векторами зондирующих пучков.