

УДК 535.32: 621.378  
РЕФЛЕКТОМЕТРИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ СВОЙСТВ  
НАНОРАЗМЕРНЫХ СЛОЕВ НА КРЕМНИИ

А. В. ХОМЧЕНКО, И. А. КОРНЕЕВА, И. У. ПРИМАК, П. Я. ЧУДАКОВСКИЙ  
Государственное учреждение высшего профессионального образования  
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Могилев, Беларусь

Оптический контроль наноразмерных покрытий представляет определенный интерес для микроэлектроники. Одним из методов контроля параметров металлических наноразмерных слоев является ПЭВ-спектроскопия, основанная на обработке угловой зависимости коэффициента отражения светового пучка  $R(\gamma)$  при возбуждении плазмонных мод. Для измерения  $R(\gamma)$  обычно используется установка, принципиальная схема которой приведена в [1]. В работе представлены результаты измерения для пленок из алюминия и золота. Полученные зависимости  $R(\gamma)$  для пленки Au приведены на рис. 1.

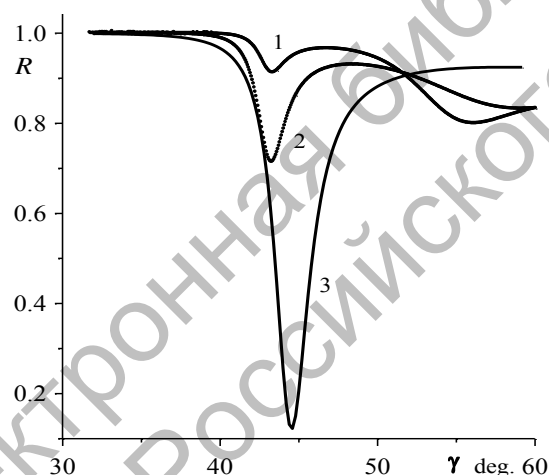


Рис. 1. Зависимости  $R(\gamma)$  для пленки Au на подложке, измеренные при различной величине воздушного зазора между призмой и пленкой (кривые 1, 2), 3 – расчетная кривая для плазмонного резонанса в пленке золота при  $n = 0,14$  и  $\chi = 3,41$  ( $\mathbf{n} = n + i\chi$ ),  $\lambda = 0,633$  мкм

Показано, что для пленок металла толщиной в диапазоне от 5 нм до 0,2 мкм, предлагаемый подход достаточно эффективен (погрешности восстановления параметров не превышают 10 %).

При измерении параметров металлических пленок было замечено, что погрешность измерений уменьшается при увеличении толщины буферного слоя, что позволило предложить отказаться от использования призмы связи в установке для волноводной спектроскопии (считая толщину буферного слоя бесконечно большой). В таком случае параметры металлического слоя (комплексный показатель преломления и толщина), толщина которого может составлять 1–2 нм, определяют путем обработки угловой зависимости

коэффициента отражения лазерного пучка от поверхности исследуемой структуры.

Параметры (комплексный показатель преломления  $n = x_2 + ix_3$  и толщина  $x_1$ ) металлической пленки могут быть определены путем минимизации целевой функции

$$I = \sum_{j=1}^n [f(x_i, \gamma_j) - R(\gamma_j)]^2,$$

где  $f(x_i, \gamma_j)$  – теоретическая модель коэффициента отражения.

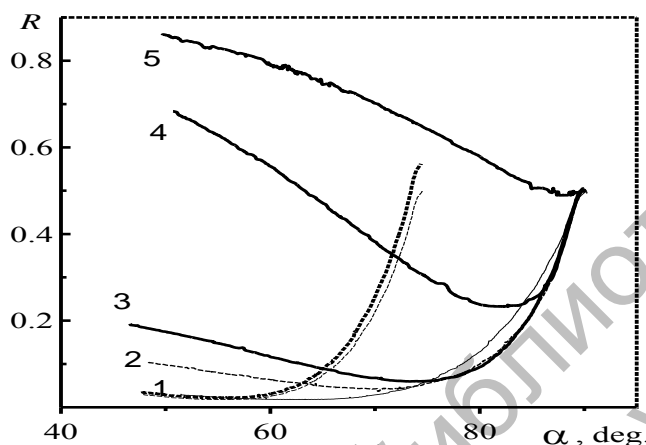


Рис. 1. Угловые зависимости коэффициента отражения пучка He-Ne лазера ТМ-поляризации

Угловые зависимости коэффициента отражения пучка He-Ne лазера ТМ-поляризации, измеренные при его отражении от осажденных методом термического напыления на подложку слоев алюминия толщиной 2 (кривая 1), 3 (кривая 2), 5 (кривая 3), 18 (кривая 4) и 26 нм (кривая 5) и представленные на рис. 1, иллюстрируют эффективность предлагаемого подхода. Следует отметить, что данная техника позволяет контролировать и состояние поверхности металлического слоя.

В настоящее время ведутся активные работы по исследованию свойств полупроводниковых материалов, в частности и изучению физико-химические процессов, протекающих на поверхности кремния, поэтому результаты исследования оптических характеристик приповерхностных слоев в кремниевых подложках (КДБ), модифицированных в плазме тлеющего газового разряда, и их зависимости от технологических режимов модификации, представляют также определенный интерес. В качестве метода исследования также использован метод рефлектометрии. Результаты измерений для исходного и модифицированного кремния свидетельствуют о различии угловых зависимостей коэффициента отражения, что может свидетельствовать об изменении свойств приповерхностного слоя в кремниевой подложке. Полученные результаты представляют практический интерес для создания полупроводниковых материалов с новыми свойствами.

#### СПИСОКЛИТЕРАТУРЫ

1. **Khomchenko, A. V.** Waveguide spectroscopy of thin films / A. V. Khomchenko. – New York. AcademicPress. – 2005.