

УДК 537.874; 53.083.9

DOI: 10.17223/00213411/63/2/44

*В.П. БЕЛИЧЕНКО, А.С. ЗАПАСНОЙ, А.С. МИРОНЬЧЕВ, А.В. КЛОКОВ, Е.В. МАТВИЕВСКИЙ***ЯВЛЕНИЕ НАРУШЕННОГО ПОЛНОГО ВНУТРЕННЕГО ОТРАЖЕНИЯ
В БЛИЖНЕПОЛЬНОМ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОМ СВЧ-ЗОНДИРОВАНИИ***

Предложен новый подход в задачах активного ближнеполюсного сверхвысокочастотного зондирования материалов, объектов и сред. Согласно ему, зондирующее ближнее поле образуется в результате перекрытия эванесцентных полей, возникающих в условиях нарушенного полного внутреннего отражения в промежутке между большими гранями двух прямоугольных диэлектрических призм. Помещение исследуемого объекта в этот промежуток оказывает заметное влияние на характеристики отраженного излучения. На этой основе может быть произведена не только диагностика качества объекта, но и получены данные о его материальных параметрах. Описано схемное решение ближнеполюсного интерференционного сверхвысокочастотного микроскопа, реализующего предложенный подход. Представлены результаты тестовых измерений в условиях диагностики металлизированных полосок с разрывами.

Ключевые слова: ближнее поле, нарушенное полное внутреннее отражение, ближнеполюсный интерференционный микроскоп, диагностика.

Введение

Явление нарушенного полного внутреннего отражения (НПВО) нашло очень широкое применение в спектроскопии НПВО оптического излучения [1]. Как известно, оно имеет место при проникновении излучения из среды с показателем преломления n_1 в примыкающий к ней слой среды с показателем преломления $n_2 < n_1$, если угол падения излучения θ становится большим критического угла $\theta_{\text{кр}} = \arcsin(n_2/n_1)$. Глубина проникновения составляет величину порядка длины волны излучения, и наличие поглощения в слое приводит к уменьшению коэффициента отражения падающего излучения. Ослабление отраженного излучения зависит от поляризации падающей волны и показателя поглощения α_2 слоя среды с показателем преломления n_2 . Поэтому из спектров НПВО с привлечением поляризационных измерений и соотношений Крамерса – Кронига удастся рассчитать α_2 . Вообще, применение спектроскопии НПВО в оптическом диапазоне длин волн имеет целый ряд преимуществ по сравнению с другими методами исследования спектров отражения и поглощения, что и обусловило широкое применение этого вида спектроскопии при изучении структуры тонких пленок, адсорбционных явлений на поверхности материалов, исследовании закономерностей распространения поверхностных электромагнитных волн и т.д.

В последнее время, в связи с созданием ряда достаточно эффективных источников излучения, значительный интерес начал уделяться спектроскопии НПВО терагерцового диапазона длин волн [2, 3]. Такой вид спектроскопии позволяет измерять спектры веществ с натуральными коэффициентами поглощения от 10 до 10000 см⁻¹. Причем в данном случае эффект рассеяния в спектрах отражения отсутствует, что обеспечивает возможность исследования порошкообразных и неоднородных образцов. Принимая во внимание оценку для характерной глубины проникновения d_p в слой экспоненциально затухающей неоднородной волны,

$$d_p = \frac{\lambda}{2\pi n_1 \sqrt{\sin^2 \theta - (n_2/n_1)^2}}, \quad \lambda - \text{длина волны,}$$

можно прийти к выводу, что она лежит в интервале значений 10–60 мкм. Данное обстоятельство означает значительно меньшее влияние поверхностных эффектов и пленок на поверхности раздела сред, чем в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах. Поэтому исследуемые образцы можно располагать при проведении измерений на пленках толщиной 5–10 мкм.

* Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 18-75-10101. Данное научное исследование (№ НУ 8.2.07.2018 Л) выполнено при поддержке Программы повышения конкурентоспособности ТГУ.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>