Эллипсометрия субмиллиметрового диапазона в задачах диагностики композиционных материалов

В.Н. Федоринин¹, С.А. Кузнецов^{1,2}, А.В. Гельфанд¹, А.Ю. Горшков¹

¹ Новосибирский филиал Института физики полупроводников им. А.В. Ржанова СО РАН "КТИПМ",
Новосибирск, 630090, пр. Академика Лаврентьева, 2/1

² Новосибирский государственный университет, Новосибирск, 630090, Пирогова, 2

DOI 10.34077/RCSP2021-50

Создание новых материалов и способов конструирования является важным направлением научно-технологического развития в РФ. Одно из составляющих данного направления состоит в развитии технологии композиционных материалов, обладающих высокими механическими, технологическими и эксплуатационными свойствами.

При создании, воспроизводстве и эксплуатации композитных материалов к неотъемлемым задачам относятся контроль и прогнозирование механизмов формирования структуры и фазообразования связующих компонент на границах раздела и в межволоконном пространстве, выявление зарождающихся и накопленных дефектов, а также деградации материала в процессе его эксплуатации.

В настоящей работе рассматривается техника эллипсометрии с использованием субмиллиметровых волн для диагностики оптически непрозрачных композиционных материалов. Объемная структура композиционного материала рассматривается как гетерогенная среда, которая характеризуется комплексной диэлектрической функцией. В рамках однослойной физической модели рассматривается возможность регистрации расслоения в многослойной пленочной структуре композиционного материала, изготовленного на основе препрег Torayса T800.

Представлен экспериментальный образец эллипсометра, выполненного по нулевой схеме и работающего на частоте 139 ГГц (Рис.1а) В эллипсометре применены уникальные поляризационные оптические элементы, включающие поляризатор, анализатор, четвертьволновые пластинки, которые реализованы на основе самокомплементарных метаповерхностей с подстилающим несущим слоем диэлектрика толщиной 20 мкм.

Представлены результаты эллипсометрических измерений тестовых объектов, изготовленных в СибНИА им. С.А. Чаплыгина. Показана возможность обнаружения фактора расслоения структуры композиционного материала на основе углеродных волокон в глубине 0.5 мм.

Рис.1 Фотографии экспериментального образца субмиллиметрового эллипсометра (а), четвертьволновой пластинки (б) и фазовые спектры последней (в).