

УДК 621.355

DOI: 10.17223/00213411/64/6/76

*Е.Г. ШАШКОВА, Н.И. ВОЛЫНЕЦ, М.И. ДЕМИДЕНКО, О.Г. ПОДДУБСКАЯ***ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫЕ СВОЙСТВА ПОРИСТЫХ 3D-СТРУКТУР
НА ОСНОВЕ УГЛЕРОДА В ВЫСОКОЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ ***

Представлен анализ электромагнитного отклика в микроволновом (26–37 ГГц) и терагерцовом (0.1–1 ТГц) частотных диапазонах объемных пористых 3D-структур на основе углерода (углеродных пен), полученных методом химического осаждения из газовой фазы с использованием Ni-пены в качестве шаблона. Методами спектроскопии комбинационного рассеяния, сканирующей микроскопии проанализированы структурные особенности синтезируемых тонких углеродных пленок на Ni-каркасе. В частности, было показано, что из-за каталитических свойств Ni при заданных условиях синтеза тонкая углеродная пленка представляет собой сэндвич-структуру, состоящую из многослойного графена и RuC. Анализ частотных зависимостей коэффициента отражения R и коэффициента прохождения T углеродных пен толщиной 1.6 мм со средним размером пор порядка 300–400 мкм позволяет сделать вывод, что такие материалы обеспечивают поглощение на уровне 60% в микроволновом диапазоне и 100% в терагерцовом, при этом использование тонких пленок в качестве углеродного скелета в сочетании с гибкими полимерами позволяет надеяться, что такой материал найдет дальнейшее применение в качестве эффективных гибких поглотителей высокочастотного излучения.

Ключевые слова: графен, тонкие пленки на основе углерода, углеродные пены, электромагнитные свойства, высокочастотные поглотители, защитные покрытия.

Введение

Уникальные возможности, которые открываются с применением терагерцового излучения (0.1–10 ТГц) в спектроскопии, в медицине и биологии [1], в системах неразрушающего контроля, мониторинга состояния атмосферы [2], передачи данных [3] и т.д., стимулируют быстрый рост числа исследований в этом направлении. Так, благодаря низкой ионизационной способности по сравнению с микроволновым и рентгеновским излучениями и относительно высокой проникающей способности по сравнению с излучением оптического диапазона освоение ТГц-спектра открывает новые перспективы для анализа биологических объектов (ДНК, РНК, клетки и т.д.), проведения скоростного имеджинга [4]. При этом прозрачность большинства диэлектриков (бумага, пластик, различные текстильные материалы и т.д.) и высокая отражательная способность металлов стимулируют внедрение ТГц-технологий при разработке последнего поколения систем неразрушающего контроля. Благодаря высокой пропускной способности и слабой восприимчивости к различным флуктуациям электромагнитного поля переход в высокочастотный диапазон представляет собой новый рубеж для развития современных систем высокоскоростной передачи данных [5], нового поколения 5G-сетей, скорость обмена данными в которых может достигать 11 Гбит/с (на 0.2 ТГц) [6] и т.д.

В то же время столь быстрое освоение и внедрение ТГц-технологий стимулирует поиск новых экранирующих материалов, эффективно уменьшающих растущее влияние электромагнитных помех [7]. Более того, развитие этого направления является одной из приоритетных задач с точки зрения безопасности передачи и защиты данных, для решения которой в настоящее время было предложено большое количество подходов. Так, внедрение углеродных материалов (графит, графен, углеродные нанотрубки, луковичные структуры углерода и т.д.) и композитов на их основе в этом списке занимает одно из важных мест, что, прежде всего, связано с их относительной дешевизной и широким спектром вариаций свойств [8]. Можно отметить, что в отличие от металлических экранов, для которых электромагнитная экранировка обусловлена, главным образом, вкладом отражения, для композитных материалов на основе углерода эта величина зависит как от вклада

* Работа выполнена при финансовой поддержке НИОКР «Разработать режимы синтеза и выполнить исследовательские испытания электромагнитного отклика мультислойных материалов и функциональных модулей преобразования и поглощения» в рамках выполнения задания 1.2.1.2 научно-технической программы Союзного государства «Технология-СГ» «Разработка комплексных технологий создания материалов, устройств и ключевых элементов космических средств и перспективной продукции других отраслей».

Уважаемые читатели!

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

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