

Е.Л. ПРУДНИКОВА, О.В. РУХОВЕЦ
Б.Г. ШУЛИЦКИЙ, В.А. БОГУШ, В.А. ЛАБУНОВ

МИКРОВОЛНОВЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ МАССИВОВ ОРИЕНТИРОВАННЫХ И РАЗУПОРЯДОЧЕННЫХ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК И КОМПОЗИТОВ НА ИХ ОСНОВЕ

Свойства углеродных нанотрубок, являющихся новым классом материалов, перспективным для использования в современных электронных устройствах, активно исследуются на протяжении более десяти лет. Использование нанотрубок в электронике обусловлено их специфически-

ми механическими, электрофизическими и оптическими свойствами, возможность создания на их базе нанокпозиционных материалов с уникальными магнитными свойствами путем формирования внутри углеродных структур наноразмерных частиц ферромагнитных материалов значительны:

...диапазон их возможного использова-
 ... При этом высокая электропроводность и
 ... магнитные свойства массивов углеродных
 ... (УНТ) обуславливают перспективу их
 ... в устройствах обработки электромаг-
 ... сигналов, а также необходимость изуче-
 ... взаимодействия таких нанокмпозитов с
 ... электромагнитным излучением (ЭМИ).

В данной работе представлены результаты ана-
 ... и частотных характеристик коэффи-
 ... отражения и ослабления массивов УНТ, вы-
 ... пиролитическим методом. Эксперимен-
 ... образцы представляли собой массив упоря-
 ... УНТ, длина которых составляла до
 ... ориентированный перпендикулярно по-
 ... кремниевой подложки, а также разупоря-
 ... УНТ, закрепленные в диэлектрическом
 ... прозрачном связующем, толщиной от 1 до
 ... Исследования взаимодействия образцов с элек-
 ... излучением проводили с использова-
 ... заборных измерителей коэффициента стоя-
 ... и ослабления в диапазоне 8-12 ГГц и ска-
 ... анализаторов цепей в диапазоне 26-37 ГГц.
 ... исследования свойств упорядоченных мас-
 ... УНТ проводили при нормальном падении
 ... подложку, т.е. ориентация УНТ и волновой

вектор совпадали.

Установлено, что массивы УНТ и композици-
 онные материалы на их основе обладают довольно
 высокой эффективностью подавления ЭМИ в СВЧ
 диапазоне (до 40 дБ) в основном за счет отражения
 электромагнитной волны, что характерно для угле-
 родных материалов, обладающих достаточно высо-
 кой электропроводностью и, соответственно, низким
 волновым сопротивлением. Наблюдалось снижение
 коэффициента передачи образцов при повышении
 частоты излучения, связанное со снижением глубины
 проникновения излучения в материал. Абсолютное
 значение ослабления ЭМИ для разноориентирован-
 ных УНТ, закрепленных в связующем, выше на 10-
 15 дБ по сравнению с упорядоченными массивами на
 кремниевой подложке, что обусловлено формирова-
 нием более развитой сети электрических контактов
 между структурными элементами и снижением вол-
 ногового сопротивления материала в целом, а также
 более высокого значения толщины образцов (на по-
 рядок больше для разупорядоченных по сравнению с
 ориентированными).

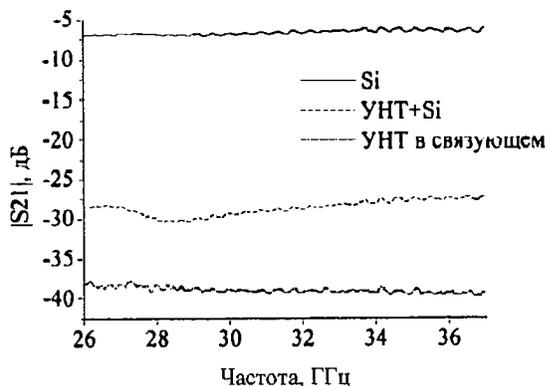
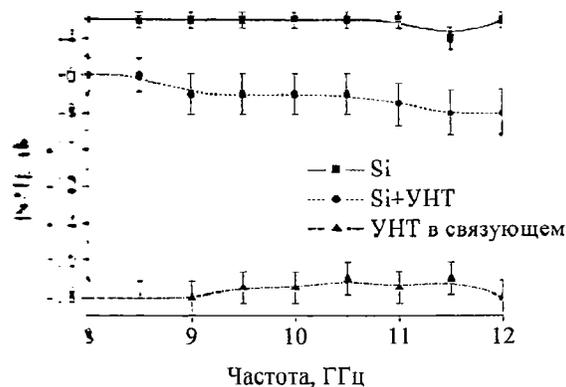


Рис. 1 Зависимость модуля коэффициента передачи экспериментальных образцов от частоты

...исследования отражающих свойств образцов в
 ... 26-37 ГГц затруднены влиянием отражения
 ... кремниевой подложки, однако следует отметить
 ... изменение при повышении частоты ЭМИ для
 ... упорядоченных массивов, что связано с уменьше-
 ... длины волны ЭМИ и усилением влияния по-
 ... рассеивающих элементов (проводящих
 ... в материале. Наиболее вероятный механизм
 ... ЭМИ в таких материалах основан на мно-

гократном переотражении волны структурными эле-
 ментами. Обсуждается влияние размерных эффектов,
 выраженных в соизмеримости проводящей структуры
 верхнего слоя и длины волны падающего излучения.
 Также можно сделать заключение о перспективах ис-
 пользования ориентированных массивов УНТ для
 канализации СВЧ электромагнитного излучения в
 микроэлектронных устройствах.