

сравнения. В случае совпадения значения, пришедшего от контролируемого датчика и значения генератора ПСП-2 блока контроля, устройство сравнения выдает сигнал «Норма», который в свою очередь служит командой для генератора ПСП-1 на генерацию очередного псевдослучайного числа. Таким образом, цикл опроса «свой-чужой» повторяется. При несовпадении значений (признак сбоя в работе датчика) устройство сравнения выдает команду «Тревога», и на генератор ПСП-1 приходит управляющая команда «старт». Таким образом, работа устройства продолжается.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЭФФИЦИЕНТОВ ОТРАЖЕНИЯ И ПОГЛОЩЕНИЯ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОБЛАСТИ 8–40 ГГц МАССИВАМИ УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК

Ш.А. ДУРСУНОВА, А.Л. ДАНИЛЮК, С.Л. ПРИЩЕПА

Приведены результаты моделирования коэффициентов отражения и поглощения электромагнитного излучения (ЭМИ) сверхвысокочастотного диапазона 8–40 ГГц массивами вертикально ориентированных углеродных нанотрубок (УНТ), содержащими ферромагнитные наночастицы железа и цементита.

Определение коэффициентов отражения и поглощения ЭМИ массивом УНТ проведено с помощью модели, пригодной для X и Ka частотных диапазонов. Модель отличается учетом как магнитных свойств наночастиц, так и проводящих, структурных и магнитных свойств среды (включая намагниченность углеродной подсистемы), а также наличием переходной оболочки между ними, которая характеризуется соответствующим импедансом. Параметры модели, при которых расчетные значения коэффициентов отражения и поглощения соответствуют экспериментальным данным, близки для X и Ka диапазонов.

Получены частотные зависимости коэффициентов отражения и поглощения ЭМИ массивами УНТ, установлена их взаимосвязь с электропроводящими и магнитными свойствами массива УНТ и магнитных наночастиц.

Показано, что значение коэффициента отражения в диапазоне 8–12 ГГц составляет порядка –2 дБ, а значение коэффициента прохождения — порядка –20 дБ, которые слабо меняются с ростом частоты. В области 26–40 ГГц соответствующие значения составляют соответственно –10 и –40 дБ и слабо уменьшаются с ростом частоты.

МОДЕЛИРОВАНИЕ МАГНИТНОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ МАССИВА УГЛЕРОДНЫХ НАНОТРУБОК В ЧАСТОТНОЙ ОБЛАСТИ 8–40 ГГц

Ш.А. ДУРСУНОВА, А.Л. ДАНИЛЮК, С.Л. ПРИЩЕПА

Приведены результаты моделирования комплексной магнитной проницаемости массива вертикально ориентированных углеродных нанотрубок (УНТ), содержащих ферромагнитные наночастицы железа и цементита в частотном диапазоне 8–40 ГГц.

Определение комплексной магнитной проницаемости проведено с помощью модели для разупорядоченного наноструктурированного композита, которая учитывает магнитную и диэлектрическую проницаемости ферромагнитных наночастиц, магнитную и диэлектрическую проницаемости углеродной матрицы, объемную долю наночастиц, их размер, импеданс резистивной оболочки, окружающей наночастицы, а также резонансную частоту ферромагнитного резонанса (ФМР) системы упорядоченно расположенных ферромагнитных наночастиц, удельную проводимость массива.

Расчеты проведены для следующих параметров нанокompозита: размер наночастиц ~50 нм, относительная магнитная проницаемость матрицы $2+i0.2$ (8-12 ГГц) и $4+i1.5$ (24–40 ГГц), относительная магнитная проницаемость наночастиц $10+i0.5$ (8-40 ГГц), объемная

концентрация наночастиц 10%, частота ФМР — 42 ГГц, удельная проводимость массива 100–120 (Ом м)⁻¹.

Показано, что магнитная проницаемость массива УНГ в X области нелинейно зависит от частоты, причем ее реальная и мнимая части растут с увеличением частоты. В K_d диапазоне эти зависимости переходят в немонотонные. Полученные результаты говорят о наличии магнетизма углеродной подсистемы, который вероятно носит индуцированный характер.

ВОДОСОДЕРЖАЩИЕ ЭКРАНЫ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ЗАЩИТЫ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

С.Э. САВАНОВИЧ, В.Б. СОКОЛОВ

При обработке, передаче и хранении конфиденциальной информации с помощью технических средств наиболее актуальными являются вопросы, связанные с уменьшением уровней излучений применяемых устройств по информационным каналам.

Одним из методов защиты утечки информации по электромагнитным каналам является экранирование, как отдельных блоков аппаратуры, так и помещения в целом, которое осуществляется с помощью различных металлических экранов и сеток, специальных тонкопленочных покрытий, ферритовых и полупроводниковых материалов, материалов с различными диэлектрическими и магнитными потерями, а также влагосодержащих материалов.

Наиболее перспективными поглощающими материалами являются конструкции экранов на основе водных растворов и их включений.

В качестве экранирования излучающих блоков технических средств и помещений применялся экран, в виде стеклопакета, заполненного жидким раствором наполнителем на основе воды.

Основным недостатком поглотителей на основе водосодержащих материалов является большой вес конструкции при увеличении её размера и необходимость герметизации. Уменьшения массы конструкции можно достичь применением материалов с меньшей удельной плотностью, содержащих газовую (воздушную), жидкую или твердую фазы.

Для минимизации массы и сохранения поглощающих свойств исследуемого экрана, были проведены исследования аналогичной конструкции, объем которой заполнялся строительным материалом с размером фракций от 0,01–0,02 м.

В результате исследований поглощающих свойств предлагаемой конструкции можно сделать следующие выводы:

– массогабаритные размеры предлагаемой конструкции уменьшились в два раза по сравнению с конструкцией, заполненной жидким раствором наполнителем на основе воды;

– значения коэффициентов отражения и прохождения практически не изменяются во всем диапазоне измеряемых частот.

ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ФОРМИРОВАНИЯ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПЛЕНОК НА ИХ ОДНОРОДНОСТЬ

С.М. САЦУК, М.М. ПИНАЕВА

Электрическая прочность диэлектрика связана с однородностью анодных оксидных пленок (АОП) по толщине. Для исследования влияния природы редкоземельных металлов (РЗМ), рН и концентрации пирофосфорной кислоты на однородность АОП по толщине исследовали зависимость электродного потенциала (ЭП) от толщины АОП.

Исследовали зависимости ЭП от толщины АОП, сформированных при напряжении 10 В и содержащих иттербий, европий и гадолиний. Полученные кривые свидетельствуют о неоднородности по толщине всех рассматриваемых АОП. Условно кривые можно