ИССЛЕДОВАНИЕ ДИФРАКЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГИБКИХ МДС С НАНОМЕТРОВЫМ ПРОВОДЯЩИМ ПОКРЫТИЕМ

INVESTIGATION OF DIFFRACTION CHARACTERISTICS OF FLEXIBLE MDS WITH A NANOMETER CONDUCTIVE COATING

УДК 537.86.029

Иванов Роман Андреевич, магистрант, 1 курс, факультет «Радиофизика» КФУ, Физико-технический институт, Россия, Республика Крым, г. Симферополь

Морозов Святослав Игоревич, магистрант, 1 курс, факультет «Радиофизика», КФУ, Физико-технический институт, Россия, Республика Крым, г. Симферополь

Ivanov Roman Andreevich, e-mail: madara-09@bk.ru

Morozov Svyatoslav Igorevich

Аннотация

Статья посвящена исследованию дифракционных характеристик гибких металлодиэлектрических структур с нанометровым проводящим покрытием. Проведены сравнительные измерения дифракционных характеристик на частотах 3 ГГц, 10 ГГц, 12 ГГц, при толщинах 1-20 нм. с диэлектрической подложкой из лавсана. Результаты исследований показали способность эффективного взаимодействия металлодиэлектрических структур с СВЧ электромагнитным полем. Так же был проведен анализ полученных экспериментальных данных.

Annotation

The article is devoted to the study of diffraction characteristics of flexible metal-dielectric structures with a nanometer conductive coating. Comparative measurements of diffraction characteristics at frequencies of 3 GHz, 10 GHz, 12 GHz, at thicknesses of 1-20 nm were made. with a dielectric substrate made of Dacron. The results of research have shown the ability of effective interaction of metal-dielectric structures with the microwave electromagnetic field. The obtained experimental data were also analyzed.

Ключевые слова: металлодиэлектрическая структура, дифракционные характеристики, оптические коэффициенты, волновод, нанометровые пленки, электромагнитное поле.

Keywords: metal-dielectric structure, diffraction characteristics, optical coefficients, waveguide, nanometer films, electromagnetic field.

При конструировании современной радиоэлектронной аппаратуры используются новые разработки в области микроэлектроники и нанотехнологии. Тонкопленочные элементы применяются не только в гибридных, но и в полупроводниковых микросхемах СВЧ диапазона. В кремниевых больших интегральных схемах используются резистивные слои поликристаллического кремния. В СВЧ диапазоне также используются тонкопленочные конденсаторы с емкостями порядка десятых долей пикофарады [1, 3]. В этом же диапазоне находят применение гребенчатая структура конденсатора, плоские прямоугольные или круглые пленочные индуктивные элементы [5].

В настоящее время вся обработка информации осуществляется в интегральных микросхемах (ИМС), которые в основном изготавливаются по планарной (пленочной) технологии. Основными элементами ИМС, кроме корпуса и выводов, являются подложка, на которой располагаются активные приборы (транзисторы и т.д.), изолирующие пленки и проводящие пленки для

электрического соединения активных элементов. При нанометровой технологии соединительные (проводящие) элементы располагают не на кристалле (чипе), а отдельными слоями над подложкой, разделенных изолирующими диэлектрическими слоями. В современных микросхемах таких проводящих слоев может быть 10 и более.

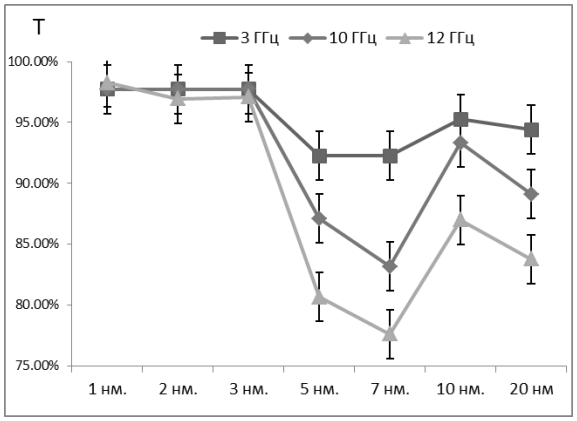
С учетом роли проводящих пленок в работе современных микросхем необходимо уделять особое внимание к физическим свойствам проводящих пленок. Проводящие пленки являются основой контактных площадок и соединительных слоев для активных элементов на подложке.

Получение, использование и изучение стойкости тонких пленок к СВЧ-полям до сих пор является важнейшим вопросом, т.к. это определяет надежную работу микросхем и электронной аппаратуры в целом. Таким образом, изучение дифракционных характеристик металлодиэлектрических структур (МДС) с нанометровым проводящим покрытием является актуальным вопросом.

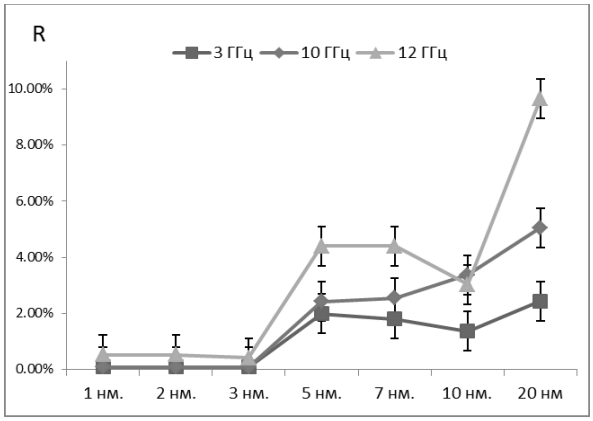
Целью исследования являлись дифракционные характеристики представляющие собой оптические коэффициенты прохождения (T), отражения (R) и поглощения (L).

Объектом исследования являлись металлодиэлектрические структуры на гибких подложках. В качестве подложки использовался полиэтилентерефталат, с нанесенным слоем алюминия.

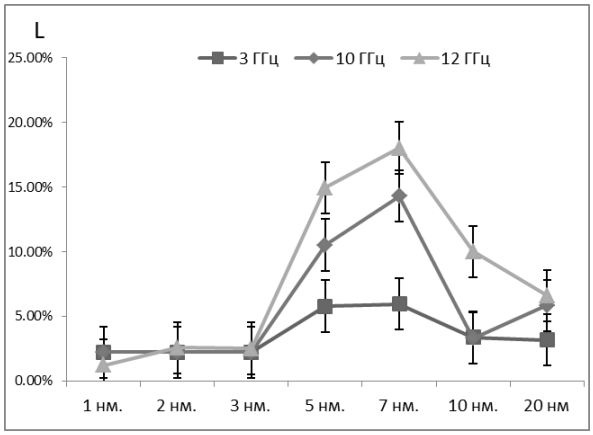
Измерения проводились на частотах 3, 10, 12 ГГц, площадь образцов составляла 15×15 мм, для 3 ГГц и 5х5 для 10 ГГц и 12 ГГц. МДС были полученны методом ионного напыления [2, 4, 6]. Исследуемые образцы устанавливались посредине волновода перпендикулярно его оси.



а)



б)



в)

Рисунок 1. Зависимость от толщины напыления коэффициентов:
а – прохождения; б – отражения; в – поглощения.

Результаты показали (рис. 1) что с увеличением толщины проводящего покрытия растет мощность отраженной волны, а при достаточно малой толщине проводящего слоя мощность отраженной волны практически нулевая. Учитывая коэффициенты прохождения и отражения была получена

зависимость коэффициента поглощения от толщины проводящего слоя (рис. 1, в). Данная зависимость показала что, при толщине 5 нм значительно возрастает поглощение и достигает своего максимума при толщине проводящей пленки 7 нм. Дальнейшее увеличение толщины проводящего слоя ведет к спаду коэффициента поглощения.

В данной работе приводятся результаты исследований дифракционных характеристик металлических пленок на гибких подложках в СВЧ диапазоне. Полученные структуры показали способность эффективного взаимодействия с электромагнитным полем, а именно при достижении определенной толщины напыления поглощенная мощность может иметь аномальный характер и выделяться из стандартной закономерности. Полученные результаты могут быть применены в разработке инновационных пленочных структур, предназначенных для защиты радиоэлектронного оборудования, приборов от электромагнитного излучения.

Литература

1. Арсеничев С.П. Дифракция электромагнитного излучения на тонких проводящих пленках металлодиэлектрических структур в прямоугольном волноводе / С.П. Арсеничев [и др.]// Электромагнитные волны и электронные системы. - 2017 г., т. 22, № 2. С.48-53.
2. Антоненко С.В. Технология тонких пленок: Учебное пособие. / С. В. Антоненко – М.: МИФИ, 2008. 104с. 18с
3. Старостенко В.В. Воздействие электромагнитных полей на интегральные микросхемы/ В.В. Старостенко, Е.П. Таран, Е.В. Григорьев, А.А. Борисов // Измерительная техника. – 1998. - № 4. – С. 65-67
4. Быков Ю.А. О некоторых особенностях структуры и свойств металлических тонких плёнок // Ю.А. Быков, С.Д. Карпухин, Е.И. Газукина. – МиТОМ, 2000, №6. - С.45-47.

5. Электромагнитное экранирование: монография / Д. Н. Шапиро – Долгопрудный: Издат. дом «Интеллект», 2010. – 120 с.
6. Быков Ю.А. О некоторых особенностях структуры и свойств металлических тонких плёнок // Ю.А. Быков, С.Д. Карпухин, Е.И. Газукина. – МиТОМ, 2000, №6. - С.45-47.

Literature

1. Arsenichev S. P. Diffraction of electromagnetic radiation on thin conducting films of metal-dielectric structures in a rectangular waveguide / S. P. Arsenichev [et al.] / / Electromagnetic waves and electronic systems. - 2017, vol. 22, no. 2. C. 48-53.
2. Antonenko S. V. Technology of thin films: a Textbook. / S. V. Antonenko-M.: MEPhI, 2008. 104c. 18C
3. Starostenko V. V. Influence of electromagnetic fields on integrated circuits/ V. V. Starostenko, E. P. Taran, E. V. Grigoriev, A. A. Borisov / / Measuring equipment. - 1998. - № 4. - P. 65-67
4. Bykov Yu. a. on some features of the structure and properties of metallic thin films / / Yu.a. Bykov, S. D. Karpukhin, E. I. Gazukina. - Mi-TOM, 2000, no. 6. - P. 45-47.
5. Electromagnetic shielding: monograph / D. N. Shapiro-Dolgoprudny: Izdat. house "Intellect", 2010. - 120 p.
6. Bykov Yu. a. on some features of the structure and properties of metallic thin films / / Yu.a. Bykov, S. D. Karpukhin, E. I. Gazukina. - Mitom, 2000, No. 6. - P. 45-47.