ЗАВИСИМОСТЬ ОПТИЧЕСКИХ КОЭФФИЦИЕНТОВ НАНОМЕТРОВЫХ ПЛЕНОЧНЫХ СТРУКТУР ОТ ТОПОЛОГИИ ТВЕРДЫХ И ГИБКИХ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОДЛОЖЕК

DEPENDENCE OF OTIC COEFFICIENTS OF NANOMETER FILM STRUCTURES ON THE TOPOLOGY OF SOLID AND FLEXIBLE DIELECTRIC SUBSTRATES

УДК 537.86.029

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

Иванов Роман Андреевич, 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 , avalcon5@mail.ru

Аннотация

В статье рассматриваются зависимости оптических коэффициентов нанометровых пленочных структур от топологии их подложек. В настоящее время остро стоит вопрос создания эффективных экранирующих покрытий для защиты электронного оборудования от электромагнитных полей (ЭМП). Для получения легких, прочных, доступных и эффективных экранов в основном используются технологии напыления металлических пленок толщиной от десятков нанометров до сотен микрометров. Однако, говоря о таких экранах, нельзя рассматривать только пленочную структуру, немаловажным фактором так же является и материал подложки, на который

она наносится, ведь структура подложки определяет электродинамические, и в частности дифракционные свойства таких металлодиэлектрических структур (МДС) [1].

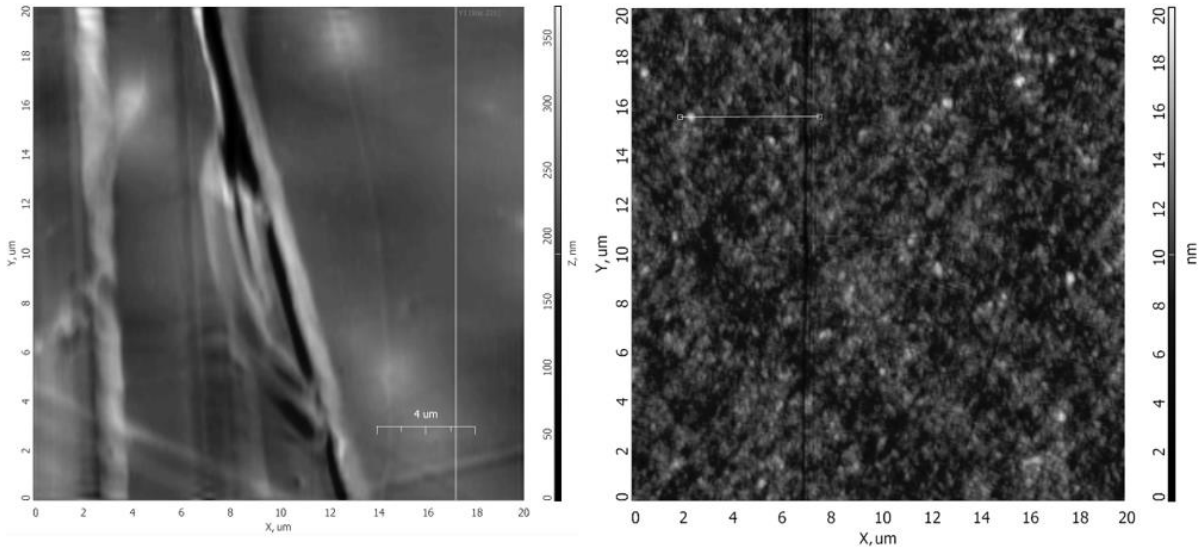
Annotation

The article considers the dependences of the optical coefficients of nanometer film structures on the topology of their substrates. Currently, there is an urgent issue of creating effective shielding coatings to protect electronic equipment from electromagnetic fields (EMF). To obtain lightweight, durable, affordable and effective screens, the technology of deposition of metal films from a thickness of tens of nanometers to hundreds of micrometers is mainly used. However, speaking of such screens, it is impossible to consider only the film structure, the substrate material on which it is applied is also an important factor, because the substrate structure determines the electrodynamic, and in particular the diffraction properties of such metal-dielectric structures (MDS) [1].

Ключевые слова: металлодиэлектрическая структура, экранирующие свойства, дифракционные характиристики, оптические коэффициенты, волновод, панорамный измеритель.

Keywords: metal-dielectric structure, shielding properties, diffraction characteristics, optical coefficients, waveguide, panoramic meter.

В качестве исследуемых образцов рассматривались гибкие (лавсановые) и твердые (ситалловые) подложки. Исследование морфологии поверхности выбранных материалов было проведено методом атомно-силовой микроскопии [2] с использованием АСМ микроскопа NT-MDT nanoeducator II, с разрешением по оси Z порядка 2 нм. На рисунке 1 представлены АСМ-изображения поверхности подложек с областью сканирования 20х20 мкм.



1 2

Рис. 1. Топология подложек из лавсана (1) и ситалла (2)

Как видно из рисунка 1, гибкая лавсановая подложка имеет достаточно ровную структуру, однако на ней присутствуют микроцарапины, вносящие существенный уровень деформации более сотни нанометров. В свою очередь подложка из ситалла обладает значительно ровной поверхностью, с равномерно распределенной шероховатостью в несколько десятков нанометров. Для дальнейшего исследования из выбранного материала были подготовлены подложки, размерами 15х15 мм, с последующим напылением алюминиевых пленок толщинами 3, 5, 7 и 10 нанометров. Полученные МДС поочередно устанавливались в волноводном тракте в области наибольшей интенсивности поля и подвергались воздействию ЭМП на частоте 3 ГГц. Для каждой МДС были рассчитаны коэффициенты прошедшей (Transmission) отраженной (Reflection) и поглощенной (Absorption) мощности [3-7], так же в качестве контрольного образца использовалась пластина алюминия с размерами 15х15 мм и толщиной в 0,5 мм (Al plane). Полученные результаты представлены на рисунке 2.

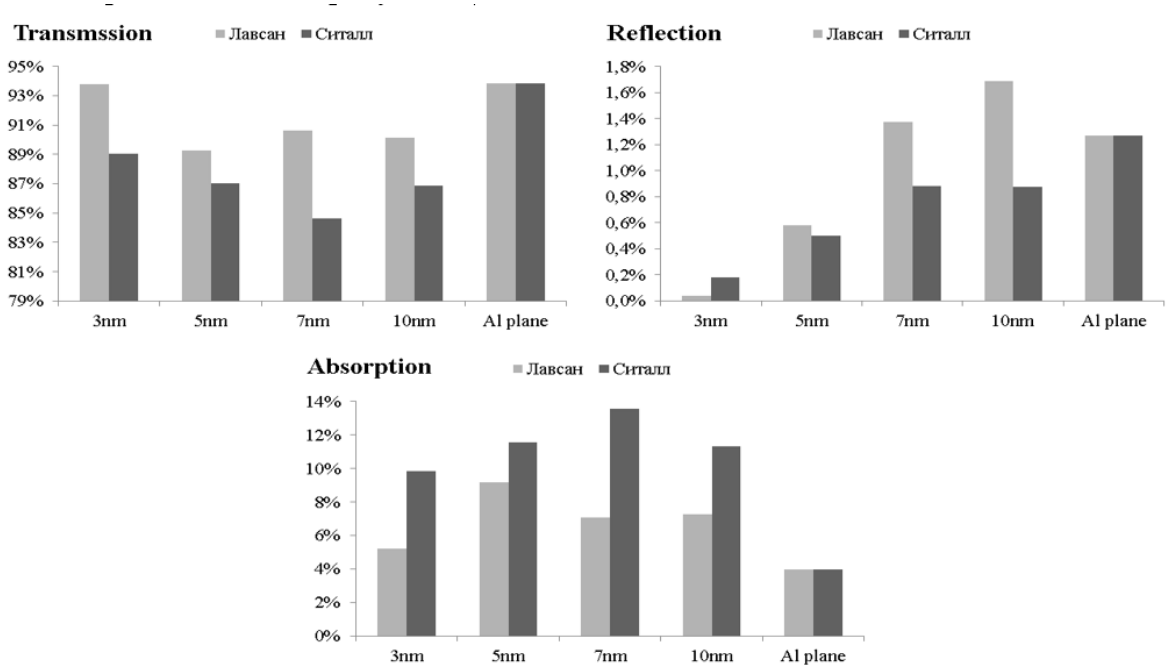


Рис. 2. Оптические коэффициенты прохождения, отражения и поглощения электромагнитной волны металлодиэлектрической структурой

Как видно из рисунка 2, МДС на ситалловых подложках обладают высоким поглощением ЭМП на уровне 10-14% и небольшим отражением в пределах 2%. В свою очередь МДС на лавсановых подложках имеет обратную тенденцию, обладая меньшим в сравнении с МДС на ситалловых подложках поглощением, но незначительно большим отражением. Различия оптических коэффициентов между МДС с твердыми и гибкими подложками могут объясняться отличием, как в шероховатости, так и в адгезии материалов. В сравнении с пластиной алюминия образцы МДС с толщиной напыления в 5-10 нанометров имеют значительно лучшие экранирующие свойства. Из чего можно сделать вывод, что применение МДС в качестве экранирующих покрытий имеет ряд преимуществ по сравнению с классическими экранами из алюминия. Так же к достоинствам МДС можно отнести дешевизну их изготовления и малый вес, МДС на гибких подложках позволяют получать экраны любой формы, что высоко востребовано в современных отраслях производства.

Литература

1. Арсеничев С.П., Глумова М.В. и др. Влияние структуры подложек на поглощающие свойства нанометровых проводящих пленок // 27-я Международная Крымская конференция "СВЧ-техника и телекоммуникационные технологии". 2007
2. Миронов В.Л. Основы сканирующей зондовой микроскопии // Институт физики микроструктур РАН. Нижний Новгород, 2004. С. 114.
3. 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.
4. Лебедев И.В. Техника и приборы СВЧ, т.1 / И.В. Лебедев. – Техника сверхвысоких частот. – М.: Высшая школа, 1970. – 440 с.
5. Кураев А. А. Электродинамика и распространение радиоволн / А. А. Кураев, Т. Л. Попкова, А. К. Синицын. – Минск: Бестпринт, 2004. – 378 с.
6. Винокуров В.И. Электрорадиоизмерения / В.И. Винокуров, С.И. Каплин, И.Г. Петелин. – М.:Высшая школа. – 1996. – 351.
7. Электромагнитное экранирование: монография / Д. Н. Шапиро – Долгопрудный: Издат. дом «Интеллект», 2010. – 120 с

Literature

1. Arsenichev S.P., Glumova M.V. et al. Influence of the structure of substrates on the absorbing properties of nanometer conductive films // 27th International Crimean Conference "Microwave and Telecommunication Technologies". 2007
2. Mironov V.L. Fundamentals of scanning probe microscopy // Institute of Physics of Microstructures RAS. Nizhny Novgorod, 2004.P. 114 ..
3. Bykov Yu. A. About some features of the structure and properties of metal “thin” films / Yu. A. Bykov, S. D. Karpukhin, E. I. Gazukina // MiTOM. - 2000. - No. 6. - S. 45–47.

4. Lebedev I.V. Microwave equipment and devices, t.1 / I.V. Lebedev. - Technology of superhigh frequencies. - M.: Higher School, 1970. - 440 p.
5. Kuraev A. A. Electrodynamics and propagation of radio waves / A. A. Kuraev, T. L. Popkova, A. K. Sinitsyn. - Minsk: Bestprint, 2004 .-378 p.
6. Vinokurov V.I. Electroradio-measurements / V.I. Vinokurov, S.I. Kaplin, I.G. Petelin. - M.: High school. - 1996 .- 351.
7. Electromagnetic shielding: monograph / D. N. Shapiro - Dolgoprudny: Izdat. Intellect House, 2010. - 120 s