

РАСЩЕПЛЕНИЕ АЗИМУТАЛЬНО НЕОДНОРОДНЫХ МОД В КОМПОЗИТНОМ ФЕРРИТ-ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОМ РЕЗОНАТОРЕ

Мовчан Н.Н.

Научный руководитель: д-р физ.-мат. наук, проф. Зависляк И.В.
Киевский национальный университет им. Т. Шевченко, Украина
E-mail: nicolja3m@gmail.com

Аннотация — Представлены результаты теоретического исследования эффекта расщепления азимутально неоднородных колебаний в намагниченном цилиндрическом композитном феррит-диэлектрическом резонаторе на металлической подложке. Найдена зависимость резонансных частот от магнитного поля, а также сделана оценка их перестройки электрическим полем.

1. Введение

Создание аналоговых фильтров на диэлектрических резонаторах (ДР) с электрической перестройкой рабочей полосы частот является важной задачей техники СВЧ. При этом используется управление резонансной частотой как магнитным, так и электрическим полем.

Исследуемый композитный феррит-диэлектрический резонатор может перестраиваться магнитным полем в режиме расщепления мод, а также электрическим полем при упругой деформации слоя намагниченного феррита механически связанным с ним пьезоэлектриком при приложении к последнему электрического напряжения. В докладе рассматривается теоретический расчет зависимости резонансных частот от постоянного магнитного поля для низшего колебания E_{118} композитного цилиндрического диэлектрического резонатора (ЦДР) состоящего из керамики ТБ-8 с тонким слоем железоиттриевого граната (ЖИГ) на одном из торцов, между ЦДР и металлической подложкой.

2. Основная часть

Электродинамическая задача о ЦДР со слоем намагниченного феррита на торце может быть рассмотрена как задача с граничным условием типа анизотропного импеданса [1]. Решение этой задачи аналитическими методами с достаточной точностью представляет значительную трудность.

С другой стороны, имеет место интерес к проектированию фильтров на ДР с электрической перестройкой при помощи САПР для СВЧ устройств, например HFSS или Microwave Studio. В связи с этим, композитный ЦДР на металлической подложке исследован в программе HFSS 13.

Кривая намагничивания ЖИГ, геометрические размеры резонатора, направление подмагничивания и свойства материалов, которые были использованы при моделировании, показаны на рис. 1.

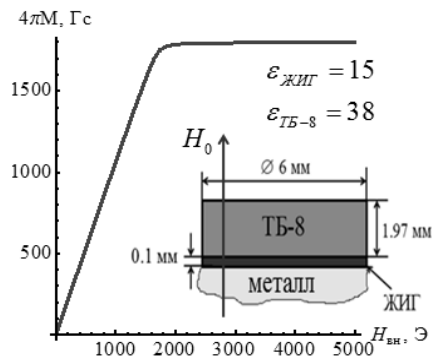


Рис. 1

При намагничивании композитного ЦДР вдоль оси симметрии снимается вырождение колебаний E_{+118} и E_{-118} . На рис. 2 показано полевою зависимость их резонансных частот.

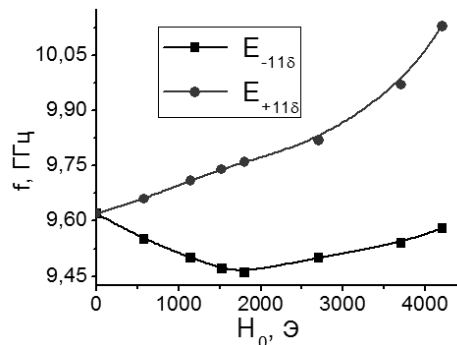


Рис. 2

Скорость перестройки резонансной частоты в слабом магнитном поле (до 2000 Э) равняется $\frac{df}{dH} = 0,098$ МГц/Э. Достижимое при механической деформации с помощью пьезоэлектрика изменение поля одноосной анизотропии первого порядка ЖИГ составляет $\Delta H_a^1 \approx \pm 25$ Э [2], что соответствует перестройке резонансной частоты на (4 ... 5) МГц. Эффект расщепления мод в магнитном поле отсутствует в случае расположения слоя феррита сверху на ЦДР, который лежит на металлическом экране.

3. Заключение

Таким образом, показано возможность моделирования эффекта расщепления мод композитного ЦДР в программе HFSS 13. Резонансная частота исследованного резонатора может перестраиваться на (3 ... 4) % магнитным полем и допускает тонкую подстройку (4 ... 5) МГц электрическим напряжением при упругой деформации ферритового слоя.

4. Список литературы

- [1] Курушин Е.П. Электродинамика анизотропных волноводных структур. / Е.П. Курушин, Е.И. Нефёдов. — М.: Наука, 1983. — 223 с.
- [2] Попов М.А. Механизм электрической перестройки частоты в композитных резонаторах на основе эпитаксиальных ферритовых пленок. / М.А. Попов, И.В. Зависляк // Письма в ЖТФ. — 2012. — Т.38, вып. 18. — С. 87 — 94.

SPLITTING OF AZIMUTHAL NONUNIFORM MODES IN A COMPOSITE FERRITE-DIELECTRIC RESONATOR

Movchan N.N.

Scientific adviser: Zavislyak I.V.

Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine

Abstract — The splitting of azimuthally nonuniform modes in the magnetized cylindrical composite ferrite-dielectric resonator, lying on the metal surface, has been investigated theoretically. The dependence of resonance frequencies versus the bias magnetic field and the estimate of the electric tuning have been found.