

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

УДК 537.622.4; 544.773.422

DOI: 10.17223/00213411/63/1/3

С.В. ЩЕРБИНИН^{1,2}, С.О. ВОЛЧКОВ^{1,3}, CH. SWINDELLS³, B. NICHOLSON³, D. ATKINSON³, Г.В. КУРЛЯНДСКАЯ^{1,4}**ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕРРОМАГНИТНОГО РЕЗОНАНСА СТРУКТУРЫ FeNi/Cu/FeNi В СОСТАВЕ КОПЛАНАРНОЙ ЛИНИИ В ЧАСТОТНОМ ДИАПАЗОНЕ ОТ 1 ДО 20 ГГц ***

Представлены результаты расчета геометрических параметров копланарной линии с использованием методов конформного отображения и компьютерного моделирования в программе COMSOL Multiphysics. В едином технологическом цикле напыления вместе с копланарной линией передачи возбуждающего сигнала получены литографические микроразмерные элементы FeNi/Cu/FeNi. Представлено экспериментальное исследование магнитодинамики полученных пленочных элементов в диапазоне частот 1–20 ГГц. Показана возможность определения основных параметров ферромагнитного резонанса пленочных ферромагнитных микроструктур.

Ключевые слова: микроволновое поглощение, магнитные пленки, копланарная линия, ферромагнитный резонанс, литографические микроразмерные элементы.

Введение

Ферромагнитные материалы широко применяются в технике сверхвысоких частот (СВЧ) в качестве коммутаторов, циркуляторов, управляемых фазовращателей, индукторов, детекторов внешнего магнитного поля [1–4]. Хотя во многих приложениях в качестве материала СВЧ-ферромагнитных устройств лидируют ферриты (благодаря отсутствию в ферритах потерь на вихревые токи) [5], в последние десятилетия возрос интерес к созданию СВЧ-устройств на основе тонких магнитных пленок [6, 7]. За счет развития технологий нанесения на диэлектрические подложки металлических пленок толщиной десятки нанометров и пленочных наноструктур [8] исследователи и инженеры получили в распоряжение ферромагнитные устройства с функциональными элементами микроскопических размеров [8, 9].

В технике СВЧ невозможно создание микросхем или печатных плат без учета параметров микрополосковых (МПП), копланарных (КЛ) или других типов линий передачи [10]. Микросхемы, работающие в сантиметровом диапазоне электромагнитных волн, в основном, построены на микрополосковых линиях, поскольку линии и неоднородности линий длиной несколько микрометров в тысячи раз меньше длины волны электромагнитного излучения. В производстве печатных плат по возможности используются копланарные линии.

Для согласования тонких ферромагнитных пленок в устройствах СВЧ также находят применение микрополосковые и копланарные линии передачи [1] (рис. 1). При исследовании параметров ферромагнитного резонанса (ФМР) [11, 12] и магнитного импеданса (МИ) [2, 3] тонких пленок диапазон работы ферромагнитного элемента на основе МПП значительно сужается, примерно до 3 ГГц [13]. Это обусловлено рассогласованием волновых сопротивлений микрополосковой линии и линии с ферромагнитным элементом, а также ростом потерь на излучение с повышением рабочей частоты.

Планарные магниточувствительные элементы, изготовленные в едином технологическом цикле с линиями передачи сигнала – это предпочтительное решение, как для научных исследований, так и для современной интегральной полупроводниковой микроэлектроники, предъявляющей повышенные требования к миниатюризации компонент. Макроскопические полосковые пленочные структуры на основе FeNi с микро- и наноразмерным поперечным сечением востребованы для элементной базы спинтроники и магнитной сенсорики [13, 14]. В данных структурах практически отсутствует постоянное размагничивающее поле вдоль длинной стороны элемента при квазидвумерном характере магнитодинамических явлений. Из-за сильной анизотропии формы данная конфигурация стабильна даже при ненулевой остаточной намагниченности [15].

* Работа выполнена при финансовой поддержке постановления № 211 Правительства Российской Федерации, контракт № 02.A03.21.0006. Моделирование проведено с использованием лицензионного программного обеспечения COMSOL Multiphysics на кафедре магнетизма и магнитных наноматериалов УрФУ.

Уважаемые читатели!

Доступ к полнотекстовой версии журнала
«Известия высших учебных заведений. Физика»
осуществляется на платформе
Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU
на платной основе:

<https://www.elibrary.ru/contents.asp?titleid=7725>