

ФИЗИКА МАГНИТНЫХ ЯВЛЕНИЙ

УДК 537.6/.8; 537.624; 537.622.4; 537.613

DOI: 10.17223/00213411/64/10/86

ГМИ-ДЕТЕКТИРОВАНИЕ МАГНИТНОГО КОМПОЗИТА ИЗ ЭПОКСИДНОЙ СМОЛЫ, ИМИТИРУЮЩЕГО ТРОМБ В КРОВЕНОСНОМ СОСУДЕ*

Г.Ю. Мельников, В.Н. Лепаловский, Г.В. Курляндская

*Уральский федеральный университет им. первого Президента России Б.Н. Ельцина,
г. Екатеринбург, Россия*

Исследовалась зависимость продольного гигантского магнитоимпедансного (ГМИ) эффекта пленочного элемента $[\text{Fe}_{21}\text{Ni}_{79}/\text{Cu}]_3/\text{Cu}/[\text{Fe}_{21}\text{Ni}_{79}/\text{Cu}]_5$ от положения магнитной вставки в модельном эксперименте по детектированию тромба в кровеносном сосуде. Магнитная вставка являлась композитом эпоксидной смолы с 30%-м массовым содержанием микрочастиц оксида железа. Проведены исследования магнитных свойств пленочного элемента и магнитного композита в форме плоского цилиндра. Магнитная вставка находилась на расстоянии 1.1 мм над поверхностью пленки и могла двигаться перпендикулярно ее длинной стороне с шагом 1 мм. При сближении магнитной вставки с элементом наблюдалось уменьшение максимального значения магнитоимпедансного (МИ) соотношения активного сопротивления пленки и смещение кривых МИ-соотношения активного сопротивления по отношению к внешнему магнитному полю. С помощью программного обеспечения Comsol были проведены модельные расчеты полей рассеяния образца композита, которые оказывали влияние на величину эффективного магнитного поля и импеданса пленочного элемента, при каждом положении магнитной вставки над ГМИ-пленочным элементом.

Ключевые слова: гигантский магнитоимпедансный эффект, многослойные пленочные структуры, композиционные материалы, биодетектирование.

Введение

Детекторы малых магнитных полей находят все большее применение в биомедицинских приложениях [1]. Магнитный биосенсор представляет собой компактное аналитическое устройство, включающее материал биологического или биотехнологического происхождения, встроенный в магнитный физико-химический преобразователь [2]. Гигантский магнитоимпедансный (ГМИ) эффект имеет высокую чувствительность по отношению к внешнему магнитному полю, поэтому материалы преобразователей, которые работают на его основе, активно исследуются и внедряются в практику [3]. ГМИ-эффект заключается в изменении полного электросопротивления ферромагнитного проводника при протекании по нему переменного тока высокой частоты во внешнем магнитном поле. Явление ГМИ – это классический электродинамический эффект, обусловленный изменением глубины скин-слоя (δ), за счет изменения динамической магнитной проницаемости (μ), при протекании высокочастотного тока по ферромагнитному проводнику и при приложении внешнего магнитного поля (H) [4, 5].

Необходимыми магнитомягкими свойствами и высоким ГМИ-эффектом обладают многослойные пленочные структуры на основе пермаллоя (FeNi). ГМИ обусловлен влиянием внешнего магнитного поля на эффективную магнитную проницаемость, которая пропорциональна глубине скин-слоя, поэтому, чем толще магнитная пленка, тем при меньших частотах проявляется высокий ГМИ-эффект [6]. Однако при увеличении толщины пермаллоя выше критической, величина которой зависит от ряда технологических параметров, происходит переход в «закритическое» состояние, деградация магнитомягких свойств и снижение величины эффекта ГМИ [7]. Решением данной проблемы является использование многослойной пленочной структуры, где разделение магнитомягких слоев при помощи прослоек из немагнитных материалов предотвращает переход в за-критическое состояние [8, 9].

Тромб – это патологический сгусток крови, образующийся при жизни пациента в просвете артерии, вены или даже в полости сердца. Вызванные тромбозом заболевания являются одной из лидирующих причин смертей. В настоящее время лечение тромбоза осуществляется или хирургиче-

* Статья подготовлена при финансовой поддержке ППК 3.1.1.1.г-20.

Уважаемые читатели!

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

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