

Спиновые волны в трехмерной меандровой структуре Py/DVD

А.В. Садовников, А.А. Мартышкин, Г. Губбиотти, Н.Н. Ногинова, В. Демидов

СГУ им. Н.Г. Чернышевского

Аннотация: Меандровые тонкие пленки пермаллоя (NiFe) исследованы методами микромагнитного моделирования, электромагнитного моделирования и Мандельштам-Бриллюэновской спектроскопии с пространственным и частотным разрешением. Разработан общий метод, основанный на электродинамическом моделировании уравнений Максвелла, для структур, сформированных на поверхности коммерческих DVD-дисков. Продемонстрирована возможность управления частотными диапазонами пропускания спиновых волн путем изменения угла наклона вертикальных участков.

Ключевые слова: магноника, спиновые волны, 3D, меандр, трехмерные структуры, феррит-полупроводник, Мандельштам-Бриллюэновская спектроскопия.

1. Введение

В последние несколько десятилетий современные полупроводниковые информационные технологии столкнулись с проблемой ограниченного масштабирования миниатюризации наряду с ограничениями джоулевого нагрева и увеличениями рабочих частотных диапазонов [1]. Стремительное развитие методов создания магнитных периодических микро- и наноструктур, так называемых магнетонных кристаллов (МК) [2], позволяет создавать устройства с возможностью широкой перестройки спектров спин-волновых (СВ) при неизменной рабочей температуре.

Для интеграции магнетонных наноструктур в магнетонные сети требуется изготовление простых межсоединений между функциональными блоками, локализованными в различных слоях интегральной схемы [3]. Концепция 3D-магнетоники предлагает многообещающий подход к многоуровневому построению магнетонных интегральных схем. Этому способствуют последние разработки в методологии структурирования магнитных 3D пленок [4].

Интерес к вертикально связанным магнитным структурам следует за аналогичной тенденцией в КМОП-электронике где он позволяет перейти от двумерных к трехмерным архитектурам [5]. В данной работе проведено исследование распространения спиновых волн в пермаллоевой Py (NiFe) пленке в форме меандра, сформированной на поверхности коммерческих DVD дисков. С помощью экспериментальных и численных методов проведены исследования меандровых пленок Py/DVD (рисунок 1(a)). Фото поверхности исследуемой структуры, полученное с помощью атомно-силового микроскопа показано на рисунке 1(b). Результаты показывают, что исследуемая трехмерная структура позволяет осуществлять вертикальный спин-волновой транспорт. Подобные 3D-структуры являются ключевым шагом на пути к созданию многоуровневых магнетонных архитектур для обработки сигналов.

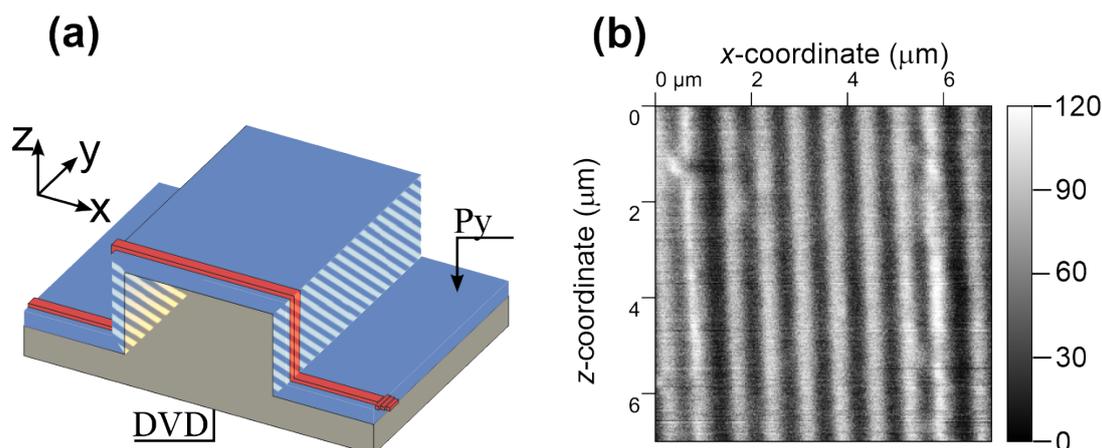


Рисунок 1. (а) Схематическое изображение структуры в форме меандра Py/DVD. (b) АСМ-изображение меандровой структуры;

Исследование трехмерных магнонных структур являются необходимым условием для глубокого понимания свойств и функциональных возможностей спиновых волн для перехода к 3D магноники.

Исследование выполнено при поддержке **гранта РФФ (№23-79-30027)**.

Список литературы

1. Barman A. et al. The 2021 magnonics roadmap //Journal of Physics: Condensed Matter. – 2021. – Т. 33. – №. 41. – С. 413001.
2. Nikitov S. A., Tailhades P., Tsai C. S. Spin waves in periodic magnetic structures—magnonic crystals //Journal of Magnetism and Magnetic Materials. – 2001. – Т. 236. – №. 3. – С. 320-330.
3. Gubbiotti G. (ed.). Three-dimensional magnonics: layered, micro-and nanostructures. – CRC Press, 2019.
4. Lutsev L. V. et al. Magnetic properties, spin waves and interaction between spin excitations and 2D electrons in interface layer in Y3Fe5O12/AlOx/GaAs-heterostructures //Journal of Physics D: Applied Physics. – 2018. – Т. 51. – №. 35. – С. 355002.
5. Martyshkin A. A. et al. Vertical spin-wave transport in magnonic waveguides with broken translation symmetry //IEEE Magnetics Letters. – 2019. – Т. 10. – С. 1-5. Sakharov V. K. et al. Spin waves in meander shaped YIG film: Toward 3D magnonics //Applied Physics Letters. – 2020. – Т. 117. – №. 2.