

**Губанов В.А., Садовников А.В., Шешукова С.Е.,
Шараевский Ю.П.**

Саратовский национальный исследовательский
университет им. Н.Г. Чернышевского

Управляемый магнитным полем сумматор/вычитатель СВЧ сигнала на магнитоэлектрических волнах

В настоящей работе экспериментально и теоретически показана возможность реализации нелинейных режимов работы делителя мощности в СВЧ диапазоне на основе латерально связанных магнетонных кристаллов (МК) конечной ширины. С помощью метода Манделштам-Бриллюэновской спектроскопии магнитных материалов исследована трансформация передаточных характеристик предложенной структуры в случае прохождения интенсивного импульсного СВЧ сигнала. Показана возможность управления коэффициентом передачи мощности из одного микроволновода в другой как путем изменения величины внешнего магнитного поля, так и путем изменения мощности входного СВЧ сигнала.

Ключевые слова: спиновые волны, магнетонный кристалл, фильтр, сумматор, вычитатель.

Связанные планарные ферритовые волноведущие структуры на основе тонких пленок железо-иттриевого граната (ЖИГ) представляют большой интерес из-за возможности управления характеристиками распространения в них волн различных типов (поверхностных и объемных), [1]. В настоящей работе рассматривается структура, состоящая из двух латерально связанных магнетонно-кристаллических неидентичных ЖИГ-волноводов, которые могут быть использованы в качестве базовых элементов для создания различных устройств функциональной магнитоэлектроники: волноводов, фильтров, ответвителей [2].

В настоящей работе исследованы эффекты многомодового распространения электромагнитных волн в системе латерально связанных магнетонно-кристаллических неидентичных ЖИГ-волноводов. Рассмотрены магнитные волноводы толщиной 10 мкм и шириной 500 мкм и 250 мкм соответственно, зазор между волноводами составляет 40 мкм. В каждом магнетонном кристалле были вытравлены канавки с периодичностью 100 мкм. Экспериментально структура с такими параметрами рассмотрена в работе [3]. Численное моделирование методом конечных разностей во временной области, основанное на свободно распространяемом численном коде `mpm3` [4]. Расчетная область для численного моделирования показана на рис. 1а.

Метод бриллюэновской спектроскопии (BLS) применяется для исследования пространственно-временной динамики магнитных возбуждений (спиновых волн, магнонов), линейных и нелинейных процессов (в том числе параметрических) в планарных пленочных структурах на основе различных магнитных материалов в микронных и субмикронных пространственных масштабах.

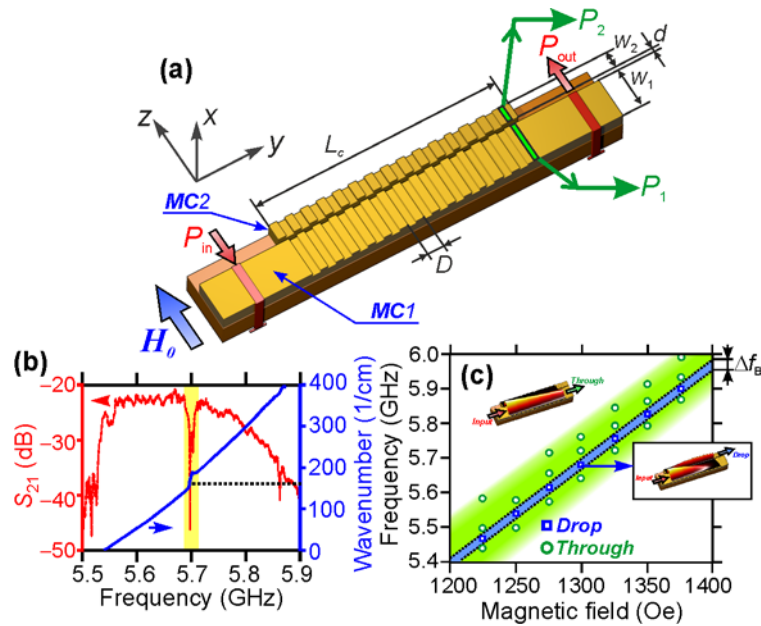


Рис. 1. Схема рассматриваемой структуры и результаты исследований.

На рис. 1а схематически показана рассматриваемая структура, состоящая из гофрированного магнетонного кристалла, полученного с помощью метода лазерной резки из плёнки ЖИГ, толщиной 10 мкм, находящейся на подложке из галлий-гадолиниевого граната. Структура помещена в однородное статическое магнитное поле $H=1200$ Э, направленного вдоль короткой оси магнетонного кристалла для эффективного возбуждения поверхностных магнитоэлектрических волн (ПМСВ).

С помощью микромагнитного моделирования, основанного на решении уравнения Ландау-Лифшица методом конечных разностей показано распространение спиновых волн в латеральной структуре. На рис. 1b представлена передаточная характеристика для данной системы. Видно, что из-за введения в систему неоднородности (канавок) на частоте 5.7 ГГц образуется запрещенная зона для МК шириной 500 мкм. Из-за связи двух магнетонных кристаллов подаваемая мощность может полностью перекачиваться в малый МК. На рис. 1c показана карта режимов работы данной системы. Из нее видно, что можно получить режимы, когда сигнал выходит только из нижнего МК, так и только из верхнего МК. Показана возможность управления коэффициентом передачи мощности из одного микроволновода в другой как путем изменения величины внешнего магнитного поля, так и путем изменения мощности входного СВЧ сигнала.

Работа выполнена при поддержке грантов РФ (16-19-10283), РФФИ (18-57-76001), стипендии (СП-2819.2018.5) и гранта Президента РФ (МК-3650.2018.9).

Библиографический список

1. Nikitov S.A, et.al. Magnonics: A new research area in spintronics and spin wave electronics Phys. Usp. 2015, V. 58, P. 1002–1028.
2. A. V. Sadovnikov, et.al. Spin-wave intermodal coupling in the interconnection of magnonic units, Appl. Phys. Lett. 112, 142402 (2018)
3. A. V. Sadovnikov, V. A. Gubanov, S. E. Sheshukova, Yu. P. Sharaevskii, S. A. Nikitov Spin-wave drop filter based on asymmetric side-coupled magnonic crystals// Phys. Rev. Applied. 2018. (Accepted for publication)
4. A. V. Sadovnikov, et.al., Spatial Dynamics of Hybrid Electromagnetic Spin Waves in a Lateral Multiferroic Microwaveguide, JETP Letters, 2017, Vol. 105, No. 6, pp. 364–369