

Пространственно-частотная селекция поверхностных магнитоэлектрических волн в массиве магнетонных кристаллов

Экспериментально показана возможность реализации режимов частотно-пространственной селективности и образования волноводных каналов в массиве магнетонных кристаллов конечной ширины. Методом конечных элементов проведено численное моделирование процессов распространения поверхностных магнитоэлектрических волн в предложенной структуре. Показана возможность использования массива магнетонных кристаллов в качестве функционального элемента пространственно-частотной фильтрации информационных сигналов.

Ключевые слова: волновод, ЖИГ, магнетонный кристалл, магнетонная сеть.

Магнетонные волноводы, сформированные из тонких магнитных пленок с низким коэффициентом линейного затухания, являются функциональным блоком любой комплексной интегральной магнетонной сети [1,2], поскольку на их основе оказывается возможным создавать межсоединения и линии передач между функциональными узлами обработки информационного сигнала [3].

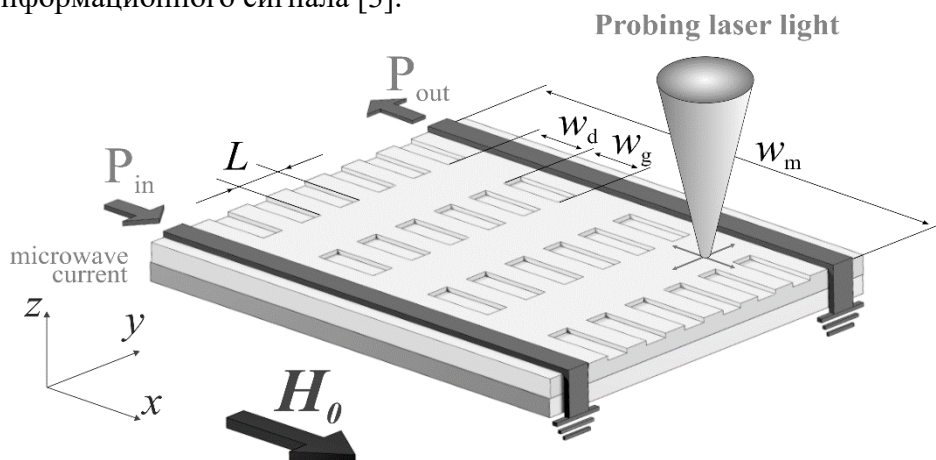


Рис. 1. Структурная схема лабораторной установки.

В настоящей работе представлены результаты теоретического и экспериментального исследования линейных и нелинейных свойств двумерного магнетонного кристалла (2D МК). Исследуемый двумерный магнетонный кристалл показан на схематическом рис. 1. Он сформирован из тонкой магнитной плёнки железо - иттриевого граната ($Y_3Fe_5O_{12}$) толщиной в 10 мкм, на которой химическим образом вытравлен массив канавок толщиной в 1 мкм с периодом в 200 мкм. Величина намагниченности насыщения равна $M_0=1750/(4\pi)$. ЖИГ плёнка была выращена на поверхности подложки из галлий-гадолиниевого граната толщиной в 500 мкм. Четыре ряда канавок создают три канала на поверхности плёнки железо – иттриевого граната. Ширина каждой из них 500 мкм, длина канавки равна половине периода 100 мкм. Расстояние канавок в направлении оси y равняется 500 мкм.

Для возбуждения спиновой волны в магнетном кристалле были использованы микроволновые преобразователи шириной 30 мкм и длиной 4 мм. Входной и выходной преобразователи находились на расстоянии 8 мм друг от друга. Статическое магнитное поле было направлено вдоль оси x и было равно $H_0=1185$ Э

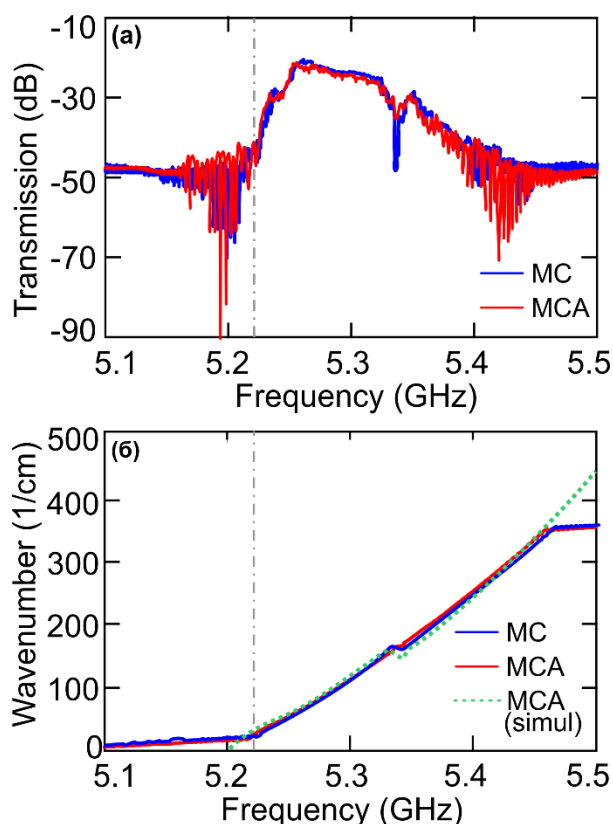


Рис. 1. Структурная схема лабораторной установки.

На рисунке 2 показана амплитудно - частотная характеристика (а) и дисперсионная характеристика (б), измеренная анализатором цепей. Значения частот, используемые в эксперименте BLS обозначены кружками. Частота на которой обнаруживается провал на графике амплитудно-частотной характеристики соответствует частоте брэгговской запрещённой зоны 2D МК. Синяя линия на рисунке 2а показывает амплитудно-частотную характеристику для магнетного кристалла без массива канавок. Запрещённая зона для такой структуры находится на частоте $f_2 = 5.333$ ГГц. Ширина запрещённой зоны равна $\Delta f = 0.05$ ГГц. Частота $f_2 = 5.333$ ГГц соответствует волновому числу Брэгга $k_y = k_{By} = \pi/a_2 = \pi/L = 157$ cm^{-1} . Красная линия показывает амплитудно - частотную характеристику для волновода с массивом канавок. Видно, что в такой структуре запрещённая зона влияет на уровень прохождения сигнала, что позволяет сделать вывод о том, что именно периодичность структуры в двух направлениях влияет на данный эффект.

С помощью метода Мандельштам-Бриллюэновской спектроскопии магнитных материалов [2] показана возможность частотно-пространственной селективности и образования волноводных каналов в 2D МК конечной ширины. Образование смежных волноводных каналов для спиновых волн оказывается возможным, когда частота входного сигнала попадает в частотный диапазон брэгговской запрещенной зоны 2D МК. Результаты численного моделирования методом конечных элементов имеют хорошее совпадение с результатами эксперимента и свидетельствуют о возможности авто-коллимации спиновой волны в рассматриваемом 2D МК.

Таким образом, изготовленный 2D МК может быть использован в качестве функционального элемента пространственно-частотной фильтрации информационных сигналов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (16-37-60093 мол_а_дк, 16-37-00217 мол_а) и стипендии Президента РФ (СП-313.2015.5) и гранта Президента РФ (МК-5837.2016.9).

Библиографический список

1. V. V. Kruglyak, S. O. Demokritov, and D. Grundler, *J. Phys.D: Appl. Phys.* 43, 264001 (2010).
2. Никитов С.А. и др. Магноника - новое направление спинтроники и спинволновой электроники // УФН, Т. 185, № 10, с. 1099-1128 (2015)
3. A. V. Sadovnikov, S. Davies, S. Grishin, V. Kruglyak, D. Romanenko, Y. Sharaevskii, and S. Nikitov, *Appl. Phys. Lett.* 106, 192406 (2015).