

**Е.Н. Бегинин¹, С.А. Никитов^{1,2}, Д.В. Романенко¹,
В.В. Типикин¹**

¹ Саратовский государственный университет им. Н.Г.Чернышевского

² Саратовский филиал Института радиотехники и электроники
им. В.А. Котельникова РАН

Фрактальная волноведущая структура на основе ферритовой пленки

В статье описываются результаты теоретического и экспериментального исследования характеристик распространения поверхностных магнитостатических волн в ферритовой пленке с фрактальной структурой на поверхности.

Ключевые слова: магнитостатические волны, фрактальная структура

В области сверхвысоких частот аналогами фотонных кристаллов являются магнотонные кристаллы – структуры, созданные на основе магнитных материалов [1], в которых распространяющимися волнами являются спиновые волны (магноны). В этой связи актуальной фундаментальной задачей является исследование электродинамических характеристик планарных волноведущих структур на основе магнотонных кристаллов. Актуальность такой задачи обусловлена возможностью улучшения характеристик существующих и построения новых устройств обработки информации СВЧ-диапазона.

Цель данной работы – изучение свойств планарных волноведущих структур на основе ферритовых пленок с квазипериодической (фрактальной) вариацией толщины пленки вдоль направления распространения магнитостатической волны (МСВ).

Экспериментально исследовались одномерные фрактальные структуры типа Фибоначчи (СФ), сформированные на поверхности пленки железо-иттриевого граната (ЖИГ) методом фотолитографии с последующим травлением поверхности на глубину Δ . СФ строились по известным алгоритмам [2]. Исследуемая СФ была получена на основе итерационной последовательности вида $F_{j+1} = \{F_{j-1}F_j\}$, где j – номер итерации, $F_0 = \{a_2\}$, $F_1 = \{a_1\}$, a_1 – ширина непротравленного участка ферритовой пленки толщиной d_1 , a_2 – ширина канавки с толщиной пленки $d_2 = d_1 - \Delta$. Для исследования передаточных характеристик СФ в СВЧ-диапазоне радиоволн использовался макет линии задержки с микрополосковыми антеннами (расстояние между антеннами 5 мм) и размещенной между ними СФ. Макет с СФ помещался в постоянное магнитное поле ориентированное параллельно канавкам СФ и микрополосковым антеннам.

В данной конфигурации в волноводе с СФ возбуждались поверхностные МСВ (ПМСВ). Экспериментально исследовались передаточные характеристики СФ ($j=8$) с параметрами: намагниченность насыщения ЖИГ $M_0 = 140$ Гс, $d_1 = 7.7$ мкм, $d_2 = 5.9$ мкм, $a_1 = 130$ мкм, $a_2 = 150$ мкм, магнитное поле $H_0 = 250$ Э. На рис.1 представлены результаты измерения частотных зависимостей коэффициента ослабления $G(f)$ - (рис.1а) и группового времени задержки $\tau(f)$ (рис.1б) ПМСВ. На зависимостях $G(f)$ наблюдались четыре частично запрещенные зоны, перестраиваемые

величиной внешнего магнитного поля H_0 . При этом относительное положение зон в частотном спектре возбуждения ПМСВ не изменялось. Частотная ширина запрещенных зон Δf , измеренная по их краям, составляла величину порядка 40-50 МГц и менее. Величина групповой задержки τ изменялась от 40 нс в начале спектра ПМСВ до 100 нс в высокочастотной области. При этом на краях запрещенных зон наблюдалось резкое увеличение времени задержки τ с пиковыми значениями порядка 120 нс.

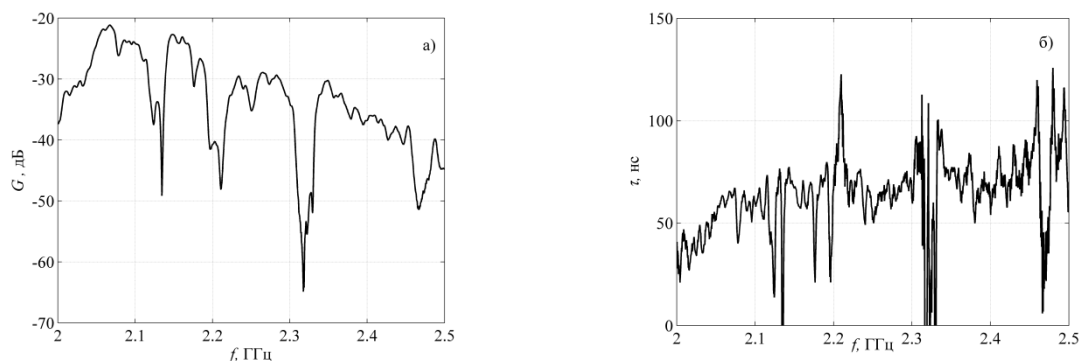


Рис. 1

Теоретически характеристики распространения ПМСВ в СФ исследовались на основе метода матриц передачи, позволяющего найти частотные зависимости комплексного коэффициента прохождения $T(f)$ и времени задержки $\tau(f)$ ПМСВ. На рис. 2 показаны результаты расчета $|T(f)|$ – (рис.2а) и $\tau(f)$ – (рис.2б) при аналогичных параметрах СФ с учетом потерь на распространение ПМСВ в ЖИГ. Видно, что наблюдается количественное и качественное соответствие экспериментальных и теоретических результатов.

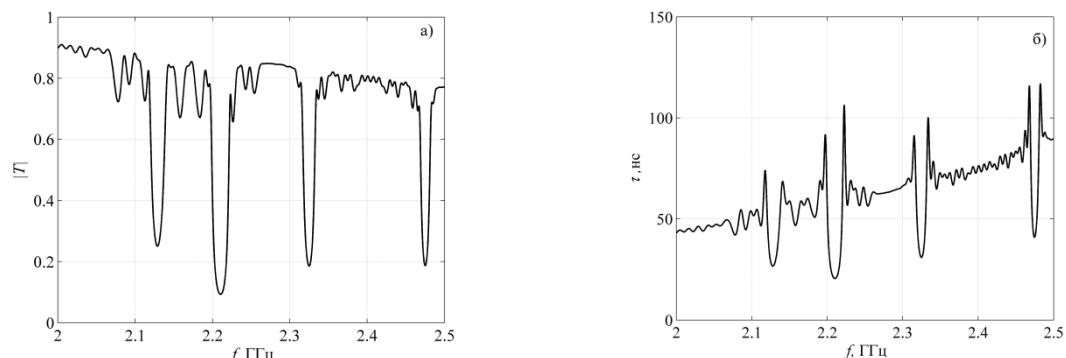


Рис. 2

Существенным отличием рассмотренных фрактальных структур от периодических, является возможность управления числом запрещенных зон в заданном интервале частот МСВ (зависит от числа шагов итераций j и геометрических размеров). Фрактальная структура может быть использована для создания линейных перестраиваемых фильтров с несколькими частотами режекции СВЧ-сигнала. Работа выполнена при поддержке гранта Правительства РФ (ГК11.G34.31.0030).

Библиографический список

1. Nikitov S.A. Spin waves in periodic magnetic structures / S.A. Nikitov, Ph. Taihades, C.S. Tsai // J. Magn. Mater. 2001. Vol. 236. No. 3. P. 320.
2. Albuquerque E.L. Theory of elementary excitations in quasiperiodic structures/ E.L. Albuquerque, M.G. Cottam// Physics Reports. 2003. Vol. 376. Pp. 225–337.