

УПРАВЛЕНИЕ ПОЛЯРИЗАЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫМИ ФИЛЬТРАМИ ТЕРАГЕРЦОВОГО ДИАПАЗОНА, ОСНОВАННОЕ НА ФОРМИРОВАНИИ МАГНИТНЫМ ПОЛЕМ СТРУКТУР МИКРОЧАСТИЦ СПЛАВА 5БДСР В ЖИДКОЙ СРЕДЕ*

З.С. Кочнев¹, А.И. Князькова^{1,2}, Т.А. Мещерякова³, Г.К. Распопин¹, А.В. Борисов¹

¹ *Национальный исследовательский Томский государственный университет, г. Томск, Россия*

² *Институт физики прочности и материаловедения СО РАН, г. Томск, Россия*

³ *Томский лесотехнический техникум, г. Томск, Россия*

Представлены результаты разработки варианта поляризационно-чувствительного управляемого магнитным полем полосового фильтра в диапазоне от 0.2 до 1.5 ТГц. Фильтр основан на базе созданной авторами магнитной жидкости, состоящей из микрочастиц сплава 5БДСР размером до 50 мкм и автомобильного синтетического моторного масла 5W40. Показано, что, управляя поведением микрочастиц в магнитной жидкости с помощью внешнего магнитного поля, можно создать аналог дифракционных решеток.

Ключевые слова: *ТГц-спектроскопия, агломераты, магнитная жидкость, управляемые поляризационно-чувствительные фильтры терагерцового диапазона, катушки индуктивности.*

Введение

Терагерцовый (0.1–10 ТГц) частотный диапазон перспективен для создания элементной связи нового поколения, в медицинской диагностике, устройствах обеспечения безопасности. В настоящее время ведутся разработки по созданию элементной базы для приборов, работающих в ТГц-диапазоне: перестраиваемых фильтров, фазовращателей, затворов, модуляторов. Для реализации таких устройств применяются разнообразные материалы: жидкие кристаллы, полупроводники, графен, оксиды. Показана возможность управления параметрами ТГц-излучения путем ориентации нанотрубок в полимере методом растяжения [1, 2]. В работах [3–5] представлены узкополосные ТГц фильтры на основе двухслойных и многослойных метаповерхностей, позволяющие полностью блокировать падающее излучение за пределами желаемой полосы пропускания. Предложен метод управления терагерцовым излучением с помощью полосового фильтра на основе сэндвич-структуры (металл – диэлектрик – металл), ширина полосы пропускания составляла 0.5 ТГц [6]. Существует еще несколько конструкций терагерцовых фильтров, например, на основе фотонных кристаллов [7, 8] или тонких, полученных методом микростереолитографии, металлических проволок, имеющих диаметр 30 мкм [9, 10]. Однако предпочтительней применять не механически управляемые, а магнито- или электроуправляемые материалы, например, магнитные жидкости (МЖ). Интерес к магнитным жидкостям обусловлен тем, что входящие в состав нано- или микро-частицы при воздействии на них магнитным полем выравниваются и формируют периодические структуры (агломераты), подобные обычным дифракционным решеткам [11, 12]. Высокая подвижность магнитных частиц в жидкости обеспечивает их сильную чувствительность к магнитным полям, это дает значительное преимущество по сравнению с твердотельными аналогами [13, 14].

Магнитная жидкость представляет собой устойчивый коллоидный раствор магнитных частиц в базовой жидкости. Магнитную жидкость также называют феррожидкостью или ферромагнитной жидкостью, на англ. языке соответственно – magnetic fluid, magnetic liquid или ferrofluid. Данный композит обладает уникальными электрическими и магнитными свойствами. МЖ может иметь особые значения физических параметров среды: диэлектрической ϵ и магнитной μ проницаемости, пространственной структуризации, зависящей от размера, формы и концентрации магнитных частиц, наличия возможности управления параметрами среды в результате внешних действий [15, 16].

Обычно в составе магнитной жидкости в качестве дисперсной магнитной фазы используются ферромагнитные и ферримагнитные металлы, а также окислы металлов, например, Fe, Co, Ni, Gd,

* Разработка и создание прототипа полосового фильтра ТГц-диапазона выполнена при финансовой поддержке РФФИ в рамках проекта № 20-32-90104. Анализ экспериментальных данных выполнен при поддержке гранта по Постановлению Правительства Российской Федерации № 220 от 09 апреля 2010 г. (соглашение № 075-15-2021-615 от 04 июня 2021 г.).

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>