

Метод получения ферритовых микроструктур с пространственно модулированными магнитными и электрическими профилями

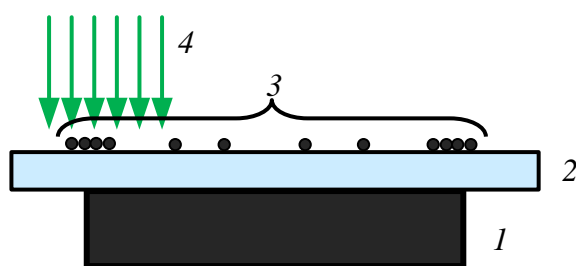
А.В. Агашков¹, Б.А. Бушук¹, А.М. Варанецкий¹, Т.Р. Мехтиев²

¹Институт физики им. Б.И. Степанова НАН Беларуси, Минск, Беларусь

²Институт физики НАН Азербайджана, Баку, Азербайджан
E-mail: a.agashkov@ifanbel.bas-net.by

Ферриты являются относительно дешевыми материалами, которые могут применяться в качестве различного рода сенсоров или зондов: тока, магнитного поля, механических напряжений, концентраций газов, температуры. В последние годы значительно возрос интерес к проблеме обменных взаимодействий электромагнитных полей и неоднородных магнитных состояний, что является одной из актуальных фундаментальных задач современной физики. Практическим воплощением данной идеи для решения целого ряда задач информатики, наноэлектроники и современных информационных вычислительных и коммуникационных систем является создание наноэлементов, на основе наноразмерных профилированных пленок $\text{Ni}_{1-x}\text{Zn}_x\text{Fe}_2\text{O}_4$ -ферритов.

В работе исследован метод получения ферритовых микроструктур с пространственно модулированными магнитными и электрическими профилями с помощью воздействия импульсного лазерного излучения на субмикронные частицы порошка $\text{Ni}_{0.6}\text{Zn}_{0.4}\text{Fe}_2\text{O}_4$, нанесенные на стеклянную подложку. Параметры облучения: длина волны излучения 1.064 мкм, длительность импульсов 10 нс, плотность энергии 480 мДж/см². Схема эксперимента приведена на Рис. 1.



1 – постоянный магнит; 2 – стеклянная подложка; 3 – субмикронные частицы порошка $\text{Ni}_{0.6}\text{Zn}_{0.4}\text{Fe}_2\text{O}_4$; 4 – лазерное излучение

Рис. 1. Схема эксперимента

Для практического создания элементов необходим контроль на разных уровнях: на нанометровом уровне – для достижения требуемого эффекта, на уровнях от субмикронного до сотен микрон – для воспроизводимости параметров и эффективного функционирования устройств.

Для решения последней задачи было решено применить лазерный микроскоп с субмикронным разрешением [1]. В модернизированном микроскопе использован объектив $90\times/1.35$ и дистиллированная вода в качестве иммерсионной жидкости. Для оценки его разрешающей способности было проведено фотографирование на двух длинах волн 532 и 632.8 нм золотой пленки с отверстиями диаметром 150 нм. Часть из них содержала шарики из полистирола, период структуры 480 нм.

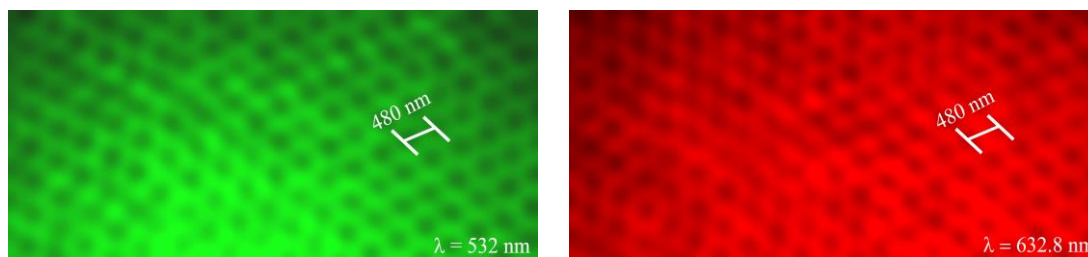


Рис. 2. Микрофотографии структуры с периодом меньше длин волн лазерных источников освещения

На Рис. 3 приведены микрофотографии участков подложки без воздействия (а) и после воздействия лазерного излучения (б, в).

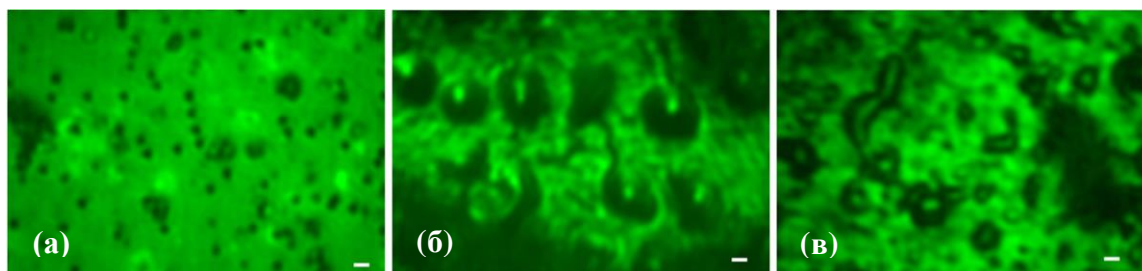


Рис. 3. Микрофотографии участков подложки с частицами ферритового порошка без воздействия (а) и после воздействия лазерного излучения (б, в). Шкала 1 мкм

Как видно из приведенного рисунка, под воздействием лазерных импульсов с длительностью ~ 10 нс происходит плавление конгломератов субмикронных частиц и их объединение в каплеобразные структуры. Как правило, подошвы подобных капель – плоские, что свидетельствует о том, что расплав феррита смачивает стеклянную поверхность.

Таким образом, получены ферритовые микроструктуры, которые, в силу своей геометрии, должны обладать пространственно модулированными магнитными и электрическими профилями.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (проект Ф18А3-003).

1. Агашков А.В. // Неразрушающий контроль и диагностика. 2015. № 1. С. 17–24.