

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ МАРГАНЕЦ-ЦИНКОВОГО ФЕРРИТА ПОСЛЕ ВЛИЯНИЯ ОБРАБОТКИ ЭЛЕКТРОННЫМ ПУЧКОМ

Студенты каф. ФЭ: Д. А. Писарев, М.А. Солдатова

Аннотация

В данной статье представлены результаты исследований электрических параметров, а именно удельного сопротивления и энергии активации носителей заряда марганец цинкового феррита Ersos N87 после обработки электронным пучком.

1 Введение

В настоящее время ферриты, благодаря сочетанию высоких магнитных свойств и низкой электропроводности ферриты широко применяются в технике высоких частот (более 100 кГц). Ферриты используют в качестве магнитных материалов в радиотехнике, электронике, автоматике, вычислительной технике (ферритовые поглотители электромагнитных волн, антенны, сердечники, элементы памяти, постоянные магниты и т. д.). В связи с этим становится актуальным исследование свойств ферритов и способов изменения их свойств. В данной статье будет исследоваться изменение удельного сопротивления в зависимости от обработки электронным пучком.

2 Технология обработки электронным пучком

Образцы обрабатывались на установке ЭЛУ-1 в среде гелия при давлении 30 Па. Обработка происходила при температуре 800 и 1000 °С, с выдержкой в 10 минут. Данные о проведении экспериментов представлены в таблицах 2.1 и 2.2. Изначальные массы образцов до обработки при 800 °С $m_1 = 1,465$, и при 1000 °С $m_1 = 1,46$ гр. Диаметр пучка 8 – 10 мм.

Таблица 2.1 – Данные выдержки образца при 800 °С

t, мин	U _a , кВ	I _e , мА	U _ф , В	T, °С
0	6	18	16	-
2	8	21	18,5	580
4	9	24	22	590
6	10	26	22,5	687
7	10	28	23	750
8	10	30	24	800
Выдержка 10 минут				
18	10	22	22,7	800
19	9	20	25,7	670
20	8	20	25,7	630
21	7	15	25,7	-
22	Выкл.			

После обработки электронным пучком у ферритов наблюдается изменение удельного сопротивления в меньшую сторону. После данной обработки увеличивается электропроводимость, параметр обменного взаимодействия, изменяется энергия активации носителей тока [1]. По данным [2], уменьшение энергии активации при низких температурах может быть связано с переходом $Fe^{3+} \rightarrow Fe^{2+}$. Переход связан с окислительно-восстановительным равновесием.

Таблица 2.2 – Данные выдержки образца при 1000 °С

t, мин	U _a , кВ	I _e , мА	U _ф , В	T, °С
0	6	18	20	-
2	7	20	21,8	-
3	7	20	21,8	560
4	8	22	23	600
5	8	22	23	665
6	9	23	24,5	725
7	9	23	24,5	731,8
8	10	28	25,4	850
9	10	32	25,4	890
10	10	35	25,4	940
11	10	41	25,4	1000
Выдержка 10 минут				
21	9	30	25,4	1000
22	8	25	25,4	720
23	8	25	25,4	600
24	7	25	25	550
25	Выкл.			

После обработки образцов происходила измерение удельного сопротивления с помощью четырёхзондового метода, принцип действия которого описан в [3].

3 Исследования удельного сопротивления

По результатам измерения построены зависимости удельного сопротивления от температуры, представлены на рисунке 3.1.

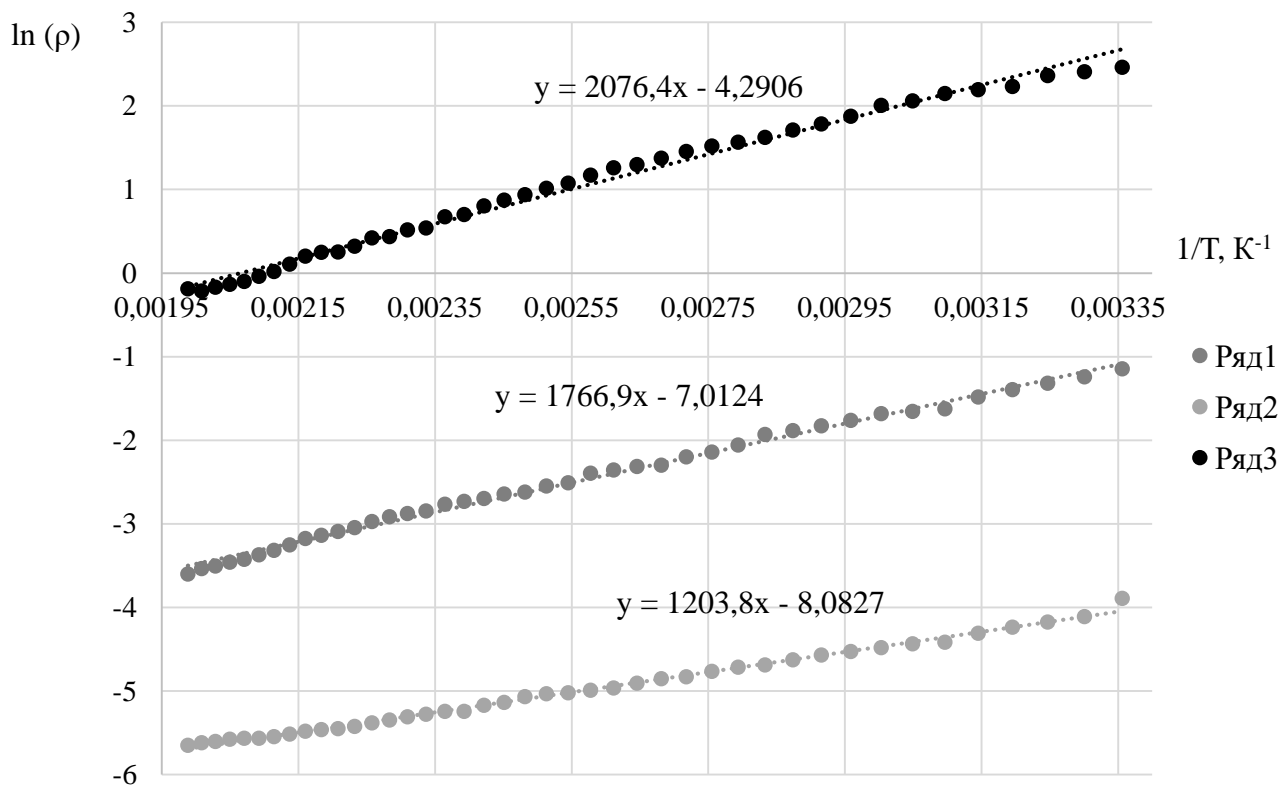


Рисунок 3.1 – Зависимость логарифма удельного сопротивления от обратной температуры
Ряд 1 – обработка при T = 800 °С; Ряд 2 – обработка при 1000 °С; Ряд 3 - до обработки.

Из графика следует что при увеличении температуры обработки происходит уменьшение удельного сопротивления. Энергия активации носителей заряда будет определяться из графиков соотношением:

$$E_a = 2k_B\alpha, \quad (3.1)$$

где $k_B = 1,38 \cdot 10^{-23}$ Дж/К – постоянная Больцмана;
 α – угловой коэффициент.

В зависимости от обработки энергия активации носителей заряда будет уменьшаться и будет составлять:

Без обработки: $E_a = 0,36$ эВ;

Обработка при 800 °С: $E_a = 0,31$ эВ;

Обработка при 1000 °С: $E_a = 0,21$ эВ.

4 Вывод

В результате проделанной работы можно сделать следующие выводы, что при обработке электронным пучком удельное сопротивление изменяется, что происходит из-за испарения кислорода при высоких температурах и восстановления ионов железа, что приводит к уменьшению энергии активации носителей заряда.

Список литературы

1. Л. А. Митлина, «Влияние лазерного излучения на физические свойства монокристаллических плёнок феррошпинелей» — Самара: Самарский государственный технический университет, 2009 — 7 стр.
2. Л. М. Летюк, Журавлев Г.И., Химия и технология ферритов. — Л: Химия, 1983. — 255 с.
3. Н. А. Поклонский, Четырехзондовый метод измерения электрического сопротивления полупроводниковых материалов. Учебное пособие. — Минск: Белгосуниверситет, 1998 г. — 46 с.
4. Н. Н. Штольц, К. А. Пискарев, «Ферриты для радиочастот» - М. – Л.: изд. «Энергия», 1966 г. – 259 стр.