

ФЕРРИТЫ $BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$ СИНТЕЗИРОВАННЫЕ НА СОЛНЕЧНОЙ ПЕЧИ

Пайзуллаханов М.С.,
Шерматов Ж.З.

*Институт Материаловедения НПО «Физика-Солнце» АН РУз
Ташкент*

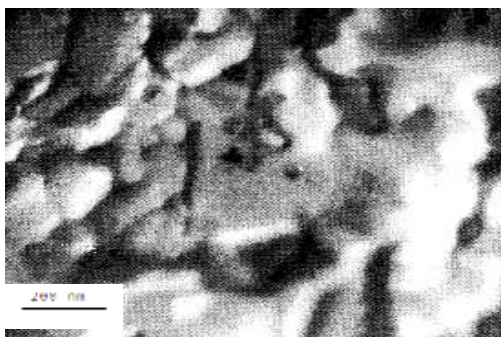
Проводились экспериментальные исследования по синтезу ферритовых магнитных материалов синтезированных в потоке концентрированного солнечного излучения различной плотности.

Известно, что уширение рентгеновских дифракционных профилей обусловлено малым размером частиц или кристаллитов и высокой степенью их дефектности - кислородных вакансий. Очевидно, если в результате внешних воздействий образуются структурные дефекты - вакансии кислорода, то это приведёт к перестройкам зарядового состояния ионов, чтобы сохранялась электронейтральность решётки.

На рис.1 показаны электронно-микроскопические снимки образцов ферритов бария, синтезированных с использованием концентрированного светового потока (А-типа образцы) и методом твердофазных реакции (В-типа образцы). Масштаб на снимках соответствует $1\text{мм}=200\text{нм}$.

Для образца А-типа наблюдается структура в основном, в виде плотноупакованных кристаллов многогранников разной формы с размерами от 40 до 140 нм.

Для образца В-типа наблюдаются кристаллиты разной формы многогранников, наряду с участками, где видны отдельные кристаллиты, также появляются области с плотной упаковкой кристаллитов с размерами частиц от 100 до 1250 нм. При этом отметим, что они приобретают некоторую ориентацию по оси с.



А



В

Рис.1. Электронно-микроскопические снимки образцов ферритов бария, синтезированных с использованием концентрированного светового потока (А-типа образцы) и методом твердофазных реакции (В-типа образцы).

Увеличение 5000, $1\text{мм}=200\text{нм}$

Анализ полученных результатов показывает, что поликристаллические ферриты бария и стронция представляют собой керамику, в которой имеются хаотически расположенные друг относительно друга отдельные микроструктурные элементы и прослойки стекловидной фазы. Количество стекловидной фазы в зависимости от степени температуры спекания, и как следствие степени спекания составляет от 1 до несколько десятков процента по весу. При довольно высоких температурах спекания количество стекловидной фазы составляет 1-2 вес.%. Такая микроструктура придает керамике высокую диэлектрическую и механическую прочность.

На рис.2 приведены температурные зависимости сопротивления образцов $BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$. Зависимости электрического сопротивления образцов феррита бария обнаруживают пик при температуре $T=120^{\circ}C$. Скачок сопротивления при $120^{\circ}C$ по-видимому связан с сегнетоэлектрическим фазовым переходом, температура Кюри T_c , при котором домены распадаются и сегнетоэлектрик превращается в обычный диэлектрик. В случае $SrFe_{12}O_{19}$ кривая электрического сопротивления не обнаруживает аномалии.

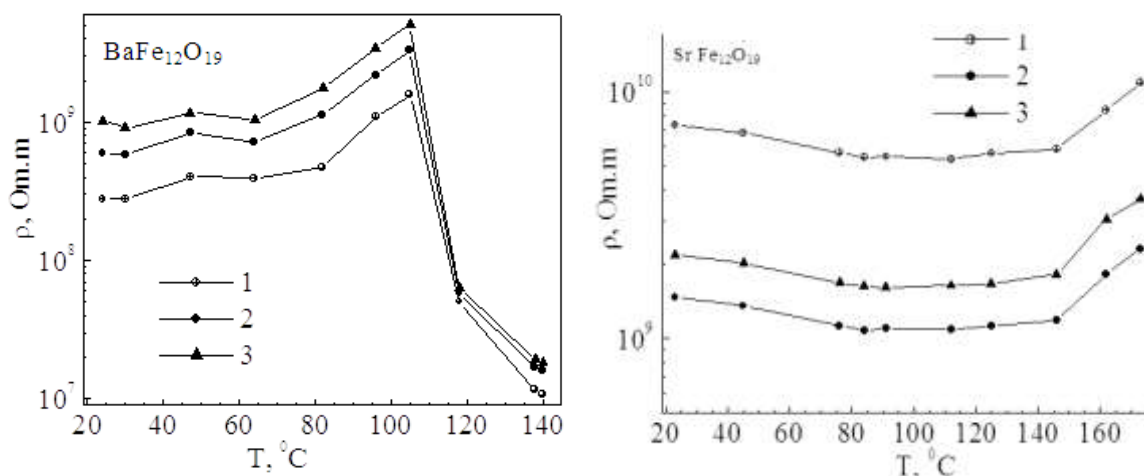


Рис.2. Температурные зависимости сопротивления образцов $BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$ при различном постоянном напряжении: 1 - 10 В, 2 - 20 В, 3 - 30 В.

На рис.3 приведены зависимости поляризованности образцов $BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$, $(Ba,Sr_{0.1})TiO_3$ и $(Ba,Sr_{0.15})TiO_3$ от напряженности электрического поля.

Поляризация диэлектрика вызывает уменьшение (ослабление) в нем поля, по сравнению с первоначальным внешним полем $P = \epsilon\epsilon_0 E$ где P - поляризуемость образца, ϵ - диэлектрическая проницаемость образца (Диэлектрическая проницаемость среды ϵ показывает, во сколько раз поле ослабляется диэлектриком, внесенным в это поле), ϵ_0 - электрическая постоянная (в системе СИ $\epsilon_0 = 8,85 \cdot 10^{-12}$ Ф/м), E - напряженность электрического поля.

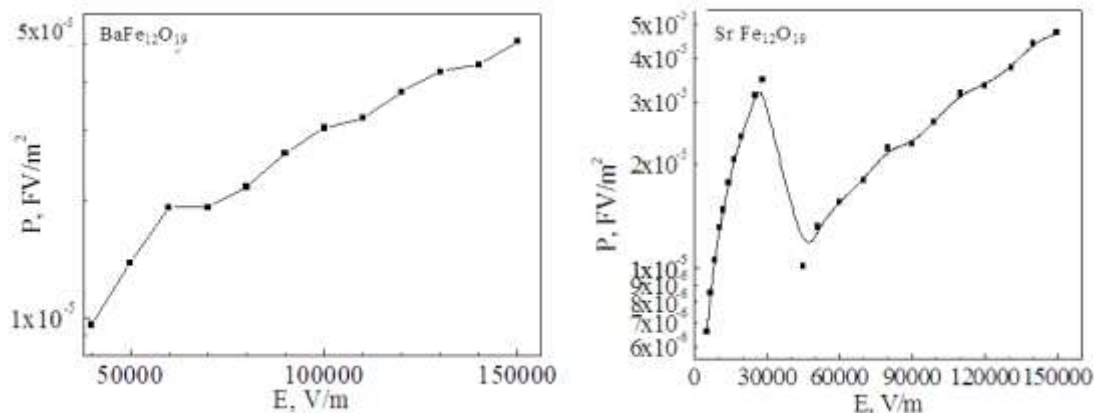


Рис. 3. Зависимость поляризованности образца $BaFe_{12}O_{19}$, $SrFe_{12}O_{19}$ от напряженности электрического поля.

На рис.4 приведены зависимости диэлектрической проницаемости образца $BaFe_{12}O_{19}$, $SrFe_{12}O_{19}$ от напряженности электрического поля.

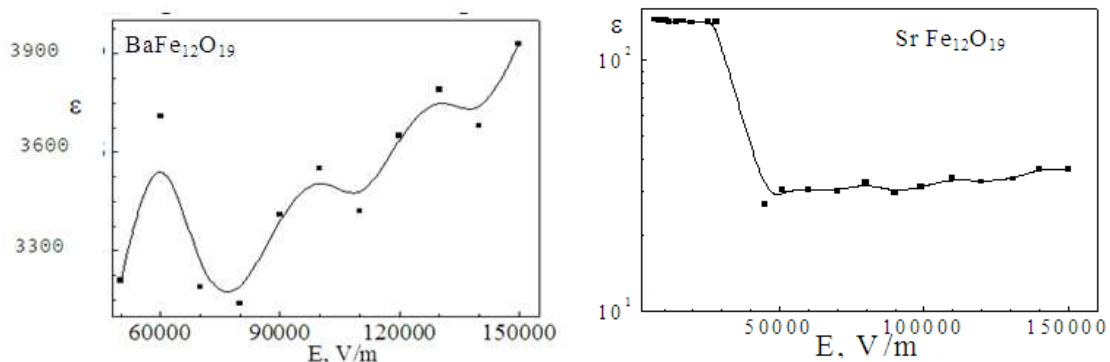


Рис. 4. Зависимость диэлектрической проницаемости образца $BaFe_{12}O_{19}$ и $SrFe_{12}O_{19}$ от напряженности электрического поля.

Из рис.4 видно, что в случае феррита бария зависимость диэлектрической проницаемости имеет насыщение при значении напряженности электрического поля порядка 60000 V/m. Диэлектрическая проницаемость феррита стронция насыщается при 50000 V/m.

При этом тангенс угла диэлектрических потерь в рамках ошибки измерения $\text{tg}\delta$ составил $\approx 0,031$ (А-типа образцы) и $\approx 0,037$ (Б-типа образцы).

Эксперименты по измерению деформации при изгибе образцов феррита бария проводили на установке FR-100. Выявлено, что разрушение образцов в виде брусков размерами 5x5x10мм начинается при усилиях 66 МПа (А-типа образцы) и 54 МПа (Б-типа образцы), что представляется весьма высокими.

Анализ зависимостей электрического сопротивления, диэлектрической проницаемости и поляризованности образцов ферритов бария с частичным замещением бария на стронций, отношением ионных радиусов $r_{Sr}/r_{Ba}=0.88$, можно заметить, что такое замещение приводит к подавлению

сегнетоэлектричества. по мере увеличения количества атомов стронция, замещающих атомов бария, наблюдается деформация тетрагональной решетки и переход ее к кубической модификации [1,2].

Кинетика спекания и соответствующие эффекты усадки в значительной мере определяются скоростями удаления из образца газовой фазы. На первой стадии спекания (активная усадка) при вязком течении число пор резко уменьшается с выходом их на поверхность образца. Скорость уплотнения образца определяется размерами частиц, поверхностным натяжением и вязкостью жидкой фазы. На второй и третьей стадиях основной механизм спекания определяется диффузией газовой фазы в пределах кристаллита и реакциями на границах раздела твердой, жидкой и газовой фаз.

Литература:

1. Кулагин Н.А., Ландарь С.В., Литвинов Л.А., Толоч И.В. // Оптика и спектроскопия. 1981 Т.50 Вып.5 С. 888 - 892.
2. Matsui T. Thermodynamic properties of ternary barium oxides // Thermochemical acta. — 1995. — Vol. 253. — P. 155—165

Институт Материаловедения НПО «Физика-Солнце» АН РУз