

Первый Российский Научный Форум «Демидовские чтения»

Демидовские чтения на Урале

Тезисы докладов

Екатеринбург . Март 2—3 . 2006

Первый Российский Научный Форум
Демидовские чтения



Москва — Екатеринбург — Томск

Демидовские чтения на Урале

Тезисы докладов

Екатеринбург. Март 2—3. 2006

ОСОБЕННОСТИ СИНТЕЗА И ЭЛЕКТРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПОЗИЦИОННЫХ СТРУКТУР НА ОСНОВЕ СЕГНЕТОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И ФЕРРОМАГНИТНЫХ МАТЕРИАЛОВ

С.А. Солопан, О.И. Вьюнов, А.Г. Белоус, Л.Л. Коваленко, В.М. Пашков
Институт общей и неорганической химии им. В.И.Вернадского
003680, Украина, Киев—142, пр. акад. Палладина, 32/34
solopan@ukr.net

Нелинейные сегнетоэлектрические и ферромагнитные материалы вызывают большой научный интерес. В частности, сегнетоэлектрические материалы на основе BaTiO_3 проявляют нелинейный, пиро- и позисторный эффект, что позволяет использовать их для изготовления датчиков температуры, элементов коммуникации, а также саморегулирующих нагревателей [1, 2]. В ферромагнитных материалах, а именно на основе манганитов, может проявляться эффект гигантского магнитосопротивления [3]; что в свою очередь даёт возможность использовать эти материалы для производства магнитных сенсоров и систем магнитной записи.

Эти типы материалов в практике, как правило, используются отдельно. По этому значительный научный и практический интерес представляет собой создание структур, в которых одновременно проявлялись бы сегнетоэлектрические (нелинейные) и ферромагнитные свойства, что в перспективе дало бы возможность создавать новые типы устройств на основе таких конструкций. Нужно заметить, что в ферромагнитных материалах на основе манганитов магнитные свойства чувствительны к условиям синтеза, микроструктурным особенностям, а также к тому, в каком виде находятся эти материалы: объёмном или плёночном [4].

По этому цель нашей работы было — выяснить возможность создания композиционных структур на основе сегнетоэлектрических и ферромагнитных фаз в которых возможно ожидать взаимовлияния указанных свойств.

Для решения поставленной задачи нами было проведено синтез и исследование структурных и электрофизических свойств керамических материалов системы $\text{BaTi}_{1-x-y}\text{Zr}_x\text{Sn}_y\text{O}_3$. Также методом трафаретной печати были синтезированы плёночные материалы системы $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ с использованием в качестве подложек как стандартных поликорковых ($\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) так и керамических сегнетоэлектрических материалов.

Условия синтеза обоих типов материалов исследовались и оптимизировались с помощью рентгеновского фазового анализа. Параметры кристаллической решетки полученных образцов изучались методом рентгеновского полнопрофильного анализа Ритвальда. Исследования микроструктуры образцов керамики проводили при помощи сканирующего электронного микроскопа JCXA Superprobe 733 (JEOL, Япония). Электросопротивление манганитных материалов измеряли четырёхзондовым методом в широком интервале температур. Диэлектрические свойства сегнетоэлектрических материалов измеряли с помощью измерителя добротности BM-560.

Анализ рентгеновских дифрактограмм показал, что полученные методом твердофазных реакций материалы системы $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$, которые использовались для получения плёнок, есть однофазными и относятся к ромбоэдрической сингонии с пространственной группой $R\bar{3}c$. Нужно заметить, что сегнетоэлектрические материалы системы $\text{BaTi}_{1-x-y}\text{Zr}_x\text{Sn}_y\text{O}_3$ и Al_2O_3 , которые использовались в качестве подложек для получения плёнок манганита, есть однофазными и характеризуются соответственно: тетрагональной перовскитной структурой с пространственной группой $P4mm$ и гексагональной структурой с пространственной группой $R\bar{3}c$.

Анализ рентгенограмм плёнок манганитов на подложках поликора (Al_2O_3) и $\text{BaTi}_{1-x-y}\text{Zr}_x\text{Sn}_y\text{O}_3$ показал наличие разной преобладающей пространственной ориентации.

В плёнках полученных на подложках $\text{BaTi}_{1-x-y}\text{Zr}_x\text{Sn}_y\text{O}_3$ происходит уменьшение параметров элементарной ячейки по сравнению с плёнкой полученной на поли-

коровой подложке. Это можно объяснить, во-первых за счет спекания образца которое приводит к его кристаллизации и уменьшению параметров элементарной ячейки; во-вторых, за счёт кристаллизации зёрен в направлении ориентации плоскости подложки.

Так для плёнки полученной на подложке из поликора наблюдается уменьшение температуры точки Кюри которая есть важной для применения магнитных материалов в практике. В тоже время для плёнки $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ полученной на подложке $\text{BaTi}_{1-x-y}\text{Zr}_x\text{Sn}_y\text{O}_3$ происходит увеличение температуры фазового перехода к области комнатных температур. Данный эффект можно объяснить изменением соотношения $\text{Mn}^{4+}/\text{Mn}^{3+}$ которое связано с формой зёрен, и которая, в свою очередь зависит от поверхности подложки.

Характер зависимости магнитосопротивления от температуры для плёнок полученных на подложке нелинейного материала подобный к зависимости что наблюдается в монокристаллах, а именно при температуре Кюри наблюдается максимум магнитосопротивления, обусловленный ферромагнитным переходом, что не наблюдается для других исследуемых материалов.

Таким образом в работе показана возможность создания сегнетоэлектрических ферромагнитных композиций на основе систем $\text{BaTi}_{1-x-y}\text{Zr}_x\text{Sn}_y\text{O}_3$ и $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$. В этом случае электрофизические свойства плёнок системы $\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x\text{MnO}_3$ нанесённые на подложку $\text{BaTi}_{1-x-y}\text{Zr}_x\text{Sn}_y\text{O}_3$ по электрофизическим свойствам не уступают ни пленкам, нанесенным физическим методом ни керамическим образцам. Определено, что нелинейные, а также магнитные свойства изучаемых материалов находятся в области комнатных температур что имеет большое значение для их практического применения.

Литература

1. Chiou B.S., Lin S.T., Duh J.G., J. Matter. Sci., 23, 3889—3893, 1988.
2. Nogami-G Maruyama-H Hongo-K, Journal of the Electrochemical Society, 140, 8, 2370—2373, 1993.
3. Nagai T., Yamazaki A. Uehara M., Takahashi K., Tsutsumi S., J. Mat. Sci. Lett., 19, 31, 2000.
4. Wang X.L., Dou S.X., Liu H.K., Jonescu M., Zeimet B., App. Phys. Lett., 73, 3, 396—398.