

ЛИТЕРАТУРА

1. Кайбышев, О.А. Сверхпластичность промышленных сплавов. – М.: Металлургия, 1984 – 264 с.
2. Кайбышев, О.А. Пластичность и сверхпластичность металлов. – М.: Металлургия, 1975 – 280 с.
3. Материаловедение / Б.Н. Арзамасов, В.И. Макарова, Г.Г. Мухин и др. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001 – 368 с.

УДК 544.77.022+621.315.592

Алисиенок О.А.

ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ЛЕГИРОВАННОГО ОКСИДОМ МАРГАНЦА ТИТАНАТА-СТАННАТА БАРИЯ $Ba_{1-x}Mn_xTi_{0,9}Sn_{0,1}O_3$ ($x=0,001; 0,002, 0,003$)

*Белорусский государственный технологический университет,
Минск, Республика Беларусь*

Научные руководители: канд. техн. наук доцент Эмелло Г.Г.

канд. хим. наук доцент Шичкова Т.А.

Sol-gel method of synthesis of semiconducting barium titanate-stannate doped by manganese is developed. It is established that the ceramics based on the modified barium titanate has a posistor effect.

Известно, что метатитанат бария является диэлектриком с удельным сопротивлением $10^{10}-10^{11}$ Ом·м [1], но наибольший научный и практический интерес представляет получение полупроводниковых керамических материалов путем введения в твердые растворы титаната бария микроколичеств редкоземельных элементов [2].

Для таких полупроводниковых материалов характерно аномальное поведение: электросопротивление керамических образцов в процессе их нагревания резко, на несколько порядков, увеличивается вблизи температуры перехода из тетрагональной сегнетоэлектрической в кубическую параэлектрическую фазу (сегнетоэлектрическая точка Кюри) [3]. Этот эффект, называемый позисторным, является физической основой действия полупроводниковых резисторов с положительным температурным коэффициентом сопротивления – позисторов.

Существует множество методов синтеза исходных соединений для изготовления керамических материалов [4]. Наиболее перспективными, по нашему мнению, являются низкотемпературные методы синтеза оксидных сегнетоэлектриков. К их числу относятся: метод соосаждения, золь-гель метод, комплексонатный метод.

Нами для синтеза легированного оксидом марганца титаната-станната бария был выбран золь-гель метод. Применение золь-гель технологии позволяет понизить температуру протекания твердофазных реакций за счет получения наноразмерных частиц неорганических веществ [5].

Для получения золь, частицы которых содержали ионы бария, титана, марганца и олова в заданных стехиометрических соотношениях, соответствующих составам $Ba_{1-x}Mn_xTi_{0,9}Sn_{0,1}O_3$ ($x=0,001; 0,002, 0,003$), готовились многокомпонентные истинные растворы. В качестве исходных веществ использовали треххлористый титан $TiCl_3$ (15%-ный раствор в соляной кислоте), хлорид бария $BaCl_2 \cdot 2H_2O$, хлорид олова $SnCl_4 \cdot 5H_2O$, нитрат марганца $Mn(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$, лимонная кислота. Значение pH раствора, необходимое для образования золя, получали путем добавления 25%-ного водного раствора NH_4OH . Преобразование золя в гель происходило в процессе выпаривания на водяной бане при температуре 333-343 К в присутствии связующего – этиленгликоля. Полученные гели высушивали в сушильном шкафу до постоянной массы постепенно повышая температуру до 523 К, ксерогели растирали в агатовой ступке до порошков и делали их рентгенофазовый анализ на рентгеновском аппарате ДРОН-3М (излучение $Cu-K_\alpha$). Проведенный анализ показал, что полученные порошки являются рентгеноаморфными.

Затем осуществляли термообработку порошков в печи на воздухе при различных температурных режимах и также проводили рентгенофазовый анализ. Установлено, что формирование фазы метатитаната бария в исследуемой системе начинается при 723 К. Однофазный образец кристаллического титаната бария $BaTiO_3$ образуется при температуре 1273 К. Следует отметить, что эта температура на 100-150 градусов ниже, чем температура образования твердого раствора титаната бария при использовании керамического метода.

С помощью программного обеспечения по рефлексам рентгенограмм рассчитаны параметры его кристаллической решетки. Полученные результаты хорошо согласуются с литературными данными для тетрагональной модификации кристаллического титаната бария со структурой перовскита.

Из порошков, полученных по разработанному золь-гель методу, были сформованы таблетки и произведен их обжиг в печи на воздухе при температуре 1373 К в течение трех часов.

Установлено, что введение в кристаллическую решетку титаната-станната бария ионов марганца в количестве 0,1-0,3ат.% переводит его из диэлектрического состояния в полупроводниковое. Численные значения удельного электросопротивления керамических образцов твердого раствора $Ba_{1-x}Mn_xTi_{0,9}Sn_{0,1}O_3$, измеренные при комнатной температуре, составили $1,8 \cdot 10^6$, $5,1 \cdot 10^5$, $8,8 \cdot 10^5$ Ом·м (при $x=0,001; 0,002$ и $0,003$ соответственно).

Исследована температурная зависимость электросопротивления спеченных образцов в интервале температур 290-550 К в процессе нагревания образцов и в процессе их охлаждения. Установлено, что кривые нагревания практически совпадают с кривыми охлаждения для всех испытанных образцов, то есть гистерезис отсутствует.

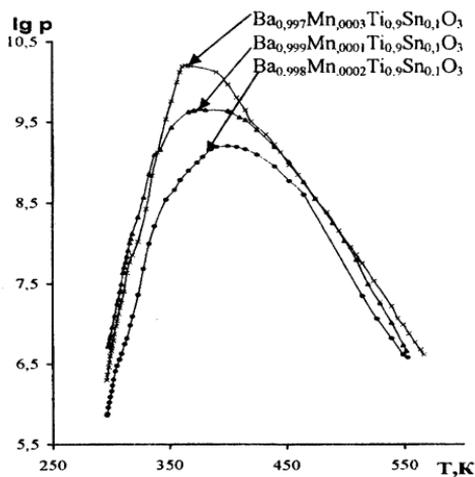


Рис. 1. Температурная зависимость удельной электропроводности образцов легированного марганцем титаната-станната бария

На рис. 1 представлены кривые в координатах $\lg \rho - T$, полученные для процесса нагревания образцов с различным содержанием легирующей добавки (марганца). Установлено, что все полученные с использованием золь-гель метода образцы, обладают позисторным эффектом в интервале температур 290-420 К. Величина позисторного эффекта составила 3,5-4 порядка.

Установлено, что все полученные с использованием золь-гель метода образцы, обладают позисторным эффектом в интервале температур 290-420 К. Величина позисторного эффекта составила 3,5-4 порядка.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ротенберг, Б.А. Керамические конденсаторные диэлектрики. —СПб.: Типография ОАО НИИ «Гириконд», 2000. —246 с.
2. Полупроводники на основе титаната бария. — Энергоиздат, 1982. — 328 с.
3. Квасков, В.Б., Валеев, Х.С. О модели позисторного эффекта в проводящем титаната бария// Изв. АН СССР. Сер. физ. — 1975. — Т.39, №6. — С.1327 – 1331.
4. Лимарь, Т.Ф., Барабанщикова, Р.М., Савоськина, А.И. Сравнительная оценка титаната бария, полученного разными способами // Электронная техника. Сер.8. Радиодетали. 1971. — Вып.2 (23). —С.33 – 41.
5. Золь-гель процессы получения неорганических материалов. Екатеринбург. 1996. — 96 с.