

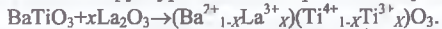
**ЗОЛЬ-ГЕЛЬ МЕТОД ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛУПРОВОДНИКОВОГО  
ТИТАНАТА БАРИЯ, ЛЕГИРОВАННОГО  
ОКСИДОМ ЛАНТАНА  $Ba_{1-x}La_xTiO_3$  И  
ОКСИДОМ ВОЛЬФРАМА  $BaTi_{1-x}W_xO_3$  ( $x=0,001; 0,002$ )**

**Эмелло Г.Г., Шичкова Т.А.**

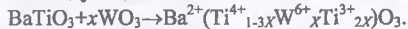
Белорусский государственный технологический университет (БГТУ)  
Минск, Беларусь, [shi17@list.ru](mailto:shi17@list.ru)

Метатитанат бария  $BaTiO_3$  со структурой перовскита является одним из основных компонентов сегнетоэлектрических материалов, так как его электрические свойства можно изменять путем введения в его кристаллическую решетку легирующих добавок. В результате процесса легирования в получаемых твердых растворах замещения образуются ионы трехвалентного титана, которые являются донорами (поставляют электроны в зону проводимости), и, таким образом, значительно понижают электросопротивление.

Если в качестве легирующей добавки использовать оксид лантана  $La_2O_3$ , то ионы  $La^{3+}$  будут замещать ионы  $Ba^{2+}$  в структуре титаната бария по следующему механизму:



При использовании оксида вольфрама  $WO_3$  ионы  $W^{6+}$  замещают ионы  $Ti^{4+}$  в структуре титаната бария по следующей схеме:



При нагревании полупроводникового титаната бария, содержащего микроколичества легирующих элементов, наблюдается резкое повышение электросопротивления вблизи сегнетоэлектрической точки Кюри (около 120 °С). Этот эффект, называемый позисторным, является физической основой действия полупроводниковых резисторов с положительным температурным коэффициентом электросопротивления – позисторов, используемых в электронной промышленности.

В последние годы при создании новых композиционных материалов, в том числе и неорганических, все более широкое применение находит золь-гель метод. Согласно данному методу ионы всех металлов, входящих в состав синтезируемого неорганического соединения, присутствуют в коллоидных частицах золя в заданном стехиометрическом соотношении, что значительно облегчает процесс легирования. Полученные из ксерогелей порошки являются высокодисперсными, поэтому температура твердофазных реакций, протекающих на их поверхности, снижается по сравнению с температурой синтеза керамическим (оксидным) способом.

Целью настоящей работы явилась разработка золь-гель метода получения полупроводникового титаната бария, легированного оксидами лантана и вольфрама, и исследование его электрических свойств.

Получение зольей осуществляли в водном многокомпонентном растворе, содержащем ионы всех металлов, входящих в состав легируемого титаната бария. Образование гелей происходило на стадии выпаривания зольей на водяной бане при температуре 60-70 °С в присутствии полимерного связующего. Гели переводили в ксерогели путем высушивания в сушильном шкафу до постоянной массы, постепенно повышая температуру до 250 °С, затем растирали последние в агатовой ступке до получения порошков. Установлено, что порошки ксерогелей являются высокодисперсными и рентгеноаморфными. Рентгенофазовый анализ производили на рентгеновском дифрактометре ДРОН-3 с использованием  $Cu_{K\alpha}$ -излучения. Электронно-микроскопический анализ проводили на электронном микроскопе Jeol JSM 5610LY.

Установлено, что образование фазы метатитаната бария со структурой перовскита в исследованных системах начинается после термообработки порошков ксерогелей на воздухе в течение 1 ч при температуре 450 °С. Дальнейшее увеличение температуры до 800 °С приводит к углублению процессов кристаллизации, но

совместно с фазой  $\text{BaTiO}_3$  появляется незначительное количество примесной фазы полититаната  $\text{BaTi}_2\text{O}_5$ . При этом для титаната бария, легированного оксидом лантана, доля примесной фазы больше, чем для титаната бария, легированного оксидом вольфрама. Кристаллические образцы, полученные путем термообработки порошков ксерогелей при температурах 900 и 1000 °С также являются двухфазными.

Для получения керамических образцов из порошков легированного титаната бария были сформованы таблетки, произведен их обжиг на воздухе в течение 2 ч при температурах 1000, 1100 и 1200 °С. Исследована температурная зависимость электрического сопротивления образцов керамики в процессе их нагревания (охлаждения) в интервале температур 300-450 К. Установлено, что полученные образцы являются полупроводниковыми сегнетоэлектриками и обладают позисторным эффектом. Величина позисторного эффекта для титаната бария, легированного оксидом лантана и оксидом вольфрама составила соответственно 3,3 и 3,1 порядка (при  $x=0,001$ ) и 4,0 и 3,3 порядка (при  $x=0,002$ ).

### SOL-GEL METHOD OF SYNTHESIS OF SEMICONDUCTING BARIUM TITANATE DOPED BY LANTHANUM OXIDE $\text{Ba}_{1-x}\text{La}_x\text{TiO}_3$ AND TUNGSTEN OXIDE $\text{BaTi}_{1-x}\text{W}_x\text{O}_3$ ( $x=0,001; 0,002$ )

Emello G.G., Shitchkova T.A.,

Belarusian State Technological University (BSTU)

Minsk, Belarus, shi17@list.ru

Sol-gel method of synthesis of semiconducting barium titanate doped by lanthanum and tungsten is developed. The components of homogeneity solution have been selected and the conditions of formation of sol, gel, xerogel and xerogel powders were determined. It was found that the formation of barium titanate phase  $\text{BaTiO}_3$  with perovskite structure began after annealing of xerogel powders in air at 450°C for 1 h. The increasing of the annealing temperature up to 900-1000°C leads to subsequent development of crystallizing process, but the formation of new phase  $\text{BaTi}_2\text{O}_5$  is observed. After second annealing at 1000, 1100 and 1200°C the ceramic samples was obtained. It is established that modified barium titanate ceramics is semiconductor and has a substantial posistor effect value.

### ВЛИЯНИЕ ПОДЛОЖКИ НА ФАЗООБРАЗОВАНИЕ И СУБСТРУКТУРУ НАНОСЛОЕВ ОЛОВА И ЕГО ОКСИДОВ

Юраков Ю.А.<sup>1</sup>, Рябцев С.В.<sup>1</sup>, Чувенкова О.А.<sup>1</sup>,  
Канькиев С.В.<sup>2</sup>, Куцев С.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Боронежский государственный университет,  
Воронеж, Россия, e-mail: ftt@phys.vsu.ru

<sup>2</sup>Воронежский государственный технический университет,  
Воронеж, Россия, kusheev@phis.vorstu.ru

Для исследования влияния подложки на субструктуру пленок олова и синтез нанослоев его оксидов пленки металла получали магнетронным распылением в плазме аргона при рабочем давлении  $10^{-3}$  Торр двумя способами. Ориентированные пленки олова получали непосредственно осаждением металла на поверхность (001) KCl, поликристаллические – последовательным осаждением слоев углерода и олова на поверхность (001) KCl. Поверхность подложек готовили сколом на воздухе по плоскости спайности (001) непосредственно перед помещением в вакуумную камеру. Осаждение олова и углерода осуществляли при комнатной температуре подложки, толщины слоев в обоих случаях составляли 30 нм. Синтез оксидов олова проводили на