

тины с мелкодисперсными оксидами SiO_2 и ZrO_2 в спиртах при использовании восстановителя.

SUMMARY. The state and behavior of Pt(II) solvato complexes in ethanol, ethylene glycol, glycerol at 20 °C have been studied by spectroscopic methods. It has been shown that platinum nanoheterostructures can be obtained with fine SiO_2 and ZrO_2 oxides in alcohols a reductant.

1. Сергеев Г.Б. Нанохимия. -М.: Изд-во МГУ, 2003.
2. Kakiuchi N., Moedo Y., Nishimura T., Uemura S. // J. Org. Chem. -2001. -**66**, № 20. -Р. 6620—6625.
3. Сергеев Г.Б. // Успехи химии. -2001. -**70**, № 10. -С. 915—933.
4. Анисимов М.П. // Там же. -2003. -**72**, № 7. -С. 664—705.
5. Ролдугин В.И. // Там же. -2000. -**69**, № 10. -С. 899—923.
6. Андриевский Р.А. // Там же. -2005. -**74**, № 12. -С. 1163—1175.

Інститут загальної та неорганічної хімії
ім. В.І. Вернадського НАН України, Київ

7. Губин С.П., Юрков Г.Ю., Катаева Н.А. Наночастицы благородных металлов и материалы на их основе. -М.: ООО "Азбука-2000", 2006.
8. Кукушкин Ю.Н., Власов Р.А., Пазухина Ю.Л. // Журн. прикл. химии. -1968. -**44**, № 11. -С. 2381—2385.
9. Волков С.В., Яцимирский К.Б. Спектроскопия расплавленных солей. -Киев: Наук. думка, 1977.
10. Ливер Э. Электронная спектроскопия неорганических соединений. -М.: Мир, 1987. -Ч. 1, 2.
11. Оранская Е.И., Горников Ю.И., Фесенко Т.В. // Завод. лаборатория. -1994. -**12**, № 1. -С. 76—79.
12. Накамото К. ИК-спектры и спектры КР неорганических и координационных соединений. -М.: Мир, 1991.
13. Зигбан К., Нордлинг К., Фальман А. и др. Электронная спектроскопия. -М.: Мир, 1971.
14. Силинская Т.А., Буряк Н.И., Волков С.В. // Укр. хим. журн. -2004. -**70**, № 9. -С. 8—12.

Надійшла 18.05.2011

УДК 546.82'87'43'32/621.316.723.2:[621.316.825.2]

Т.А. Плутенко, О.И. Вьюнов, А.Г. Белоус

СИНТЕЗ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ $(1-x)\text{BaTiO}_3-x(\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{TiO}_3$, ПРОЯВЛЯЮЩИХ ЭФФЕКТ ПТКС

Изучены микроструктура и характеристики эффекта положительного температурного коэффициента сопротивления (ПТКС) материалов на основе системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ ($0 \leq x \leq 0.5$). Определена последовательность реакций, протекающих при синтезе данных материалов. Показано, что размер зерен уменьшается с увеличением значения x . Исследовано влияние размера зерна керамики на характеристики эффекта ПТКС.

ВВЕДЕНИЕ. Материалы на основе системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ проявляют эффект положительного температурного коэффициента сопротивления (ПТКС) [1]. В данной системе эффект ПТКС наблюдается при переходе из кубической в тетрагональную фазу. С увеличением значения x температура фазового перехода возрастает от 120 ($x=0$) до 380 °C ($x=1$) [2]. Авторами работы [3] было обнаружено, что полупроводниковые свойства в системе $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ ($x=0.05$) обусловлены частичным восстановлением титана ($\text{Ti}^{4+} \rightarrow \text{Ti}^{3+}$) при спекании керамики в восстановительной атмосфере. Было отмечено, что при дополнительном отжиге керамики в воздушной атмосфере, которая приводит к образованию потенциального барьера на границах зерен, возникает эффект ПТКС. Как известно, синтез керамических об-

разцов является сложным процессом. Для усовершенствования технологии требуются данные о последовательности химических реакций, протекающих во время синтеза. Известно, что при синтезе $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ формируются промежуточные фазы $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$ и $\text{K}_4\text{Ti}_3\text{O}_8$ [4—7]. В процессе образования $\text{Na}_{0.8}\text{K}_{0.2}\text{TiO}_3$ обнаружена фаза $\text{K}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$ [8]. При синтезе BaTiO_3 из карбоната бария и оксида титана образуются промежуточные фазы BaTi_3O_7 , $\beta\text{-BaCO}_3$, Ba_2TiO_4 , BaTi_4O_9 [9]. Известно, что в некоторых случаях наблюдаются различия в промежуточных фазах и температурах образования в процессе синтеза индивидуальных веществ и твердых растворов [9]. В литературе отсутствуют подробные исследования фазовых преобразований, происходящих при синтезе $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ и материалов системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$.

© Т.А. Плутенко, О.И. Вьюнов, А.Г. Белоус, 2011

Фазовый состав порошков в системе $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$

$T, ^\circ\text{C}$	$x = 0$ [9]	$x = 0.5$	$x = 1$
20–500	$\gamma\text{-BaCO}_3, \text{TiO}_2$	$\text{BaCO}_3, \text{TiO}_2, \text{Bi}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{CO}_3$	$\text{TiO}_2, \text{Bi}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{CO}_3$
600	$\gamma\text{-BaCO}_3, \text{TiO}_2$	$\text{BaCO}_3, \text{TiO}_2, \text{Bi}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{CO}_3, \text{BaTi}_4\text{O}_9, \text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}, \text{K}_2\text{TiO}_3, \text{K}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$	$\text{TiO}_2, \text{Bi}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{CO}_3, \text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}, \text{K}_2\text{TiO}_3, \text{K}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$
650	$\gamma\text{-BaCO}_3, \text{TiO}_2$	$\text{BaCO}_3, \text{TiO}_2, \text{Bi}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{CO}_3, \text{BaTi}_4\text{O}_9, \text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}, \text{K}_2\text{TiO}_3, \text{K}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}, \text{K}_2\text{Ti}_2\text{O}_5, \text{BaTiO}_3$	$\text{TiO}_2, \text{Bi}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{CO}_3, \text{Bi}_{12}\text{TiO}_{20}, \text{K}_2\text{TiO}_3, \text{K}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}, \text{K}_2\text{Ti}_2\text{O}_5$
700	$\gamma\text{-BaCO}_3, \text{TiO}_2$	$\text{BaCO}_3, \text{TiO}_2, \text{Bi}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{CO}_3, \text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7, \text{K}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}, \text{K}_2\text{Ti}_2\text{O}_5, \text{BaTiO}_3, \text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3$	$\text{TiO}_2, \text{Bi}_2\text{O}_3, \text{K}_2\text{CO}_3, \text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7, \text{K}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}, \text{K}_2\text{Ti}_2\text{O}_5, \text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3$
800	$\gamma\text{-BaCO}_3, \text{TiO}_2, \text{BaTiO}_3, \text{BaTi}_3\text{O}_7$	$\text{BaCO}_3, \text{TiO}_2, \text{Ba}_2\text{TiO}_4, \text{K}_2\text{CO}_3, \text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7, \text{K}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}, \text{K}_2\text{Ti}_2\text{O}_5, \text{BaTiO}_3, \text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3$	$\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3$
900	$\beta\text{-BaCO}_3, \text{TiO}_2, \text{BaTiO}_3$	$\text{BaTiO}_3, \text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3$	$\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5}\text{TiO}_3$
1000	$\text{TiO}_2, \text{BaTiO}_3, \text{Ba}_2\text{TiO}_4, \text{BaTi}_4\text{O}_9$	$(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$	
1100	$\text{BaTiO}_3, \text{Ba}_2\text{TiO}_4$ (следы)	$(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$	
1200	BaTiO_3		

Кроме того, известно, что параметры ПТКС-эффекта существенно зависят от размера зерен керамики [10, 11]. Однако литературные данные относительно влияния размера зерен керамики на электрические свойства в материалах на основе системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ отсутствуют.

Поэтому цель данной работы — исследование фазовых превращений, происходящих во время синтеза $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ и материалов системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$, а также влияние микроструктуры на эффект ПТКС материалов системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$.

ЭКСПЕРИМЕНТ И ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ. Синтез $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ и материалов системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ ($0 \leq x \leq 0.5$) проводили методом твердофазных реакций. В качестве исходных реагентов использовали K_2CO_3 , BaCO_3 , Bi_2O_3 и TiO_2 квалификации ос.ч. Порошки перемешивали в течение 4 ч в присутствии этанола в шаровой мельнице. Высушенные при $100\text{--}120^\circ\text{C}$ порошки просеивали через капроновое сито. Образцы обжигали при $950\text{--}1000^\circ\text{C}$ в течение 4 ч. Обожженные порошки прессовали с использованием 10 %-го поливинилового спирта в таблетки (10 мм в диаметре и 2 мм толщиной) при давлении 150 МПа. Таблетки спекали в потоке смеси газов N_2/H_2 (99.5:0.5) при $1100\text{--}1200^\circ\text{C}$ с последующим окислением при охлаждении. Алюминиевые электроды наносили на

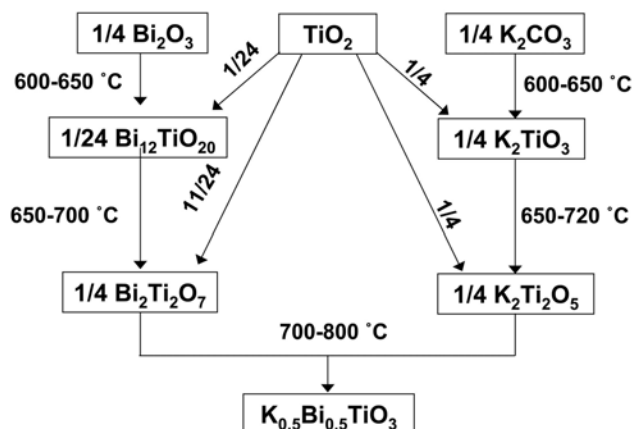
поверхности образцов методом вжигания алюминиевой пасты. Скорости нагрева и охлаждения для всех образцов составляли $300^\circ\text{C}/\text{ч}$.

Изменение фазового состава исследовали в температурном интервале $20\text{--}1100^\circ\text{C}$ методом рентгенофазового анализа (РФА) с использованием ДРОН-4-07 (CuK_α -излучение; 40 кВ, 20 мА). В качестве внешних стандартов применяли SiO_2 (для 2θ) и Al_2O_3 NIST SRM1976 (для интенсивности). Микроструктуру образцов изучали с помощью сканирующего электронного микроскопа РЭМ-101. Электрическое сопротивление образцов измеряли при $20\text{--}400^\circ\text{C}$. Данные импедансометрических исследований были получены с помощью 1260 Impedance / Grain-phase Analyzer (Solartron Analytical) в диапазоне от 10 Гц до 1 МГц. Компоненты эквивалентной схемы идентифицированы с использованием программного обеспечения ZView (Scribner Associates).

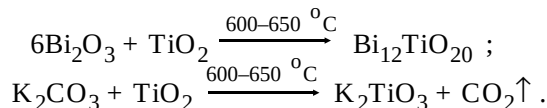
Результаты рентгенофазового анализа порошковых образцов системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ для $x = 0, 0.5$ и 1 в зависимости от температуры прокаливания в течение 2 ч представлены в таблице.

Однофазный продукт в случае индивидуального вещества $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ образуется при температуре выше 700°C . Последовательность фазовых преобразований при этом показана на рис. 1.

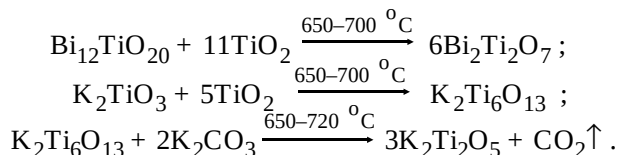
При 600°C в системе начинается образова-

Рис. 1. Схема синтеза $K_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$.

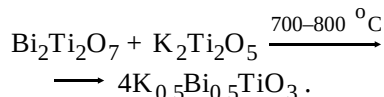
ние фаз $Bi_{12}TiO_{20}$ и K_2TiO_3 :



При повышении температуры формируются промежуточные фазы $Bi_2Ti_2O_7$, $K_2Ti_6O_{13}$ и $K_2Ti_2O_5$ в соответствии с реакциями:



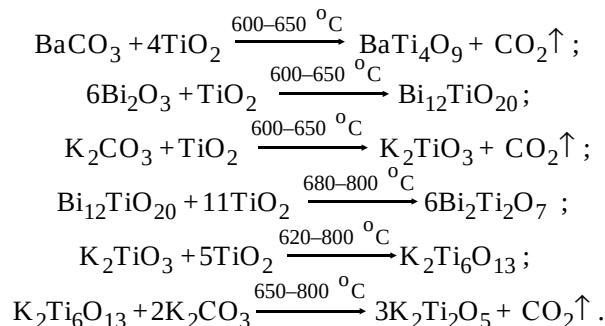
В результате получаем однофазный продукт $K_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$:



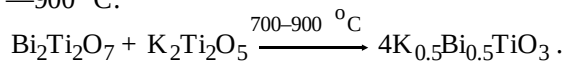
Образование материалов на основе системы $(1-x)BaTiO_3-xK_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$ происходит в температурном интервале 970—1000 °C. Последовательность фазовых преобразований представлена на рис. 2. На дифрактограммах образцов, прокаленных при 600—1000 °C, кроме исходных компонентов, присутствуют также фазы $BaTi_4O_9$, Ba_2TiO_4 , $Bi_{12}TiO_{20}$, $Bi_2Ti_2O_7$, K_2TiO_3 , $K_2Ti_6O_{13}$, $K_2Ti_2O_5$, а на дифрактограммах образцов, прокаленных при 100—500 °C, — только фазы исходных компонентов (K_2CO_3 , $BaCO_3$, Bi_2O_3 , TiO_2).

Взаимодействие между исходны-

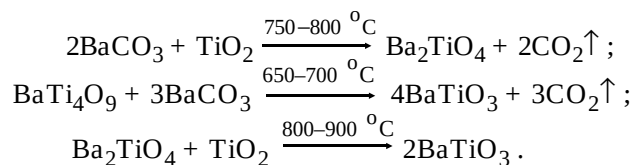
ми веществами начинается при 600 °C согласно реакциям:



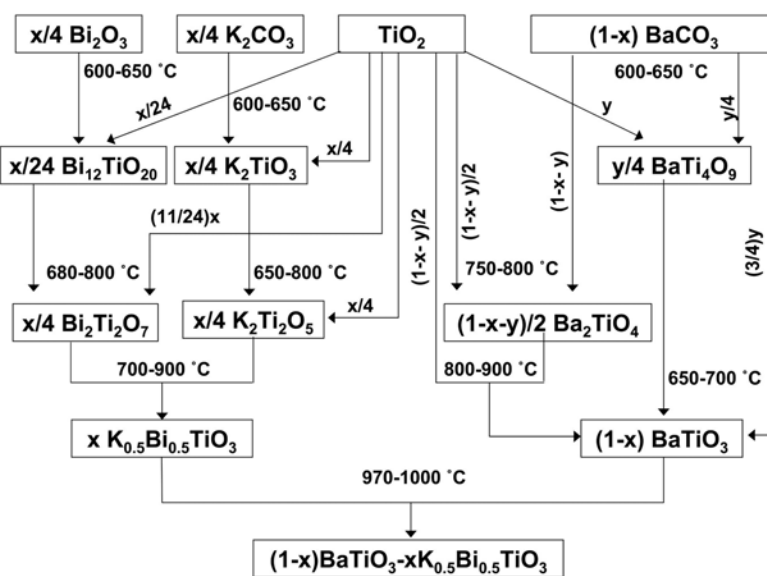
Образование фазы $K_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$ во время синтеза $(1-x)BaTiO_3-xK_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$ происходит при 700—900 °C:



Фаза $BaTiO_3$ образуется через промежуточные фазы $BaTi_4O_9$ и Ba_2TiO_4 при 650—900 °C в соответствии с реакциями:



Полностью однофазным продукт становится при температуре 1000 °C. При этом образуется твер-

Рис. 2. Схема синтеза материалов системы $(1-x)BaTiO_3-xK_{0.5}Bi_{0.5}TiO_3$.

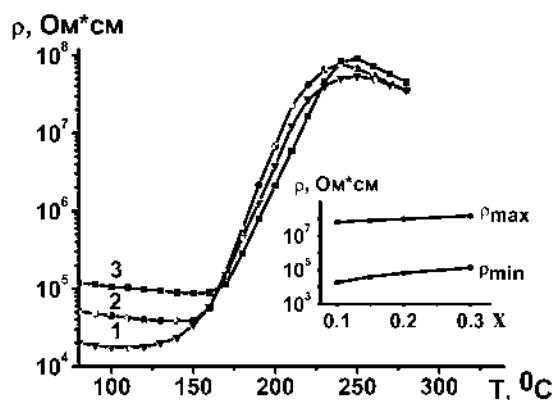
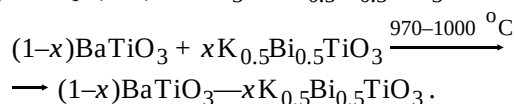


Рис. 3. Зависимость удельного сопротивления материалов системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ от температуры, $x = 0.1$ (1); 0.15 (2); 0.25 (3). На вставке — изменение максимального ($\rho_{\max}$) и минимального ($\rho_{\min}$) значений удельного сопротивления материалов системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ с ростом значений x .

дый раствор $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$:



Сравнивая условия получения BaTiO_3 и $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ как индивидуальных веществ и в смеси, формирующей материалы системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$, необходимо отметить, что в процессе образования твердого раствора параллельно идет образование фаз BaTiO_3 и $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$. Поэтому промежуточные фазы при синтезе материалов системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ подобны таковым при образовании индивидуальных веществ BaTiO_3 и $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$. Однако есть определенные различия, в частности температура образования фазы BaTiO_3 в системе $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$, где $x=0.5$, составляет $700\text{ }^\circ\text{C}$, в то

время как температура образования индивидуального вещества BaTiO_3 — $1150\text{ }^\circ\text{C}$. При синтезе BaTiO_3 дополнительно наблюдается наличие промежуточной фазы BaTi_3O_7 [9]. Фаза $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ формируется в системе $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$, где $x=0.5$, при $900\text{ }^\circ\text{C}$, а индивидуальное вещество $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ — при $800\text{ }^\circ\text{C}$.

На рис. 3 показана температурная зависимость удельного сопротивления для материалов системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$, где $x = 0.1, 0.15$ и 0.25 . С ростом содержания x наблюдается постепенное смещение интервала ПТКС в сторону высоких температур. При повышении концентрации висмута-калия в $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ уменьшается кратность изменения сопротивления $\rho_{\max}/\rho_{\min}$ в области ПТКС (вставка на рис. 3). С ростом x значение $\rho_{\max}$ мало изменяется, в то время как значение $\rho_{\min}$ увеличивается. В системе $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$, где $x = 0.1, 0.15$ и 0.25 , величина эффекта ПТКС при $200\text{ }^\circ\text{C}$ составляет $6.66, 6.81$ и 6.33% соответственно.

Обнаружено, что с увеличением содержания x размер зерен спеченной керамики уменьшается (рис. 4). Это может быть связано с сегрегацией ионов K^+ вблизи границ зерен [7]. В результате транспорт вещества замедляется и образуются меньшие по размеру зерна. Размер зерен керамики $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ уменьшается от 3.5 до $1\text{ }\mu\text{m}$ для $x = 0.1$ и $0.4\text{ }\mu\text{m}$ соответственно.

Известно, что с уменьшением размера зерен в ПТКС-керамике увеличивается общее количество диэлектрических границ зерен. Это приводит к возрастанию общего сопротивления материала [12]. Следовательно, увеличение значения минимального сопротивления $\rho_{\min}$ (вставка на рис. 3) керамики $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ с ростом x обусловлено уменьшением размера зерна (рис. 4).

ВЫВОДЫ. Таким образом, промежуточными

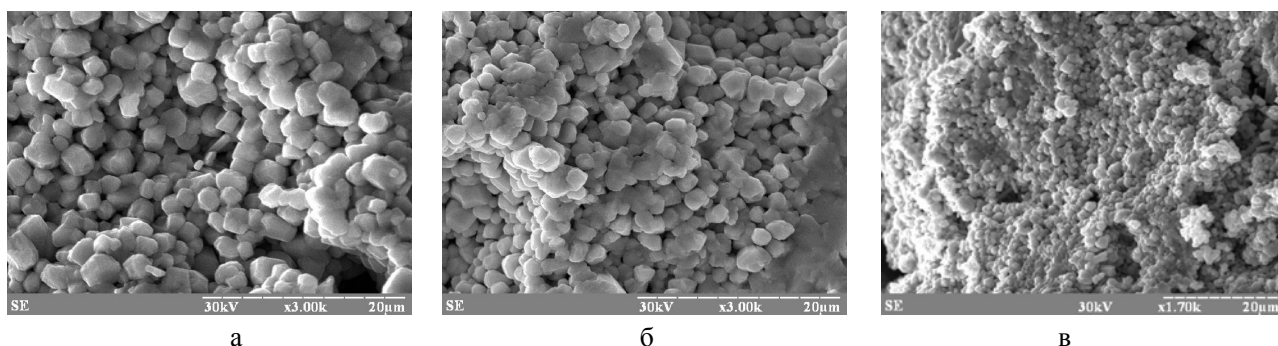


Рис. 4. Микрофотографии материалов системы $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$: $x=0.1$ (а); 0.2 (б); 0.3 (в).

фазами при синтезі матеріалів системи $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ ($x=0.5$) являються політитанати барія (BaTi_4O_9 , Ba_2TiO_4 , BaTiO_3), висмута і калія ($\text{Bi}_{12}\text{Ti}_{20}$, $\text{Bi}_2\text{Ti}_2\text{O}_7$, K_2TiO_3 , $\text{K}_2\text{Ti}_6\text{O}_{13}$, $\text{K}_2\text{Ti}_2\text{O}_5$, $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$). Температури утворення BaTiO_3 і $\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ відрізняються в разі синтезу окремих речовин і матеріалів системи $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$. Виявлено, що з підвищенням вмісту x розмір зерен спекеної кераміки зменшується, що може бути пов'язано з сегрегацією іонів K^+ поблизу меж зерен. Показано, що з підвищенням значення x в $(1-x)\text{BaTiO}_3-x\text{K}_{0.5}\text{Bi}_{0.5}\text{TiO}_3$ зменшується кратність зміни опору $\rho_{\text{max}}/\rho_{\text{min}}$. Максимальне значення опору ρ_{max} змінюється незначально, а мінімальне значення опору ρ_{min} збільшується, що можна пояснити зростанням кількості діелектричних меж зерен в кераміці.

РЕЗЮМЕ. Вивчено мікроструктуру та характеристики ефекту позитивного температурного коефіцієнта опору (ПТКО) матеріалів на основі системи $(1-x)\text{BaTiO}_3-x(\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{TiO}_3$ ($0 \leq x \leq 0.5$). Визначено послідовність реакцій, що протікають при синтезі даних матеріалів. Показано, що розмір зерен зменшується зі збільшенням значення x . Досліджено вплив розміру зерен кераміки на характеристики ефекту ПТКО.

SUMMARY. The microstructure and characteristics of the positive temperature coefficient of resistivity (PTCR) effect in $(1-x)\text{BaTiO}_3-x(\text{Bi}_{0.5}\text{K}_{0.5})\text{TiO}_3$ system ($0 \leq x \leq 0.5$) were studied. The sequence of reactions that occur during the synthesis of these materials was determined. It was shown that the grain size decreases with x increasing. The influence of grain size of ceramics on the characteristics of PTCR effect was investigated.

1. Leng S., Li G., Zheng L. et al. // J. Amer. Ceram. Soc. -2009. -**92**, № 11. -P. 2772—2775.
2. Бондаренко Е.И., Павлов А.Н., Раевский И.П., Прокопало И.П. // Физика тв. тела. -1985. -**27**, № 8. -С. 2530—2533.
3. Xiang P.H., Harinaka H., Takeda H. et al. // J. Appl. Phys. -2008. -**104**, № 9. -P. 094108.
4. Hou Y.D., Hou L., Huang S.Y. et al. // Solid State Commun. -2006. -**137**, № 12. -P. 658—661.
5. Zhu M.K., Hou L., Hou Y.D. et al. // Materials Chem. Phys. -2006. -**99**, № 2—3. -P. 329—332.
6. Bhaskar Rao P. V., Ramana E.V., Sankaram T.B. // J. Alloys Compounds. -2009. -**467**, № 1—2. -P. 293—298.
7. Zhou C., Liu X., Li W., Yuan C. // Materials Chem. Phys. -2009. -**114**, № 2—3. -P. 832—836.
8. Otonicar M., Skapin S.D., Spreitzer M., Suvorov D. // J. Eur. Ceram. Soc. -2010. -**30**, № 4. -P. 971—979.
9. Вьюнов О.И. Дисс. ... канд. хим. наук. -Киев, 1998.
10. Drofenik M. // J. Amer. Ceram. Soc. -1992. -**75**, № 9. -P. 2383—2389.
11. Kumar S., Messing G.L., White W.B. // Ibid. -1993. -**76**, № 3. -P. 617—624.
12. Wang D.Y., Umeya K. // Ibid. -1990. -**73**, № 3. -P. 669—677.

Інститут загальної та неорганічної хімії
ім. В.І. Вернадського НАН України, Київ

Поступила 17.05.2011

УДК 541.13.136

С.О. Тарасенко, В.Ф. Зінченко, І.В. Стоянова, К.О. Вітюкова

ВЗАЄМОДІЯ CaF_2 З СОЛЬОВИМ РОЗТОПОМ $\text{NaPO}_3\text{—NaCl (KCl)}$

Методами рентгенівського фазового аналізу, ІЧ-спектроскопії та спектроскопії дифузного відбиття визначено характер взаємодії між CaF_2 і розтопами $\text{NaPO}_3\text{—NaCl (KCl)}$. Встановлено, що взаємодія протікає за рахунок гідролізу NaPO_3 і приводить до утворення фтороапатиту. За допомогою ІЧ-спектроскопії підтверджено наявність кристалізаційної та адсорбційної води у вихідному зразку NaPO_3 , яка втрачається після термообробки. З'ясовано, що при різних умовах термообробки NaPO_3 відбувається зміна структури, що негативно впливає на його реакційну здатність до взаємодії з CaF_2 .

Сольові розтопи різного складу є зручним середовищем для проведення процесів синтезу, вирощування монокристалів і модифікування фор-

ми і розміру часток різноманітних речовин [1, 2]. Нами раніше застосовані хлоридний, карбонатний та нітратний розтопи для результативного

© С.О. Тарасенко, В.Ф. Зінченко, І.В. Стоянова, К.О. Вітюкова, 2011