

ДИЕЛЕКТРИЧНИ СВОЙСТВА НА СЕГНЕТОКЕРАМИКА ОТ ТВЪРДИ РАЗТВОРИ НА БАРИЕВ ТИТАНАТ-БАРИЕВ СТАНАТ

DIELECTRIC PROPERTIES OF THE FERROCERAMICS PREPARED BY SOLID SOLUTIONS OF BARIUM STANNATE TITANATE

Ivaylo Lazarov

Technical University of Gabrovo

Abstract

BaSn_xTi_{1-x}O₃ solid solutions with Sn content (x=0.05, 0.2) prepared by solid state reaction method are studied. The temperature dependencies on the dielectric permittivity and tangent of the dielectric losses have been obtained. With increasing Sn content the values of the dielectric permittivity and the Curie temperature decreases. The values of the tangent of the dielectric losses decrease with increasing Sn content.

Keywords: barium stannate titanate, dielectric permittivity; tangent of the dielectric losses.

ВЪВЕДЕНИЕ

Бариевият титанат е обещаващ материал, притежаващ изключителни свойства като високи стойности за относителната диелектрична проникваемост (ϵ_r), ниски стойности за тангенс от ъгъла на диелектричните загуби ($\text{tg}\delta$), висок коефициент на електромеханична връзка, нелинейна зависимост на относителната диелектрична проникваемост от интензитета на електрическото поле [1].

За промяна на свойствата на бариевият титанат се използват легиране както с йони, заместващи бариевите йони, така и йони заместващи титановите. Бариевите йони се заместват със стронциеви [2], калциеви [3], оловни [4] и др. Йоните на титана се заместват с циркониеви [5], калаени [6] и др. При достатъчна разтворимост се получават твърди разтвори.

При заместването на титановите йони с калаени се изменят в широки граници температурата на Кюри и максималната стойност на относителната диелектрична проникваемост.

При изследване на твърди разтвори на бариев титанат-бариев станат при заместване на 10% от титановите йони с калаени са получени високи стойности за относителната диелектрична проникваемост ($\epsilon_r=4600$), а

температурата на Кюри се понижава приблизително до 50°C [7].

В работа [8] са изследвани тънки филми от бариев титанат – бариев станат с различни количества калени йони (x=0, 0.05, 0.10, 0.15). Установено е, че с увеличаване съдържането на калаените йони фазовият преход се измества към температури близки до стайната.

Получена чрез твърдофазна реакция керамика от BaTi_{1-x}Sn_xO₃ (x=0 до 0.15) е изследвана в [9]. С повишаване съдържанието на калаените йони се увеличава относителната диелектрична проникваемост и се понижава температурата на Кюри.

Цел на настоящата работа е да се изследват температурните зависимости на относителната диелектрична проникваемост (ϵ_r) и тангенс от ъгъла на диелектричните загуби ($\text{tg}\delta$) на материали от твърди разтвори на бариев титанат – бариев станат BaTi_{1-x}Sn_xO₃ (x=0.05 до 0.2) при различни честоти.

ИЗЛОЖЕНИЕ

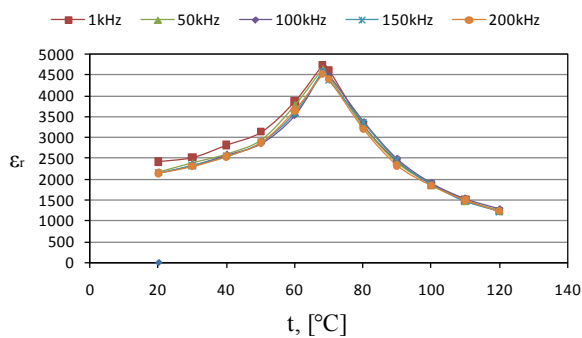
Изследваните материали са получени по стандартна керамична технология. Използваните изходни компоненти са бариев карбонат (BaCO₃), титанов диоксид (TiO₂) и калаен диоксид (SnO₂). След подготовка на изходните компоненти и тяхното притегля-

не е проведено смилане и хомогенизиране в планетарна мелница „Pulvizer 5” в среда от дейониизирана вода в продължение на 4h. След изсушаване е прибавен 5% разтвор на поливинилов алкохол и съставите са гранулирани. При достигане на необходимата влажност на праховете е проведено пресоване на образците във формата на дискове. Тези образци се изсушават при температура 120°C за отстраняване на влагата.

Синтезирането на материалите е извършено във въздушна среда, върху алундова подложка, покрита с прах от TiO_2 . Синтезът на материалите е извършен при температура 1250°C в продължение на 5h. За осъществяване на електрически контакт е използвана сребърна паста, спечена при 900°C в продължение на 1h.

За измерване на диелектричните характеристики е използван прецизен LCR метър Arplent AT2816A.

На фиг. 1. са показани температурните зависимости на относителната диелектрична проницаемост за материали, получени от твърд разтвор на $BaTi_{0.95}Sn_{0.05}TiO_3$ при пет различни честоти $f=(1, 50, 100, 150$ и $200)kHz$.



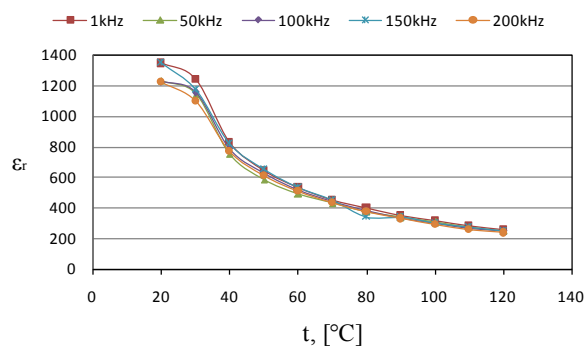
Фиг. 1. Температурни зависимости на относителната диелектрична проницаемост за материали от твърд разтвор на $BaTi_{0.95}Sn_{0.05}O_3$ при различни честоти

Максимум в температурните зависимости на относителната диелектрична проницаемост е получен при температура 68°C при всички честоти. Стойностите на относителната диелектрична проницаемост са най-високи при честота 1kHz, както при стайна температура, така и в максимума на

температурната зависимост на относителната диелектрична проницаемост.

Относителната диелектрична проницаемост намалява с увеличаване на честотата, като в честотния интервал (50÷200)kHz стойностите на ϵ_r не се различават съществено.

Температурните зависимости на относителната диелектрична проницаемост за материали, получени от твърд разтвор на $BaTi_{0.8}Sn_{0.2}TiO_3$ при различни честоти са показани на фиг. 2.

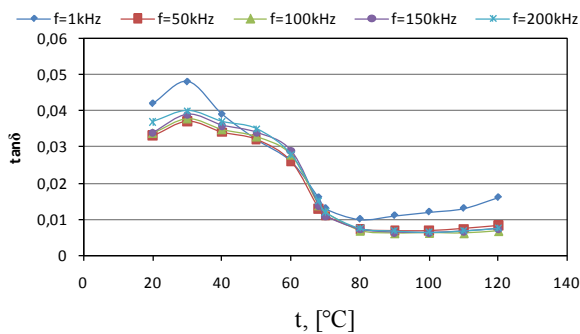


Фиг. 2. Температурни зависимости на относителната диелектрична проницаемост за материали от твърд разтвор на $BaTi_{0.8}Sn_{0.2}O_3$ при различни честоти

С увеличаване на температурата в изследвания температурен диапазон не се наблюдават максимуми на относителната диелектрична проницаемост. При различните честоти стойностите на ϵ_r са близки. Получените стойности за относителната диелектрична проницаемост са по-ниски в сравнение със тези на материали от твърд разтвор на $BaTi_{0.95}Sn_{0.05}O_3$.

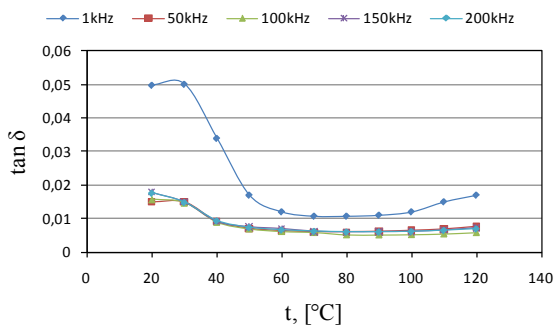
Температурните зависимости на тангенса на ъгъла на диелектричните загуби при различни честоти са показани на фиг.3.

При всички честоти са получени високи стойности за $tg\delta$ при стайна температура, като най-високи стойности за $tg\delta$ са получени при честота 1kHz. В температурните зависимости на $tg\delta$ се наблюдава слабо изразен максимум при температура около 25°C. С повишаването на температурата до 80°C $tg\delta$ намалява. При температури над 80°C $tg\delta$ се повишава, като най-силно е повишението при честота 1kHz.



Фиг. 3. Температурни зависимости на тангенс от ъгъла на диелектричните загуби за материали от твърд разтвор на $BaTi_{0.95}Sn_{0.05}TiO_3$ при различни честоти

Получените температурни зависимости на $tg\delta$ за материали от твърд разтвор на $BaTi_{0.8}Sn_{0.2}TiO_3$ са показани на фиг. 4.



Фиг. 3. Температурни зависимости на тангенс от ъгъла на диелектричните загуби за материали от твърд разтвор на $BaTi_{0.8}Sn_{0.2}TiO_3$ при различни честоти

Високи стойности за $tg\delta$ са получени при честота 1kHz. Стойностите на $tg\delta$ при останалите честоти са близки, като в температурния интервал (40÷120)°C не се наблюдава съществено изменение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Получени са материали от твърди разтвор на бариев титанат $BaTi_{1-x}Sn_xO_3$ ($x=0.05$ до 0.2) по стандартна керамична технология. Изследвани температурните зависимости на относителната диелектрична проницаемост (ϵ_r) и тангенса от ъгъла на диелектричните загуби ($tg\delta$) при различни честоти.

По-високи стойности за относителната диелектрична проницаемост (ϵ_r) са получе-

ни за материали от твърд разтвор на $BaTi_{0.95}Sn_{0.05}TiO_3$. За тези материали се наблюдава максимум в температурната зависимост на относителната диелектрична проницаемост при всички честоти. При честоти от 50kHz до 200kHz са получени пониски стойности за $tg\delta$ за материали от $BaTi_{0.8}Sn_{0.2}TiO_3$. При всички материали се наблюдава понижаване на $tg\delta$ с повишаване на температурата.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Jaffe B., W. Cook, H. Jaffe. Piezoelectric ceramics, Academic Press, London, 1971.
- [2] Golmonammad M., A. Nemati, M.A.Maghihi. Synthesis and dielectric properties of nanocrystalline $BaSrTiO_3$. International Journal of Modern Physics: Conference Series, Vol.5, 2011, pp.188-195.
- [3] Salman S.A., F.T.Hassain, N.A.Bakr. Structural study of $Ba_{1-x}Ca_xTiO_3$ ceramic perovskite material using X-ray diffraction analysis. Journal of Nanotechnology and Advanced Materials, Vol.4, 2006, pp.1-7
- [4] Moda H.A., HRD and electric properties of lead barium titanate ferroelectric ceramic. Australian Journal of Basic and Applied Sciences, Vol.5, 2011, pp.1472-1477.
- [5] Takanori H., M.Nishida, T.Araki, T.Ohno, T.Kawacha, M. Murasugi, H.Tabati, T.Kawai. Dielectric properties of $Ba(ZrTi)O_3$ thin films fabricated by pulsed laser deposition. JLMN – Journal of Laser Micro/Nanoengineering, Vol.2, 2007, pp.166-169.
- [6] Wei X., X.Yao. Preparation, structure and dielectric property of barium stannate titanate ceramics. Materials Science and Engineering B, Vol. 137, 2007, pp. 184-188.
- [7] Ansari A.M., K.Sreenivas. Thermogravimetric, dielectric and structural properties of $BaSn_{0.1}Ti_{0.9}O_3$ prepared by solid state route. AIP Conference Proceedings, Vol.1, AnArbor, 29-30July,2009,pp.1-4.
- [8] Zhai J., X.Yao, B. Shen, L. Zhang. Dielectric properties $Ba(Sn_xTi_{1-x})$ thin films grown by sol-gel process. Journal of the American Ceramic Society, Vol.87, 2005, pp. 2223-2227.
- [9] Markovic S., M. Mitric, D. Uskovic. Preparation and properties of $BaTi_{1-x}Sn_xO_3$ multilayered ceramics. Journal of European Ceramic Society, Vol.27,2007, pp.505-509.