

ẢNH HƯỞNG CỦA TẠP Ta ĐẾN TÍNH CHẤT ÁP ĐIỆN CỦA HỆ GỐM TRÊN CƠ SỞ KNN

Hoàng Ngọc An¹, Nguyễn Thị Kiều Oanh¹, Ngô Văn Tuấn^{1,2}, Đỗ Thanh Tùng^{1,2};
Bùi Thị Hồng Thu^{1,3}, Trần Trung Nhân^{1,4}, Lê Thị Liên Phương¹, Duyệt Thị Hoài Trang¹,
Lê Trần Uyên Tú^{1*}, Võ Thanh Tùng^{1*}

¹ Khoa Vật lý, Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế

² Trường THPT Nguyễn Chí Thanh, Gia Lai

³ Trường THPT Phan Bội Châu, Gia Lai

⁴ Trường THPT Lê Thành Phương, Phú Yên

*Email: tuletranuyen@hueuni.edu.vn, vttung@hueuni.edu.vn

Ngày nhận bài: 21/2/2020; ngày hoàn thành phản biện: 19/3/2020; ngày duyệt đăng: 14/7/2020

TÓM TẮT

Các hệ vật liệu $\text{Na}_{0,59}\text{K}_{0,41}\text{NbO}_3$ và $(\text{Na}_{0,55}\text{K}_{0,41}\text{Li}_{0,04})(\text{Nb}_{1-0,06-x}\text{S}_{0,06}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ với $x = 0,05$; 0,1 và 0,15 được chế tạo bằng phương pháp phản ứng pha rắn truyền thống. Tạp Ta, với các nồng độ khác nhau, khi đi vào mạng nền đã làm thay đổi cấu trúc vật liệu và ổn định sự phát triển cỡ hạt của gốm. Kết quả là một số tính chất vật lý của gốm trên cơ sở KNN được cải thiện. Hệ gốm $(\text{Na}_{0,55}\text{K}_{0,41}\text{Li}_{0,04})(\text{Nb}_{1-0,06-x}\text{S}_{0,06}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ với $x=0,1$ cho thấy tính chất áp điện tốt hơn cả với mật độ gốm đạt 4.42 g/cm^3 , hệ số liên kết điện cơ $k_p = 0,39$ và hệ số $d_{33} = 94 \text{ pC/N}$.

Từ khóa: gốm không chì, áp điện, KNN, Ta.

1. MỞ ĐẦU

Hệ gốm $\text{Pb}(\text{Zr}_{0,53}\text{Ti}_{0,47})\text{O}_3$ (PZT) với những đặc trưng sắt điện, áp điện ưu việt đã và đang được ứng dụng trong nhiều thiết bị thu phát như đầu dò sensor, biến tử siêu âm... [1,2]. Tuy nhiên, PbO trong thành phần hợp thức gốm PZT bay hơi một phần trong quá trình chế tạo có độc tính, gây ô nhiễm môi trường. Do đó, việc phát triển hệ gốm không chì với các tính chất sắt điện, áp điện tốt có thể thay thế cho hệ gốm có chì dành được nhiều quan tâm từ các nhà khoa học vật liệu [3,4].

Một trong những vật liệu gốm sắt điện không chì điển hình là KNN, một hợp chất của vật liệu sắt điện Niobate Kali (KNbO_3) và phản sắt điện Niobate Natri (NaNbO_3), có biên pha hình thái học ứng với thành phần có tỷ số Na/K $\sim 50/50$. Do đó tại thành phần này các tính chất sắt điện, áp điện và điện cơ của vật liệu là tốt nhất.

Các công bố gần đây cho thấy hệ gốm áp điện trên cơ sở $(\text{K,Na})\text{NbO}_3$ (KNN) đã đem lại một số đặc tính áp điện tương đối tốt ở lân cận biên pha hình thái học, có nhiều triển vọng trong ứng dụng [5, 6]. Đồng thời với một số biến tính hóa học, hệ gốm sẽ có kết quả tốt hơn về các tính chất điện môi, áp điện và sắt điện [7]. Tuy nhiên, các đặc trưng điện môi và áp điện của KNN thuần tương đối thấp ($d_{33} \sim 90$ pC/N) so với vật liệu PZT. Thế nên mong muốn thay thế vật liệu PZT bằng hệ gốm không chì KNN trong các ứng dụng công nghiệp gặp khó khăn. Do đó, các nghiên cứu đánh giá vai trò của các tạp chất đến cấu trúc, vì cấu trúc cũng như các đặc trưng điện của vật liệu thuần KNN nhằm tìm kiếm khả năng nâng cao đặc trưng điện của gốm trên cơ sở KNN là thật sự cần thiết.

Hầu hết các công trình nghiên cứu đều cho rằng Li^+ , Sb^{5+} và Ta^{5+} là những yếu tố pha tạp hàng đầu [6-10], có khả năng dịch chuyển nhanh biên pha trực thoi-tứ giác (O – T) về lân cận nhiệt độ phòng, dẫn đến giá trị k_p và d_{33} tăng lên do các moment lưỡng cực có thể quay dễ dàng hơn khi cấu trúc pha mất ổn định [8]. Ở bước khởi đầu trên cơ sở tham khảo các công bố trước đây, tác động của tạp Ta đến cấu trúc, vì cấu trúc và đặc trưng áp điện của hệ gốm trên cơ sở KNN khi cố định nồng độ tạp Li và Sb được quan tâm khảo sát. Do đó, trong bài báo này chúng tôi tập trung nghiên cứu “Ảnh hưởng của tạp Ta đến tính chất áp điện của hệ gốm trên cơ sở KNN”.

2. THỰC NGHIỆM

Gốm được lựa chọn nghiên cứu có công thức hóa học như sau: $(\text{Na}_{0,55}\text{K}_{0,41}\text{Li}_{0,04})(\text{Nb}_{1-0,06-x}\text{Sb}_{0,06}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ (với $x = 0,05; 0,1$ và $0,15$). Bên cạnh đó, chúng tôi tiến hành chế tạo hệ gốm thuần với công thức $\text{Na}_{0,59}\text{K}_{0,41}\text{NbO}_3$ nhằm so sánh sự thay đổi về cấu trúc và đặc trưng điện của KNN khi không và có pha tạp. Các phối liệu ban đầu là lần lượt là các oxit Nb_2O_5 , Sb_2O_3 , Ta_2O_5 và các muối NaCO_3 , K_2CO_3 , Li_2CO_3 , (với độ tinh khiết $\geq 99\%$).

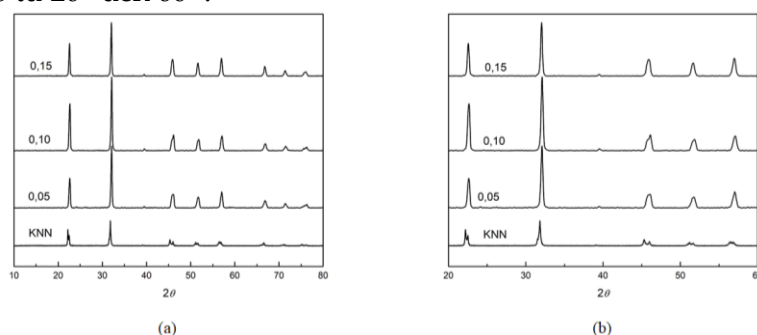
Vật liệu sau khi nung sơ bộ được tiếp tục nghiền trong 2 giờ. Sau đó, chúng được cân theo đúng tỷ lệ mong muốn và nghiền sơ bộ bằng máy nghiền hoạt động theo cơ chế cọ xát với tốc độ 100 vòng/ phút trong 2 giờ trong dung môi ethanol. Hỗn hợp bột sau đó được sấy khô, ép định hình bằng khuôn hình trụ với áp lực 500 kg/ cm^2 và tiến hành nung sơ bộ ở nhiệt độ 850 °C trong 2 giờ.

Vật liệu sau khi nung sơ bộ được tiếp tục nghiền trong 2 giờ. Máy nghiền sử dụng máy ép đơn trục, ép bột thành dạng đĩa có đường kính 12 mm ở áp lực 1,0 T/ cm^2 . Sau đó mẫu được nung thiêu kết ở nhiệt độ 1100 °C trong 2 giờ với tốc độ gia nhiệt 5 °C/ phút. Các mẫu được xử lý bề mặt để đảm bảo độ nhẵn bóng và tính song phẳng của hai bề mặt gốm trước khi phủ điện cực bằng bạc. Sau đó, gốm được phân cực trong dầu cao áp bằng cách áp đặt điện trường một chiều cỡ 2 kV/mm, lên hai bề mặt gốm ở nhiệt độ 110 °C trong khoảng 30 phút.

Nhóm chúng tôi đã tiến hành đo mật độ của gốm bằng phương pháp Archimedes. Pha cấu trúc được xác định bằng máy nhiễu xạ tia X (XRD) (D8 ADVANCE), vi cấu trúc của hệ gốm cũng được kiểm tra bởi kính hiển vi điện tử quét (SEM; HITACHI S-4800). Tính chất áp điện của hệ gốm được khảo sát thông qua phổ cộng hưởng ghi nhận từ hệ đo tự động hóa HP 4193A và RLC Hioki 3532.

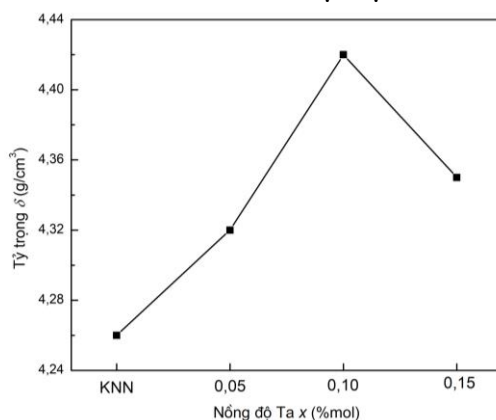
3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

Kết quả khảo sát các phổ nhiễu xạ tia X (XRD) của các hệ gốm $(\text{Na}_{0,55}\text{K}_{0,41}\text{Li}_{0,04})(\text{Nb}_{1-0,06-x}\text{S}_{0,06}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ với $x = 0; 0,05; 0,1$ và $0,15$ và $\text{Na}_{0,59}\text{K}_{0,41}\text{NbO}_3$ (KNN thuần) được biểu diễn ở hình 1a. Hình 1b là phổ nhiễu xạ tia X của các hệ vật liệu trên ứng với góc 2θ từ 20° đến 60° .



Hình 1. Giản đồ nhiễu xạ tia X của các hệ gốm $\text{Na}_{0,59}\text{K}_{0,41}\text{NbO}_3$ (KNN thuần) và $(\text{Na}_{0,55}\text{K}_{0,41}\text{Li}_{0,04})(\text{Nb}_{1-0,06-x}\text{S}_{0,06}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ với (a) $2\theta = 10^\circ \div 80^\circ$, (b) $2\theta = 20^\circ \div 60^\circ$.

Giản đồ nhiễu xạ tia X được biểu diễn ở hình 1 cho thấy hệ gốm KNN thuần được chế tạo có cấu trúc trực thoi đặc trưng bởi đỉnh nhiễu xạ kép ứng với góc 2θ lân cận 22° , 32° và 46° [7], không tồn tại pha thứ hai. Trong khi đó, phổ nhiễu xạ của các hệ KNN pha tạp cho thấy sự thay đổi rõ nét về hình dạng các đỉnh nhiễu xạ ở các góc $2\theta = 46^\circ$, 53° , và 58° . Sự phân tách của các đỉnh nhiễu xạ kép trở nên kém rõ ràng. Bên cạnh đó mối tương quan về cường độ đỉnh nhiễu xạ giữa hai đỉnh trong mỗi đỉnh kép cũng thay đổi. Qua đó, có thể nhận định rằng các tạp đã đi vào cấu trúc của mạng nền KNN làm thay đổi cấu trúc và vi cấu trúc của vật liệu.

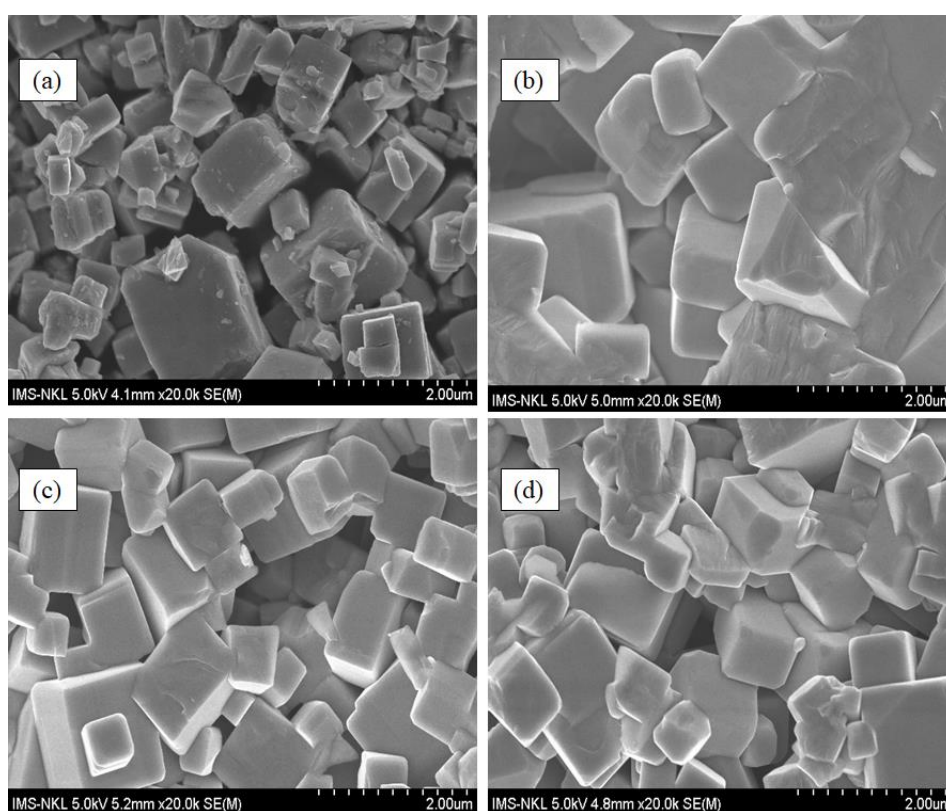


Hình 2. Sự phụ thuộc của mật độ gốm trên cơ sở KNN vào nồng độ pha tạp Ta.

Ảnh hưởng của tạp Ta đến tính chất áp điện của hệ gốm trên cơ sở KNN

Kết quả khảo sát mật độ gốm của hệ gốm trên cơ sở KNN pha tạp được biểu diễn ở hình 2. Đồ thị hình 2 cho thấy khi đưa tạp Ta vào hệ gốm trên cơ sở KNN mật độ gốm của hệ đã được cải thiện đáng kể. Ban đầu mật độ gốm của hệ trên cơ sở KNN tăng khi nồng độ tạp Ta tăng và đạt giá trị cao nhất ($4,42 \text{ g/cm}^3$) tại nồng độ $x=0,1$. Sau đó, mật độ gốm giảm dần khi nồng độ Ta tiếp tục tăng.

Ảnh hiển vi điện tử quét (SEM, hình 3) cho thấy các hạt gốm KNN sau thiêu kết hầu hết có dạng tứ giác với biên hạt rõ ràng. Tuy nhiên, kích thước các hạt gốm không đồng đều, giữa các hạt còn tồn tại các lỗ xốp. Với sự tham gia của đồng thời của các tạp Li, Sb và Ta kích thước các hạt gốm trở nên đồng đều hơn, biên hạt rõ ràng và số lượng các lỗ xốp giảm.

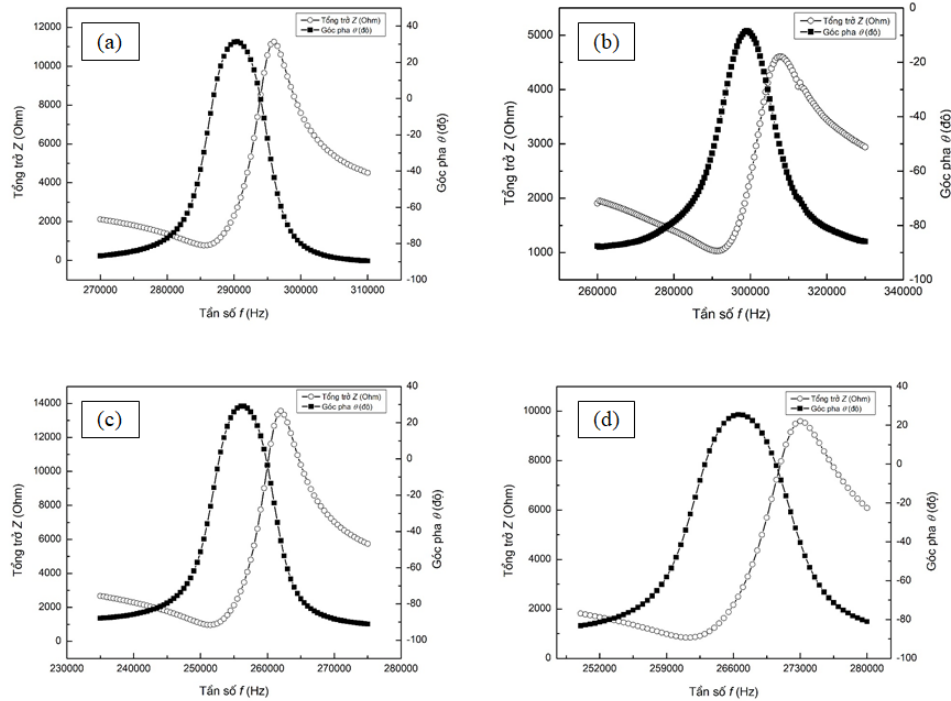


Hình 3. Ảnh hiển vi điện tử quét (SEM) của các hệ gốm (a) $\text{Na}_{0,59}\text{K}_{0,41}\text{NbO}_3$ và $(\text{Na}_{0,55}\text{K}_{0,41}\text{Li}_{0,04})(\text{Nb}_{1-0,06-x}\text{Sb}_{0,06}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ với (b) $x = 0,05$; (c) $x = 0,1$ và (d) $x = 0,15$.

Kết quả này có thể được lý giải là do sự có mặt của tạp Li đóng vai trò chất chảy làm giảm thiểu sự tồn tại của các lỗ xốp. Đồng thời các tạp Sb và Ta cũng có thể tác động đến tính đồng đều trong quá trình phát triển kích thước hạt của gốm [7]. Kết quả đánh giá vi cấu trúc khá phù hợp với kết quả thu được từ phổ nhiễu xạ tia X và mật độ gốm.

Để đánh giá tính chất áp điện của hệ gốm trên cơ sở KNN, các phổ dao động cộng hưởng theo phương bán kính khi tần số thay đổi của các hệ đã được đo ở nhiệt

độ phòng. Từ các phổ dao động, các thông số áp điện của các mẫu đã được xác định thông qua chuẩn *IREE*.



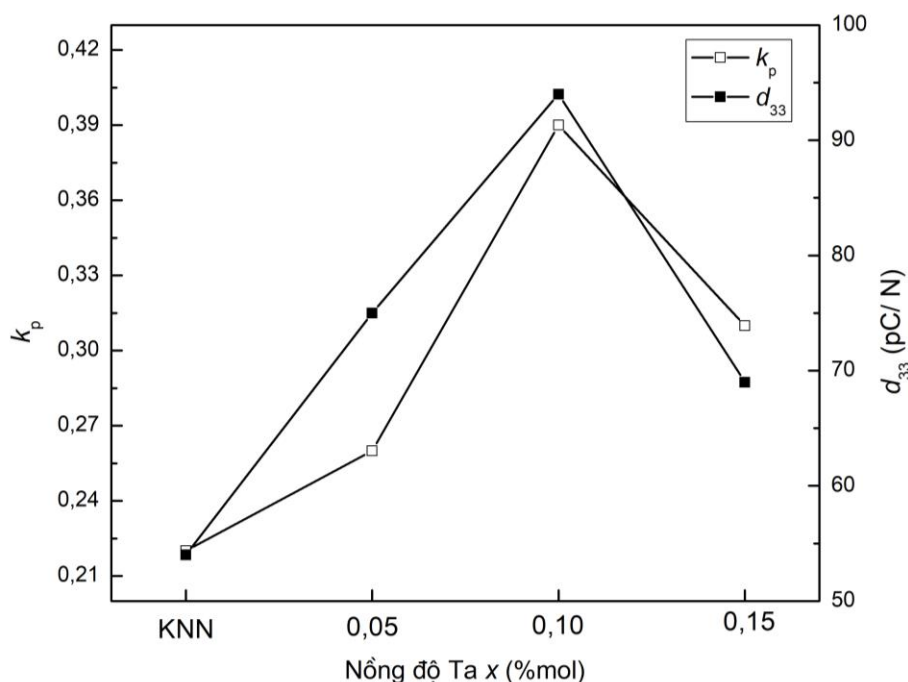
Hình 4. Phổ dao động cộng hưởng theo phương radian của các hệ gốm (a) $\text{Na}_{0,59}\text{K}_{0,41}\text{NbO}_3$ và $(\text{Na}_{0,55}\text{K}_{0,41}\text{Li}_{0,04})(\text{Nb}_{1-0,06-x}\text{S}_{0,06}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ với (b) $x = 0,05$; (c) $x = 0,1$ và (d) $x = 0,15$.

Các giá trị của hệ số liên kết điện cơ k_p và hệ số áp điện d_{33} của hệ gốm KNN thuần và KNN pha tạp khi nồng độ tạp Ta thay đổi được biểu diễn ở bảng 1.

Bảng 1. Hệ số k_p và d_{33} của các hệ gốm trên nền KNN.

Thông số áp điện	KNN	$(\text{Na}_{0,55}\text{K}_{0,41}\text{Li}_{0,04})(\text{Nb}_{1-0,06-x}\text{S}_{0,06}\text{Ta}_x)\text{O}_3$		
		$x = 0,05$	$x = 0,1$	$x = 0,15$
k_p	0,22	0,26	0,39	0,31
d_{33}	54	75	94	69

Ảnh hưởng của tạp Ta đến tính chất áp điện của hệ gốm trên cơ sở KNN



Hình 5. Sự phụ thuộc của hệ số k_p và d_{33} gốm KNN vào sự pha tạp Ta.

Kết quả thu được từ bảng 1 và đồ thị ở hình 5 cho thấy quy luật biến thiên của hệ số k_p và d_{33} của gốm KNN dưới tác động của các đồng pha tạp Li, Sb và Ta. Thực nghiệm cho thấy các thông số áp điện của gốm KNN là k_p và d_{33} được cải thiện rõ khi pha tạp. Sự biến đổi tính chất áp điện của gốm trên cơ sở KNN có thể được lý giải do sự thay đổi của cấu trúc và vi cấu trúc dưới tác động của các tạp như đã trình bày ở trên. Bên cạnh đó, các phổ cộng hưởng dao động theo phương bán kính của các gốm ở hình 4 cho thấy các đồng pha tạp có thể làm giảm giá trị Z_{min} vốn rất cao cỡ 2000 Ω của hệ KNN thuần, dẫn đến sự cải thiện trị số của hệ số liên kết điện cơ k_p .

Kết quả thực nghiệm cũng chỉ ra rằng ban đầu các giá trị k_p và d_{33} có xu hướng tăng khi tăng nồng độ tạp Ta. Giá trị cực đại của các thông số áp điện lần lượt là $k_p = 0,39$ và $d_{33} = 94$ pC/ N ứng với nồng độ Ta pha tạp là 0.1; sau đó giảm khi tiếp tục tăng nồng độ Ta. Quy luật thay đổi của các thông số áp điện theo nồng độ tạp Ta được dự đoán là liên quan đến sự thay đổi cấu trúc pha khi Ta đi vào cấu trúc mạng nền.

4. KẾT LUẬN

Ảnh hưởng của nồng độ Ta đến tính chất vật lý của hệ gốm trên cơ sở KNN đã được nghiên cứu bước đầu. Sự có mặt của các đồng pha tạp trong mạng nền làm thay đổi cấu trúc pha trực thoi của gốm thuần KNN đồng thời làm ổn định sự phát triển cỡ hạt của gốm. Do đó gốm KNN pha tạp có đặc trưng áp điện tốt hơn. Kết quả nghiên cứu cũng cho thấy đặc trưng điện của gốm trên cơ sở KNN thay đổi đáng kể khi nồng

độ tạp Ta thay đổi. Những nghiên cứu tiếp theo nhằm xác định nồng độ tạp Ta tối ưu cho hệ gốm trên cơ sở KNN cần được thực hiện.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. Xu, Y. (1991). *Ferroelectric Materials and Their Applications*. North-Holland, Amsterdam-London-NewYork-Tokyo.
- [2]. Hamidreza Hoshyarmanesh, Nafiseh Ebrahimi, Amir Jafari, Parisa Hoshyarmanesh, Minjae Kim and Hyung-Ho Park, (2019). PZT/PZT and PZT/BiT Composite Piezo-Sensors in Aerospace SHM Applications: Photochemical Metal Organic + Infiltration Deposition and Characterization. *Sensors*, 19, 13.
- [3]. Zhang, Z., Wu, P., Chen, L., & Wang, J. (2010). Systematic Variations in Structural and Electronic Properties of BiFeO₃ by A-site Substitution. *Applied Physics Letters*, 96, 012905-3.
- [4]. Tabuchi, K., Nagata, H., & Takenaka, T. (2013). Fabrication and Electrical Properties of Potassium Excess and Poor (Bi_{1/2}K_{1/2})TiO₃ Ceramics. *Journal of The Ceramic Society of Japan*, 121, 623-626.
- [5]. P. D. Gio, N. D. Phong (2015). Effects of LiF on the Structure and Electrical Properties of (Na_{0.52}K_{0.435}Li_{0.045})Nb_{0.87}Sb_{0.08}Ta_{0.05}O₃ Lead-Free Piezoelectric Ceramics Sintered at Low Temperatures. *Journal of Materials Science and Chemical Engineering*, 3, 13-20.
- [6]. Mallika Bhattacharyya (2011). Some studies of lead free KNN – LN ceramics. *Master's thesis of science in physics, department of physics national institute of technology rourkela*, 769008.
- [7]. Wu, J., Tao, H., et al (2015). X. *RSC Adv.*, 5, 14575.
- [8]. Zhao, Y., Huang, R., Liu, R., et al (2013). *Ceram. Int.*, 39, 425.
- [9]. Skidmore, T., et al (2008). Phase Development During Mixed- Oxide Processing of a [Na_{0.5}K_{0.5}NbO₃]_{1-x} – [LiTaO₃]_x Powder. *Key Engineering Materials, High-Performance Ceramics V*, 1886-9, 368-372
- [10]. Phan Dinh Gio, Van Thi Bich Thuy (2016). Structure and Physical Properties of ZnO-Doped KNLN Lead-Free Piezoelectric Ceramics. *Composite Materials*. 1 (1), 12-18.

EFFECT OF Ta DOPING ON PIEZOELECTRIC PROPERTIES OF BASED KNN CERAMIC

**Hoang Ngoc An¹, Nguyen Thi Kieu Oanh¹, Ngo Van Tuan^{1,2}, Do Thanh Tung^{1,2},
Bui Thi Hong Thu^{1,3}, Tran Trung Nhan^{1,4}, Le Thi Lien Phuong¹, Dung Thi Hoai Trang¹,
Le Tran Uyen Tu^{1*}, Vo Thanh Tung^{1*}**

¹ Faculty of Physics, University of Sciences, Hue University

² Nguyen Chi Thanh high school, Gia Lai province

³ Phan Boi Chau high school, Gia Lai province

⁴ Le Thanh Phuong high school, Phu Yen province

*Email: tuletranuyen@hueuni.edu.vn, vttung@hueuni.edu.vn

ABSTRACT

Ceramic systems of $\text{Na}_{0.59}\text{K}_{0.41}\text{NbO}_3$ and $(\text{Na}_{0.55}\text{K}_{0.41}\text{Li}_{0.04})(\text{Nb}_{1-0.06-x}\text{S}_{0.06}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ with $x = 0.05; 0.1$ and 0.15 were fabricated using solid state reaction method. The Ta dopant, entering the original lattice of KNN with different concentrations, has changed the material structure and stabilized the growth of ceramic grains. As a result, some physical properties of based KNN ceramic were improved. $(\text{Na}_{0.55}\text{K}_{0.41}\text{Li}_{0.04})(\text{Nb}_{1-0.06-x}\text{S}_{0.06}\text{Ta}_x)\text{O}_3$ with $x = 0.1$ showed the best piezoelectric property with density = 4.42 g/cm^3 , $k_p = 0.39$ and $d_{33} = 94 \text{ pC/N}$.

Keywords: Lead-free piezoelectric ceramics, Piezoelectric properties, KNN, Ta.



Hoàng ngọc An sinh ngày 11/11/1997 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2019, ông tốt nghiệp cử nhân ngành Vật lý tại Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế. Từ năm 2019, ông là học viên cao học chuyên ngành Vật lý Chất rắn tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu áp điện, vật liệu nhiệt điện,...



Nguyễn Thị Kiều Oanh sinh ngày 24/10/1995 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2018, bà tốt nghiệp cử nhân ngành Vật lý tại Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế. Từ năm 2019, bà là học viên cao học chuyên ngành Vật lý Chất rắn tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu áp điện



Ngô Văn Tuấn sinh ngày 01/06/1983 tại Bình Định. Năm 2005, ông tốt nghiệp cử nhân khoa học Ngành vật lý tại Trường Đại học Quy Nhơn. Từ năm 2018, ông là học viên cao học chuyên ngành Vật lý Chất rắn tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu áp điện



Đỗ Thanh Tùng sinh ngày 27/09/1983 tại Thanh Hóa. Năm 2005, ông tốt nghiệp cử nhân ngành Sư phạm KTCN tại Trường Đại học Quy Nhơn. Từ năm 2018, ông là học viên cao học chuyên ngành Vật lý Chất rắn tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu áp điện



Bùi Thị Hồng Thu sinh ngày 10/06/1978 tại Pleiku- Gialai. Năm 2000, bà tốt nghiệp cử nhân khoa học ngành Vật lý - KTCN tại Trường Đại học sư phạm Quy Nhơn. Năm 2018, bà theo học lớp cao học của Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế tại Gialai.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu áp điện không chì



Trần Trung Nhân sinh ngày 29/08/1988 tại Phú Yên. Năm 2010, ông tốt nghiệp cử nhân ngành sư phạm vật lý tại trường Đại học Quy Nhơn. Hiện nay, ông giảng dạy tại trường THPT Lê Thành Phương, đồng thời là học viên cao học chuyên ngành Vật lý Chất rắn tại Trường Đại học Khoa học Huế, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu áp điện



Lê Thị Liên Phương sinh ngày 18/11/1971 tại Thừa Thiên Huế. Bà tốt nghiệp cử nhân ngành Vật lý tại Trường Đại học Sư phạm, ĐH Huế năm 1993. Hiện bà là nghiên cứu viên của Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: gốm áp điện



Đặng Thị Hoài Trang sinh ngày 24/12/1987 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2009, bà tốt nghiệp cử nhân ngành Vật lý tại Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế. Năm 2012, bà tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Vật lý Chất rắn tại Trường Đại học Khoa học, ĐH Huế. Từ năm 2013 đến nay, bà là giảng viên tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu áp điện, vật liệu nano,....



Lê Trần Uyên Tú sinh ngày 04/11/1981 tại Thừa Thiên Huế. Năm 2003, bà tốt nghiệp cử nhân ngành Vật lý tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế. Năm 2007, bà tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Vật lý Chất rắn. Năm 2013, bà tốt nghiệp tiến sĩ chuyên ngành Khoa học vật liệu tại Nhật Bản. Hiện nay bà là giảng viên tại Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu áp điện, vật liệu nano...



Võ Thanh Tùng sinh ngày 17/07/1979 tại Quảng Bình. Năm 2001, ông tốt nghiệp cử nhân ngành Vật lý Chất rắn tại Trường Đại học Tổng hợp Huế. Năm 2004, ông tốt nghiệp thạc sĩ chuyên ngành Vật lý Chất rắn. Năm 2009, ông tốt nghiệp tiến sĩ chuyên ngành Vật lý Chất rắn tại Belarus. Năm 2015, ông được phong hàm PGS và hiện nay là Hiệu trưởng Trường Đại học Khoa học, Đại học Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Vật liệu áp điện, kỹ thuật siêu âm, mô phỏng lý thuyết, kỹ thuật vi xử lý và ứng dụng, xử lý tín hiệu số...