

TỐI ƯU NHIỆT ĐỘ THIÊU KẾT ĐỂ TĂNG CƯỜNG CÁC TÍNH CHẤT ĐIỆN CỦA HỆ GỐM KHÔNG CHÌ $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,8}\text{K}_{0,2})_{0,5}\text{TiO}_3$

Hồ Thị Kim Phụng

Trường Cao đẳng Công nghiệp Huế

Email: htkphung@hueic.edu.vn

Ngày nhận bài: 22/02/2025; ngày hoàn thành phản biện: 4/4/2025; ngày duyệt đăng: 21/4/2025

TÓM TẮT

Trong nghiên cứu này, hệ gốm không chì $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,8}\text{K}_{0,2})_{0,5}\text{TiO}_3$ (BNKT) đã được tổng hợp bằng phương pháp phản ứng pha rắn. Ảnh hưởng của nhiệt độ thiêu kết đến các tính chất điện môi, sắt điện và áp điện của hệ vật liệu $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,8}\text{K}_{0,2})_{0,5}\text{TiO}_3$ đã được nghiên cứu chi tiết nhằm thu được các tính chất điện. Kết quả thực nghiệm cho thấy nhiệt độ thiêu kết ảnh hưởng đáng kể đến mật độ gốm và các tính chất điện của vật liệu. Tại nhiệt độ thiêu kết tối ưu là 1100°C , hệ vật liệu có các tính chất điện tốt nhất: như mật độ $\rho = 5,88 \text{ g cm}^{-3}$; hằng số điện môi ở nhiệt độ phòng $\epsilon = 1191$, tổn hao điện môi $\tan\delta = 0,05$, hệ số áp điện $d_{31} = 63 \text{ pC/N}$, hệ số liên kết điện cơ $k_p = 0,28$, và hệ số phẩm chất cơ học $Q_m = 55$, độ phân cực dư $P_r = 6,5 \text{ } \mu\text{C/cm}^2$ và trường điện kháng $E_c = 28,2 \text{ kV/cm}$.

Từ khóa: BNKT, gốm không chì, mật độ gốm, tính chất điện.

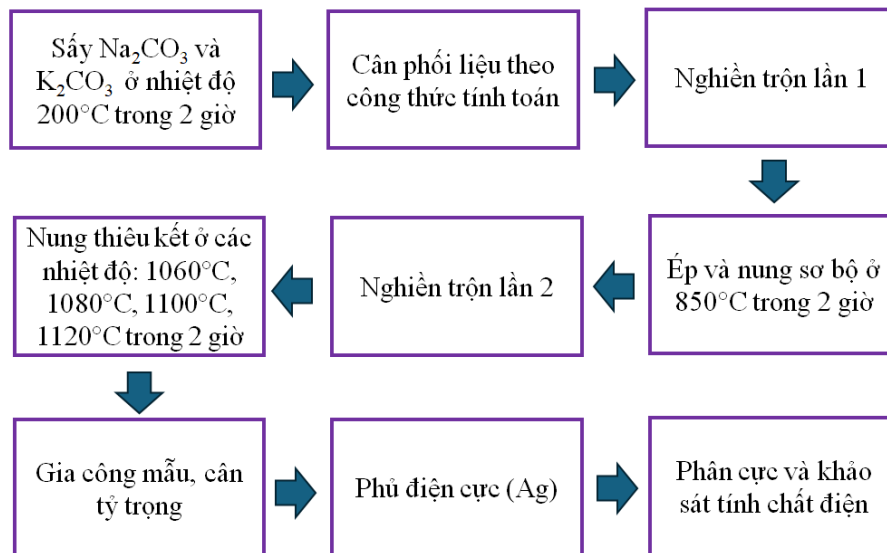
1. GIỚI THIỆU

Gốm sắt điện là một trong những vật liệu tiên tiến, chúng có vai trò quan trọng trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật. Trong nhiều năm qua, các hệ thống sắt điện đã được chế tạo và sử dụng chủ yếu là gốm trên nền Chì (PZT), độc tính của oxit chì trong quá trình xử lý dẫn đến ô nhiễm môi trường [1, 2]. Nhiều loại gốm sắt điện không chì đã được nghiên cứu như hệ gốm (K, Na)NbO₃ [3, 4], BaTiO₃, $\text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiO}_3$ và $\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3$ [5]. Việc biến đổi phần tử tại vị trí A hoặc vị trí B để thu được dung dịch rắn BNKT biến tính là một cách hữu ích để tăng cường các tính chất điện môi, sắt điện và áp điện hoặc giảm nhiệt độ thiêu kết [6, 7]. Sonia Bhandari và cộng sự [8] đã báo cáo rằng hệ gốm $\text{Bi}_{0,5+x}(\text{Na}_{0,65}\text{K}_{0,35})_{0,5}\text{TiO}_3$ có tính chất tốt khi nhiệt độ thiêu kết nằm trong khoảng $1070\text{--}1110^\circ\text{C}$ và tối ưu tại nhiệt độ 1090°C với hệ số áp điện $d_{33} = 123 \text{ pC/N}$ và độ phân cực dư là $P_r = 27,21 \text{ } \mu\text{C/cm}^2$. Pharatree Jaita và các cộng sự [9] đã báo cáo sự ảnh hưởng của các

nồng độ $\text{Ba}_{0,98}\text{Nd}_{0,02}\text{TiO}_3$ đến các tính chất của gốm áp điện không chì $(1-x)\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3 - x(\text{Ba}_{0,98}\text{Nd}_{0,02})\text{TiO}_3$. Hệ gốm $0,9\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3 - 0,1(\text{Ba}_{0,98}\text{Nd}_{0,02})\text{TiO}_3$ thiêu kết ở 1125°C có các tính chất điện môi, áp điện tốt thể hiện ở hằng số điện môi $\epsilon = 1716$, tổn hao $\tan\delta = 0,0701$, $T_c = 327^\circ\text{C}$, và $d_{33} = 211$ pC/N. Mới đây, năm 2024, Zheng và các cộng sự [10] đã báo cáo rằng độ ổn định nhiệt tuyệt vời với nhiệt độ khử phân cực cao $T_d = 251^\circ\text{C}$ thu được trong gốm ba thành phần $0,79\text{Bi}_{0,5}\text{Na}_{0,5}\text{TiO}_3 - 0,14\text{Bi}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiO}_3 - 0,07\text{BaTiO}_3$ với $d_{33} = 150$ pC/N. Trong nghiên cứu hiện tại, chúng tôi nghiên cứu sự ảnh hưởng của nhiệt độ thiêu kết đến các tính chất điện môi, sắt điện và áp điện của hệ vật liệu không chì $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,8}\text{K}_{0,2})_{0,5}\text{TiO}_3$ nhằm tối ưu hóa phương pháp chế tạo hệ gốm trên nền BNKT.

2. THỰC NGHIỆM

Công thức chung của vật liệu nghiên cứu là $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$. Các ôxít và muối cacbonat (độ tinh khiết $\geq 99,5\%$) gồm: Bi_2O_3 , TiO_2 , Na_2CO_3 và K_2CO_3 được sử dụng làm nguyên liệu ban đầu. Hỗn hợp Bi_2O_3 , TiO_2 , Na_2CO_3 và K_2CO_3 được cân và nghiền trong 20 giờ bằng máy nghiền bi sứ trong môi trường ethanol. Sau khi sấy khô, hỗn hợp được nung sơ bộ ở nhiệt độ 850°C trong 2 giờ, thu được hợp chất BNKT. Mẫu vật liệu sau khi nung sơ bộ được nghiền thêm lần nữa trong 20 giờ bằng máy nghiền bi sứ trong môi trường ethanol. Vật liệu nghiền sau khi sấy khô được ép thành đĩa đường kính 12 mm, dày 1,5 mm. Mẫu được nung lần lượt ở các nhiệt độ 1060°C , 1080°C , 1100°C , 1120°C trong 2 giờ. Quy trình công nghệ chế tạo biểu diễn trên Hình 1.



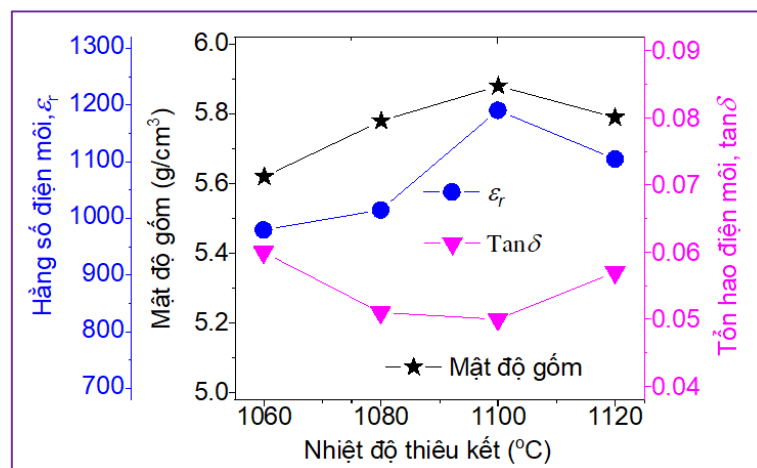
Hình 1. Sơ đồ chế tạo hệ vật liệu $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$.

Mật độ mẫu được đo bằng phương pháp Archimedes. Sự phụ thuộc nhiệt độ của hằng số điện môi và tổn thất điện môi được xác định bằng RLC HIOKI 3532. Phương

pháp Sawyer-Tower được sử dụng để xác định các đặc tính sắt điện của các mẫu. Cuối cùng, thiết bị đo LCR HIOKI 3532 khảo sát tính chất áp điện.

3. KẾT QUẢ VÀ THẢO LUẬN

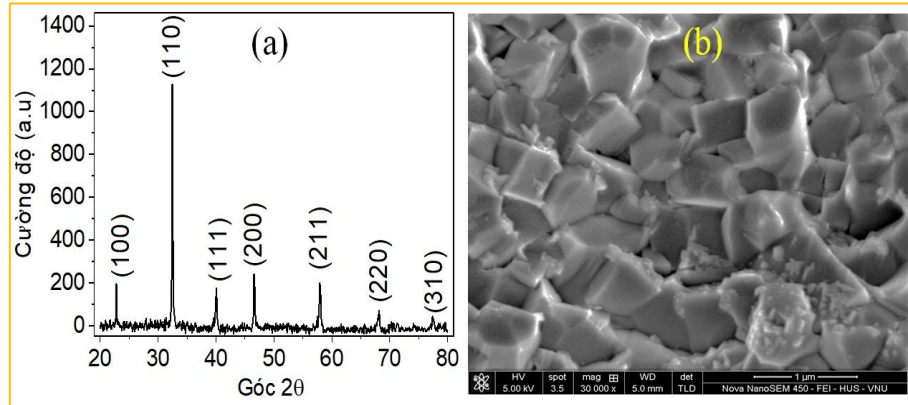
Trên hình 2 cho thấy mật độ gốm trung bình của mẫu $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$ tăng từ $5,62\text{g/cm}^3$ đến $5,88\text{g/cm}^3$ tương ứng với các nhiệt độ thiêu kết khác nhau từ 1060°C đến 1120°C trong 2 giờ. Tại nhiệt độ thiêu kết là 1100°C thì mật độ gốm của mẫu đạt giá trị cực đại $5,88\text{g/cm}^3$. Tuy nhiên, khi tăng nhiệt độ thiêu kết lên 1120°C , mật độ gốm giảm chỉ còn $5,83\text{g/cm}^3$. Điều này có thể lý giải rằng, ở các nhiệt độ thấp 1060°C và 1080°C thì mật độ gốm vẫn chưa tốt vì nhiệt độ chưa đủ để các hạt phân bố đều và xếp chặt lại với nhau. Nói cách khác, ở nhiệt độ thiêu kết cao khoảng 1100°C , điểm nóng chảy của Bi phát huy có lợi để tạo ra pha lỏng, pha lỏng này hoạt động như một chất bôi trơn trong quá trình thiêu kết, làm ướt các hạt rắn và cung cấp áp suất mao dẫn giữa chúng, dẫn đến đóng rắn tốt, các hạt phân bố đồng đều và xếp chặt kết quả mật độ gốm cao. Tuy nhiên, nhiệt độ thiêu kết càng lớn ($> 1100^\circ\text{C}$) làm cho lượng Bimust (Bi) bay hơi càng nhiều dẫn đến mật độ gốm giảm. Với mật độ gốm của hệ $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,8}\text{K}_{0,2})_{0,5}\text{TiO}_3$ nung ở nhiệt độ thiêu kết 1100°C là $5,88\text{g/cm}^3$ thì chúng tôi nhận thấy rằng mật độ gốm hệ này cao hơn so với mật độ gốm là $5,84\text{g/cm}^3$ của hệ gốm $(1-x)\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3 - x(\text{Ba}_{0,98}\text{Nd}_{0,02})\text{TiO}_3$ khi nung ở nhiệt độ 1100°C với $x = 0$ ($\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$) ở công trình nghiên cứu của nhóm tác giả Pharatree Jaita và các cộng sự vào năm 2013.



Hình 2. Sự phụ thuộc của mật độ gốm, hằng số điện môi và tổn hao điện môi của mẫu $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$ vào nhiệt độ thiêu kết.

Trên hình 2 cũng cho thấy, khi nhiệt độ thiêu kết tăng thì hằng số điện môi tăng và đạt giá trị lớn nhất tại nhiệt độ 1100°C ($\epsilon_r = 1191$), tổn hao điện môi giảm và đạt giá trị nhỏ nhất tại nhiệt độ 1100°C ($\tan\delta = 0.05$). Khi tiếp tục tăng nhiệt độ lên thì hằng số điện môi giảm và tổn hao điện môi tăng. Điều này có thể lý giải rằng, với nhiệt độ thiêu

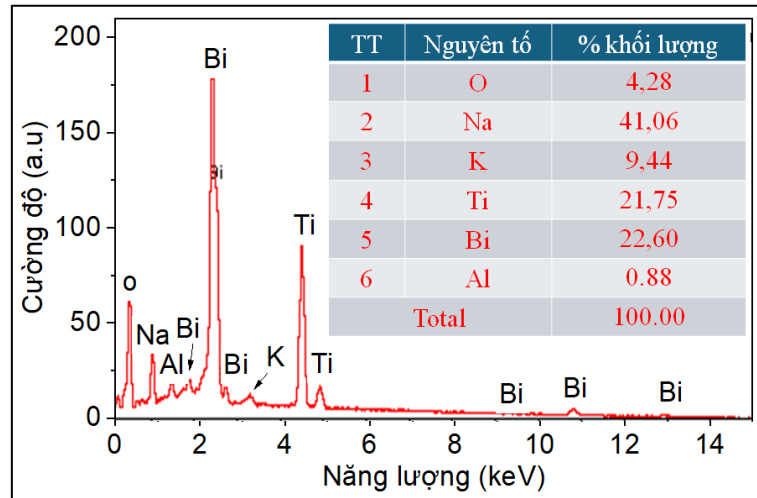
kết càng cao giúp cho sự phát triển cỡ hạt, sự định hướng của các đômên dễ dàng hơn dẫn đến tính chất điện môi tăng. Nhưng khi tăng nhiệt độ thiêu kết cao hơn ($> 1100^\circ\text{C}$) thì kích thước hạt sẽ giảm nên hằng số điện môi giảm và tổn hao điện môi tăng dần, nó được lý giải là do sự bay hơi của Bimust.



Hình 3. (a) Cấu trúc và (b) vi cấu trúc của hệ gốm $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,8}\text{K}_{0,2})_{0,5}\text{TiO}_3$ thiêu kết ở 1100°C

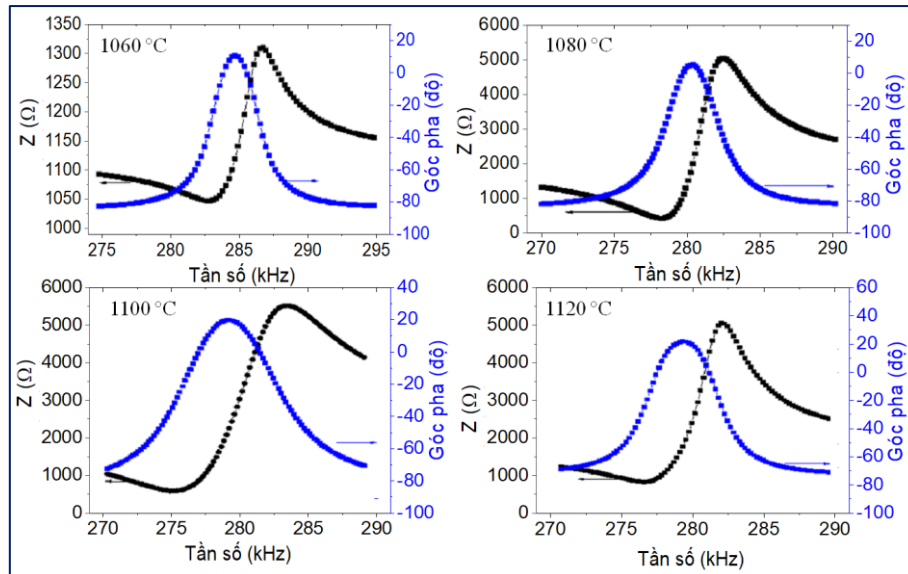
Để khẳng định chất lượng, cấu trúc và vi cấu trúc của gốm $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,8}\text{K}_{0,2})_{0,5}\text{TiO}_3$, chúng tôi đã đo nhiễu xạ tia X tại góc 2θ từ 20° đến 80° và ảnh SEM của mẫu $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,8}\text{K}_{0,2})_{0,5}\text{TiO}_3$ được thiêu kết ở nhiệt độ 1100°C như biểu diễn trong Hình 3. Như có thể thấy trong hình 3(a) hệ vật liệu $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,8}\text{K}_{0,2})_{0,5}\text{TiO}_3$ cấu trúc mặt thoi, được chứng minh bằng tồn tại của đỉnh (200) phù hợp với kết quả báo cáo trước đó [10]. Ảnh vi cấu trúc ở hình 3(b) cho thấy mẫu có các hạt xếp chặt và khá đồng đều với kích thước hạt khoảng $0,8\text{ }\mu\text{m}$.

Để khẳng định sự có mặt của các nguyên tố trong vật liệu $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,8}\text{K}_{0,2})_{0,5}\text{TiO}_3$, phổ EDS đã được phân tích như biểu diễn trong Hình 4. Có thể thấy các nguyên tố Bi, Na, K, Ti và O đều có mặt trong gốm. Thành phần các nguyên tố có trong gốm khá phù hợp với công thức tính toán của gốm. Tuy nhiên trong gốm có sự xuất hiện của nguyên tố Al, có thể là trong quá trình phủ bột nhôm (Al_2O_3) khi thiêu kết mẫu đã có sự bám dính của Al mà chúng tôi chưa xử lý mẫu kỹ trước khi đo phổ EDS.



Hình 4. Phổ EDS của hệ gồm $(\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3)$ thiêu kết ở 1100°C .

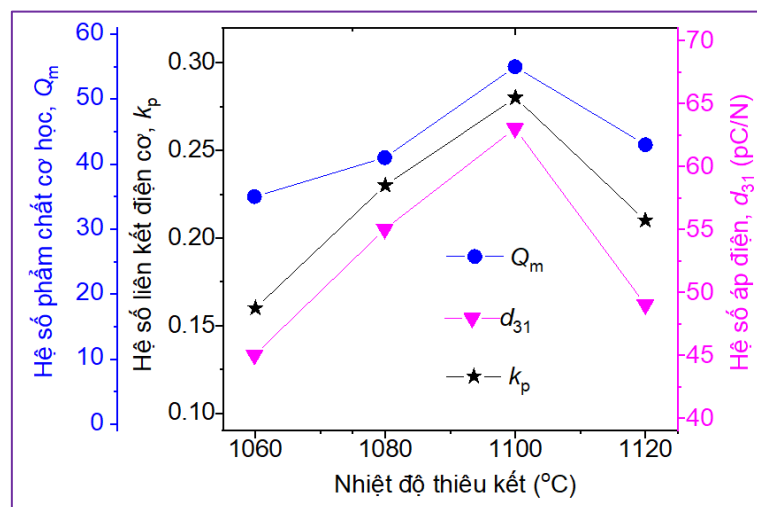
Hình 5 biểu diễn phổ cộng hưởng dao động theo phương radian của của vật liệu $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$ nung ở các nhiệt độ khác nhau từ $1060 - 1120^\circ\text{C}$ trong 2 giờ. Như có thể thấy tổng trở Z và góc pha θ như một hàm của tần số đo f . Từ kết quả phổ dao động thu được, chúng tôi đã xác định tần số cộng hưởng f_s và tần số phản cộng hưởng f_p , tổng trở $Z_{\min}$ để tính toán các tham số áp điện của vật liệu dựa vào chuẩn áp điện 1987.



Hình 5. Phổ dao động cộng hưởng radian của các mẫu thiêu kết tại các nhiệt độ khác nhau.

Hình 6 cho thấy rằng các thông số áp điện có sự thay đổi tương ứng khi nhiệt độ thiêu kết thay đổi. Khi nhiệt độ thiêu kết tăng từ 1060°C đến 1120°C thì hệ số liên kết điện cơ k_p có giá trị tăng từ $0,16 - 0,28$. Giá trị cực đại $k_p = 0,28$ của mẫu đạt được tại nhiệt độ thiêu kết là 1100°C . Hệ số áp điện d_{31} có giá trị tăng từ $44 - 63$ tương ứng với nhiệt độ thiêu kết tăng từ 1060°C đến 1120°C và đạt giá trị cực đại là 63 ứng với mẫu có nhiệt độ thiêu kết là 1100°C . Sau đó cả k_p và d_{31} có xu hướng giảm khi nhiệt độ thiêu kết tiếp tục

tăng. Vậy, với nhiệt độ thiêu kết là 1100°C các hệ số áp điện thu được là tốt nhất: $k_p = 0,28$, $d_{31} = 63 \text{ pC/N}$ như được quan sát trong hình 6. Điều này có thể giải thích rằng, ở nhiệt độ cao ở 1100°C , điểm nóng chảy của Bi phát huy có lợi để tạo ra pha lỏng, pha lỏng này hoạt động như một chất bôi trơn trong quá trình thiêu kết, làm ướt các hạt rắn và cung cấp áp suất mao dẫn giữa chúng, dẫn đến đóng rắn tốt, kết quả mật độ gốm cao. Mẫu có mật độ gốm cao và các hạt xếp chặt sẽ có tính chất áp điện tốt. Điều này phù hợp với kết quả nhiên cứu tính chất điện môi như được thảo luận ở trên. Tuy nhiên, khi nhiệt độ thiêu kết được nâng lên 1120°C , sự bay hơi của Bi có thể là lý do khiến mật độ nên các tính chất điện của nó bị suy giảm tương tự như báo cáo của nhóm tác giả PGS. TS. Nguyễn Trường Thọ [11].

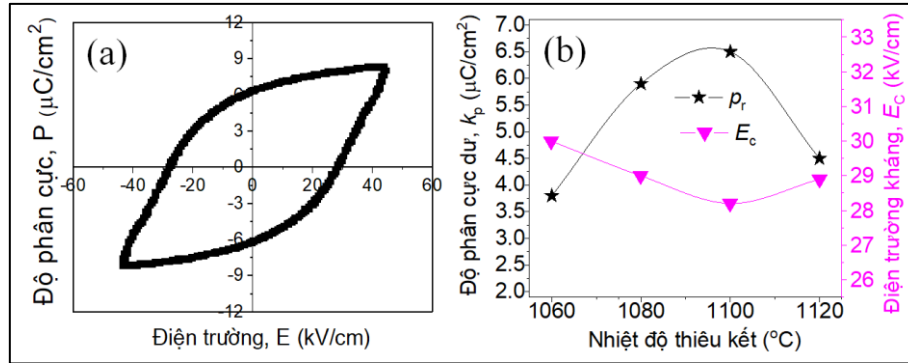


Hình 6. Sự phụ thuộc nhiệt độ thiêu kết của hệ số liên kết điện cơ k_p , hệ số áp điện d_{31} và hệ số phẩm chất Q_m của các mẫu $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$.

Hình 6 cũng cho thấy sự phụ thuộc nhiệt độ thiêu kết của hệ số phẩm chất Q_m của gốm $(\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3)$ nung ở các nhiệt độ khác nhau từ $1060 - 1120^\circ\text{C}$ trong 2 giờ. Với nhiệt độ thiêu kết tăng, hệ số phẩm chất Q_m của gốm $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$ tăng và đạt giá trị lớn nhất ($Q_m = 56$) tại nhiệt độ thiêu kết 1100°C và sau đó giảm khi nhiệt độ thiêu kết vượt quá nhiệt độ này. Nói cách khác, nhiệt độ tối ưu để thiêu kết gốm $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$ là 1100°C là mẫu có mật độ gốm cao và tổn hao điện môi thấp như được quan sát trong Hình 2.

Chúng tôi đã khảo sát dạng đường trễ sắt điện và giá trị của các đại lượng đặc trưng cho vật liệu như điện trường kháng E_c , độ phân cực dư P_r dựa vào phương pháp Sawyer - Tower. Mẫu khảo sát có dạng hình đĩa tròn có đường kính $d = 10,5 \text{ mm}$ và bề dày $t = 0,4 \text{ mm}$, hình dạng đường trễ sắt điện được biểu diễn trong Hình 7(a). Hình 7(b) cho thấy sự phụ thuộc của độ phân cực P_r và điện trường E_c của mẫu gốm $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$ vào nhiệt độ thiêu kết. Với nhiệt độ thiêu kết tăng, độ phân cực P_r của gốm $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$ tăng và đạt giá trị lớn nhất ($P_r = 6,5 \text{ } \mu\text{C/cm}^2$) tại nhiệt độ

thiêu kết 1100°C và sau đó giảm khi nhiệt độ thiêu kết vượt quá nhiệt độ này. Trong khi điện trường kháng E_c có xu hướng giảm dần khi nhiệt độ thiêu kết tăng và đạt giá trị cực tiểu ($E_c = 28,2 \text{ kV/cm}$) tại nhiệt độ thiêu kết 1100°C và sau đó tăng. Tính chất sắt điện của các mẫu phù hợp với tính chất điện môi và áp điện đã được thảo luận ở trên. Nhiệt độ thiêu kết của vật liệu tối ưu là 1100°C có thể tăng cường các tính chất điện môi, sắt điện và áp điện.



Hình 7. (a) Dạng đường trễ; (b) Sự phụ thuộc nhiệt độ thiêu kết của điện trường kháng E_c , độ phân cực dư P_r của các mẫu $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$.

4. KẾT LUẬN

Nghiên cứu này, chúng tôi đã trình bày ảnh hưởng của nhiệt độ thiêu kết đến các tính chất điện môi, sắt điện và áp điện của hệ gồm $\text{Bi}_{0,5}(\text{Na}_{0,80}\text{K}_{0,20})_{0,5}\text{TiO}_3$. Nhiệt độ thiêu kết đã ảnh hưởng đáng kể đến các tính chất điện môi, sắt điện và áp điện của hệ gồm. Mẫu có nhiệt độ thiêu kết là 1100°C biểu hiện các tính chất điện tối ưu: như mật độ (ρ) $5,88 \text{ g/cm}^3$, hằng số điện môi ở nhiệt độ phòng $\epsilon = 1191$ và $\tan \delta = 0,050$, $d_{31} = 63 \text{ pC/N}$, $k_p = 0,28$, $Q_m = 56$, độ phân cực dư cao $P_r = 6,5 \text{ μC/cm}^2$, và trường điện kháng $E_c = 28,2 \text{ kV/cm}$.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] D.A. Quang, L.D. Vuong, Journal of Science: Advanced Materials and Devices 7 (2022) 100436.
- [2] L.D. Vuong, N. Van Thinh, D.V. On, V.T. Tung, Journal of Materials Science: Materials in Electronics 36 (2025) 284.
- [3] L.D. Vuong, N.X. Cuong, N.Q. Lich, N.D. Nhat, L.D. Hieu, V.Q. Nha, L.T.U. Tu, L. Van Tan, T.N. Dat, Applied Physics A 131 (2025) 383.
- [4] L.T.U. Tu, L.D. Vuong, T.N. Dat, V.T. Tung, Applied Physics A 131 (2025) 210.
- [5] H.-l. Lian, X.-j. Liang, M. Shi, L.-n. Liu, X.-m. Chen, Ceramics International 50 (2024) 5021-5031.
- [6] N. Van Thinh, T. Van Chuong, T.N. Dat, V.T. Tung, Journal of Ceramic Processing Research 24 (2023) 478-485.

- [7] K. Shang, W. Shi, Y. Yang, Y. Huang, V. Shur, V. Laletin, L. Zhang, R. Jing, L. Jin, ACS Applied Materials & Interfaces 16 (2024) 20485-20496.
- [8] S. Bhandari, N. Sinha, G. Ray, B. Kumar, Scripta Materialia 89 (2014) 61-64.
- [9] P. Jaita, A. Watcharapasorn, S. Jiansirisomboon, Nanoscale research letters 7 (2012) 1-6.
- [10] H. Zheng, E. Sun, K. Li, H. Luo, J. Fan, Y. Yang, B. Yang, R. Zhang, W. Cao, Journal of the European Ceramic Society 44 (2024) 4622-4630.
- [11] N. Truong-Tho, L.D. Vuong, 10 (2020) 2050011.

**OPTIMIZATION OF SINTERING TEMPERATURE
FOR THE ENHANCEMENT OF ELECTRICAL PROPERTIES OF LEAD-FREE
 $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.80}\text{K}_{0.20})_{0.5}\text{TiO}_3$ CERAMICS**

Ho Thi Kim Phung

Hue Industrial College

Email: htkphung@hueic.edu.vn

ABSTRACT

In this study, the lead-free $\text{Bi}_{0.5}(\text{Na}_{0.80}\text{K}_{0.20})_{0.5}\text{TiO}_3$ (BNKT) ceramic was synthesized by the solid-state reaction method. The influence of sintering temperature on the dielectric, ferroelectric, and piezoelectric properties of the BNKT materials was studied in detail to obtain good electrical properties. Experimental results showed that the sintering temperature significantly affected ceramic density and electrical properties. At the optimum sintering temperature of 1100°C , the BNKT material has the best electrical properties such as density $\rho = 5.88 \text{ g cm}^{-3}$; dielectric constant $\epsilon = 1191$, dielectric loss $\tan\delta = 0.05$, piezoelectric coefficient $d_{31} = 63 \text{ pC/N}$, electromechanical coupling coefficient $k_p = 0.28$, and mechanical quality factor $Q_m = 55$, remnant polarization $P_r = 6.5 \text{ }\mu\text{C/cm}^2$ and coercive field $E_c = 28.2 \text{ kV/cm}$.

Keywords: BNKT, lead-free ceramic, ceramic density, electrical properties.



Hồ Thị Kim Phụng sinh năm 1979 tại Thừa Thiên Huế. Bà tốt nghiệp cử nhân ngành Sư phạm hóa tại trường Đại học sư phạm, ĐH Huế và thạc sĩ chuyên ngành Hóa tại Trường Đại học Sư phạm, Đại học Huế. Hiện nay bà là giảng viên tại Khoa Khoa học cơ bản, Trường Cao đẳng Công nghiệp Huế.

Lĩnh vực nghiên cứu: Hóa vật liệu.