

เอกสารอ้างอิง

- บัญชา ธนบุญสมบัติ. (2540). จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบกวาด. วารสารเทคโนโลยีวัสดุ, 8, 56-60.
- ประสิทธิ์ ทองใบ. (2549). สมบัติทางไดอิเล็กทริกของนาโนคอมโพสิต $\text{CaCu}_3\text{Ti}_4\text{O}_{12}-\text{Li}_{0.3}\text{Ti}_{0.02}\text{Ni}_{0.68}\text{O}$. วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น.
- แมน อมรสิทธิ์ และ อมร เพชรสม. (2535). *Principles and Techniques of Instrumental Analysis*. กรุงเทพมหานคร: จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- สรินทร์ ลิมปนาท และ ศรีโกล ชุนทน. (2543). เครื่องมือวิจัยทางวัสดุศาสตร์: ทฤษฎีและหลักการดำเนินงานเบื้องต้น. กรุงเทพมหานคร: โรงพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- วันทนา คล้ายสุบรรณ. (2550). การใช้ประโยชน์แสงซินโครตรอน. นครราชสีมา: สมบูรณ์การพิมพ์.
- Ascher, E., Rieder, H., Schmid, H., & Stossel, H. (1966). Some properties of ferromagnetoelectric nickel-iodine boracite, $\text{Ni}_3\text{B}_7\text{O}_{13}\text{I}$. *Journal of Applied Physics*, 37, 1404.
- Brixel, W., Rivera, J.P., Steiner, A., & Schmid, H. (1988). Magnetic field induced magnetoelectric effects, (ME)H, in the lead cobalt tungstate (Pb_2CoWO_6) and lead iron tantalate ($\text{Pb}_2\text{FeTaO}_6$) perovskites. *Ferroelectrics*, 79, 201.
- Cheng, J., Yu, S., Chen, J., & Meng, Z. (2006). Dielectric and magnetic enhancements in $\text{BiFeO}_3-\text{PbTiO}_3$ solid solutions with La doping. *Applied Physics Letters*, 89, 122911.
- Chen, Cheng, J., Yu, S., Che, L., & Meng Z. (2006). Hydrothermal synthesis of perovskite bismuth ferrite crystallites. *Journal of Crystal Growth*, 291, 135-139.
- Cole, K. S., & Cole, R. H. (1941). Dispersion and absorption in dielectrics. I. alternating current field. *Journal of Chemical Physics*, 9, 342.
- Das, S. R., Choudhary, N. P., Bhattachaya, P., Katiyar Yu, R. S., Dutta, P., Manivannan, A., & Seehra, M. S. (2007). Impedance spectroscopy studies on Fe^{3+} ion modified PLZT properties of La-modified BiFeO_3 ceramics. *Journal of Applied Physics*, 101, 034104.
- Eerenstein, W., Mathur, N. D., & Scott, J. F. (2006). Multiferroic and magnetoelectric materials. *Nature*, 442, 759-765.

- Gao et al. (2007). Visible-Light Photocatalytic Properties of Weak Magnetic BiFeO₃ Nanoparticles. **Advanced Materials**, **19**, 2889–2892.
- Ghosh, S., Dasgupta, S., Sen, A., & Maiti, H. S. (2005). Low-Temperature Synthesis of Nanosized Bismuth Ferrite by Soft Chemical Route. **Journal of American Ceramics Society**, **291**, 135–139.
- Hamberker, B. (2002). **Physics Concepts and Connections two**. Canada: Irwin.
- He, X., & Gao, L. (2009). Synthesis of pure phase BiFeO₃ powders in molten alkali metal nitrates. **Ceramics International**, **35**, 975–978.
- Hench L. L., & West J. K. (1990). **Principles of electronic ceramics**. United States of America: John Wiley & Sons.
- Hill, N. A. (2000). Why Are There so Few Magnetic Ferroelectrics?. **Journal of Physical Chemistry B.**, **104**, 6694.
- Hur, N., Park, S., Sharma, P. A., Ahn, J. S., Guha S., & Cheong, S-W. (2004). Electric polarization reversal and memory in a multiferroic material induced by magnetic fields. **Nature**, **429**, 392–395.
- Ikeda, N., Ohsumi, H., Ohwada, K., Ishii, K., Inami, T., Kakurai, K., Murakami, Y., Yoshii, K., Mori, S., Horibe, Y., & Kit H. (2005). Ferroelectricity from iron valence ordering in the charge-frustrated system LuFe₂O₄. **Nature**, **436**, 1136 – 1138.
- Information Storage Technology Group. (1997). **Vector vibrating sample Magnetometer**. ค้นเมื่อ 25 กุมภาพันธ์ 2551, จาก <http://www.el.utwente.nl/tdm/istg/research/vsm/>
- Jiang, Q. H., Ma, J., Lin, Y. H., & Nan, C.-W. (2007). Multiferroic properties of Bi_{0.87}La_{0.05}Tb_{0.08}FeO₃ ceramics prepared by spark plasma sintering. **Applied Physics Letters**, **91**, 022914.
- Kamba, S., Nuzhnyy, D., Savinov, M., Sbek, J., & Petzelt, J. (2007). Infrared and terahertz studies of polar phonons and magnetodielectric effect in multiferroic BiFeO₃ ceramics. **Physical Review B.**, **75**, 024403.
- Kao, K.C. (2007). **Dielectric Phenomena in Solids**. United Kingdom: Elsevier.
- Khomchenko, V. A., Kiselev, D. A., Selezneva, E. K., Vieira, J. M., Lopes, A. M. L., Pogorelov, Y. G., Araujo, J. P., & Kholkin A. L. (2008). Effect of diamagnetic Ca, Sr, Pb, and Ba substitution on the crystal structure and multiferroic properties of the BiFeO₃ perovskite. **Journal of Applied Physics**, **103**, 024105.

- Lebeugle et al. (2007). Room temperature coexistence of large electric polarization and magnetic order in BiFeO₃ single crystals. **Physical Review B.**, **76**, 024116.
- Liu, X., Yang, J., Wang, L., Yang, X., Lu, L., & Wang, L. (2000). An improvement on sol-gel method for preparing ultrafine and crystallized titania powder. **Material Science and Engineering A.**, **289**, 241-245.
- Liu, Y. Y., Chen, X. M., Liu, X. Q., & Li, L. (2007). Giant dielectric response and relaxor behaviors induced by charge and defect ordering in Sr(Fe_{1/2}Nb_{1/2})O₃ ceramics. **Applied Physics Letters**, **90**, 192905.
- Luo, J. H., & Maggard, P. A. (2006). Hydrothermal synthesis and photocatalytic activities of SrTiO₃-coated Fe₂O₃ and BiFeO₃. **Advanced Materials**, **18**, 514-517
- Ma, Y., Chen, X. M., & Lin, Y. Q. (2008). Relaxorlike dielectric behavior and weak ferromagnetism in YFeO₃ ceramics. **Journal of Applied Physics**, **103**, 124111.
- Maruyama, K., Kondo, M., Singh, S. K., & Ishiwara, H. (2007). New Ferroelectric Material for Embedded FRAM LSIs. **Fujitsu Scientific Technical Journal**, **43**, 502-507
- Mazumder et al. (2006). Particle size dependence of magnetization and phase transition near T_N in multiferroic BiFeO₃. **Journal of Applied Physics**, **100**, 033908.
- Moulson, A. J., & Herbert, J. M. (2003). **Electroceramics: Materials, Properties, Applications**. British Library: John Wiley & Sons.
- Park, T.-J., Papaefthymiou, G. C., Viescas, A. J., Moodenbaugh, A.R., & Wong, S. S. (2007). Size-Dependent Magnetic Properties of Single-Crystalline Multiferroic BiFeO₃ Nanoparticles. **Nano Letters**, **7**, 766-772.
- Palai et al. (2008). β phase and γ-β metal-insulator transition in multiferroic BiFeO₃. **Physical Review B.**, **77**, 014110.
- Physicspp.com. (2005). **Physics Principles and Problems**. United States of America: Glencoe & McGraw-Hill.
- Scott, J. F., Palai, R., Kumar, A., Singh, M. K., Murari, N. M., Karan, N. K., & Katiyar, R. S. (2008). New Phase Transitions in Perovskite Oxides: BiFeO₃, SrSnO₃, and Pb(Fe_{2/3}W_{1/3})_{1/2}Ti_{1/2}O₃. **Journal of the American Ceramic Society**, **91**, 1762-1768.
- Settera, N., & Damjanovic D. (2006). Ferroelectric thin films: Review of materials, properties, and applications. **Journal of Applied Physics**, **100**, 051606.
- Singh, S. K., Menou, N., Funakubo, H., Maruyama, K., & Ishiwara, H. (2007). (111)-

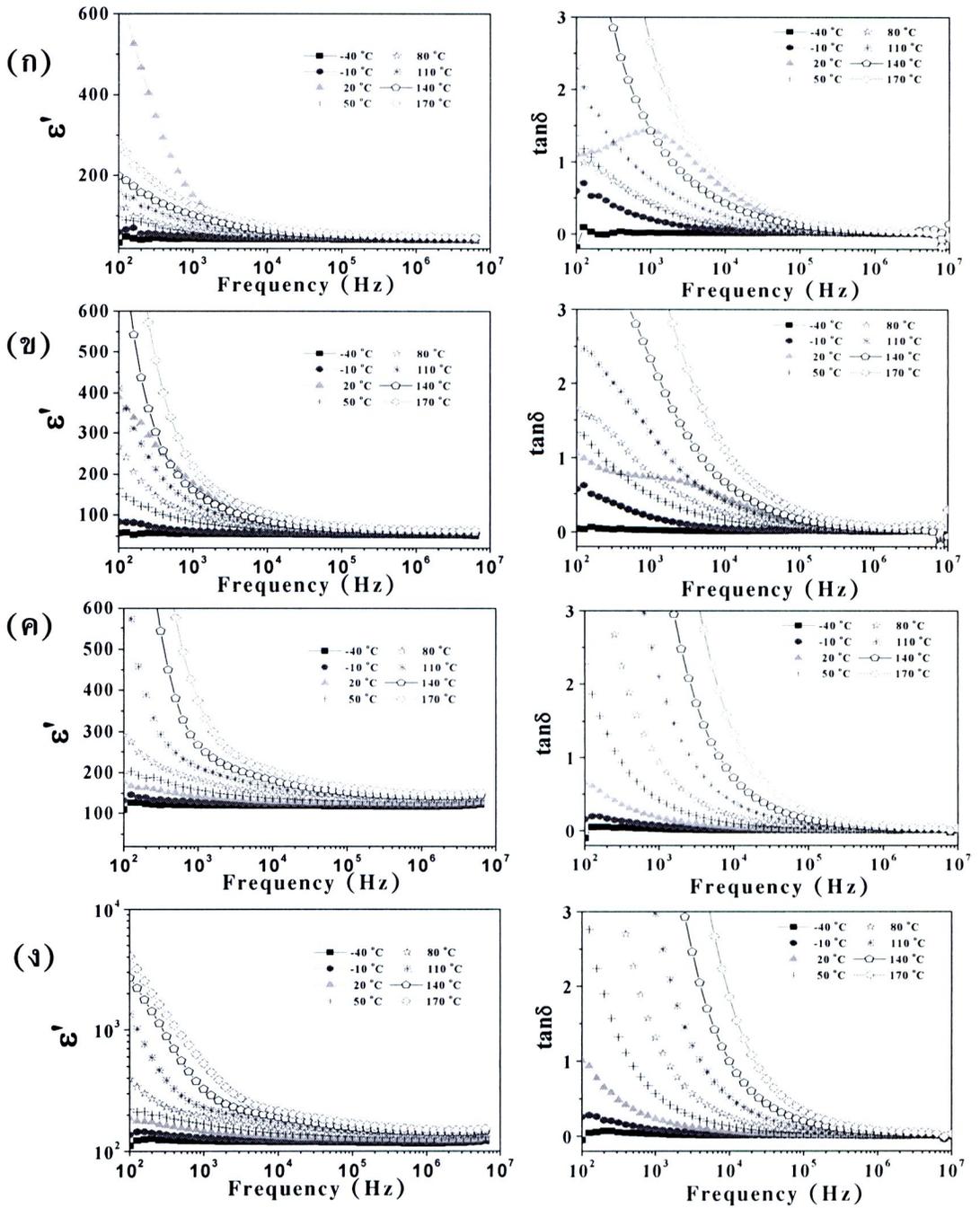
- textured Mn-substituted BiFeO₃ thin films on SrRuO₃/Pt/Ti/SiO₂/Si structures. **Applied Physics Letters**, **90**, 242914.
- Smolenskii, G. A., & Chupis, I. E. (1982). Ferroelectromanets. **Soviet Physics Uspekhi**, **25**, 475-493.
- Takahashi, K., Kida, N., & Tonouchi, M. (2006). Terahertz Radiation by an Ultrafast Spontaneous Polarization Modulation of Multiferroic BiFeO₃ Thin Films. **Physical Review Letters**, **96**, 117402.
- Teague, J. R., Gerson, R., & James, W. J. (1970). Dielectric hysteresis in single crystal BiFeO₃. **Solid State Communications**, **8**, 1073-1074.
- Thongbai, P., Masingboon, C., Maensiri, S., Yamwong, T., & Yimnirun, R., (2007). Giant dielectric behaviour of CaCu₃Ti₄O₁₂ subjected to post-sintering annealing and uniaxial stress. **Journal of Physics: Condensed Matters**, **7**, 766-772.
- Vajk, O.P., Kenzelmann, M., Lynn, J. W., Kim, S. B., & Cheong, S.-W. (2006). Neutron-scattering studies of magnetism in multiferroic HoMnO₃. **Journal of Applied Physics**, **99**, 08E301.
- Wang et al. (2003). Epitaxial BiFeO₃ multiferroic thin film heterostructures. **Science**, **299**, 1719-1722.
- Wang, Y., & Nan, C.W. (2006). Enhanced ferroelectricity in Ti-doped multiferroic BiFeO₃ thin films. **Applied Physics Letters**, **89**, 052903.
- Wang et al. (2008). Mineralizer-Assisted Hydrothermal Synthesis and Characterization of BiFeO₃ Nanoparticles. **Journal of the American Ceramic Society**, **90**, 2615 - 2617.
- Wang, Y. P., Zhou, L., Zhang, M. F., Chen, X. Y., Liu, J. M., & Liu, Z. G. (2004). Room-temperature saturated ferroelectric polarization in BiFeO₃ ceramics synthesized by rapid liquid phase sintering. **Applied Physics Letters**, **84**, 1731.

- Wang, Z., Chen, X.M., Ni, L., Liu, Y. Y., & Liu, X. Q. (2007). Dielectric relaxations in $\text{Ba}(\text{Fe}_{1/2}\text{Ta}_{1/2})\text{O}_3$ giant dielectric constant ceramics. **Applied Physics Letters**, **90**, 102905.
- Willian, D., & Callister, Jr. (2001). **Fundamentals of Materials Science and Engineering**. United States of America: John Wiley & Sons.
- Wu, Y.J., Gao, Y., & Chen, X.M. (2007). Enhanced ferroelectricity in Ti-doped multiferroic BiFeO_3 thin films. **Applied Physics Letters**, **91**, 092912.
- Qi, X., Dho, J., Tomov, R., Blamire, M. G., & Driscoll, J. L. M. (2005). Greatly reduced leakage current and conduction mechanism in aliovalent-ion-doped BiFeO_3 . **Applied Physics Letters**, **86**, 062903.
- Xu, J-H., Ke, H., Jia, D-C., Wang, W., & Zhou, Y. (2009). Low-temperature synthesis of BiFeO_3 nanopowders via a sol-gel method. **Journal of Alloys and Compounds**, **472**, 473-477.
- Yuan G. L., Or, S. W., Wang, Y. P., Liu, Z. G., & Liu, J. M. (2006). Preparation and multi-properties of insulated single-phase BiFeO_3 ceramics. **Solid State Communications**, **138**, 76-81.
- Zhang, S. T., Lu, M. H., Wu, D., Chen, Y. F., & Ming, N. B. (2007). Larger polarization and weak ferromagnetism in quenched BiFeO_3 ceramics with a distorted rhombohedral crystal structure. **Applied Physics Letters**, **87**, 262907.
- Zhao, F., Yue, Z.X., Pei, J., Yang, D. G., Gui, Z. L., & Li, L. T. (2007). Dielectric relaxations in $\text{BaTi}_{0.9}(\text{Fe}_{1/2}\text{Ta}_{1/2})_{0.1}\text{O}_3$ giant dielectric constant ceramics. **Applied Physics Letters**, **90**, 102905.

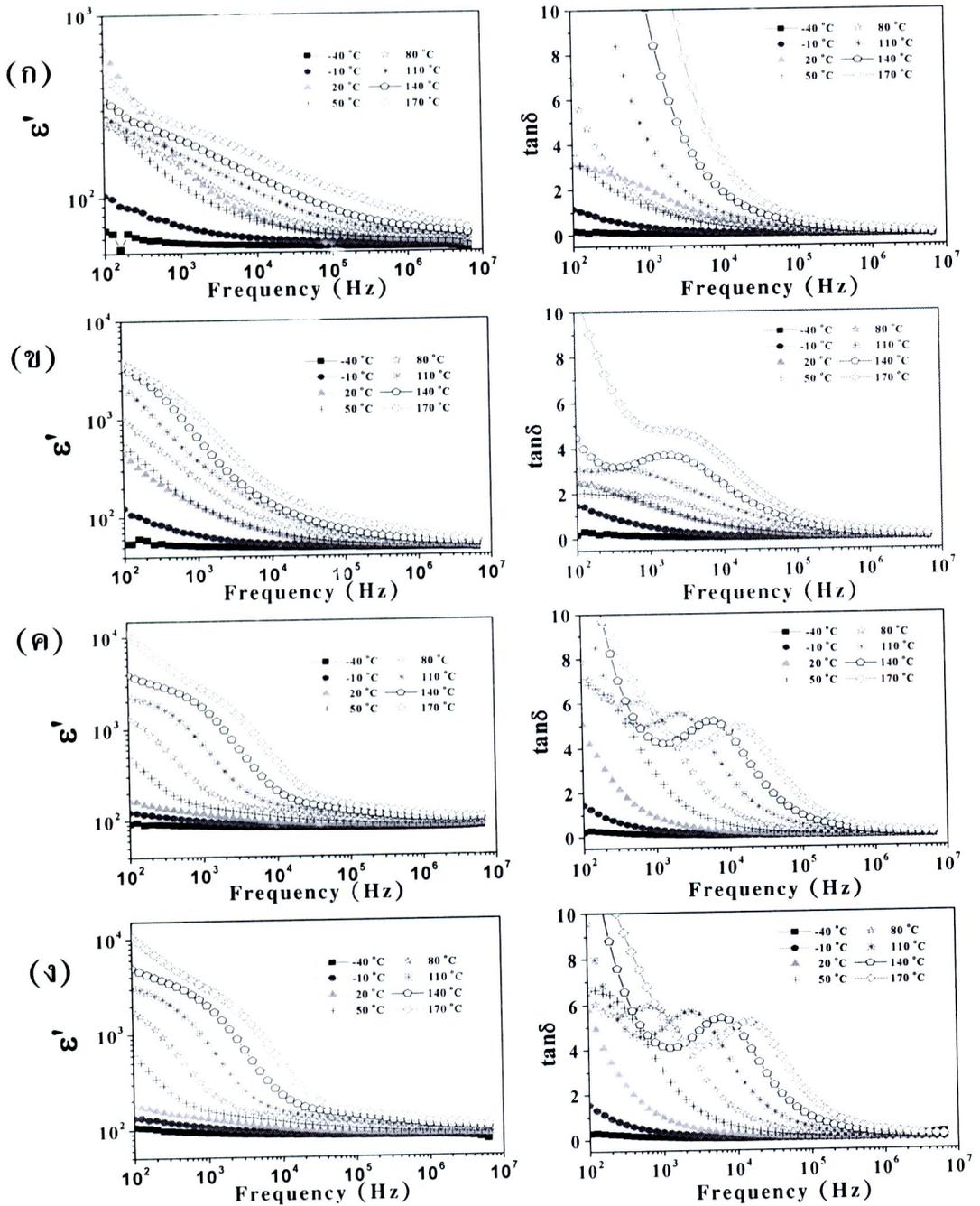
ภาคผนวก

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงกับความถี่และอุณหภูมิของสมบัติทางไดอิเล็กทริกและค่าแทนเจนต์ของการสูญเสียทางไดอิเล็กทริกของวัสดุเซรามิก BiFeO_3 และวัสดุเซรามิก $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$

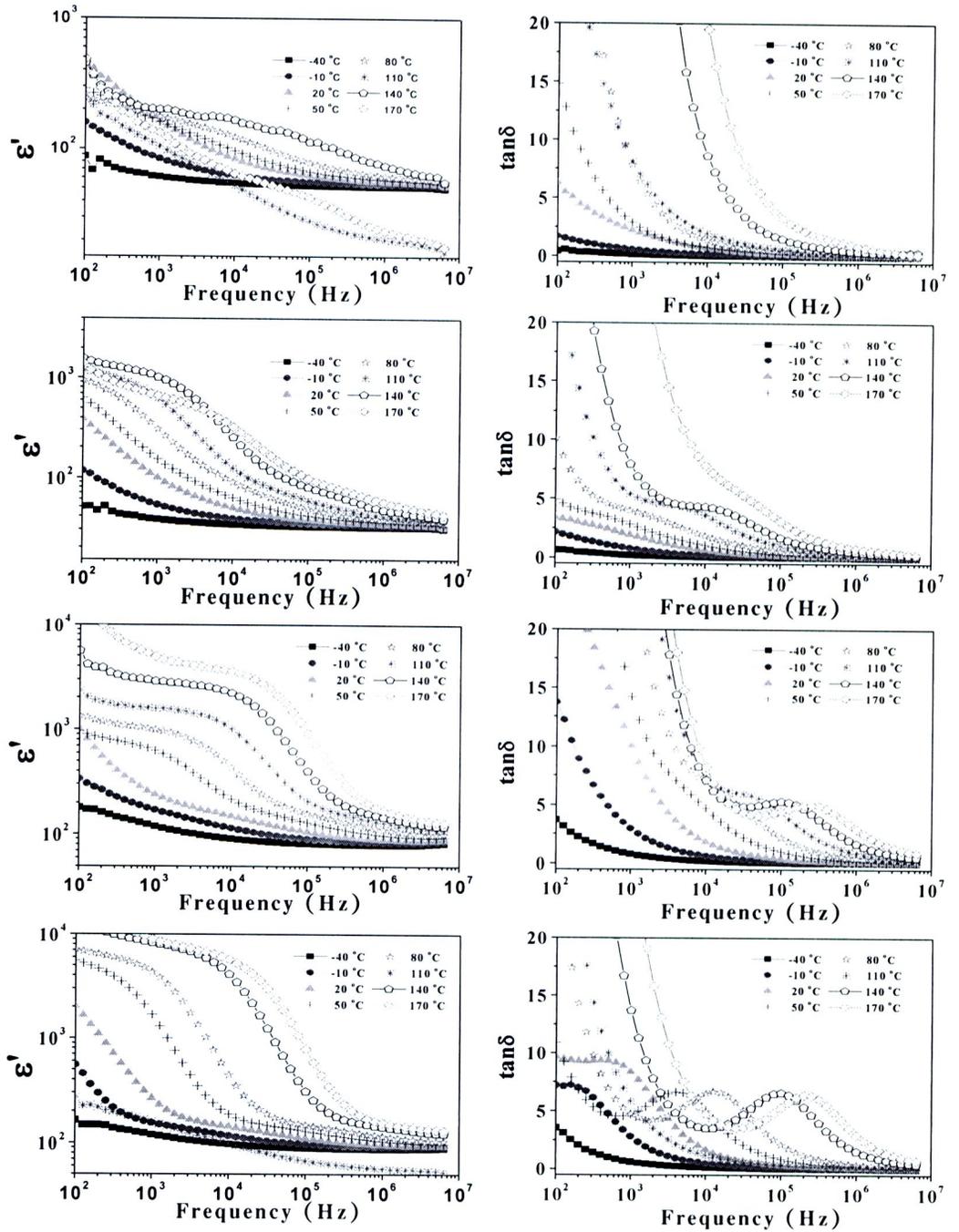
วัสดุเซรามิกตัวอย่างที่ผ่านการศึกษาโครงสร้างทางจุลภาคและโครงสร้างผลึกถูกนำมาขัดผิวหน้าทั้งสองด้าน โดยวัสดุตัวอย่างที่ผ่านการขัดผิวหน้าที่มีความหนาที่สม่ำเสมอถูกนำมาทำขั้วไฟฟ้าโดยทากาวเงิน (Silver paint) บนผิวหน้าทั้งสองด้านเพื่อศึกษาสมบัติทางไดอิเล็กทริกในงานวิจัยนี้ได้ศึกษาสมบัติทางไดอิเล็กทริกในช่วงอุณหภูมิ -50 ถึง 200 °C และช่วงความถี่ 10^2 ถึง 10^7 Hz โดยได้ศึกษาการเปลี่ยนแปลงกับความถี่และอุณหภูมิของสมบัติทางไดอิเล็กทริก (ค่าคงที่ทางไดอิเล็กทริกและการสูญเสียทางไดอิเล็กทริก) ของวัสดุเซรามิก $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ เมื่อ x เท่ากับ 0.05, 0.1, 0.2, 0.3 และ 0.4 ตามลำดับ ที่ผ่านการเผาผนึกที่อุณหภูมิ 600, 700, 800 และ 880 °C แสดงดังภาพที่ 1-10 ตามลำดับ



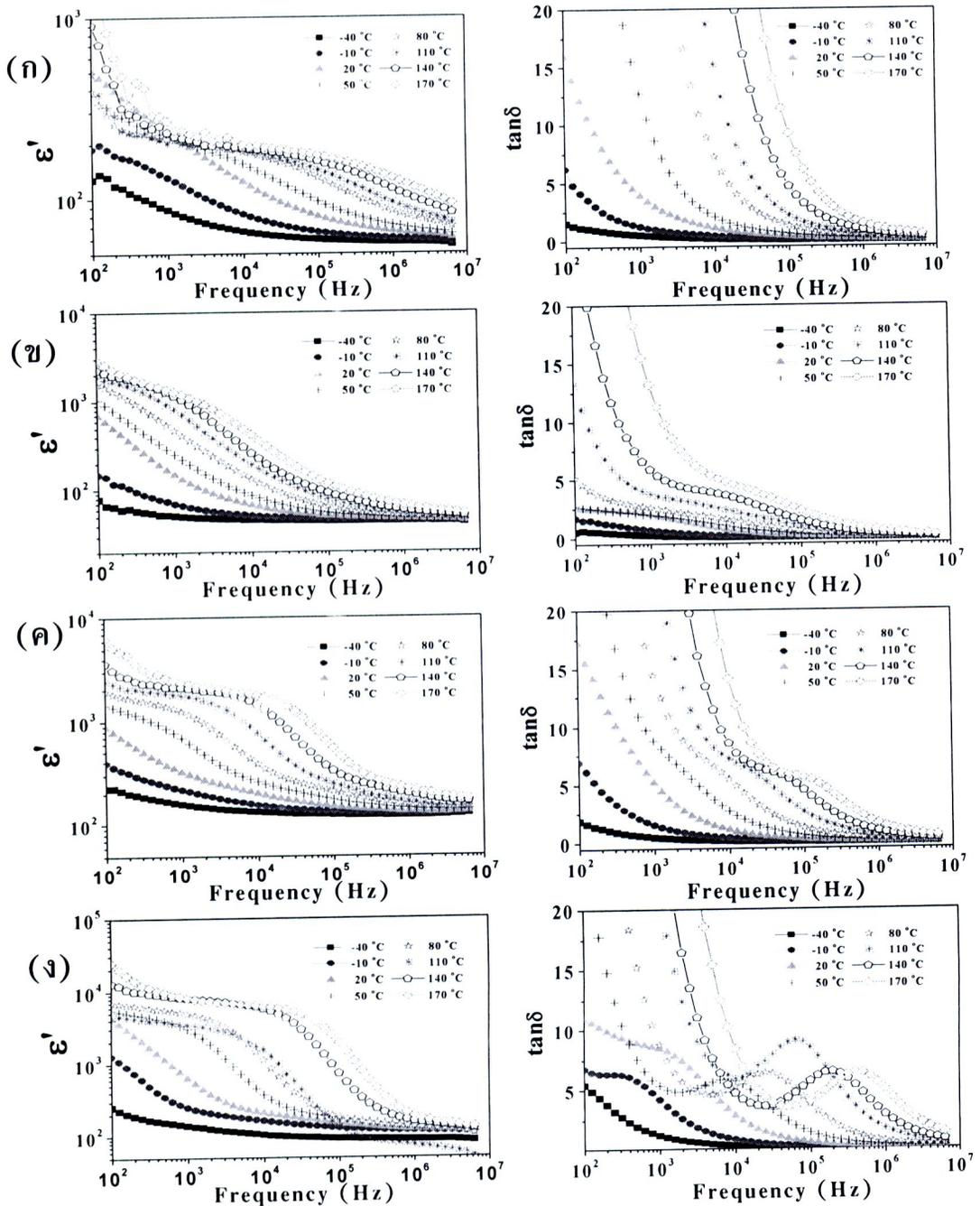
ภาพที่ 1 การเปลี่ยนแปลงกับความถี่ของค่า Dielectric constant และ $\tan \delta$ ของวัสดุ $\text{BiFe}_{0.95}\text{Mn}_{0.05}\text{O}_3$ (ก) $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ข) $700\text{ }^{\circ}\text{C}$, (ค) $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ และ (ง) $880\text{ }^{\circ}\text{C}$ ในช่วงความถี่ $100 - 10\text{ MHz}$



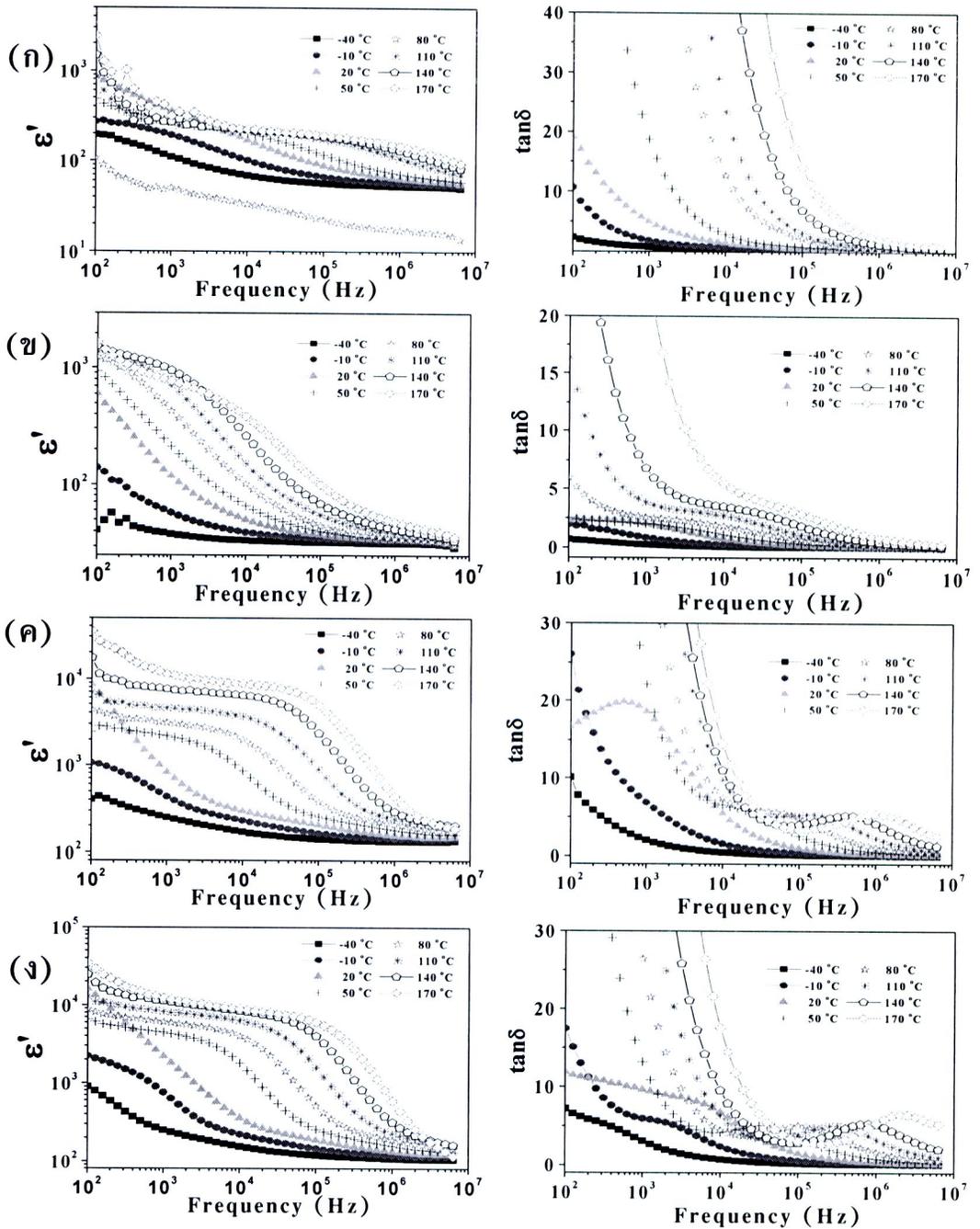
ภาพที่ 2 การเปลี่ยนแปลงกับความถี่ของค่า Dielectric constant และ $\tan \delta$ ของวัสดุ $\text{BiFe}_{0.9}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_3$ (ก) 600 °C (ข) 700 °C, (ค) 800 °C และ (ง) 880 °C ในช่วงความถี่ 100 – 10 MHz



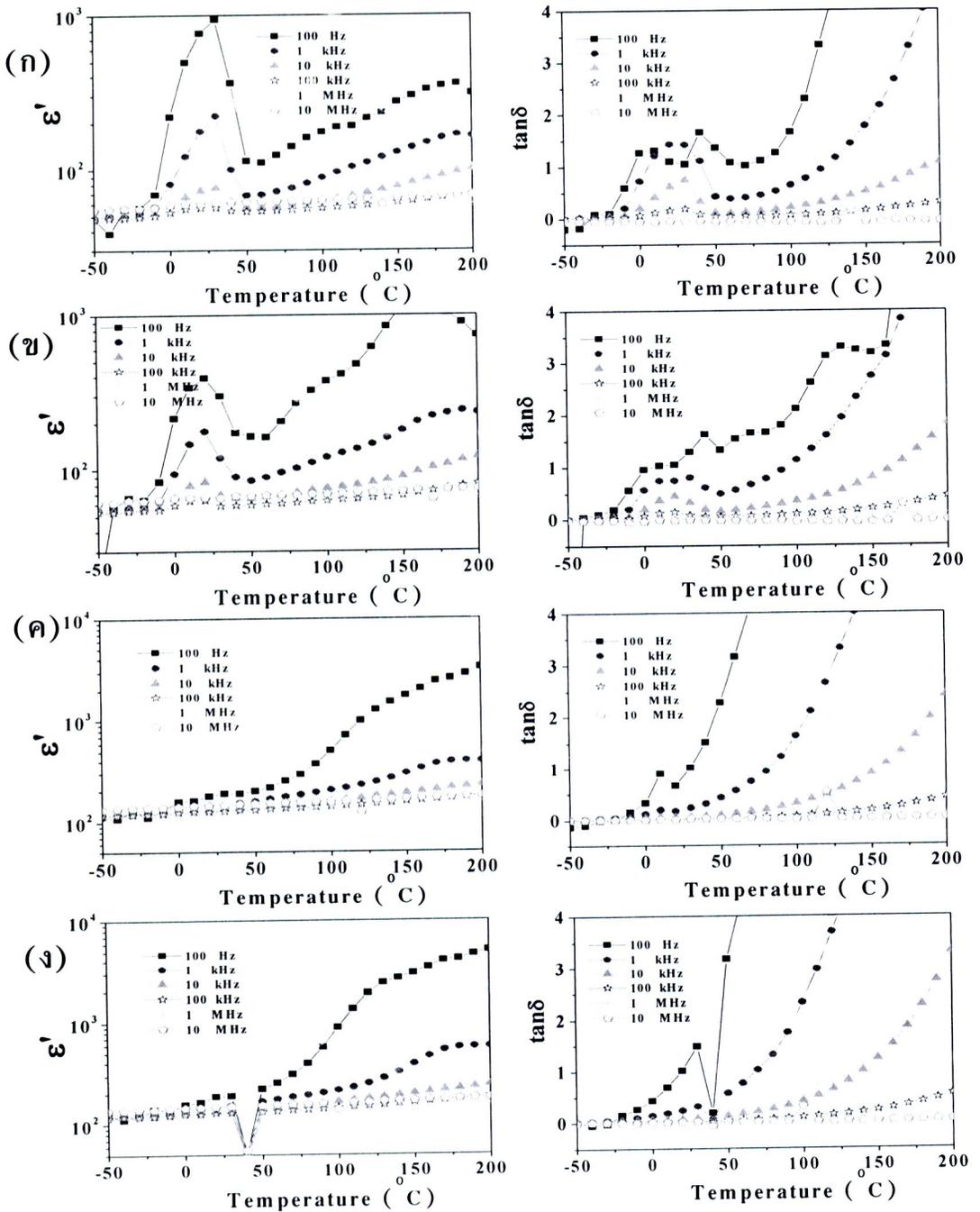
ภาพที่ 3 การเปลี่ยนแปลงกับความถี่ของค่า Dielectric constant และ $\tan \delta$ ของวัสดุ $\text{BiFe}_{0.8}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_3$ (ก) $600\text{ }^\circ\text{C}$ (ข) $700\text{ }^\circ\text{C}$, (ค) $800\text{ }^\circ\text{C}$ และ (ง) $880\text{ }^\circ\text{C}$ ในช่วงความถี่ 100 – 10 MHz



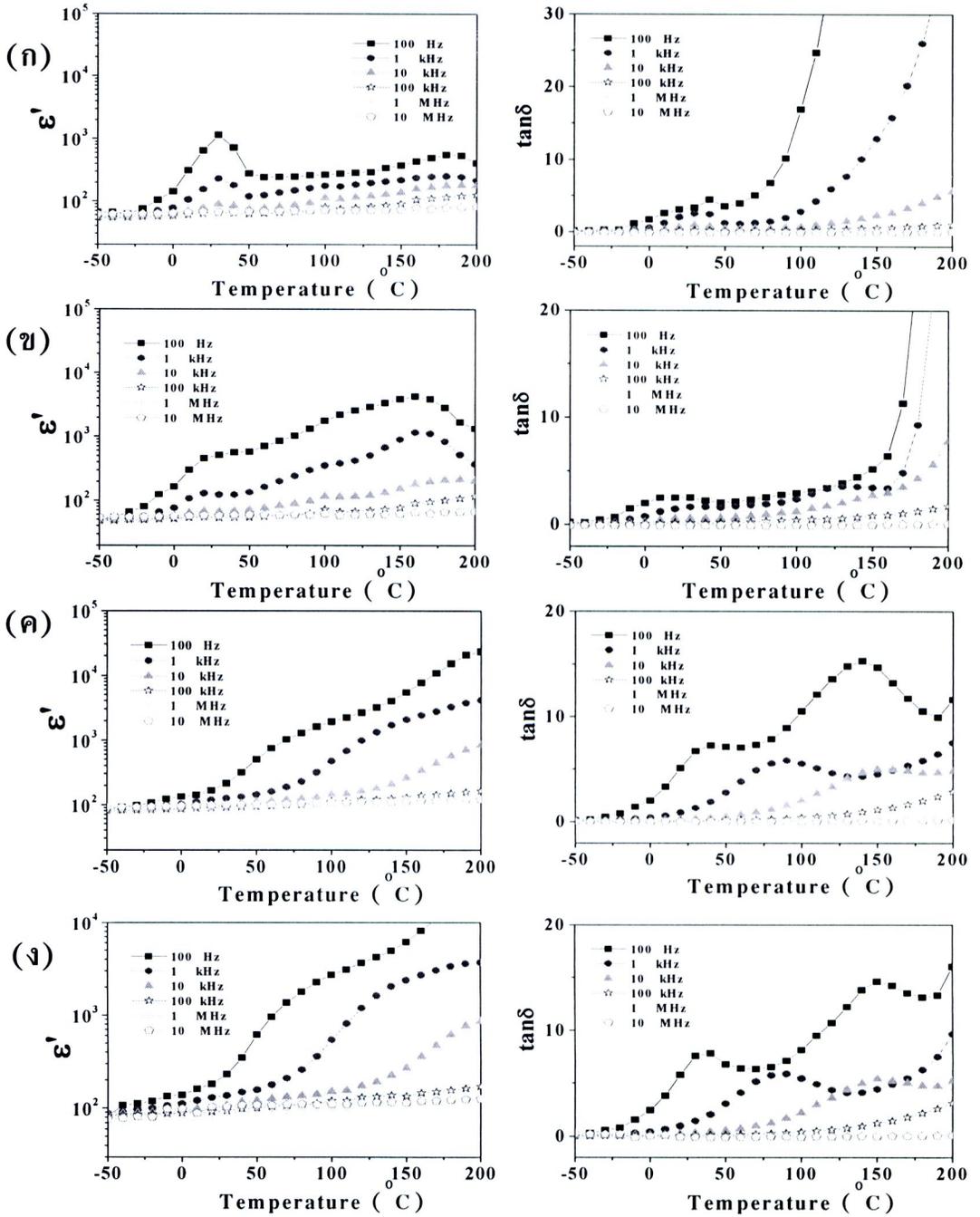
ภาพที่ 4 การเปลี่ยนแปลงกับความถี่ของค่า Dielectric constant และ $\tan\delta$ ของวัสดุ $\text{BiFe}_{0.7}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_3$ (ก) 600 °C (ข) 700 °C, (ค) 800 °C และ (ง) 880 °C ในช่วงความถี่ 100 – 10 MHz



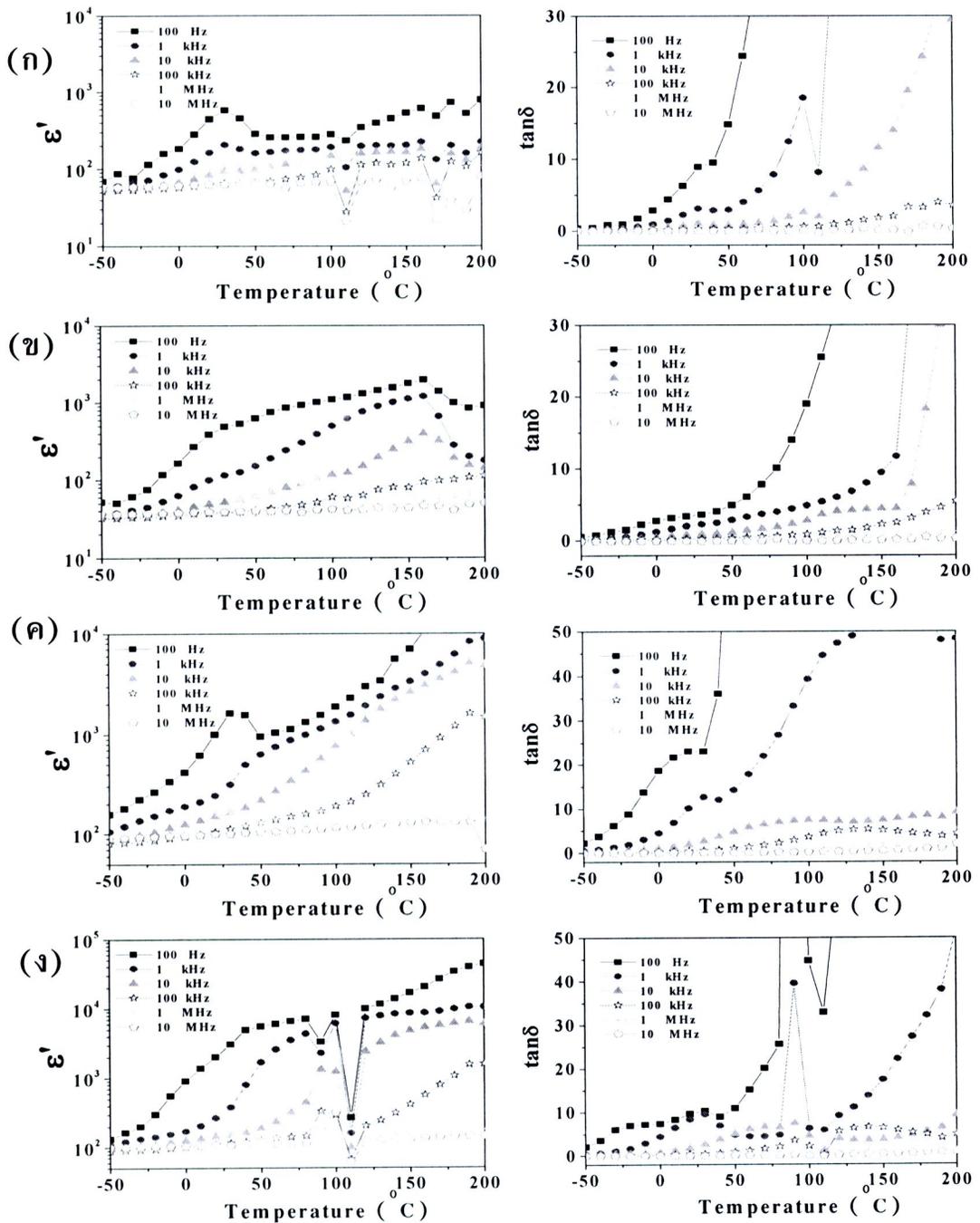
ภาพที่ 5 การเปลี่ยนแปลงกับความถี่ของค่า Dielectric constant และ $\tan \delta$ ของวัสดุ $\text{BiFe}_{0.6}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_3$ (ก) 600 °C (ข) 700 °C, (ค) 800 °C และ (ง) 880 °C ในช่วงความถี่ 100 – 10 MHz



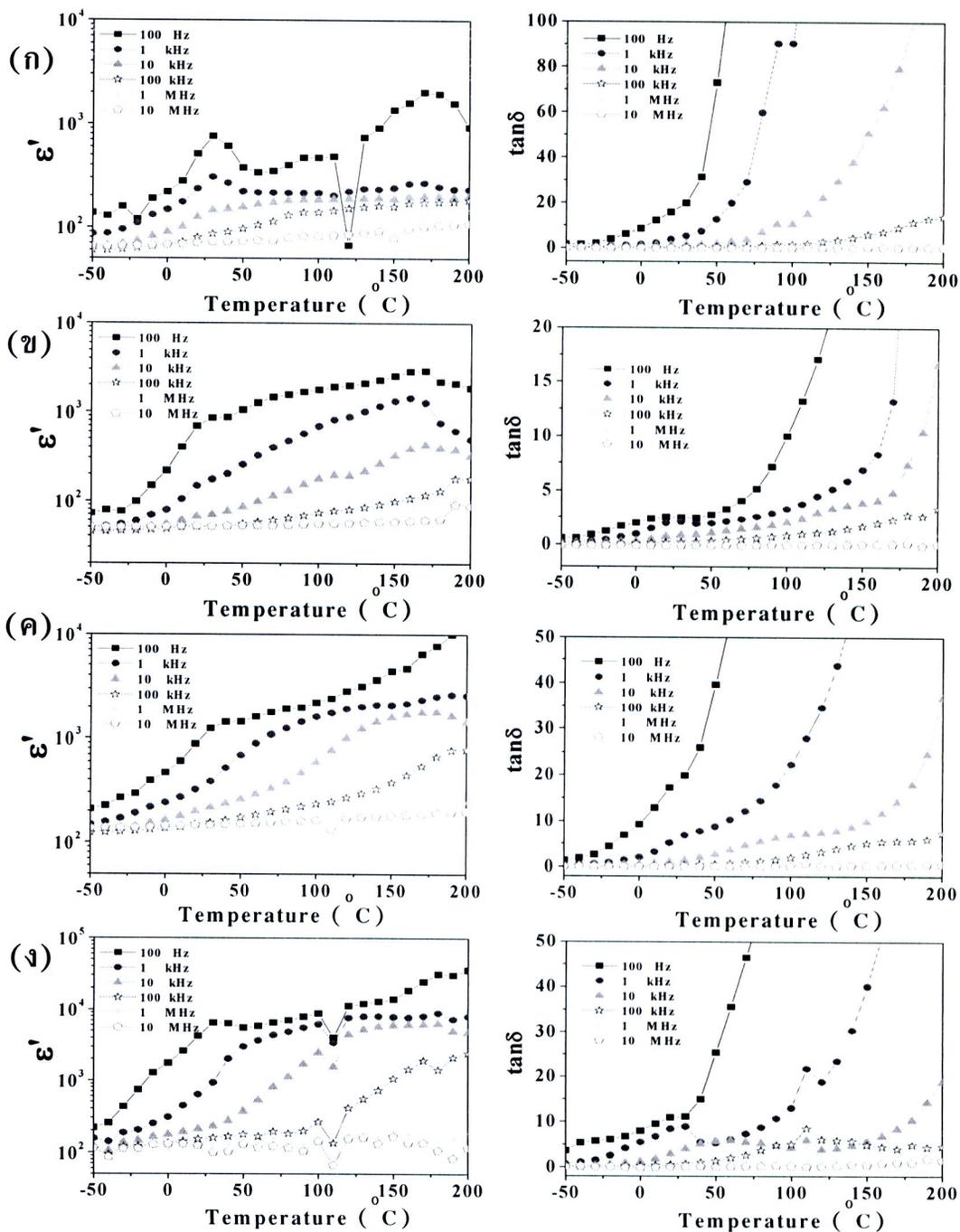
ภาพที่ 6 การเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิของค่า Dielectric constant และ $\tan \delta$ ของวัสดุ $\text{BiFe}_{0.95}\text{Mn}_{0.05}\text{O}_3$ (ก) 600 $^{\circ}\text{C}$ (ข) 700 $^{\circ}\text{C}$, (ค) 800 $^{\circ}\text{C}$ และ (ง) 880 $^{\circ}\text{C}$ ในช่วงอุณหภูมิ -50 - 200 $^{\circ}\text{C}$



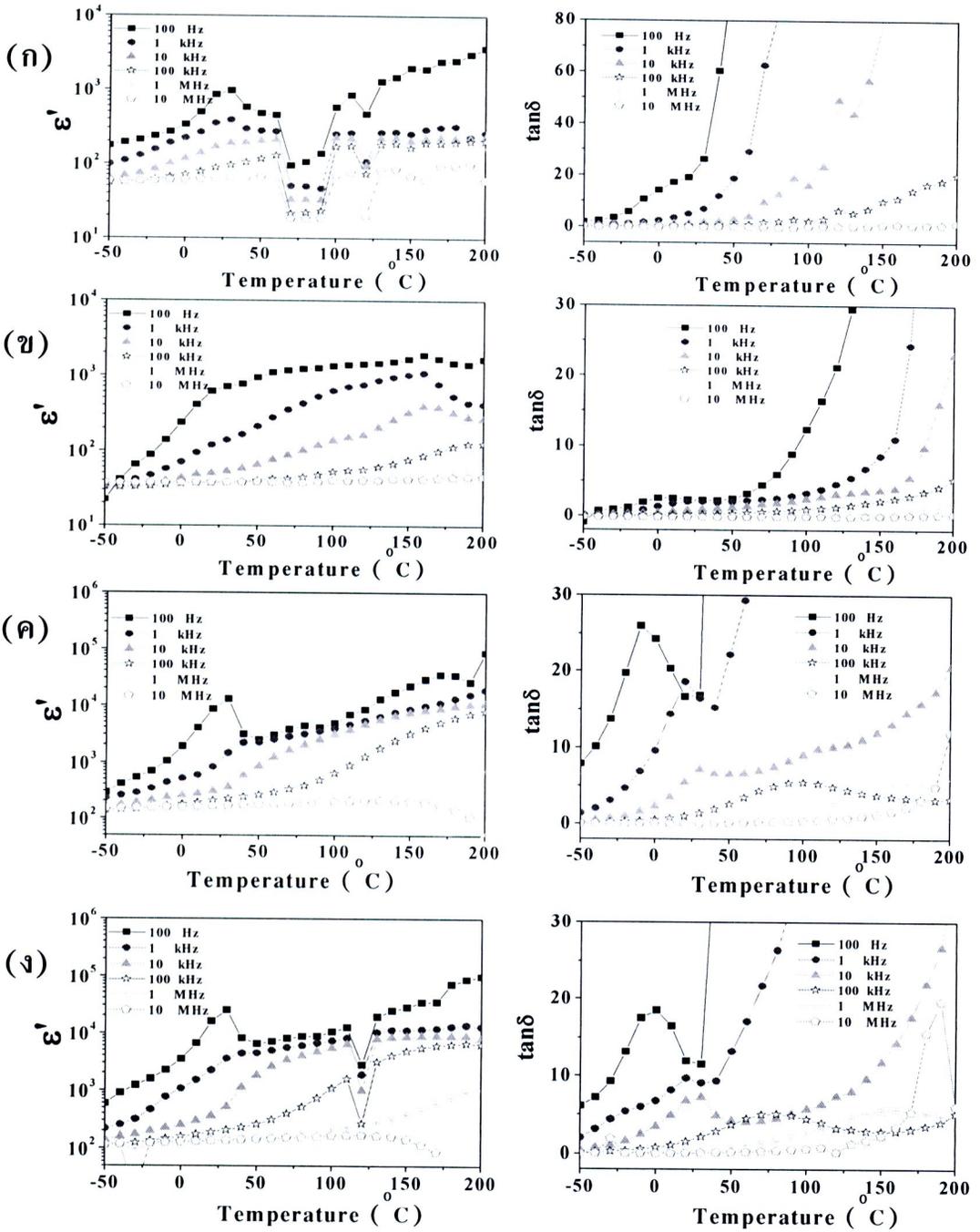
ภาพที่ 7 การเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิของค่า Dielectric constant และ $\tan \delta$ ของวัสดุ $\text{BiFe}_{0.9}\text{Mn}_{0.1}\text{O}_3$ (ก) 600°C (ข) 700°C , (ค) 800°C และ (ง) 880°C ในช่วงอุณหภูมิ $-50 - 200^\circ\text{C}$



ภาพที่ 8 การเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิของค่า Dielectric constant และ $\tan \delta$ ของวัสดุ $\text{BiFe}_{0.8}\text{Mn}_{0.2}\text{O}_3$ (ก) $600\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ข) $700\text{ }^{\circ}\text{C}$, (ค) $800\text{ }^{\circ}\text{C}$ และ (ง) $880\text{ }^{\circ}\text{C}$ ในช่วงอุณหภูมิ $-50 - 200\text{ }^{\circ}\text{C}$



ภาพที่ 9 การเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิของค่า Dielectric constant และ $\tan \delta$ ของวัสดุ $\text{BiFe}_{0.7}\text{Mn}_{0.3}\text{O}_3$ (ก) 600 °C (ข) 700 °C, (ค) 800 °C และ (ง) 880 °C ในช่วงอุณหภูมิ -50 - 200 °C



ภาพที่ 10 การเปลี่ยนแปลงกับอุณหภูมิของค่า Dielectric constant และ $\tan\delta$ ของวัสดุ $\text{BiFe}_{0.6}\text{Mn}_{0.4}\text{O}_3$ (ก) 600 °C (ข) 700 °C, (ค) 800 °C และ (ง) 880 °C ในช่วงอุณหภูมิ -50 - 200 °C

การเผยแพร่ผลงานวิทยานิพนธ์

ผลงานตีพิมพ์ในเอกสารการประชุมระดับชาติและนานาชาติ

1. Hunpratub, S., and Maensiri, S. Nanocrystalline Zr doped BiFeO₃ Poeders: Synthesis, Characterization and Its Dielectric Properties. In The Siam Physics Congress 2008, 20-22 March 2008. (Poster)
2. Hunpratub, S., Yimnirun, R., and Maensiri, S. Synthesis, Characterization and Magnetic properties of Nanocrystalline Zr doped BiFeO₃ Poeders. In The Asian Magnetic Conference 2008, 10-13 December 2008. (Poster)
3. Hunpratub, S., Thongbai, P., Yamwong, T., Yimnirun, R., and Maensiri, S. The Sintering Temperature Effects on the Dielectric Relaxation and Electrical response in Multiferroic BiFeO₃ Polycrystalline Ceramics. In The Siam Physics Congress 2009, 19-21 March 2009. (Poster)

ผลงานตีพิมพ์ในวารสารระดับนานาชาติ

1. Hunpratub, S., Thongbai, P., Yamwong, T., Yimnirun, R., and Maensiri, S., (2009). Dielectric relaxations and dielectric response in multiferroic BiFeO₃ ceramics. Applied Physics Letters, 94, 062904.



ประวัติผู้เขียน

นายสิทธิ์ชัย หันประทับ เกิดเมื่อวันที่ 18 ธันวาคม พ.ศ. 2526 จังหวัดอุดรธานี เป็นบุตรคนที่สี่ ของนายวิไล หันประทับและนางผมทอง หันประทับ สำเร็จการศึกษาระดับประถมจากโรงเรียนบ้านโปร่ง และเข้าศึกษาต่อระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนอุดรพัฒนาการ หลังจากนั้นได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีในปีการศึกษา 2545 และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีในปีการศึกษา 2548

ในปี พ.ศ. 2549 ได้เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น โดยเลือกทำวิทยานิพนธ์เรื่อง สมบัติทางไฟฟ้าและทางแม่เหล็กของมัลติเฟอร์โรอิกเซรามิก $\text{BiFe}_{1-x}\text{Mn}_x\text{O}_3$ และสำเร็จการศึกษาระดับปริญญาโทในปีการศึกษา 2552

