

ในงานวิจัยนี้ได้เตรียมวัสดุผงโครงสร้างนาโนของแบเรียมไททาเนต (BaTiO_3) และ แบเรียมไททาเนตที่เจือด้วยเหล็ก ($\text{Ba}_{1-x}\text{Fe}_x\text{TiO}_3$ เมื่อ $x = 0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04$ และ 0.05) เตรียมโดยวิธีโซลเจลแบบดัดแปลงโดยใช้สารละลายเจลวุ้นทางจระเข้เป็นตัวทำละลายโดยใช้อัตราส่วนสารละลายตั้งต้นของโลหะต่อสารละลายเจลวุ้นทางจระเข้เท่ากับ 1:5 และ 1:10 ตามลำดับ โดยมีสารตั้งต้นคือ $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, Iron(III) nitrate 9-hydrate, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (Iron(III)) และ Titanium diisopropoxide bis (2, 4-pentane dionate), (TIIA) ในการเตรียมวัสดุผง BaTiO_3 โดยใช้อัตราส่วนสารละลายตั้งต้นของโลหะต่อสารละลายเจลวุ้นทางจระเข้เท่ากับ 1:5 วัสดุผงตั้งต้นที่เตรียมได้ถูกนำไปตรวจสอบหาค่าอุณหภูมิการสลายตัวโดยเทคนิค TG/DTA จากนั้นแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 700, 800 และ 900 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตรวจสอบลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคของวัสดุผงที่ผ่านการแคลไซน์โดยเทคนิค XRD, FTIR, TEM และ SEM พบว่าองค์ประกอบของสารละลายเจลวุ้นทางจระเข้ถูกกำจัดออกไปที่อุณหภูมิต่ำกว่า 700 °C และทุกอุณหภูมิแคลไซน์อุณหภูมิแคลไซน์สูงขึ้นปริมาณการเกิดแท่งขนาดเล็กและความยาวของแท่งขึ้นมีค่าสูงขึ้นด้วย วัสดุผง BaTiO_3 มีโครงสร้างผลึกแบบลูกบาศก์และทุกอุณหภูมิแคลไซน์พบเฟสพลอมปนของ TiO_2 ที่มีเฟสเป็นอานาเทสและรูไทล์ หลังจากวัสดุเซรามิก BaTiO_3 ผ่านการเผาผนึกที่อุณหภูมิ 1100 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง วัสดุเซรามิก BaTiO_3 มีโครงสร้างผลึกแบบลูกบาศก์เทียม และพบเฉพาะเฟสพลอมปนของ TiO_2 ที่มีเฟสเป็นรูไทล์เท่านั้น ขนาดเกรนของวัสดุเซรามิกทุกเงื่อนไขการเตรียมมีค่ามากขึ้นเมื่ออุณหภูมิแคลไซน์สูงขึ้น สมบัติทางไดอิเล็กทริกของวัสดุเซรามิก BaTiO_3 ถูกศึกษาในช่วงอุณหภูมิ -50 °C ถึง 200 °C ความถี่ 100 Hz ถึง 1 MHz พบว่าวัสดุเซรามิก BaTiO_3 ที่ผ่านการแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 800 °C มีค่าคงที่ไดอิเล็กทริกที่สูงที่สุดคือมีค่าประมาณ 2500 และมีอุณหภูมิคูรีเท่ากับ 120 °C พบการเปลี่ยนแปลงค่าคงที่ไดอิเล็กทริกตามความถี่น้อยมากตลอดช่วงความถี่ของการวัดเนื่องจาก BaTiO_3 เป็นวัสดุเฟอร์โรอิเล็กทริกที่มีการเปลี่ยนแปลงในช่วงความถี่ที่สูงกว่า 10 GHz

วัสดุผง $\text{Ba}_{1-x}\text{Fe}_x\text{TiO}_3$ ($0 \leq x \leq 0.05$) เตรียมโดยใช้อัตราส่วนสารละลายตั้งต้นของโลหะต่อสารละลายเจลวุ้นทางจระเข้เท่ากับ 1:10 ถูกนำไปตรวจสอบหาค่าอุณหภูมิการสลายตัวโดยเทคนิค TG/DTA จากนั้นแคลไซน์ที่อุณหภูมิ 700, 800 และ 900 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง ตรวจสอบลักษณะโครงสร้างทางจุลภาคของวัสดุผงที่ผ่านการแคลไซน์โดยเทคนิค XRD, FTIR และ SEM พบว่าองค์ประกอบของสารละลายเจลวุ้นทางจระเข้ถูกกำจัดออกไปที่อุณหภูมิต่ำกว่า 700 °C เมื่อพิจารณาโครงสร้างทางจุลภาคของวัสดุผงพบว่าที่อุณหภูมิแคลไซน์ 700 °C พบเฟสพลอมปนของ TiO_2 ที่มีเฟสเป็นอานาเทสและรูไทล์ในโครงสร้างผลึกแบบลูกบาศก์ของ BaTiO_3 ในปริมาณที่น้อยที่สุด เมื่อค่า x สูงขึ้นการตรวจพบเฟสพลอมปนของ TiO_2 มีแนวโน้มลดลง อนุภาคมีขนาดน้อยกว่า 100 นาโนเมตร และไม่ขึ้นกับอุณหภูมิแคลไซน์ วัสดุเซรามิก $\text{Ba}_{1-x}\text{Fe}_x\text{TiO}_3$ ($0 \leq x \leq 0.05$) ที่ผ่านการเผาผนึกที่อุณหภูมิ 1100 °C เป็นเวลา 4 ชั่วโมง พบเฉพาะเฟสพลอมปนของ TiO_2 ที่มีเฟสเป็นรูไทล์ใน

โครงสร้างผลึกของ BaTiO_3 แบบเฮกซะโกนัล โดยที่เงื่อนไข $x = 0.03$ พบเฟสปลอมปนของ TiO_2 ในปริมาณความเข้มข้นน้อยกว่าทุกเงื่อนไข เมื่อ x มีค่าสูงขึ้นมีแนวโน้มความเป็นผลึกของ BaTiO_3 ที่มีโครงสร้างแบบเฮกซะโกนัลที่สมบูรณ์ขึ้นด้วยจากการศึกษาสมบัติทางไดอิเล็กทริกในช่วงอุณหภูมิ $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$ ถึง $200\text{ }^{\circ}\text{C}$ ที่ช่วงความถี่ 100 Hz ถึง 1 MHz เนื่องจากเกิดการออกซิเดชันของ Fe^{3+} เป็น Fe^{4+} จึงทำให้โครงสร้างภายในเกิดการขยายตัวส่งผลให้เกิดช่องว่างของออกซิเจนภายในโครงสร้างของผลึกของวัสดุเซรามิก และ Fe^{3+} ที่เจือเข้าไปไม่ได้เข้าไปแทนที่ Ba^{2+} แต่เข้าไปแทนที่ในตำแหน่งของ Ti^{4+} และวัสดุเซรามิกที่เตรียมได้มีความหนาแน่นต่ำ อีกทั้งยังตรวจพบเฟสปลอมปนของ TiO_2 จึงส่งผลให้ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกและอุณหภูมิคูรีมีค่าลดลง และจากผลการศึกษาพบว่าค่าคงที่ไดอิเล็กทริกของวัสดุเซรามิกมีการเปลี่ยนแปลงตามความถี่เพียงเล็กน้อย จากการศึกษาอิทธิพลของความเค้นแบบแกนเดียวต่อสมบัติทางไดอิเล็กทริกของวัสดุเซรามิก $\text{Ba}_{1-x}\text{Fe}_x\text{TiO}_3$ ($0 \leq x \leq 0.05$) ในช่วงความเค้น 0 ถึง 12.5 MPa ที่อุณหภูมิห้องพบว่าเมื่อให้ความเค้นเข้าไปวัสดุเซรามิกทุกเงื่อนไข ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกมีค่าเพิ่มขึ้นในช่วงความเค้น 0 ถึง 7.5 MPa เนื่องจากความเค้นที่เข้าไปทำให้ผนังโดเมนเกิดการเคลื่อนที่มีผลทำให้เกิดการจัดเรียงตัวของไดโพลไฟฟ้าถาวรภายในโครงสร้างมีค่ามากขึ้น จึงส่งผลให้ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกเพิ่มขึ้นอย่างเห็นได้ชัด เมื่อให้ความเค้นสูงกว่า 7.5 MPa ค่าคงที่ไดอิเล็กทริกจะค่อนข้างคงที่เนื่องจากที่ความเค้นสูงไม่ก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างถาวรต่อโดเมนหรือโครงสร้างภายในของวัสดุเซรามิก ส่วนวัสดุเซรามิกที่ผ่านการเผาผนึกที่อุณหภูมิ $1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ และ $1300\text{ }^{\circ}\text{C}$ พบว่าเกิดการออกซิเดชันของเหล็กที่ถูกเจือเข้าไปทำให้โครงสร้างภายในของวัสดุเซรามิกเกิดการยึดตัวจึงทำให้เกิดการแตกหักเสียหายของวัสดุ

Nanocrystalline $\text{Ba}_{1-x}\text{Fe}_x\text{TiO}_3$ ($x = 0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04$ and 0.05) powders was prepared by a modified so-gel method using aloe vera solution. The precursor was prepared using $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$, Iron(III) nitrate 9- hydrate, $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (Iron(III)) and Titanium diisopropoxide bis (2, 4-pentane dionate), (TIIA). For the preparation of BaTiO_3 , the ratio of metal : aloe vera solution was 1:5. The polymeric precursors were characterized by TG/DTA to determine the thermal composition and then were calcined at different temperatures of 700, 800 and 900 °C for 2 hours to obtain the BaTiO_3 powders. The calcined samples were characterized by XRD, FTIR, TEM and SEM. The TG/DTA result showed that aloe vera was burned out under 700 °C. It was found that BaTiO_3 particles grew along one direction and gradually formed nanorods with diameter less than 50 nm. The XRD pattern presented cubic structure of BaTiO_3 after calcined over 700 °C. The second phases of TiO_2 were observed in BaTiO_3 structure as rutile and anatase with the increase of calcination temperature. The ceramic structure was pseudocubic after sintered at 1100 °C for 4 hours. More over the second phase was only rutile. In addition the grain size increased when calcination temperature increased. The dielectric properties of sintered BaTiO_3 ceramics were observed in the range of -50 °C to 200 °C and 100 Hz to 1 MHz. It showed the maximum dielectric constant was 2500 when the powder calcined at 800 °C was used. Curie temperature was about 120 °C and the dielectric constant did not changed with the frequency during the measurement because the dielectric constant of BaTiO_3 was not changed below 10 GHz.

Nanocrystalline $\text{Ba}_{1-x}\text{Fe}_x\text{TiO}_3$ ($x = 0, 0.01, 0.02, 0.03, 0.04$ and 0.05) powders were prepared using metal : aloe vera solution ratio of 1:10. The polymeric precursors were characterized by TG/DTA to determine the thermal composition and when were calcined at different temperatures of 700, 800 and 900 °C for 2 hours to obtain the $\text{Ba}_{1-x}\text{Fe}_x\text{TiO}_3$ powders. The calcined samples were characterized by XRD, FTIR and SEM. It showed that aloe vera was burned out under 700 °C. The XRD pattern presented cubic structure of BaTiO_3 after calcined over 700 °C. The second phases of TiO_2 occurred in BaTiO_3 structure as rutile and anatase and the least second phases of TiO_2 was found at 700 °C. In addition the second phases of TiO_2 decreased when x increased and particles sizes were less than 100 nm. The ceramic structure was hexagonal of BaTiO_3 after sintered at 1100 °C for 4 hours and the second phase was only rutile. When x were increased, hexagonal of BaTiO_3 tended to be more crystalline and the least second phases of TiO_2 were observed at $x = 0.03$. The dielectric properties of ceramics were also measured observed in the range of -50 °C to 200 °C and 100 Hz to 1 MHz. The ceramics given different heat treatment was attributed to oxidation of Fe^{3+} to Fe^{4+} . Because of the oxygen content occurring in hexagonal of BaTiO_3 structure, second phases of TiO_2 and low density of ceramics, dielectric constant and Curie temperature decreased. The dielectric constant did not changed with the frequency over the measurement. The dielectric properties of ceramics were also investigated under uniaxial stress between 0 to 12.5 MPa at room temperature. It was found that at stress between 0 to 7.5 MPa the dielectric constant of ceramics was increased with increasing the applied stress. At stress between 7.5 to 12.5 MPa the dielectric constant became nearly constant. These observe action was believed to be caused by the domain structure changes to maintain the domain energy at a minimum under the applied stress. For ceramics sintered at 1200 °C and 1300 °C, the samples broke because the hexagonal of BaTiO_3 structure was extended by oxidation of Fe^{3+} to Fe^{4+} .

different heat treatment was attributed to oxidation of Fe^{3+} to Fe^{4+} . Because of the oxygen content occurring in hexagonal of BaTiO_3 structure, second phases of TiO_2 and low density of ceramics, dielectric constant and Curie temperature decreased. The dielectric constant did not changed with the frequency over the measurement. The dielectric properties of ceramics were also investigated under uniaxial stress between 0 to 12.5 MPa at room temperature. It was found that at stress between 0 to 7.5 MPa the dielectric constant of ceramics was increased with increasing the applied stress. At stress between 7.5 to 12.5 MPa the dielectric constant became nearly constant. These observe action was believed to be caused by the domain structure changes to maintain the domain energy at a minimum under the applied stress. For ceramics sintered at 1200 °C and 1300 °C, the samples broke because the hexagonal of BaTiO_3 structure was extended by oxidation of Fe^{3+} to Fe^{4+} .