

## บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้เป็นการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับสมบัติให้ความร้อน เอ็นทีซี พีทีซี และการเก็บประจุไฟฟ้าของอิเล็กทรอนิกส์เซรามิกส์และการประยุกต์ใช้ อิเล็กทรอนิกส์เซรามิกส์ที่ได้รับการศึกษา ได้แก่ ให้ สารความร้อน สารเอ็นทีซี สารพีทีซี และ สารไดอิเล็กตริก สารความร้อนที่ได้รับการศึกษา ได้แก่  $ZnO+0.01Nb_2O_5$  และ  $ZnO+0.02TiO_2$  สารเอ็นทีซีที่ได้รับการศึกษา ได้แก่  $NiMn_2O_4$ ,  $Fe_2O_3+Nb_2O_5$ ,  $SnO_2+Fe_2O_3$ ,  $MgFe_2O_4+Fe_2O_3$ ,  $Mn_{0.2}Ni_{0.8}Fe_2O_4$  และ  $LaCoO_3$  สารพีทีซี ที่ได้รับการศึกษา ได้แก่  $BaTiO_3+0.9ZrO_2$ ,  $BaTiO_3+0.01Nb_2O_5$ ,  $BaTiO_3+0.05Nb_2O_5$ ,  $BaTiO_3+0.1Nb_2O_5$ ,  $(Sr_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$ ,  $Pb(Zr_{0.4}Ti_{0.3}Y_{0.3})O_3$ ,  $(Ba_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$ ,  $Ba(Ti_{0.8}Sn_{0.2})O_3$ ,  $Bi_2O_3+Fe_2O_3$ ,  $ZrO_2+MnO_2$ ,  $SnO_2+2CoO$  และ  $SnO_2+Cr_2O_3$  และสารไดอิเล็กตริกที่ได้รับการศึกษา ได้แก่  $BaTiO_3+0.1SrCO_3$ ,  $BaTiO_3+0.9ZrO_2$ ,  $BaTiO_3+0.01Dy_2O_3$ ,  $BaTiO_3+0.01Nb_2O_5$ ,  $BaTiO_3+0.05Nb_2O_5$ ,  $BaTiO_3+0.1Nb_2O_5$ ,  $(Sr_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$ ,  $Pb(Zr_{0.4}Ti_{0.3}Y_{0.3})O_3$ ,  $(Ba_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$  และ  $Ba(Ti_{0.8}Sn_{0.2})O_3$ ,  $(Ba_{0.9}La_{0.1})TiO_3$ ,  $(Ba_{0.5}Zn_{0.5})TiO_3$  การเตรียมสารตัวอย่างจะใช้วิธีเทคนิคเซรามิกส์มาตรฐาน การตรวจสอบเฟสจะใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์

สมบัติให้ความร้อนที่ได้รับการศึกษา ได้แก่ ความสัมพันธ์ระหว่างกำลังไฟฟ้าที่จ่ายกับอุณหภูมิ และ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นตามเวลา สมบัติเอ็นทีซีที่ได้รับการศึกษา ได้แก่ เสถียรภาพทางไฟฟ้า ปรากฏการณ์ NTC และความต้านทานไฟฟ้าที่ขึ้นกับอุณหภูมิ สมบัติพีทีซีที่ได้รับการศึกษา ได้แก่ ปรากฏการณ์ PTC สมบัติไดอิเล็กตริกที่ได้รับการศึกษา ได้แก่ สมบัติไดอิเล็กตริกในสนามไฟฟ้าตรงและสนามไฟฟ้าสลับ การเก็บและคายประจุ สมบัติวาริสเตอร์ สมบัติความจุ-แรงดัน การทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุความถี่สูง ผลของสนามไฟฟ้าแรงสูงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสมบัติของสารจาก PTC ไปเป็น NTC การแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้าและการแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นความถี่ของสาร

การประยุกต์ใช้งานสำหรับสมบัติให้ความร้อน ได้แก่ การควบคุมอุณหภูมิของสารให้ความร้อนให้คงที่ การประยุกต์ใช้งานสำหรับสมบัติเอ็นทีซี ได้แก่ หัววัดอุณหภูมิ หัวควบคุมอุณหภูมิ และสวิตช์ความเย็น การประยุกต์ใช้งานสำหรับสมบัติพีทีซี ได้แก่ หัววัดอุณหภูมิ การประยุกต์ใช้งานสำหรับสมบัติไดอิเล็กตริก ได้แก่ อุปกรณ์กรองแรงดันไฟฟ้า อุปกรณ์การเลื่อนเฟส อุปกรณ์ในวงจรออสซิลเลเตอร์ และหัววัดความถี่

## Abstract

This paper investigated about heating, NTC, PTC and capacitive properties of electronic ceramics and applications. Studied electronic ceramics were heating materials, NTC materials, PTC materials and dielectric material. Studied heating materials were  $\text{ZnO}+0.01\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{ZnO}+0.02\text{TiO}_2$ . Studied NTC materials were  $\text{NiMn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{SnO}_2+\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MgFe}_2\text{O}_4+\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Mn}_{0.2}\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_2\text{O}_4$  and  $\text{LaCoO}_3$ . Studied PTC materials were  $\text{BaTiO}_3+0.9\text{ZrO}_2$ ,  $\text{BaTiO}_3+0.01\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{BaTiO}_3+0.05\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{BaTiO}_3+0.1\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $(\text{Sr}_{0.5}\text{Pb}_{0.5})\text{TiO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.4}\text{Ti}_{0.3}\text{Y}_{0.3})\text{O}_3$ ,  $(\text{Ba}_{0.5}\text{Pb}_{0.5})\text{TiO}_3$ ,  $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.8}\text{Sn}_{0.2})\text{O}_3$ ,  $\text{Bi}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{ZrO}_2+\text{MnO}_2$ ,  $\text{SnO}_2+2\text{CoO}$  and  $\text{SnO}_2+\text{Cr}_2\text{O}_3$  and studied dielectric materials were  $\text{BaTiO}_3+0.1\text{SrCO}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3+0.9\text{ZrO}_2$ ,  $\text{BaTiO}_3+0.01\text{Dy}_2\text{O}_3$ ,  $\text{BaTiO}_3+0.01\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{BaTiO}_3+0.05\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $\text{BaTiO}_3+0.1\text{Nb}_2\text{O}_5$ ,  $(\text{Sr}_{0.5}\text{Pb}_{0.5})\text{TiO}_3$ ,  $\text{Pb}(\text{Zr}_{0.4}\text{Ti}_{0.3}\text{Y}_{0.3})\text{O}_3$ ,  $(\text{Ba}_{0.5}\text{Pb}_{0.5})\text{TiO}_3$  and  $\text{Ba}(\text{Ti}_{0.8}\text{Sn}_{0.2})\text{O}_3$ ,  $(\text{Ba}_{0.9}\text{La}_{0.1})\text{TiO}_3$  and  $(\text{Ba}_{0.5}\text{Zn}_{0.5})\text{TiO}_3$ . All samples were prepared by standard ceramics techniques. Phase identifications were studied with X-ray diffraction techniques.

Studied heating properties were the supplied electric power dependence on temperature, and temperature-time characteristics. Studied NTC properties were electrical stability, NTC effect and resistance dependence on temperature. Studied PTC properties were PTC effect. Studied capacitive properties were dielectric properties in dc and ac electric fields, charge-discharge, varistor property, capacitance-voltage property, high frequency capacitive function, effect of high electric field on property transition from PTC to NTC, frequency-to-voltage transformation and voltage-to-frequency transformation.

Heating property was applied for constant temperature control. NTC property was applied for temperature sensor, control temperature sensor and cool switch. PTC property was temperature sensor. Capacitive properties were applied for voltage filtering device, phase-shift device and frequency sensor.

## บทคัดย่อของแต่ละบทความ

### 1. การเตรียมและทดสอบ ZnO+0.01Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> เพื่อศึกษาการตอบสนองต่ออุณหภูมิ วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริก และสารให้ความร้อน (2545)

The ZnO+0.01Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> preparation and testing for temperature response, thermoelectric and heating material study.

#### บทคัดย่อ

ก่อนการปฏิบัติงาน ZnO+0.01Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> เตรียมขึ้นมาโดยวิธีเทคนิคเซรามิกมาตรฐาน ความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานไฟฟ้ากับอุณหภูมิเป็นแบบเชิงเส้นดังสมการ  $R = -0.0433T + 8.5089$  อัตราการลดลงของค่าความต้านทานไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยอุณหภูมิมีค่าดังสมการ  $\Delta R/\Delta T = -43.16$  โอห์ม/°ซ ความสัมพันธ์ระหว่างแรงเคลื่อนไฟฟ้าต่อหนึ่งหน่วยอุณหภูมิแสดงดังสมการ  $\Delta V = -8 \times 10^{-6} T^2 + 0.0114T - 0.3166$  และสัมประสิทธิ์ซีเบค ( $\alpha$ ) มีค่า  $9.72 \times 10^{-5}$  โวลต์/°ซ เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้า 200 โวลต์ ให้แก่สารเป็นเวลา 3 นาที 26 วินาที พบว่าอุณหภูมิของสารเพิ่มขึ้นจากอุณหภูมิห้อง (24 °ซ) ไปเป็น 245 °ซ สารที่เตรียมได้นำไปประยุกต์ใช้งานเป็นหัววัดอุณหภูมิ วัสดุเทอร์โมอิเล็กทริกและสารให้ความร้อน

#### Abstract

Disc-shaped ZnO+0.01Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> samples were prepared by standard ceramic techniques. The linear relation between resistance and temperature corresponds to  $R = -0.0433T + 8.5089$ . Resistance decreasing rate corresponds to  $\Delta R/\Delta T = -43.16 \Omega/^\circ\text{C}$ . The relation between thermo-emf and temperature corresponds to  $\Delta V = -8 \times 10^{-6} T^2 + 0.0114T - 0.3166$ , and Seebeck coefficient ( $\alpha$ ) is  $9.72 \times 10^{-5}$  V/°C. When electric voltage of 220 Vac was supplied for 3min 26s, sample temperature increased from room temperature (24 °C) to 245 °C. This prepared sample can be used as a temperature sensor, thermoelectric material and heating element.

## 2. สมบัติเชิงไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้ของ $\text{BaTiO}_3+0.1\text{SrCO}_3$ (2546)

Electrical properties and applications of  $\text{BaTiO}_3+0.1\text{SrCO}_3$

### บทคัดย่อ

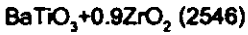
บทความนี้เสนอสมบัติของสาร  $\text{BaTiO}_3+0.1\text{SrCO}_3$  ก่อนสารแสดงสมบัติการเก็บประจุไฟฟ้าในสนามไฟฟ้าตรงโดยมีความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามเวลา ผลการวัดในสนามไฟฟ้าสลับที่ความถี่ 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz และ 100 kHz พบว่าเมื่อความถี่เพิ่มขึ้นอิมพีแดนซ์ ความจุไฟฟ้าและตัวประกอบการสูญเสียมีค่าลดลง แต่ความนำไฟฟ้าและตัวประกอบคุณภาพมีค่าเพิ่มขึ้น สารสามารถกรองแรงดันไฟฟ้าที่มีความถี่ในช่วง 200 kHz ถึง 400 kHz และแยกความถี่ต่ำออกจากแรงดันไฟฟ้าความถี่ผสมระหว่างความถี่ต่ำกับความถี่สูงได้ดีในย่านความถี่ kHz สารสามารถทำหน้าที่เลื่อนเฟสของแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่ประมาณ 500 kHz และแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้าในย่าน 1 kHz ถึง 500 kHz ได้

### Abstract

This article proposes properties of  $\text{BaTiO}_3+0.1\text{SrCO}_3$  material. Sample behaves capacitive effect in: dc electric field which shows resistance dependent on time. AC electric field results at frequencies of 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz and 100 kHz show that impedance, capacitance, dissipation factor were decreasing, but conductance and quality factor were increasing as the frequency increasing. The sample can filter voltage at 200 kHz-400 kHz frequency range and split low frequency from mixed low and high frequency at kHz region. The sample can be phase shifting of electric voltage at frequency about 500 kHz and frequency to voltage transformation at 1 kHz-500 kHz interval.

**Key words:**  $\text{BaTiO}_3$ , Ferroelectrics, Capacitors, High pass filter, Phase shifter

3. ผลของความถี่และสนามโพลิงที่มีต่อสมบัติเชิงไฟฟ้าและปรากฏการณ์ PTC ของวัสดุ



Effect of frequency and poling field on the electrical properties and PTC effect of  $BaTiO_3+0.9ZrO_2$  material

บทคัดย่อ

ก่อนการปฏิบัติงานเตรียมชิ้นมาโดยวิธีเทคนิคเซรามิกส์มาตรฐาน สารที่เตรียมได้มีสูตร  $BaTiO_3+0.9ZrO_2$  และมีสีขาวเหลือง ผลการวัดสมบัติของสารในสนามไฟฟ้าสลับพบว่าค่าอิมพีแดนซ์(Z) ความนำไฟฟ้า(G) ความจุไฟฟ้า(C) ตัวประกอบการสูญเสีย(D)และตัวประกอบคุณภาพ(Q)ที่ความถี่(f) 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz และ 100 kHz มีค่าดังสมการ  $Z = 45.64f^{-0.9013}$  ;  $G = 0.004f^{0.5619}$  ;  $C = 3.3468f^{-0.0872}$  ;  $D = 0.1877f^{-0.3516}$  และ  $Q = 5.3587f^{0.3496}$  อิมพีแดนซ์ที่ความถี่ในช่วง 1 kHz ถึง 80 kHz มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงความถี่ 1 kHz ถึง 20 kHz สารกรองแรงดันไฟฟ้าผ่านได้ดีในช่วงความถี่ 200 kHz ถึง 320 kHz การโพลิงสารจะใช้สนามไฟฟ้า 3.96 kV/mm เป็นเวลา 48 วินาที ความต้านทานไฟฟ้าก่อนและหลังโพลิงมีค่า 11,900 MΩ และ 24.075 kΩ ตามลำดับ ผลการทดสอบปรากฏการณ์พีทีซี หลังโพลิงพบว่าความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มเร็วมากในช่วงอุณหภูมิ 80°C ถึง 82°C โดยมีอัตราการเพิ่มขึ้นของความต้านทานไฟฟ้า 1205.39 kΩ/°C อุณหภูมิคูรี(T<sub>c</sub>)มีค่าประมาณ 80 °C ก่อนโพลิงนั้นสารมีลักษณะเป็นตัวเก็บประจุและหลังโพลิงแล้วสารมีลักษณะเป็นเทอร์มิสเตอร์แบบ PTC

Abstract

Disc-shaped pellet 's samples were prepared by Standard ceramic techniques. Sample formular was  $BaTiO_3+0.9ZrO_2$  and had yellow-white color. When the sample was measured in ac electric field, impedance(Z), conductance(G), capacitance(C) dissipation factor(D) and quality factor(Q) at frequency(f) 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz and 100 kHz were in the following equations :  $Z = 45.64f^{-0.9013}$  ;  $G = 0.004f^{0.5619}$  ;  $C = 3.3468f^{-0.0872}$  ;  $D = 0.1877f^{-0.3516}$  and  $Q = 5.3587f^{0.3496}$ . Sample impedance decreased rapidly in 1 kHz to 20 kHz interval. Sample could filtered high frequency voltage in 200 kHz to 320 kHz interval. Sample was poled with electric field 3.96 kV/mm for 48 s , resistance before and after poling were 11,900 MΩ and 24.075 kΩ, respectively. Sample showed PTC effect after poling, resistance increased very rapidly in 80 °C to 82 °C interval with resistance increasing rate equal 1205.39 kΩ/°C. Curie temperature(T<sub>c</sub>) was about 80 °C. Sample was capacitor before poling and PTC thermistor after poling.

Keywords : material properties in ac electric field, high pass filtering, PTC thermistor

4. สมบัติของสารในสนามไฟฟ้าสลับ การกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่านและผลของสนามไฟฟ้าแรงสูงที่มีต่อการเปลี่ยนแปลงของสมบัติจาก PTC ไปเป็น NTC สำหรับเซรามิกส์ BaTiO<sub>3</sub>+0.01Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (2546)

Material properties in alternating electric field, high pass filtering and the effect of electric field on property transformation from PTC effect to NTC effect for BaTiO<sub>3</sub>+0.01Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>'s ceramics

บทคัดย่อ

ก่อนการปูจาก BaTiO<sub>3</sub>+0.01Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> เตรียมขึ้นมาโดยวิธีเทคนิคเซรามิกส์มาตรฐาน สารที่ได้มีสีขาวเหลือง ตรวจสอบเฟสของสารด้วยเครื่อง XRD ความต้านทานไฟตรงของสารก่อนและหลังโพลิงมีค่า 20.5 MΩ และ 43.2 kΩ อิมพีแดนซ์(Z) ความนำไฟฟ้า(G) ความจุไฟฟ้า(C) ตัวประกอบการสูญเสีย(D) ตัวประกอบคุณภาพ(Q)ที่ความถี่(f)ต่างๆก่อนโพลิงมีความสัมพันธ์ดังสมการ  $Z = 17.73f^{0.8895}$  ;  $G = 0.0126f^{0.5455}$  ;  $C = 8.2839f^{0.0875}$  ;  $D = 0.2402f^{0.3687}$  และ  $Q = 4.1729f^{0.3725}$  อิมพีแดนซ์ที่ความถี่ต่างๆ(Z vs f) มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในช่วงความถี่ 1-150 kHz แสดงดังสมการ  $Z = 2645.2f^{0.7919}$  และสารสามารถกรองแรงดันไฟฟ้าที่มีความถี่ในช่วง 150 kHz-320 kHz ได้ดี ดังนั้นสารมีแนวโน้มนำไปประยุกต์ใช้งานเป็นอุปกรณ์กรองแรงดันความถี่สูงผ่านได้ ผลการทดสอบ PTC Effect ก่อนโพลิงพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิแสดงดังสมการ  $R = 0.073T^2 - 2.0768T + 35.418$  ผลการทดสอบ NTC Effect หลังโพลิงพบว่าความสัมพันธ์ระหว่างความต้านทานกับอุณหภูมิแสดงดังสมการ  $R = -0.0004T^2 - 0.1842T + 50.229$

Abstract

Disc-shaped pellet BaTiO<sub>3</sub>+0.01Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> samples were prepared by Standard ceramic - techniques. The samples have white-yellow colour. Sample phases were characterized by XRD. Resistance before and after poling were 20.5 MΩ และ 43.2 kΩ. Impedance(Z), conductance(G), capacitance(C), dissipation factor(D) and quality factor(Q) at different frequency(f)before poling have relation as follows :  $Z = 17.73f^{0.8895}$  ;  $G = 0.0126f^{0.5455}$  ;  $C = 8.2839f^{0.0875}$  ;  $D = 0.2402f^{0.3687}$  และ  $Q = 4.1729f^{0.3725}$ . Impedance decreased rapidly when frequency was increasing in 1 to 150 kHz interval and had relation corresponding to  $Z = 2645.2f^{0.7919}$  and the sample could filtered electric voltage very well in 150 kHz to 320 kHz frequency interval. So, the sample could be applied as high pass filter. Sample showed PTC effect before poling and resistance vs temperature relation corresponding to  $R = 0.073T^2 - 2.0768T + 35.418$ . But after poling, the sample showed NTC Effect and resistance vs temperature relation corresponding to equation  $R = -0.0004T^2 - 0.1842T + 50.229$ .

## 5. สมบัติเชิงไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้ของ $\text{BaTiO}_3+0.01\text{Dy}_2\text{O}_3$ (2545) Electrical Properties and Applications of $\text{BaTiO}_3+0.01\text{Dy}_2\text{O}_3$

### บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอสมบัติเชิงไฟฟ้าและการประยุกต์ใช้ของสาร  $\text{BaTiO}_3+0.01\text{Dy}_2\text{O}_3$  ผลการวัดในสนามไฟฟ้าสลับที่ความถี่ 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz และ 100 kHz พบว่าเมื่อความถี่เพิ่มขึ้นอิมพีแดนซ์ ความจุไฟฟ้าและตัวประกอบการสูญเสียมีค่าลดลง แต่ความนำไฟฟ้าและตัวประกอบคุณภาพมีค่าเพิ่มขึ้น สารสามารถทำหน้าที่เป็นตัวเก็บประจุความถี่สูงได้โดยเฉพาะที่ความถี่ประมาณ 500 kHz สารสามารถกรองแรงดันไฟฟ้าที่มีความถี่ในช่วง 50 kHz ถึง 100 kHz ได้และแยกความถี่ต่ำออกจากแรงดันไฟฟ้าความถี่ผสมระหว่างความถี่ต่ำกับความถี่สูงได้ดีในย่านความถี่ kHz สารสามารถทำหน้าที่เลื่อนเฟสของแรงดันไฟฟ้าที่ความถี่ประมาณ 513 kHz และแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้าในย่าน 40 kHz ถึง 580 kHz ได้ ผลการทดสอบปรากฏการณ์ PTC พบว่าความต้านทานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นในขณะที่ยุณหภูมิเพิ่มขึ้นในช่วง 26 °C ถึง 200 °C และสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานที่เป็นบวกมีค่า 0.0152 / °C

### Abstract

This article proposes electrical properties and applications of  $\text{BaTiO}_3+0.01\text{Dy}_2\text{O}_3$  material. AC electric field results at frequencies of 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz and 100 kHz show that impedance, capacitance, dissipation factor were decreasing, but conductance and quality factor were increasing as the frequency increasing. Sample behaves high frequency capacitor, especially at 500 kHz. The sample can filter voltage at 50 kHz-100 kHz frequency range and split low frequency from mixed low and high frequency at kHz region. The sample can be phase shifting of electric voltage at frequency about 513 kHz and frequency to voltage transformation at 40 kHz-580 kHz interval. PTC effect's result shows that sample resistance was increased as temperature increasing at 26 °C - 200 °C interval and positive temperature coefficient of resistance of the sample was 0.0152 / °C

**Key words:**  $\text{BaTiO}_3$ , ferroelectrics, high pass filter, capacitors, thermistors

## 6. สมบัติเทอร์โมอิเล็กทริก เอ็นทีซี ไดอิเล็กทริก และ แม่เหล็กของ $MgFe_2O_4+Fe_2O_3$ (2546)

Thermoelectric, ntc, dielectric and magnetic properties of  $MgFe_2O_4+Fe_2O_3$

### บทคัดย่อ

สาร  $MgCO_3 + Fe_2O_3$  ที่เตรียมได้มีสีดำ เมื่อทดสอบปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กทริกพบว่าสัมประสิทธิ์ซีเบค(Q)มีค่า  $-86.3 \mu V/^{\circ}C$  สารมีการนำไฟฟ้าชนิด n เมื่อทดสอบปรากฏการณ์เอ็นทีซีพบว่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานไฟฟ้าที่เป็นลบ ( $\alpha$ )มีค่า  $-1.04 /^{\circ}C$  เมื่อวัดสมบัติไดอิเล็กทริกของสารในสนามไฟฟ้าสลับพบว่าความสัมพันธ์ของ Z, G, C, D, Q vs f ที่อุณหภูมิห้อง ( $24^{\circ}C$ )และที่ความถี่ 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz และ 100 kHz พบว่าเมื่อความถี่เพิ่มขึ้นอิมพีแดนซ์ ความจุไฟฟ้ามีค่าลดลง แต่ความนำไฟฟ้ามีค่าเพิ่มขึ้น ตัวประกอบการสูญเสียมีค่าค่อนข้างน้อยและตัวประกอบคุณภาพมีค่าค่อนข้างมากที่ 10 kHz เมื่อวัดค่าความเหนี่ยวนำตัวเอง และความเหนี่ยวนำร่วมพบว่าแกนที่ทำมาจากสารที่เตรียมได้มีลักษณะเป็นสารแม่เหล็กช่วยเพิ่มค่าความเหนี่ยวนำตัวเองและค่าความเหนี่ยวนำร่วม เมื่อทดสอบเป็นแกนหม้อแปลงไฟฟ้าพบว่าอัตราการแปลงแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเมื่อใส่สารที่เตรียมได้เป็นแกนของขดลวด

### ABSTRACT

Prepared  $MgCO_3 + Fe_2O_3$  was black color. When thermoelectric effect was tested, found that Seebeck coefficient was  $-86.3 \mu V/^{\circ}C$ . Sample was n-type conduction. When ntc effect was tested, found that negative temperature coefficient of resistance was  $-1.04 /^{\circ}C$ . When dielectric properties were measured in ac electric field, found that the relation of Z, G, C, D, Q vs f at room temperature ( $24^{\circ}C$ ) and at frequencies 100 Hz, 120 Hz, 1 kHz, 10 kHz and 100 kHz, found that impedance and capacitance were decreased, but conductance was increased when the frequency increasing. The dissipation factor was a small value and quality factor was a large value at 10 kHz. When self induction and mutual induction were measured, found that prepared sample's core had magnetic behaviour which assist to increase the self inductance value and mutual inductance value. When transformer core which made from this sample was test, found that voltage transformation ratio of the transformer had increased when the sample was used as magnetic core.

Keywords: thermoelectric property, ntc property, dielectric property, magnetic property



7. Fabrication and physical properties of  $\text{NiMn}_2\text{O}_4$ ,  $\text{ZnO}+0.02\text{TiO}_2$  and  $\text{FeNbO}_4$  as thermoelectric, heating element and negative temperature coefficient materials (2547)

Abstract

This present work was undertaken as a study to clarify the thermoelectric, heating and negative temperature coefficient effects. The composition of the sample before firing were  $\text{NiO}+\text{MnO}_2$ ,  $\text{ZnO}+0.02\text{TiO}_2$  and  $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Nb}_2\text{O}_5$ . After firing, the first sample was a single phase material ( $\text{NiMn}_2\text{O}_4$ ), the second sample was the mixed two phase material ( $\text{ZnO}$ ,  $\text{ZnTiO}_4$ ) and the third sample was a single phase material ( $\text{FeNbO}_4$ ). The prepared  $\text{NiO}+\text{MnO}_2$  and  $\text{FeNbO}_4$  resistances were  $18.65 \text{ k}\Omega$  and  $5.9 \text{ k}\Omega$ , respectively. The  $\text{NiO}+\text{MnO}_2$  material shows the thermoelectric effect. The thermoelectric voltage versus temperature relation corresponds to the equation,  $V = 0.0028T^2 - 0.4342T + 14.304$  with  $R^2 = 0.9953$ . So, the sample was n-type material. The computer interfacing circuit which has made can exhibit the picture of the thermoelectric versus time relation. This sample was investigated for obtaining the type of the electrical carriers in ceramics. The temperature versus supplied electric power relation of the  $\text{ZnO}+0.02\text{TiO}_2$  material corresponds to the equation,  $T = -1 \times 10^{-4}P^2 + 0.0335P - 10.531$ , with  $R^2 = 0.9892$ . This sample can show the electricity to heat conversion very well. The sample shows heating effect. The picture of temperature versus time can be shown with computer interfacing circuit system. This material was studied for heating element for the electric furnace. The sample resistance versus the temperature relation of the  $\text{Fe}_2\text{O}_3+\text{Nb}_2\text{O}_5$  material corresponds to the equation,  $R = 5.4961e^{(-0.0173T)}$ , with  $R^2 = 0.9945$ . The negative temperature of coefficient of the resistance ( $\alpha$ ) was  $-1.03 \text{ \%}/^\circ\text{C}$  from 25 to  $100^\circ\text{C}$ . and  $-0.84 \text{ \%}/^\circ\text{C}$  from 100 to  $200^\circ\text{C}$ . So, the sample shows NTC effect. The sample was n-type semiconducting ceramics. After the calibration by the measurement of the temperature (T) versus voltage drop (V) T, then compare between the true temperature ( $T_{\text{true}}$ ) from commercial apparatus and the measure temperature ( $T_{\text{measure}}$ ) from the computer with the prepared sample for determining the accuracy from 24 to  $200^\circ\text{C}$ . So, the prepared sample can be used as temperature sensor with computer displaying. Testing system for temperature measurement and control is composed of a prepared sample as a temperature sensor, solid state relay for control and the computer as display device. After the furnace was heated and then the furnace temperature was increased to a setting temperature, computer will control the temperature at constant temperature at a given interval.

**Keywords :** Thermoelectric effect, Heating effect and NTC effect

**8. A New Positive Temperature Coefficient Effect Based on  $\text{Bi}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$  or  $\text{ZrO}_2+\text{MnO}_2$  Material and Used as Temperature Sensor (2548)**

**ABSTRACT**

The  $\text{Bi}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$  (sample 1) and  $\text{ZrO}_2+\text{MnO}_2$  (sample 2) materials were prepared by standard ceramic techniques and identified the phase by XRD techniques. The PTC effect was tested. The both samples were applied to be temperature sensor. The sample 1 exhibits PTC effect from 25 to 110 °C that the positive temperature coefficient of the resistance ( $\alpha$ ) was +183.24 %/°C. The maximum resistance was 22.24 M $\Omega$  at 110 °C. The sample 2 exhibits PTC effect from 25 to 130 °C that the positive temperature coefficient of the resistance ( $\alpha$ ) was +7.08 %/°C. The maximum resistance was 9.08 M $\Omega$  at 130 °C. The PTC effect was similar to barium titanate. The PTC effect in the  $\text{Bi}_2\text{O}_3+\text{Fe}_2\text{O}_3$  and  $\text{ZrO}_2+\text{MnO}_2$  samples were discovered in the first time. The prepare samples and the temperature monitoring with computer system can measure the temperature in the range 25 °C to 65 °C (sample 1) and 25 °C to 85 °C (sample 2). The working temperature of these sensors are in the PTC region which are very sensitive to heat.

**Keywords:** PTC thermistor, Temperature Sensor

**9. การแสดงเส้นโค้งแรงดันไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของสาร  $(\text{Sr}_{0.5}\text{Pb}_{0.5})\text{TiO}_3$  ในขณะที่เกิดกำหนดแบบอนุกรม RLC ด้วยคอมพิวเตอร์ (2548)**

**Voltage-time curve displaying with computer of  $(\text{Sr}_{0.5}\text{Pb}_{0.5})\text{TiO}_3$  material as RLC series resonance occurrence**

The computer interfacing circuit was prepared and program was written for displaying the RLC series effect. The sample was  $(\text{Sr}_{0.5}\text{Pb}_{0.5})\text{TiO}_3$ . Impedance of the circuit was a minimum value and the current was a maximum value at resonance frequency that observed from voltage changing on the computer screen.

**Key words :** ferroelectrics, RLC series resonance, computer interfacing

## 10. ปรากฏการณ์พีทีซีชนิดใหม่ที่พบในสาร $\text{SnO}_2+2\text{CoO}$ และ $\text{SnO}_2+\text{Cr}_2\text{O}_3$ ที่ประยุกต์ใช้เป็น หัววัดอุณหภูมิ

The new types of positive temperature coefficient effect based on  $\text{SnO}_2+2\text{CoO}$  and  $\text{SnO}_2+\text{Cr}_2\text{O}_3$  ceramics used as temperature sensor (2548)

### บทคัดย่อ

ได้เตรียมสารที่ 1 :  $\text{SnO}_2+2\text{CoO}$  และสารที่ 2 :  $\text{SnO}_2+\text{Cr}_2\text{O}_3$  โดยวิธีเทคนิคเซรามิกส์มาตรฐานและขีปนงเพลิงด้วยเครื่อง XRD ได้ทดสอบปรากฏการณ์ PTC สารทั้งสองสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นหัววัดอุณหภูมิ สารที่ 1 แสดงปรากฏการณ์ PTC ในช่วง 25 ถึง 110 °C โดยมีสัมประสิทธิ์อุณหภูมิที่เป็นบวก ( $\alpha$ ) เท่ากับ +18.2 %/°C ความต้านทานสูงสุดมีค่า 28.5 M $\Omega$  ที่ 110 °C สารที่ 2 แสดงปรากฏการณ์ PTC ในช่วง 35 ถึง 85 °C โดยมีสัมประสิทธิ์อุณหภูมิที่เป็นบวก ( $\alpha$ ) เท่ากับ +28.6 %/°C. ความต้านทานสูงสุดมีค่า 91.8 M $\Omega$  ที่ 85 °C ปรากฏการณ์ PTC มีจุดกำเนิดจากความต้านทานในย่านขอบเขตของเกรน ได้ค้นพบปรากฏการณ์ PTC ในสารทั้งสองนี้เป็นครั้งแรก สารตัวอย่างที่เตรียมได้และระบบการวัดอุณหภูมิด้วยคอมพิวเตอร์สามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง 22 °C ถึง 70 °C (สารที่ 1) และ 40 °C ถึง 120 °C (สารที่ 2) อุณหภูมิใช้งานของหัววัดอุณหภูมิ PTC นี้มีความไวต่อความร้อนมาก

### Abstract

The  $\text{SnO}_2+2\text{CoO}$  and  $\text{SnO}_2+\text{Cr}_2\text{O}_3$  materials were prepared by standard ceramic techniques and the phase identified by XRD techniques. The PTC effect was tested. Both samples were applied as temperature sensors. Sample 1 exhibited PTC effect from 25 to 110 °C and the positive temperature coefficient of the resistance ( $\alpha$ ) was +18.2 %/°C. The maximum resistance was 28.5 M $\Omega$  at 110 °C. Sample 2 exhibited PTC effect from 35 to 85 °C and the positive temperature coefficient of the resistance ( $\alpha$ ) was +28.6 %/°C. The maximum resistance was 91.8 M $\Omega$  at 85 °C. The PTC effect was seen to have its origins in the resistance of the grain boundary region. The PTC effect in both samples was discovered for the first time. The prepared samples and temperature monitoring with a computer system can measure the temperature in the range 22 °C to 70 °C (sample 1) and 40 °C to 120 °C (sample 2). The working temperature of these sensors are near the PTC region and they are very sensitive to heat.

Key words : PTC thermistor, temperature sensor

11. PTC effect of holmium oxide-copper holmium oxide ceramics before and after poling. (2545)

**บทคัดย่อ**

ได้ค้นพบปรากฏการณ์พีทีซี(PTC effect)เกิดขึ้นในเซรามิกส์  $\text{Ho}_2\text{O}_3\text{-Cu}_2\text{Ho}_2\text{O}_5$

12. การเตรียมวัสดุ  $\text{SnO}_2+\text{Fe}_2\text{O}_3$  ,  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  และ  $\text{ZnO}+0.1\text{Ag}_2\text{O}$  และการประยุกต์ใช้สำหรับการควบคุมอุณหภูมิ การรับรู้การหมุนและการทดสอบปรากฏการณ์ฮอลล์ (2547)

**Abstract**

This paper examines the fabrication and some application of selected oxide materials in computer interfaced measurement devices. The  $(\text{SnO}_2+\text{Fe}_2\text{O}_3)$  material could be used for temperature measurement and control at 24-200 °C. The  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  was magnetically induced with a self constructed magnetic field generator to produce a magnet which could be use as a rotation sensor. The magnetic field of a commercial permanent magnet measured by the self constructed apparatus was found to be  $8.66 \times 10^{-7}$  Wb/m<sup>2</sup>. The Hall effect in  $(\text{ZnO}+0.1\text{Ag}_2\text{O})$  material was examined. The measured Hall voltage ( $V_H$ ) is about  $3.31 \times 10^{-3}$  V, the calculated electric carrier concentration is about  $2.8 \times 10^{17}$  electrons/m<sup>3</sup> and Hall coefficient ( $R_H$ ) is about 21.62. In each case fabricated ceramics have been characterized by phase analysis using XRD.

Key word : temperature sensor , rotation sensor, Hall effect

13. การเตรียมและทดสอบสมบัติเฮินพีซีของ  $\text{Mn}_x\text{Ni}_y\text{Fe}_2\text{O}_4$  เพื่อประยุกต์ใช้เป็นหัววัดอุณหภูมิ (2547)

**บทคัดย่อ**

ได้เตรียมสารตัวอย่างรูปจานที่มีสูตรเป็น  $\text{Mn}_{0.2}\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_2\text{O}_4$  ,  $\text{Mn}_{0.5}\text{Ni}_{0.5}\text{Fe}_2\text{O}_4$  และ  $\text{Mn}_{0.8}\text{Ni}_{0.2}\text{Fe}_2\text{O}_4$  โดยวิธีเซรามิกส์มาตรฐานโดยการเผา 2 ครั้ง ที่ 500 °C และ 1200 °C ตามลำดับ วัดสมบัติเชิงพีซีได้แก่เสถียรภาพทางไฟฟ้าและปรากฏการณ์เฮินพีซี ได้สร้างระบบการวัดความต้านทานไฟฟ้าที่ขึ้นกับอุณหภูมิด้วยคอมพิวเตอร์สำหรับทดสอบปรากฏการณ์เฮินพีซี ค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานที่เป็นลบของสารตัวอย่างทั้ง 3 สูตรในช่วงอุณหภูมิ 25 °C ถึง 100 °C ที่คำนวณได้ มีค่าเป็น  $-0.0145$  °C<sup>-1</sup>,  $-0.0136$  °C<sup>-1</sup>, และ  $-0.0100$  °C<sup>-1</sup> ตามลำดับ สาร  $\text{Mn}_{0.2}\text{Ni}_{0.8}\text{Fe}_2\text{O}_4$  มีความไวต่อการตอบสนองของอุณหภูมิมากที่สุด ดังนั้นสารทั้ง 3 สูตรมีแนวโน้มนำไปประยุกต์ใช้เป็นหัววัดอุณหภูมิ จึงได้สร้างระบบการวัดอุณหภูมิที่เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยใช้สารที่เตรียมได้เป็นหัววัด ซึ่งสามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง 25 °C ถึง 170 °C

## Abstract

Disc-shape  $Mn_{0.2}Ni_{0.8}Fe_2O_4$ ,  $Mn_{0.5}Ni_{0.5}Fe_2O_4$  and  $Mn_{0.8}Ni_{0.2}Fe_2O_4$  samples were prepared by standard ceramic techniques with firing temperature of  $500^{\circ}C$  and  $1200^{\circ}C$ , respectively. The physical properties of the samples were measured such as electrical stability and NTC effect. Measurement system for resistance-temperature relation with computer was constructed for NTC testing. The calculated negative temperature coefficient of resistance of these three samples were  $-0.0145^{\circ}C^{-1}$ ,  $-0.0136^{\circ}C^{-1}$ , and  $-0.010^{\circ}C^{-1}$ , respectively. The  $Mn_{0.2}Ni_{0.8}Fe_2O_4$  is very sensitive to temperature response. So, all samples can be used as temperature sensors. Temperature measurement system with Temperature measurement system with computer interfacing and using prepared sample as temperature sensors was constructed which can measure temperature ranging from  $25^{\circ}C$  to  $170^{\circ}C$ .

## 14. การเตรียมและทดสอบสมบัติเอ็นทีซีของ $Mn_{0.2}Ni_{0.8}Fe_2O_4$ เพื่อประยุกต์ใช้เป็นหัววัดและความคุมอุณหภูมิ (2547)

### SAMPLE PREPARATION AND NTC PROPERTY TESTING OF $Mn_{0.2}Ni_{0.8}Fe_2O_4$ FOR TEMPERATURE MEASUREMENT AND CONTROL SENSOR

#### บทคัดย่อ

ได้เตรียมก้อนสารที่มีส่วนผสม  $Mn_{0.2}Ni_{0.8}Fe_2O_4$  วัดสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานของสมบัติเอ็นทีซี ออกแบบและสร้างระบบทดสอบที่ได้คอมพิวเตอร์สำหรับแสดงการประยุกต์สารที่เตรียมได้ให้ทำหน้าที่เป็นหัววัดและความคุมอุณหภูมิในช่วง  $25-900^{\circ}C$  และ  $0$  ถึง  $-50^{\circ}C$  เป็นผลสำเร็จ

#### Abstract:

The bulk sample with composition of  $Mn_{0.2}Ni_{0.8}Fe_2O_4$  were prepared. The negative temperature coefficient of the resistance of the sample was measured. The design and construction for computerized test system as a sensor and temperature controller in the range of  $25-900^{\circ}C$  and  $0(-50^{\circ}C)$  were done successfully.

**Keyword:** NTC thermistor, Temperature sensor

16. สมบัติไดอิเล็กทริก การกรองแรงดันไฟฟ้า ความจุที่ขึ้นกับแรงดัน การแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็น  
ความถี่ การเก็บและคายประจุไฟฟ้า ของเซรามิกส์  $Ba_{0.9}La_{0.1}TiO_3$  และ  $(Ba_{0.5}Zn_{0.5})TiO_3$  (2548)

Dielectric property, voltage filtering, capacitance-voltage dependence, voltage-to-frequency conversion, charge and discharge of  $Ba_{0.9}La_{0.1}TiO_3$  and  $(Ba_{0.5}Zn_{0.5})TiO_3$  ceramics

บทคัดย่อ

สารตัวอย่างที่เตรียมมีส่วนผสม คือ  $Ba_{0.9}La_{0.1}TiO_3$  (สารที่ 1) และ  $(Ba_{0.5}Zn_{0.5})TiO_3$  (สารที่ 2) เมื่อวัดสมบัติไดอิเล็กทริกในสารทั้งสองที่อุณหภูมิห้องพบว่าอิมพีแดนซ์ ความจุไฟฟ้าและตัวประกอบการสูญเสียมีค่าลดลงในขณะที่ความถี่เพิ่มขึ้น ความนำไฟฟ้าและตัวประกอบคุณภาพมีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่ความถี่เพิ่มขึ้น สารที่ 1 และ 2 สามารถกรองแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงผ่านได้ดีในช่วง 40-140 kHz ความถี่ต่ำผ่านได้ดีในช่วง 0.5-10 kHz และสารที่ 1 และ 2 สามารถกรองแรงดันไฟฟ้าแถบความถี่ผ่านได้ดีในช่วง 20-500 kHz และ 20-200 kHz ตามลำดับ ความจุไฟฟ้าของสารที่ 1 และ 2 ต่างก็มีค่าเพิ่มขึ้นในขณะที่แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาผลของอิมพีแดนซ์ของสารที่ขึ้นความถี่พบว่าสารแสดงการแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้าและการแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นความถี่ ดังนั้นสารจึงสามารถนำประยุกต์ใช้เป็นหัววัดความถี่ ได้สร้างเครื่องมือสำหรับแสดงการเก็บและคายประจุด้วยคอมพิวเตอร์เป็นผลสำเร็จ

Abstract

The prepared samples were  $Ba_{0.9}La_{0.1}TiO_3$  (sample 1) and  $(Ba_{0.5}Zn_{0.5})TiO_3$  (sample 2) ceramics. When the dielectrics properties of both samples were measured at room temperature, found that impedance, capacitance and dissipation factor decreased as frequency increasing, but conductance and quality factor increased as frequency increasing. The sample 1 and 2 can filter high frequency voltage in 40-140 kHz range and low frequency voltage in 0.5-10 kHz. The sample 1 and 2 can filter band frequency in 20-500 kHz and 20-200 kHz range, respectively. Capacitance of both samples increased as voltage increasing. When considered the impedance-frequency dependence, all samples showed frequency-to-voltage conversion and voltage-to-frequency conversion. So, both samples can be used as the frequency sensor. The apparatus for charge and discharge displaying with computer was constructed successfully.

Key words : dielectric property, voltage filtering, capacitance-voltage dependence, voltage-to-frequency conversion, charge and discharge

17. ปรากฏการณ์สมบัติพีทีซี เทอร์โมอิเล็กทริก กรองแรงดันไฟฟ้า วาริสเตอร์ ความจุ-แรงดัน และแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นความถี่ของสาร  $BaTiO_3+0.05Nb_2O_5$ ,  $BaTiO_3+0.1Nb_2O_5$ ,  $(Sr_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$ ,  $Pb(Zr_{0.4}Ti_{0.3}Y_{0.3})O_3$ ,  $(Ba_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$  และ  $Ba(Ti_{0.8}Sn_{0.2})O_3$  (2547)

PTC, Thermoelectric, voltage filtering, varistor, capacitance-voltage and voltage-to-frequency conversion effect of  $BaTiO_3+0.05Nb_2O_5$ ,  $BaTiO_3+0.1Nb_2O_5$ ,  $(Sr_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$ ,  $Pb(Zr_{0.4}Ti_{0.3}Y_{0.3})O_3$ ,  $(Ba_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$  and  $Ba(Ti_{0.8}Sn_{0.2})O_3$  materials

**บทคัดย่อ**

สารตัวอย่างที่เตรียมมีส่วนผสม คือ สารที่ 1 :  $BaTiO_3 + 0.05Nb_2O_5$  สารที่ 2 :  $BaTiO_3 + 0.10Nb_2O_5$  สารที่ 3 :  $(Sr_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$  สารที่ 4 :  $Pb(Zr_{0.4}Ti_{0.3}Y_{0.3})O_3$  สารที่ 5 :  $(Ba_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$  และสารที่ 6 :  $Ba(Ti_{0.8}Sn_{0.2})O_3$  เมื่อวัดความต้านทานไฟฟ้าที่ขึ้นกับอุณหภูมิในช่วง 25-200 °C ของสารพบว่าสารที่ 2 แสดงสมบัติพีทีซีในช่วง 25-75 °C มีค่าสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานที่เป็นบวก ( $\alpha$ ) เท่ากับ +5.6 %/C สารที่ 3 แสดงสมบัติพีทีซีในช่วง 25-80 °C โดยมีค่า  $\alpha$  เท่ากับ + 21.08%/C สารที่ 4 แสดงสมบัติพีทีซีในช่วง 25-80 °C โดยมีค่า  $\alpha$  เท่ากับ 9.75 %/C สารที่ 5 แสดงสมบัติพีทีซีในช่วง 25-85 °C โดยมีค่า  $\alpha = 130.58$  %/C และสารที่ 6 แสดงสมบัติพีทีซีในช่วง 27-140 °C โดยมีค่า  $\alpha = 8.52$  %/C ปรากฏการณ์พีทีซี ที่เกิดขึ้นมีประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้เป็นหัววัดอุณหภูมิ เมื่อวัดสมบัติเทอร์โมอิเล็กทริกพบว่าสารที่ 3, 5 และ 6 เป็นสารชนิด n ส่วนสารที่ 4 เป็นสารชนิด p สารที่ 1, 2, 3, 4, 5 และ 6 สามารถกรองแรงดันไฟฟ้าได้ในช่วง 120-225 kHz, 80-225 kHz, 150-400 kHz, 100-200 kHz, 150-250 kHz และ 150-280 kHz ตามลำดับ ผลการวัดการกรองแรงดันไฟฟ้ามีประโยชน์ต่อการประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์การกรองแรงดันไฟฟ้าสูงผ่าน สารที่ 2 แสดงสมบัติวาริสเตอร์โดยมีเดรซี้กำลังที่ไม่เป็นเชิงเส้นเท่ากับ 17.8 และมีความสำคัญต่อการประยุกต์ใช้เป็นอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟฟ้าเกินในวงจร ความสัมพันธ์ระหว่างความจุไฟฟ้ากับแรงดันไฟฟ้าของสารที่ 1 สามารถวัดได้และพบว่าความจุไฟฟ้าเพิ่มขึ้นขณะที่แรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เมื่อพิจารณาผลของอิมพีแดนซ์ของสารที่ขึ้นความถี่พบว่าสารแสดงการแปลงความถี่เป็นแรงดันไฟฟ้าและการแปลงแรงดันไฟฟ้าเป็นความถี่ ดังนั้นสารจึงสามารถนำประยุกต์ใช้เป็นหัววัดความถี่ ช่วงความถี่ที่วัดของสารที่ 1, 3, 4, 5 และ 6 คือ 2.7 kHz - 22.7 kHz, 1 kHz -11 kHz, 1 kHz - 13 kHz, 1 kHz - 19 kHz และ 1 kHz - 13 kHz ตามลำดับ

**Abstract**

The composition of prepared samples were sample 1 :  $BaTiO_3 + 0.05Nb_2O_5$ , sample 2 :  $BaTiO_3 + 0.10Nb_2O_5$ , sample 3 :  $(Sr_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$ , sample 4 :  $Pb(Zr_{0.4}Ti_{0.3}Y_{0.3})O_3$ , sample 5 :  $(Ba_{0.5}Pb_{0.5})TiO_3$  and sample 6 :  $Ba(Ti_{0.8}Sn_{0.2})O_3$ . When the resistance-temperature dependence of these samples were measured at 25-200 °C, the sample 2 showed PTC property at 25-75 °C and the

positive temperature coefficient of resistance ( $\alpha$ ) was  $+5.6 \text{ }^\circ\text{C}$ , the sample 3 showed PTC property at  $25\text{-}80 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $\alpha$  was  $+ 21.08\%/\text{ }^\circ\text{C}$ , the sample 4 showed PTC property at  $25\text{-}80 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $\alpha$  was  $9.75 \text{ }^\circ\text{C}$ , the sample 5 showed PTC property at  $25\text{-}85 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $\alpha$  was  $130.58 \text{ }^\circ\text{C}$  and the sample 6 showed PTC property at  $27\text{-}140 \text{ }^\circ\text{C}$  and  $\alpha$  was  $8.52 \text{ }^\circ\text{C}$ . PTC effect will be used as temperature sensor. When thermoelectric effect of the samples were measured, the sample 3, 5 and 6 were n-type materials, but the sample 4 was p-type material. The sample 1, 2, 3, 4, 5 and 6 can filter the electric voltage at  $120\text{-}225 \text{ kHz}$ ,  $80\text{-}225 \text{ kHz}$ ,  $150\text{-}400 \text{ kHz}$ ,  $100\text{-}200 \text{ kHz}$ ,  $150\text{-}250 \text{ kHz}$  และ  $150\text{-}280 \text{ kHz}$ , respectively. The electric voltage filtering 's results will be used as high voltage filter (HPF). The sample 2 showed varistor property and the non-linearity exponent value was and will be used as over-voltage protection device. The capacitance-voltage relation of the sample 1 was measured and showed that the capacitance will increased as the electric voltage increasing. When considered the impedance-frequency dependence, all samples showed frequency-to-voltage conversion and voltage-to-frequency conversion. So, the all samples can be used as the frequency sensor. Operating frequency of the sample 1, 3, 4, 5 and 6 were  $2.7 \text{ kHz} - 22.7 \text{ kHz}$ ,  $1 \text{ kHz} - 11 \text{ kHz}$ ,  $1 \text{ kHz} - 13 \text{ kHz}$ ,  $1 \text{ kHz} - 19 \text{ kHz}$  และ  $1 \text{ kHz} - 13 \text{ kHz}$ , respectively.

**Key words:** PTC, Thermoelectric, voltage filtering, varistor, capacitance-voltage and voltage-to-frequency conversion effect

## 18. การเตรียมสาร $\text{LaCoO}_3$ ทดสอบการตอบสนองของค่าอุณหภูมิในช่วง $-133$ ถึง $135 \text{ }^\circ\text{C}$ และประยุกต์ใช้เป็นสวิตช์ความเย็น (2547)

$\text{LaCoO}_3$ , material preparation, temperature response test at  $-133$  to  $135 \text{ }^\circ\text{C}$  range and used as cool switch

### บทคัดย่อ

ได้ศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับปรากฏการณ์สัมประสิทธิ์อุณหภูมิที่เป็นลบของ  $\text{LaCoO}_3$  ในช่วงอุณหภูมิ  $-133\text{-}135 \text{ }^\circ\text{C}$  สารแสดงสมบัติเซ็นเซอร์ที่คิดเลิศในช่วงอุณหภูมิ  $-133$  ถึง  $-120 \text{ }^\circ\text{C}$  โดยมีสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานที่เป็นลบ ( $\alpha$ ) เท่ากับ  $-56462.8 \text{ }^\circ\text{C}$  อัตราส่วนของความต้านทานที่  $-133 \text{ }^\circ\text{C}$  กับความต้านทานที่  $23 \text{ }^\circ\text{C}$  มีค่าประมาณ 341,091.5 เท่า ได้ทดสอบสวิตช์ความเย็นที่ทำมาจากวัสดุนี้เป็นครั้งแรก ช่วงเวลาการทำงานของสวิตช์นี้มีค่าประมาณ 11.34 วินาที



## Abstract

The negative temperature coefficient effect of  $\text{LaCoO}_3$  had been investigated in the temperature range  $-133$ – $135$  °C. This sample showed the excellent negative temperature coefficient property from  $-133$  to  $-120$  °C with the measured high negative temperature coefficient of resistance ( $\alpha$ ) about  $-56462.8$  %/°C. The resistance ratio between  $-133$  °C and  $23$  °C was 341,091.5. The cool switch made from this material was tested for the first time. The switching operation time of this switch was about 11.34 s.

### 19. การแสดงเส้นโค้งประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของตัวเก็บประจุไฟฟ้าด้วยคอมพิวเตอร์ (2548)

## บทคัดย่อ

ได้ประสบความสำเร็จในการแสดงเส้นโค้งประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของตัวเก็บประจุไฟฟ้าด้วยคอมพิวเตอร์ วิธีการเริ่มจากการประกอบวงจร เขียนโปรแกรมภาษาเทอร์โบปาสคาลเพื่อควบคุมการอ่านแรงดันไฟฟ้า พร้อมทั้งทดสอบจนใช้งานได้ ส่งผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามโปรแกรม ทดสอบการเก็บและคายประจุไฟฟ้าโดยการเปิด-ปิดสวิตช์ [สารตัวอย่างเป็นตัวเก็บประจุแบบไมคาเจิงิกควาร์ต ( $0.1 \mu\text{F}$ ) และ  $(\text{Sr}_{0.5}\text{Pb}_{0.5})\text{TiO}_3$  ที่เตรียมขึ้นเอง] พิกัดของจุดที่ใช้ คือ  $x := j+50$ ;  $y := 305 - \text{round}((255/500) \cdot q)$  ลากเส้นกราฟด้วยคำสั่ง `line to (x,y)` ระบบนี้คาดว่าพอจะนำไปใช้แสดงเส้นโค้งประจุไฟฟ้าที่ขึ้นกับเวลาของตัวเก็บประจุไฟฟ้าด้วยคอมพิวเตอร์ในระดับห้องปฏิบัติการได้

### 20. การสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิของเตาหลอมไฟฟ้าด้วยคอมพิวเตอร์

Electric furnace temperature control system construction with computer

## บทคัดย่อ

ได้สร้างระบบควบคุมอุณหภูมิของเตาหลอมไฟฟ้าด้วยคอมพิวเตอร์เป็นผลสำเร็จ อุณหภูมิภายในเตาหลอมที่ทำได้  $1100$  °C โดยมีอัตราการเพิ่มอุณหภูมิของเตาหลอมที่ทดลองได้เท่ากับ  $8.9$  °C/min

## Abstract

Electric furnace temperature control system with computer was constructed successfully. The inside maximum furnace temperature was  $1100$  C° with temperature increasing rate was  $8.9$  °C/min.

Key words : Electric furnace temperature control system