5. สรุปผลการทดลอง

5.1 ผลการเตรียมสารตัวอย่างโดยใช้เทคนิคเซรามิกส์มาตรฐาน

อุณหภูมิการเผาสำหรับการเตรียมสาร SnO_2-Fe_2O_3 , CuO-$SrCO_3$ และ $CoFe_2O_4$ โดยวิธีเทคนิคเซรามิกส์มาตรฐานที่ใช้ คือ 1100, 900 และ 1100 ^{0}C อัตราการเพิ่มอุณหภูมิของเตา คือ 5 ^{o}C/min เวลายืนไฟที่ใช้ คือ 1 ชั่วโมง สารมีลักษณะแข็งและเปราะ SnO_2 -Fe_2O_3 มีสีผิวเรียบและสีน้ำตาล CuO –$SrCO_3$ มีสีผิวเรียบและสีดำ ส่วน$CoFe_2O_4$ มีผิวเรียบและสีดำ

5.2 ผลการตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ

เมื่อวัดขนาดของสารพบว่าสารมีขนาดลดลงหลังการเผาเนื่องจากความร้อนจากการเผาทำให้สูญเสียน้ำและความชื้น ส่วนการตรวจสอบเฟสของสารโดยใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ได้ผลดังนี้ สาร 1 : มี 2 เฟส คือ SnO_2,Fe_2O_3 โดย SnO_2 มีโครงสร้างอยู่ในระบบเตตระโกนอลและโครงสร้างผลึกเป็นแบบโครงสร้างรูไทล์ ส่วน Fe_2O_3 มีโครงสร้างอยู่ในระบบรอมโบฮีดรอล สาร 2 : มี 2 เฟส คือ CuO และ $Sr_3Cu_{1.75}O_{5.13}$ โดย CuO มีโครงสร้างอยู่ในระบบโมโนคลินิค ส่วน $Sr_3Cu_{1.75}O_{5.13}$ มีโครงสร้างอยู่ในระบบออร์ธอรอมบิค สูตร 3 : มี 1 เฟส คือ $CoFe_2O_4$ โดยสาร $CoFe_2O_4$ มีโครงสร้างอยู่ในระบบคิวบิก และมีโครงสร้างผลึกแบบสปิเนล (Moulson, 1990)

5.3 ผลการตรวจสอบสมบัติทางไฟฟ้า

ความต้านทานไฟฟ้าของสารที่ 1 ในช่วงอุณหภูมิ –100 ถึง 800 ^{0}C พบว่าสารมีความต้านไฟฟ้าลดลงขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น แสดงว่าสารแสดงปรากฏการณ์ NTC (มีสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานเป็นลบ :α) ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่าง R และ T ของสารในช่วงที่ 1 มีค่า α = -6.08 %/ ^{0}C (T = -100 ถึง –85 ^{0}C) ค่า α ที่มีค่าติดลบมาก แสดงว่าสารมีความต้านทานไฟฟ้าลดลงอย่างรวดเร็ว ดังนั้นช่วงที่สารมีความต้านทานไฟฟ้ามากที่สุด

ส่วนความต้านทานไฟฟ้าของสารที่ 2 ในช่วงอุณหภูมิห้อง (24 ^{o}C) ถึง 120 ^{0}C พบว่าสารมีความต้านไฟฟ้าลดลงขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเช่นกัน ค่า α = -0.91382 %/ ^{0}C (T = 24 ถึง 120 ^{0}C)

(Moulson, 1990) สารทั้งสองแสดงพฤติกรรมเป็นเทอร์มิสเตอร์แบบ NTC สามารถนำไปทำเป็นหัววัดอุณหภูมิ (Soliman, 1993 และ Martinez Sarrion, 1995)

ความต้านทานไฟฟ้าของสารก่อนและหลังการโพลิงที่อุณหภูมิห้องของสารที่ 1 และ 2 พบว่าสารที่มีความต้านทานไฟฟ้าลดลง 10.43 เท่า และ 4.16 เท่า ตามลำดับ ผลของการโพลิงสารนี้เหมือนกันที่พบในสารกลุ่มเฟอร์โรอิเล็กตริก เช่น $BaTiO_3$ และ $PbTiO_3$ (Buchanan, 1991) เมื่อความถี่เพิ่มขึ้นอิมพิแดนซ์ ความจุไฟฟ้า และค่าคงที่ไดอิเล็กตริกลดลง ดังนั้นสมบัติของสารขึ้นกับความถี่ (Moulson, 1990 และ Buchanan, 1991) ส่วนความเหนี่ยวนำร่วมของหม้อแปลงไฟฟ้าในขณะที่ไม่ใส่แกนและในขณะที่ใส่แกนซึ่งเป็นสาร $CoFe_2O_4$ พบว่าเมื่อเพิ่มอุณหภูมิค่าความเหนี่ยวนำร่วมมีค่าเพิ่มขึ้น (Tsuchiya,1992)

5.4 ผลการประยุกต์ใช้งาน

5.4.1 สาร SnO_2-Fe_2O_3

จากการปรับเทียบค่าความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันไฟฟ้ากับอุณหภูมิ ผลการเปรียบเทียบอุณหภูมิระหว่างอุณหภูมิจริงและอุณหภูมิวัดพบว่าเมื่อพิจารณาความแม่นยำในการวัดของเครื่องวัดอุณหภูมิที่สร้างขึ้นนี้ได้ผลว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างมีค่าประมาณ 3% ดังนั้นสารสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นหัววัดอุณหภูมิในช่วงอุณหภูมิ 24-200^{0}C นอกจากนี้สารยังสามารถทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิของเตาไฟฟ้าได้ในช่วง 24-200^{o}C การทดลองเพื่อนำสารไปประยุกต์ใช้นั้นมีการทำกันน้อยมาก ดังนั้นวิธีการประยุกต์นี้มีประโยชน์มากต่อห้องปฏิบัติการและโรงงานอุตสาหกรรม

5.4.2 สาร CuO – $SrCO_3$

การวัดอุณหภูมิของสารให้ความร้อนที่เวลาต่างๆ พบว่าเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าจากหม้อแปลงไฟฟ้าให้แก่สาร สารจะร้อนขึ้นเมื่อเวลาผ่านไป จากผลการทดลองทำให้สามารถนำไปประยุกต์เป็นสารให้ความร้อน สารให้ความร้อนที่ทำมาจากเซรามิกส์สามารถนำไปใช้แทนลวดโลหะได้ สารให้ความร้อนที่มีผู้ศึกษาและนำไปใช้มีหลายสูตร (Moulson, 1990) และแรงดันเทอร์โมอิเล็กตริกหรือแรงเคลื่อนไฟฟ้าความร้อนที่อุณหภูมิต่างๆ พบว่าเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นแรงดันเทอร์โมอิเล็กตริกมีค่า

เพิ่มขึ้น การวัดปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กตริกจะเป็นข้อมูลสำคัญที่ทำให้ทราบชนิดของพาหะไฟฟ้าในวัสดุได้ (Tanaka,1997 ;Ravinder, 1994 และ Pujar, 1996)

5.4.3 สาร $CoFe_2O_4$

สารที่ผ่านการเหนี่ยวนำด้วยสนามแม่เหล็กจากขดลวดมีพฤติกรรมเป็นแท่งแม่เหล็กถาวร และเป็นวัสดุแม่เหล็กแบบอ่อนซึ่งแสดงอำนาจแม่เหล็กเฟอร์ริ (Tsuchiya, 1992) สารสูตรนี้ประยุกต์ทำเป็นอุปกรณ์บันทึกแม่เหล็ก (Akimitsu Morisako, 1996) แต่จากการทดลองพบว่าสารแสดงอำนาจแม่เหล็กเฟอร์โรได้ถ้าได้รับสนามแม่เหล็กที่แรงพอและสามารถทำเป็นแท่งแม่เหล็กถาวร แท่งแม่เหล็กที่ทำได้จากสาร $CoFe_2O_4$ นั้น มีลักษณะเหมือนกันกับที่มีผู้ทดลองในสาร $BaFe_{12}O_{19}$ (Pullar, 1997) และ $SrFe_{12}O_{19}$ (Elwin, 1997)

สนามแม่เหล็กของแท่งสารสามารถวัดได้ด้วยเครื่องมือที่สร้างขึ้นเองซึ่งอาศัยวงจรเชื่อมต่อคอทพิวเตอร์ จากการทดลองพบว่าแท่งสารที่เตรียมได้สามารถให้สนามแม่เหล็กออกมาเป็นปริมาณ 7.082 Wb/m^2 สารสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นหัววัดการหมุน โดยความถี่เชิงมุมมีค่า 312.03 Hz และ ความเร็ว 49.64 rps และหัววัดความถี่ในช่วง 10-40 kHz เมื่อพิจารณาความแม่นยำในการวัดของเครื่องวัดความถี่ที่สร้างขึ้นนี้ได้ผลว่าเปอร์เซ็นต์ความแตกต่างระหว่างความถี่จริงกับความถี่ที่วัดได้มีค่าประมาณ 4 % ดังนั้นสารสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นหัววัดความถี่ได้