1. บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

1.1.1 เทอร์มิสเตอร์

ในปี ค.ศ.1833 ฟาราเดย์ (Faraday) ได้ค้นพบและรายงานเกี่ยวกับพฤติกรรมสารกึ่งตัวนำ (semiconducding behaviour) ของ Ag_2S หัววัดอุณหภูมิที่ทำจากเซรามิกส์ (ceramic temperature sensor) ที่ใช้ในทางการค้าเริ่มในปี ค.ศ.1940 และมีการผลิตเป็นอุตสาหกรรมกันอย่างกว้างขวางในปี 1950–1960 (Buchanan ,1991) เทอร์มิสเตอร์ (thermistor) คือ ตัวต้านทานที่มีความต้านทานเปลี่ยนแปลงในขณะที่อุณหภูมิเปลี่ยนไป เทอร์มิสเตอร์เป็นตัวต้านทานที่ไวต่อความร้อน (thermally sensitive resistor) ซึ่งมีชื่อย่อเป็น TSR เทอร์มิสเตอร์ มี 2 ประเภท คือ แบบ PTC และ NTC เทอร์มิสเตอร์ที่จะศึกษานี้เป็นแบบ NTC เทอร์มิสเตอร์แบบนี้จะมี NTCR สูง NTCR ย่อมาจากสัมประสิทธิ์อุณหภูมิของความต้านทานที่เป็นลบ (negative temperature coefficient of resistance) หรือค่า α (Moulson และ Herbert ,1990) ความต้านทานไฟฟ้าของเทอร์มิสเตอร์แบบ NTC ที่มีค่าลดลงอย่างรวดเร็วในขณะที่อุณหภูมิเปลี่ยนไปเกิดจากผลของลักษณะสมบัติอินทริคซิค (intrinsic characteristic) ตัวอย่างสูตรของสารสำหรับเทอร์มิสเตอร์แบบ NTC ได้แก่ Fe_3O_4–nCr_2O_4 ,$(NiMn)_3O_4$,$Fe_3O_4 – MgCr_2O_4$,$(NiMnCo)_3O_4$, $(NiMnFeCo)_3O_4$,$(Fe,Ti)_2O_3$,$Mn_xCo_{3-x}O_4$ และ 0.56 MnO+0.08CoO +0.16 NiO+ 0.20 CuO เทอร์มิสเตอร์แบบ NTC สามารถนำไปประยุกต์ทำเป็นหัววัดอุณหภูมิ (temperature sensor), หัววัดการไหลของความร้อน (heat flow sensor), หัววัดการแผ่รังสี (radiation sensing sensor), หัววัดสุญญากาศ (vacuum gauge), หัววัดความดัน (pressure gauge) และ หัววัดการชดเชยอุณหภูมิ (temperature compensation sensor) (Buchanan, 1991)

1.1.2 สารให้ความร้อนและวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก

สารให้ความร้อน (heating element) คือ สารที่สามารถแปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อนได้ดี ตัวอย่างสารให้ความร้อน ได้แก่ SiC, ZrO_2 และ SnO_2 เป็นต้น ส่วนวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก (thermoelectric) คือ วัสดุสารที่สามารถแปลงพลังงานความร้อนเป็นพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างส่วนวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก ได้แก่ ZnO, ZnO+0.01Nb_2O_5 และสารเฟอร์ไรต์ต่างๆ จากการศึกษาพบว่าสาร CuO-$SrCO_3$ แสดงปรากฏการณ์ที่เกี่ยวข้องด้านความร้อนและด้านไฟฟ้าในเวลาเดียวกัน โดยมีพลังงานจลน์และระดับเฟอร์มิ (fermi level) ของอิเล็กตรอนเป็นตัวเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เรียกว่า ปรากฏการณ์เทอร์โมอิเล็กตริก (thermoelectric effect)

1.1.3 สารแม่เหล็ก

มีผู้ศึกษาแม่เหล็กเซรามิกส์ (magnetic ceramics) มานานแล้วในปี ค.ศ.1948 นีล (Neel) ได้พัฒนาแบบจำลองซึ่งเป็นรากฐานสำหรับความเข้าใจเกี่ยวกับสมบัติเชิงแม่เหล็กเฟอร์ไรต์ (ferrite) เฟอร์ไรต์แบ่งเป็น เฟอร์ไรต์แข็ง (hard ferrite) และเฟอร์ไรต์อ่อน (soft ferrite) โดยเฟอร์ไรต์แข็งสามารถประยุกต์ใช้ทำแท่งแม่เหล็กถาวร ส่วนเฟอร์ไรต์อ่อนสามารถนำไปประยุกต์ใช้ทำแกนของขดลวดและแกนหม้อแปลงไฟฟ้า

1.2 เอกสารงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

1.2.1 เทอร์มิสเตอร์

Soliman (1993) ศึกษาเทอร์มิสเตอร์ในทางการค้าซึ่งเตรียมมาจากส่วนผสมของ NiO , Mn_2O_3 และ Co_2O_3 แล้ววัดความต้านทานของสารที่อุณหภูมิต่าง ๆ

Martinez Sarrion ,M. Morales (1995) เตรียม $Fe_{2.18}\,Mn_{0.21}\,Ni_{0.61}\,O_4$ ซึ่งเป็นเทอร์มิสเตอร์แบบ NTC สารสูตรนี้อยู่ในกลุ่มเฟอร์ไรต์ (ferrite) ได้วัดความต้านทานไฟฟ้าที่ส่วนผสมต่าง ๆ และศึกษาเสถียรภาพทางไฟฟ้า (electrical stability) ซึ่งทำได้โดยการวัดการแปรค่าความต้านทานไฟฟ้ากับเวลา

Rella (1998) ศึกษาสมบัติเชิงฟิสิกส์ของฟิล์มบางของ SnO_2 ที่ถูกโด๊ปด้วย Os ซึ่งประยุกต์เป็นตัวนำโปร่งใส หรือ หน้าต่างของแสงบน solar cell

Kug-Hyan Song (1993) ศึกษาลักษณะหัววัดก๊าซของ SnO_2 ที่ขึ้นอยู่กับขนาดของผลึกและเตรียมสารโดยใช้เทคนิค sol-gel วัดความต้านทานทั้งก่อนและหลังจาก SnO_2 ได้รับก๊าซ จากการตรวจเอกสารพบว่ามีผู้รายงานเกี่ยวกับเทอร์มิสเตอร์แบบ NTC กันน้อย ผู้วิจัยได้ทดลองด้วยตนเอง

ในห้องปฏิบัติการฟิสิกส์วัสดุพบสารแบบ NTC หลายสาร $SnO_2 + Fe_2O_3$ ก็เป็นสารที่ได้จากการทดลอง ยังไม่พบผู้ทดลองสารสูตรนี้ในวารสารดังกล่าว

1.2.2 สารให้ความร้อนและวัสดุเทอร์โมอิเล็กตริก

Tanaka (1997) เตรียมวัสดุที่ทำมาจากสังกะสีออกไซด์ (ZnO-based materials) สำหรับศึกษาคุณสมบัติเทอร์โมอิเล็กตริก (thermoelectric properties)

Ravinder (1994) เตรียม Mn-Zn ferrite ซึ่งมีสูตร $Mn_xZn_{1-x}Fe_2O_4$ (x=0.0,0.2,0.6 และ 0.8) เผาที่อุณหภูมิ 1200^0C วัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า-ความร้อน (thermo-emf) ที่อุณหภูมิต่างๆ หลังจากผ่านการคำนวณค่าสัมประสิทธิ์ซีเบคหรือกำลังไฟฟ้าความร้อนพบว่าสัมประสิทธิ์ซีเบค (α) มีค่าลดลงในขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น และยังได้วัดความสัมพันธ์ซีเบคของสารที่มีส่วนผสมต่างกันด้วย

Pujar (1996) เตรียม $Zn_xMg_{1-x+y}ZryFe_{2-2y}O_4$ (x=0.1-0.5;y=0.01,0.03,0.05,0.07) แล้วนำสารไปวิเคราะห์ด้วยเทคนิดการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (XRD) ศึกษากำลังไฟฟ้าความร้อนโดยการวัดสัมประสิทธิ์ซีเบคตั้งแต่อุณหภูมิห้องจนถึง 973^0C ผลการวัดพบว่าสารมีสภาพนำไฟฟ้าชนิดเอ็น (n-type conductivity) และสัมประสิทธิ์ซีเบคมีค่าลดลงในขณะที่อุณหภูมิเพิ่มขึ้น

1.2.3 สารแม่เหล็ก

Tsuchiya (1992) ได้เตรียม $CoFe_2O_4$ thin film ซึ่งเป็นวัสดุเฟอร์ไรต์แบบอ่อน (soft ferrite material) ได้วัดวงการล้าแม่เหล็ก (magnetic hysteresis looop) ใช้เครื่อง Vibrating sample type magnetization meter วัดสภาพอ่อนไหวทางแม่เหล็กที่อุณหภูมิต่าง ๆ (magnetic susceptibility vs temperature)

Fayek (1992) ได้เตรียม $CoMn_xFe_{2-x}O_4$ วัดสภาพการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ และวัดเพื่อให้ได้ข้อมูลการเลี้ยวเบนของนิวตรอนด้วยเครื่อง Neutron diffraction spectrometer

Akimitsu Morisako (1996) ได้เตรียม Ba-ferrite films สำหรับทำอุปกรณ์บันทึกแม่เหล็กที่ความหนาแน่นสูง (high–density magnetic recording media) และได้วัด M-H loop

Yamamoto (1996) ได้เตรียม Co–R Fe_2O_3 film สำหรับทำอุปกรณ์บันทึกแม่เหล็กที่มีความหนาแน่นสูง

Pullar (1997) ได้เตรียม $BaFe_{12}O_{19}$ filores และ $Ba_2Co_2Fe_{12}O_{22}$ fibres สำหรับทำแท่งแม่เหล็กและชี้บ่งลักษณะของสารด้วยเครื่อง XRD และ SEM

Elwin (1997) ได้เตรียม $SrFe_{12}O_{19}$ สำหรับทำแม่เหล็กถาวาร และได้วัด M VS H loop H

Na (1997) ได้เตรียม $CoFe_2O_4$ Thin film สำหรับทำอุปกรณ์บันทึกข้อมูลด้วยแม่เหล็กแม่เหล็กและได้วัดสภาพการนำไฟฟ้า (eletrical resistivity) กับสัมประสิทธิ์ซีเบค (Seebeck coefficient)

วัตถุประสงค์

1. เพื่อเตรียมสาร SnO_2-Fe_2O_3 , CuO-$SrCO_3$ และ $CoFe_2O_4$ จากวัตถุดิบที่เป็นผงโดยใช้เทคนิคเซรามิกส์มาตรฐาน
2. เพื่อตรวจสอบสมบัติทางกายภาพ
2. เพื่อตรวจสอบสมบัติทางไฟฟ้า
3. เพื่อการการประยุกต์ใช้งาน
   4.1 สาร SnO_2- Fe_2O_3 เช่น ทดสอบประยุกต์ใช้เป็นหัววัดอุณหภูมิและอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (temperature control device)
   4.2 สาร CuO-$SrCO_3$ เช่น ทดสอบแรงดันเทอร์โมอิเล็กตริก (thermal electric voltage) ที่ขึ้นกับอุณหภูมิของสาร และสร้างระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์สำหรับแสดงแรงดันเทอร์โมอิเล็กตริกที่เปลี่ยนแปลงตามเวลา
   4.3 สาร $CoFe_2O_4$ เช่น ทดสอบการเหนี่ยวนำสารให้เป็นแท่งแม่เหล็กถาวรแล้วใช้ระบบเชื่อมต่อคอมพิวเตอร์วัดสนามแม่เหล็กของสาร, ทดสอบการประยุกต์ใช้เป็นหัววัดการหมุน และวัดความถี่ของแรงดันไฟฟ้า