รายงานการวิจัย

ชื่อเรื่อง (ภาษาไทย) การสังเคราะห์และศึกษาสมบัติของสารเพื่อใช้เป็นคาโทดสำหรับเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์ของของแข็งที่ใช้ในช่วงอุณหภูมิปานกลาง

(ภาษาอังกฤษ) Synthesis and Property Study of Cathode Materials for IT-SOFCs

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ ดร.สุจิตรา วงศ์เกษมจิตต์

หน่วยงานที่สังกัด วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี

ผู้ร่วมวิจัย

1. ดร.พิมพา ลิ้มทองกุล

หน่วยงานที่สังกัด ศูนย์เทคโนโลยีโลหะและวัสดุแห่งชาติ

2. นางสาวฐิติรัตน์ อินทร์ประสิทธิ์

หน่วยงานที่สังกัด วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี

ABSTRACT

Ruddlesden-Popper (A_2BO_4) materials, as La_2NiO_4, including A-site deficiency compounds ($La_{2-\delta}NiO_4$) and A-site doping compounds ($La_{2-x}Sr_xNiO_4$), and having TEC value close to electrolyte, were studied, with the aim to improve electrical properties for using as IT-SOFCs cathode. Both $La_{2-\delta}NiO_4$ and $La_{2-x}Sr_xNiO_4$ were successfully synthesized via sol-gel process at room temperature in the presence of ethanolamine, followed by calcinations at 1050°C for 2 hours, as confirmed by XRD. We found that electrical conductivity could be enhanced by both types. Sr doped samples were found to have lower electrical conductivities compared to undoped sample. However, if the amount of Sr was increased to more than 0.25 mol ratio which the electrical conductivity was started to increase. The conductivity was found to be as high as 143 S/cm at 700°C for 0.4 mol Sr substitution. For the La deficient compounds, the electrical conductivities were found to increase with decreasing amount of La, and the thermal expansion coefficient is still close to CGO electrolyte.

บทคัดย่อ

สารประกอบประเภท Ruddlesden-Popper (A_2BO_4) ได้แก่ La_2NiO_4 เป็นสารประกอบที่ถูกนำมาใช้เป็นปีนคาโทด สำหรับเซลล์เชื้อเพลิงชนิดออกไซด์ของแข็งที่ใช้ที่อุณหภูมิต่ำ เนื่องจากมีค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนใกล้เคียงกับวัสดุที่ใช้เป็นอิเล็กโทรไลต์ ซึ่งประกอบด้วยสารประกอบที่มีการลดปริมาณลงของแลนทานัม ($La_{2-\delta}NiO_4$) และสารประกอบที่มีการแทนที่แลนทานัมด้วยสทรอนเทียม ($La_{2-x}Sr_xNiO_4$) จากการศึกษาพบว่าสารประกอบนี้สามารถสังเคราะห์สามารถโดยใช้กระบวนการโซล-เจลได้ที่อุณหภูมิห้อง โดยมีเอทาโนลามีน (Ethanolamine) เป็น template ตัวทำละลายที่ใช้ก็คือ น้ำ จากนั้นเจลที่ได้จะนำไปเผาที่อุณหภูมิ 1050°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จะได้สารประกอบที่มีโครงสร้างแบบ tetragonal โดยค่าการนำไฟฟ้าของสารประกอบที่ได้ จากการแทนที่ La ด้วย Sr จะเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณ Sr มากกว่า 0.25 โมล ซึ่งค่าการนำไฟฟ้ามีค่าสูงถึง 143 S/cm ที่อุณหภูมิ 700°C เมื่อมีปริมาณ Sr มากกว่า 0.04 โมล ส่วนสารประกอบที่มีการหายไปของ La จะมีค่าการนำไฟฟ้ามากเมื่อปริมาณของ La ลดลง นอกจากนี้ค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของสารประกอบยังมีค่าใกล้เคียงกับวัสดุที่ใช้เป็นอิเล็กโทรไลต์อีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้ได้รับความสนับสนุนจากสำนักงานการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคม ด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี (วช.), วิทยาลัยปิโตรเลียมและปิโตรเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย และศูนย์วิจัยโลหะและวัสดุแห่งชาติ

สารบัญเรื่อง

	หน้า
หน้าปก	i
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ)	ii
บทคัดย่อ (ภาษาไทย)	iii
กิติกรรมประกาศ	iv
สารบัญเรื่อง	v
สารบัญตาราง	vii
สารบัญภาพ	viii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญ และที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย	3
1.3 ขอบเขตของการวิจัย	3
1.4 ทฤษฎี สมมติฐาน และหรือกรอบแนวความคิดของการวิจัย	4
บทที่ 2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (Information) ที่เกี่ยวข้อง	7
บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย	9
3.1 สารเคมี	9
3.2 เครื่องมือการวิเคราะห์	9
3.3 การเตรียมสารประกอบ $La_{2-x}Sr_xNiO_4$ และ $La_{2-\delta}NiO_4$ ด้วยวิธีโซล-เจล	9

3.4 วิธีการวิเคราะห์ผลลักษณะทางกายภาพ (Physical properties) 10

3.5 วิธีการวัดค่าการนำไฟฟ้าด้วย 4-point probe 10

3.6 วิธีการวัดค่าการขยายตัวทางความร้อนด้วย Dilatometer 11

บทที่ 4 ผลการทดลอง 12

4.1 ผลจากตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการโซล-เจล 12

4.2 การศึกษาการเกิดเฟสของสารประกอบ 13

4.3 การศึกษาผลของส่วนประกอบภายในของสารประกอบ 15

4.3.1 ผลของปริมาณ Sr ที่ใช้ในการแทนที่ 15

4.3.2 ผลของปริมาณ La ที่หายไป 16

4.4 การศึกษาค่าการนำไฟฟ้า 17

4.5 การศึกษาค่าการขยายตัวทางความร้อน 19

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 21

บรรณานุกรม 22

ภาคผนวก 23

ภาคผนวก ก 23

ภาคผนวก ข 25

สารบัญตาราง

ตาราง **หน้า**

4.1	แสดงตัวแปรที่ใช้ในกระบวนการโซล-เจล ของสารประกอบต่างๆ	13
4.2	แสดงค่าการนำไฟฟ้าของสารประกอบที่อุณหภูมิต่างๆ	18
4.3	แสดงค่าสัมประสิทธิ์การขยายตัวทางความร้อนของสารประกอบ	20

สารบัญรูป

รูป		หน้า
2.1	ภาพของโครงสร้างแบบ Ruddlesden-Popper	8
3.1	แสดงลักษณะการวางตัวอย่างในการวัดค่าการนำไฟฟ้า	11
4.1	แสดงเจลที่ได้ของสารประกอบ La_2NiO_4	13
4.2	แสดงผล XRD ของสารประกอบ LNO 200 ที่เผาที่อุณหภูมิ 500°C จากนั้นบดแล้วจึงเผาต่อที่อุณหภูมิ (ก) 900, (ข) 1000 และ (ค) 1050°C	14
4.3	แสดงผล XRD ของสารประกอบ LNO 200 (ก) เผาที่อุณหภูมิ 500°C แล้วตามด้วย 1050°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง และ (ข) เผาโดยตรงที่อุณหภูมิ 1050°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	15
4.4	แสดงผล XRD ของสารประกอบ (ก) LNO 200 (ข) LNO 198 (ค) LNO 196 (ง) LSNO 164 และ (จ) LSNO 128 เผาที่อุณหภูมิ 1050°C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง	17
4.5	แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าการนำไฟฟ้า ($\log \sigma$) กับค่าส่วนกลับของอุณหภูมิ (K^{-1})	19