บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

ในการวิจัยนี้ได้ศึกษาผลของอุณหภูมิการเผาซินเตอร์ของสารแม่เหล็กสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ ที่ผลิตด้วยกระบวนการทางเซรามิก และศึกษาผลของปริมาณแลนทานัมและโคบอลต์ที่เจือลงในสารสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์เป็นไปตามสูตร $Sr_{1-x}La_xFe_{12-y}Co_yO_{19}$ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

6.1.1 ผลของอุณหภูมิของการเผาซินแตอร์ของ $SrFe_{12}O_{19}$ และ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12}O_{19}$

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิซินเตอร์ของ $SrFe_{12}O_{19}$ และ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12}O_{19}$ เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1150°C 1200°C 1250°C และ 1300°C สามารถสรุปได้ดังนี้

1) เมื่ออุณหภูมิในการเผาซินเตอร์เพิ่มขึ้นโครงสร้างของ $SrFe_{12}O_{19}$ และ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12}O_{19}$ ที่เตรียมได้จะมีโครงสร้างเป็นสตรอนเทียมเฮกซะเฟอร์ไรท์ และพบว่า $SrFe_{12}O_{19}$ และ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12}O_{19}$ จะมีเฟสของโครงสร้างสตรอนเทียมเฮกซะเฟอร์ไรท์เฟสเดียวเมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1300°C
2) เมื่ออุณหภูมิการเผาซินเตอร์เพิ่มขึ้นขนาดของเกรนจะมีแนวโน้มขนาดใหญ่ขึ้นตามอุณหภูมิการเผาซินเตอร์ที่สูงขึ้นส่งผลให้ค่าสภาพลบล้างแม่เหล็กมีแนวโน้มลดลงทั้ง $SrFe_{12}O_{19}$ และ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12}O_{19}$
3) ค่าแมกเนไตเซชันอิ่มตัว (Ms) ของ $SrFe_{12}O_{19}$ มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิการเผาซินเตอร์เพิ่มขึ้น ส่วนค่าแมกเนไตเซชันอิ่มตัว (Ms) ของ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12}O_{19}$ ลดลงเมื่ออุณหภูมิการเผาซินเตอร์เป็น 1250°C แต่จะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการเผาซินเตอร์เป็น 1300°C
4) สภาพแม่เหล็กคงค้าง (Mr) ของ $SrFe_{12}O_{19}$ และ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12}O_{19}$ มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิการเผาซินเตอร์เพิ่มขึ้นจาก 1150°C ถึง 1300°C

6.1.2 ผลของปริมาณการเจือแลนทานัมและโคบอลต์ลงใน $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12-y}Co_yO_{19}$

จากการศึกษาผลของปริมาณการเจือแลนทานัมและโคบอลต์ลงใน $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12-y}Co_yO_{19}$ ที่อุณหภูมิการเผาซินเตอร์เป็น 1250°C เมื่อ y = 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.8 และ 1.0 สรุปได้ดังนี้

1) $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12-y}Co_yO_{19}$ ที่เตรียมได้จะเกิดเฟสของโครงสร้างสตรอนเทียมเฮกซะเฟอร์ไรท์ทุกปริมาณการเจือโคบอลต์
2) $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12-y}Co_yO_{19}$ ที่เตรียมได้จะกลายเป็นเฟสเดียวเมื่อเจือโคบอลต์ในปริมาณ y = 0.1 และ y = 0.2 ส่วนในการเจือโคบอลต์ที่ปริมาณ y > 0.2 จะพบเฟสอื่น เช่น $LaFeO_3$ $CoFe_2O_4$ และเฟสที่ยังไม่ทราบ

3) ปริมาณการเจือโคบอลต์มีผลต่อขนาดของเกรน โดยปริมาณโคบอลต์ที่เจือเพิ่มมากขึ้นจะส่งผลให้ขนาดเกรนจะมีขนาดใหญ่ขึ้น
4) เมื่อสารสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์เจือแลนทานัม (x = 0.2) และโคบอลต์ (y > 0.2) พบว่าค่าสภาพลบล้างแม่เหล็ก และค่าสภาพแม่เหล็กคงค้างมีค่าลดลงตามปริมาณการเจือโคบอลต์ที่มากขึ้น
5) สภาพแม่หล็กคงค้างมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่อปริมาณการเจือโคบอลต์มากขึ้น

6.1.3 ผลของอุณหภูมิการเผาซินเตอร์ของ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.8}Co_{0.2}O_{19}$ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.5}Co_{0.5}O_{19}$ และ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11}CoO_{19}$

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิการเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1150°C 1200°C 1250°C และ 1300°C ของสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์เมื่อปริมาณการเจือแลนทานัมเป็น x = 0.2 และปริมาณโคบอลต์เป็น y = 0.2 0.5 และ 1.0 สามารถสรุปได้ดังนี้

1) ในการเจือแลนทานัมและโคบอลต์ในปริมาณ x = 0.2 และปริมาณโคบอลต์เป็น y = 0.2 ($Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.8}Co_{0.2}O_{19}$) ที่เตรียมได้จะกลายเป็นเฟสเดียวมากขึ้นเมื่ออุณหภูมิการเผาซินเตอร์สูงขึ้น และจะพบโครงสร้างสตรอนเทียมเฮกซะเฟอร์ไรท์เฟสเดียวเมื่ออุณหภูมิการเผาซินเตอร์ 1250°C และ 1300°C
2) ในการเจือแลนทานัม x = 0.2 และปริมาณโคบอลต์เป็น y = 0.5 ($Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.5}Co_{0.5}O_{19}$) และ y = 1.0 ($Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11}CoO_{19}$) จะพบโครงสร้างอื่นนอกเหนือจากโครงสร้างสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ทุกอุณหภูมิการเผาซินเตอร์
3) ค่าสภาพลบล้างแม่เหล็กของ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.8}Co_{0.2}O_{19}$ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.5}Co_{0.5}O_{19}$ และ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11}CoO_{19}$ มีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเผาซินเตอร์สูงขึ้น และที่อุณหภูมิในการซินเตอร์เดียวกันพบว่าถ้าปริมาณการเจือโคบอลต์เพิ่มขึ้น ค่าสภาพลบล้างแม่เหล็กจะมีค่าลดลง
4) เมื่ออุณหภูมิการเผาซินเตอร์สูงขึ้นค่าแมกเนไตเซชันอิ่มตัว (Ms) ของ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.8}Co_{0.2}O_{19}$ และ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.5}Co_{0.5}O_{19}$ มีแนวโน้มคงที่ ส่วน $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11}CoO_{19}$ ค่าแมกเนไตเซชันอิ่มตัวมีแนวโน้มสูงขึ้นเมื่ออุณหภูมิในการเผาซินเตอร์สูงขึ้น และที่อุณหภูมิในการซินเตอร์เดียวกันพบว่าถ้าปริมาณการเจือโคบอลต์เพิ่มขึ้น ทำให้ค่าแมกเนไตเซชันอิ่มตัวจะมีค่าเพิ่มขึ้น
5) สภาพแม่เหล็กคงค้างของ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.8}Co_{0.2}O_{19}$ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11.5}Co_{0.5}O_{19}$ และ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11}CoO_{19}$ มีแนวโน้มลดลงเมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิสูงขึ้น และที่อุณหภูมิในการซินเตอร์เดียวกันพบว่าถ้าปริมาณการเจือโคบอลต์เพิ่มขึ้น ค่าสภาพแม่เหล็กคงค้างจะมีค่าลดลง

6.1.4 สมบัติทางแม่เหล็กของสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ที่เตรียมได้

จากตัวอย่างสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ที่เตรียมได้ในเงื่อนไขอุณหภูมิในการเผาซินเตอร์เป็น 1150°C 1200°C 1250°C และ 1300°C และสังเคราะห์สารสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ให้ได้ตามสูตร $Sr_{1-x}La_xFe_{12-y}Co_yO_{19}$ โดยที่ปริมาณการเจือแลนทานัม x = 0 และ 0.2 ส่วนปริมาณการเจือโคบอลต์ y = 0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 0.8 และ 1.0 จากผลที่ได้พบว่า

1) สตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11}CoO_{19}$ ได้ค่าแมกเนไตเซชันอิ่มตัว (Ms) สูงสุด คือ 127 emu/g เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1300°C ส่วนสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12}O_{19}$ ได้ค่าแมกเนไตเซชันอิ่มตัว (Ms) ต่ำสุด คือ 67 emu/g เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1250°C
2) สตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{12}O_{19}$ ได้ค่าสภาพแม่เหล็กคงค้าง (Mr) สูงสุด คือ 60 emu/g เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1200°C ส่วนสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11}CoO_{19}$ ได้ค่าสภาพแม่เหล็กคงค้าง (Mr) ต่ำสุดคือ 4 emu/g เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1300°C
3) สตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ $SrFe_{12}O_{19}$ ได้ค่าสภาพลบล้างแม่เหล็ก(Hc) สูงสุดคือ 4850 Oe เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1150°C ส่วนสตรอนเทียมเฟอร์ไรท์ $Sr_{0.8}La_{0.2}Fe_{11}CoO_{19}$ ได้ค่าสภาพลบล้างแม่เหล็ก (Hc) ต่ำสุด คือ 44 Oe เมื่อเผาซินเตอร์ที่อุณหภูมิ 1300°C

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 ควรมีการส่งเสริมงานวิจัยทางด้านแม่เหล็กในประเทศไทยให้มากขึ้นเพื่อเป็นความรู้พื้นฐานที่มีต่ออุตสาหกรรมฮาร์ดดิก์สไดรฟ์ที่กำลังขยายตัวอย่างมากในประเทศไทย และพบว่าขาดแคลนนักวิจัยที่มีความรู้ทางแม่เหล็ก ไม่ว่าจะเป็นส่วนของวัสดุแม่เหล็ก หัวอ่านและหัวเขียนที่ต้องมีความรู้ทางด้านแม่เหล็ก

6.2.2 ควรมีเครื่องมือวัดวิเคราะห์ทางด้านแม่เหล็กให้มากขึ้น เพื่อรองรับงานวิจัยทางด้านแม่เหล็ก เช่น VSM ที่สามารวัดเทียบกับอุณหภูมิเพื่อหาค่าอุณหภูมิคูรี่ได้ และ MFM ที่สามารถรองรับการดูโครงสร้างโดเมนแม่เหล็กขนาดเล็กได้