บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

อันตรกิริยาแบบ AFC เป็นสมบัติทางแม่เหล็กที่น่าสนใจเนื่องจากได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในวัสดุอุปกรณ์ทางแม่เหล็กที่สำคัญ เช่น ถูกนำไปใช้เป็นองค์ประกอบของเซ็นเซอร์แม่เหล็กใน MRAM (Magnetoresistive random access memory) (Engel et al., 2005) และสปินวาลว์ที่ใช้ในการอ่านข้อมูลในฮาร์ดดิสก์ (Qiu et al., 2006) นอกจากนี้พบว่าในชั้นสื่อบันทึกข้อมูลชนิดแม่เหล็กนั้นได้มีการนำสมบัติ AFC มาใช้เพื่อพัฒนาเสถียรภาพทางความร้อนให้กับตัวบันทึก (Fullerton et al., 2000; Gavrila, 2004, pp. 891-897) โดยที่วัสดุที่มีสมบัติแบบ AFC จะมีค่า Magnetic energy barrier ($K_u V$; เมื่อ K_u คือ Magnetocrystalline anisotropy constant และ V คือปริมาตรเกรนของวัสดุ) ที่เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับชั้นสื่อบันทึกข้อมูลชนิดแม่เหล็กแบบปกติส่งผลให้มีเสถียรภาพทางความร้อนที่สูงขึ้น วัสดุที่มีสมบัติทางแม่เหล็กแบบ AFC ประกอบไปด้วยชั้นวัสดุแม่เหล็กเฟอร์โร (Ferromagnetism; FM) ถูกแทรกด้วยชั้นโลหะที่ไม่มีสมบัติทางแม่เหล็ก (Non-magnetism; NM) และมีความหนาที่เหมาะสม ซึ่งจะทำให้แมกนิไตเซชันของชั้นวัสดุ FM ทั้งสองมีทิศที่สวนทางกัน โดยพฤติกรรมของการเกิดอันตรกิริยาแบบ AFC นั้น มีความสัมพันธ์กับค่าความหนาของชั้น NM และค่าแมกนิไตเซชันของชั้น FM ทั้งสอง ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางแม่เหล็กของชั้นฟิล์ม FM ที่มีผลต่ออันตรกิริยาแบบ AFC ที่เกิดขึ้นนั้น สามารถทำได้ในกลุ่มโลหะผสมบางชนิดด้วยวิธีการเปลี่ยนโครงสร้างของฟิล์มชั้นดังกล่าว และวัสดุที่น่าสนใจเหมาะต่อการนำมาใช้เป็นชั้น FM เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางแม่เหล็กในวัสดุแบบ AFC ด้วยการให้ความร้อน เช่น ในโลหะผสม FePd

เนื่องจากสมบัติทางแม่เหล็กของโลหะผสม FePd มีการเปลี่ยนแปลงไปตามลักษณะทางโครงสร้าง โดยฟิล์ม FePd ซึ่งเตรียมได้ที่อุณหภูมิห้องนั้น จะมีโครงสร้างแบบ fcc หรือ A1 (การเรียกชื่อโครงสร้างแบบ Strukturbericht) ซึ่งเป็นโครงสร้างที่แสดงสมบัติทางแม่เหล็กแบบเฟอร์โรชนิดอ่อน (Soft ferromagnetism) แต่เมื่อให้ความร้อนจนมีอุณหภูมิที่สูงขึ้นและไม่เกินสภาวะของอุณหภูมิวิกฤติ (อุณหภูมิที่ FePd มีการจัดเรียงตัวของอะตอมที่ไม่เป็นระเบียบอีกครั้ง มีค่าประมาณ 900 K) จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างไปเป็นโครงสร้างแบบ fct หรือ $L1_0$ (การเรียกชื่อโครงสร้างแบบ Strukturbericht) และแสดงสมบัติทางแม่เหล็กแบบเฟอร์โรชนิดแข็ง (Hard ferromagnetism) (Issro et al., 2005) ทำให้เหมาะต่อการนำ FePd มาใช้เป็นชั้น FM ในวัสดุแบบ

AFC เพื่อศึกษาอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางแม่เหล็กของชั้น FM ที่มีผลต่ออันตรกิริยาคู่ควบที่เกิดขึ้นด้วยการให้ความร้อน สำหรับชั้น FM อีกชั้นหนึ่งนั้น ผู้ทำวิจัยเลือกใช้โลหะผสมของ CoFe ที่มีโครงสร้างแบบ Body centered cubic (bcc) ที่มีการจัดเรียงตัวของอะตอมที่เป็นระเบียบ หรือ B2 (การเรียกชื่อโครงสร้างแบบ Strukturbericht) เนื่องจากเป็นวัสดุแม่เหล็กเฟอร์โรที่มีอุณหภูมิของการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและสมบัติทางแม่เหล็กที่สูงกว่า FePd (CoFe มีค่าอุณหภูมิวิกฤติอยู่ที่ประมาณ 1000 K) (Kogachi, Tadachi, Kohata, & Ishibashi, 2005, p. 536) ในส่วนของชั้นวัสดุ NM นั้น ผู้ทำวิจัยได้นำวัสดุ Ru ที่มีความหนา 0.8 nm มาใช้เป็นชั้นแทรกกลาง เนื่องจากในงานวิจัยที่ผ่านมาพบว่าชั้นอะตอมของ Ru สามารถทำให้เกิดอันตรกิริยาแบบ AFC ในฟิล์มบางแบบหลายชั้น FM/NM/FM ได้ (Gavrila, 2004, pp.893-894; Guo et al., 2010; Hu et al., 2006; Qiu et al., 2006)

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงทำการศึกษาการเกิดอันตรกิริยาแบบ AFC ในฟิล์มบางแบบ 3 ชั้น ของ FePd/Ru/CoFe รวมถึงศึกษาอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและสมบัติทางแม่เหล็กของชั้น FePd ที่มีผลต่ออันตรกิริยาคู่ควบที่เกิดขึ้นด้วยการให้ความร้อน

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. ศึกษาการเกิดอันตรกิริยาแบบ AFC ในฟิล์มบางแบบ 3 ชั้น FePd/Ru/CoFe
2. ศึกษาอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและสมบัติทางแม่เหล็กของชั้น FePd ที่มีผลต่ออันตรกิริยาแบบ AFC ที่เกิดขึ้นในฟิล์มบางแบบ 3 ชั้น FePd/Ru/CoFe
3. ศึกษาสมบัติทางแม่เหล็กของฟิล์ม FePd/Ru/CoFe ด้วยการให้ความร้อน

1.3 กรอบแนวคิดของการวิจัย

ผู้วิจัยได้แบ่งการดำเนินงานของวิทยานิพนธ์เป็น 4 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ทำการศึกษาลักษณะทางโครงสร้างของฟิล์มตัวอย่างแบบชั้นเดียว FePd, CoFe และฟิล์มตัวอย่างแบบ 3 ชั้น FePd/Ru/CoFe ที่เตรียมได้ โดยใช้เทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ (X-ray diffraction; XRD) และศึกษาสมบัติทางแม่เหล็กของฟิล์มตัวอย่าง FePd/Ru/CoFe ด้วยเครื่องแมกนิโตมิเตอร์ (Magnetometer)

2. นำฟิล์มตัวอย่าง FePd/Ru/CoFe มาผ่านกระบวนการให้ความร้อนแบบไอโซโครนัล ซึ่งเป็นการให้ความร้อนที่มีการแปรผันของอุณหภูมิตามช่วงของเวลา ในบรรยากาศของแก๊สอาร์กอน (Ar) เพื่อป้องกันการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และทำการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าตกค้าง

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

(Residual resistivity; REST) ที่อุณหภูมิต่าง ๆ เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของชั้นฟิล์ม FePd

3. นำฟิล์มตัวอย่าง FePd และ FePd/Ru/CoFe ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนแบบไอโซโครนัล ไปศึกษาลักษณะทางโครงสร้างและสมบัติทางแม่เหล็กด้วย XRD และ แมกนิโตมิเตอร์อีกครั้ง และทำการวิเคราะห์ถึงลักษณะทางโครงสร้างและสมบัติทางแม่เหล็กที่เปลี่ยนแปลงไป

4. นำฟิล์มตัวอย่าง FePd/Ru/CoFe ที่เตรียมได้ที่อุณหภูมิห้อง และที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนแบบไอโซโครนัลจนถึงที่อุณหภูมิ 613 K, 733 K และ 813 K ไปศึกษาพฤติกรรมของการเกิดอันตรกิริยาแบบ AFC ด้วยการวัดไจแอนท์แมกนิโตรีซิสแตนซ์ (Giant magnetoresistance; GMR)

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย

1. เข้าใจพฤติกรรมการเกิดอันตรกิริยาแบบ AFC ในฟิล์มบางแบบ 3 ชั้นที่มี Ru เป็นชั้นวัสดุที่ไม่เป็นแม่เหล็ก

2. เข้าใจถึงผลกระทบจากการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างและสมบัติทางแม่เหล็กของชั้นวัสดุแบบ FM ที่มีต่ออันตรกิริยาแบบ AFC ที่เกิดขึ้นในฟิล์มบางแบบ 3 ชั้น FePd/Ru/CoFe ด้วยการให้ความร้อน

1.5 ขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาลักษณะทางโครงสร้างของฟิล์มตัวอย่าง FePd/Ru/CoFe ด้วยเทคนิคการเลี้ยวเบนของรังสีเอกซ์ และวิเคราะห์สมบัติทางแม่เหล็กด้วยเครื่องแมกนิโตมิเตอร์ ทั้งก่อนและหลังการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของชั้น FePd

2. ศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างของชั้น FePd ด้วยการวัดสภาพต้านทานไฟฟ้าตกค้างของฟิล์มตัวอย่าง FePd/Ru/CoFe ที่ผ่านกระบวนการให้ความร้อนซึ่งมีการผันแปรของอุณหภูมิตามช่วงของเวลา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University