บทที่ 5
อภิปรายและสรุปผล

ฟิล์มแบบ 3 ชั้น FePd/Ru/CoFe ที่เตรียมได้นั้น มีลักษณะโครงสร้างแบบพหุผลึกและเกิดความบกพร่องในเนื้อฟิล์มขึ้น เนื่องจากความแตกต่างของโครงสร้างของฟิล์มในแต่ละชั้น และพบว่า ฟิล์มตัวอย่าง FePd(30 nm)/Ru(0.8 nm)/CoFe(12 nm) แสดงอันตรกิริยาแบบ AFC ออกมาได้อย่างเด่นชัดที่สุด โดยมีค่า J เท่ากับ -0.44 mJ/m^2 เมื่อนำฟิล์มตัวอย่างดังกล่าวไปผ่านกระบวนการให้ความร้อนแบบไอโซโครนัล (ΔT = 20 K, Δt = 1200 s) และทำการวัด REST ตามการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิพบว่า พลังงานความร้อนมีผลทำให้เกิดการลดความบกพร่องในเนื้อฟิล์มทั้ง 3 ชั้นลง และทำให้ชั้นของ FePd มีการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างจาก A1 ไปเป็นโครงสร้างแบบ L1$_0$ ที่มีการจัดเรียงตัวของอะตอมที่เป็นระเบียบ โดยสังเกตได้จากค่า REST ที่ลดลงเมื่ออุณหภูมิการอบความร้อนมีค่าสูงขึ้น ซึ่งมีผลที่สอดคล้องกับพฤติกรรมการเกิดระเบียบของอะตอมในฟิล์ม FePd แบบชั้นเดียวของงานวิจัยที่ผ่านมา การเปลี่ยนแปลงทางโครงสร้างดังกล่าวส่งผลให้ชั้นของโลหะผสม FePd มีค่า H_c ที่สูงขึ้นและแสดงสมบัติทางแม่เหล็กแบบเฟอร์โรชนิดแข็ง ในขณะที่ชั้นของ CoFe ยังคงมีโครงสร้างแบบ B2 เช่นเดิมและมีการเปลี่ยนแปลงค่า H_c เพียงเล็กน้อย สำหรับอันตรกิริยาแบบ AFC ของฟิล์มตัวอย่างที่ผ่านการให้ความร้อนไปจนถึงอุณหภูมิ 613 และ 733 K นั้น มีค่า J เท่ากับ -0.36 และ -0.24 mJ/m^2 ตามลำดับ ขณะที่ ที่อุณหภูมิ 813 K ไม่ปรากฏอันตรกิริยาแบบ AFC ขึ้น

จากผลการทดลองพบว่า ขนาดของค่า J ของอันตรกิริยาแบบ AFC ที่ลดลงตามอุณหภูมิที่เพิ่มขึ้นนั้น มีความสอดคล้องกับการที่ชั้นฟิล์ม FePd มีค่า H_c ที่สูงขึ้น โดยสามารถเสนอแนวคิดในการวิเคราะห์ความสัมพันธ์ดังกล่าวของงานวิจัยนี้ได้ว่า การที่ชั้น FePd มีสมบัติทางแม่เหล็กแบบเฟอร์โรชนิดแข็งที่สูงขึ้น ทำให้ชั้นโลหะผสมดังกล่าวสามารถทนต่อการเปลี่ยนแปลงทิศทางของแมกนิไตเซชันจากการผลักดันของระบบ QW ที่เกิดการสั่นพ้องที่ระดับ E_F ในชั้น Ru ได้มากขึ้น ส่งผลให้อันตรกิริยาแบบ AFC ที่เกิดขึ้นระหว่างชั้น FePd และ CoFe มีความแรงที่อ่อนลง สำหรับที่อุณหภูมิ 813 K นั้น การที่ชั้นโลหะผสม FM ทั้งสองมีสมบัติทางแม่เหล็กแบบเฟอร์โรชนิดแข็งที่สูงและมีความใกล้เคียงกัน อาจทำให้ระบบ QW ที่ไม่เสถียรในชั้น Ru ไม่สามารถผลักดันให้ชั้น CoFe มีแมกนิไตเซชันที่สวนทางกับชั้นของ FePd ได้ อันตรกิริยาแบบ AFC จึงไม่เกิดขึ้นในฟิล์มตัวอย่างที่สภาวะดังกล่าว แต่ปรากฏอันตรกิริยาแบบ FC ขึ้นแทน นอกจากนี้ ผลการให้ความร้อนต่อฟิล์มแบบ 3 ชั้น FePd/Ru/CoFe อาจมีปัจจัยของการเกิดการแพร่กระจายของอะตอมบริเวณรอยต่อระหว่างชั้น FePd และ Ru เกิดขึ้นได้ ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ชั้น Ru มีความหนา

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University

ลดลง ส่งผลให้ค่า *J* ของอันตรกิริยาแบบ AFC ที่เกิดขึ้นในฟิล์มตัวอย่างดังกล่าวมีขนาดลดลงที่อุณหภูมิ 613 และ 733 K และทำให้อันตรกิริยาแบบ AFC สลายไปที่อุณหภูมิ 813 K โดยปรากฏอันตรกิริยาแบบ FC ขึ้นแทน ซึ่งสอดคล้องกับผลการวัด GMR ของตัวอย่างที่ผ่านการอบความร้อนไปจนถึงอุณหภูมิ 813 K ที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า *MR* ที่ต่ำ เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่เตรียมได้และที่ผ่านการอบความร้อนไปจนถึงอุณหภูมิ 613 และ 733 K แต่อย่างไรก็ตาม การเปลี่ยนแปลงอันตรกิริยาแบบ AFC ในงานวิจัยนี้ ยังมีความจำเป็นที่ต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม ระหว่างอิทธิพลของการแพร่กระจายของอะตอมบริเวณรอยต่อ และอิทธิพลของการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางแม่เหล็กของชั้น FePd ที่มีผลต่อการเกิด AFC ในฟิล์มตัวอย่างนี้

ข้อเสนอแนะ

จากผลการวิจัยนี้ควรมีการขยายการศึกษาเพิ่มเติมในส่วนของหัวข้อดังต่อไปนี้

- ศึกษาอิทธิพลของสมบัติทางแม่เหล็กของชั้น FePd ที่มีต่ออันตรกิริยาแบบ AFC ที่เกิดขึ้นในฟิล์มแบบ 3 ชั้น FePd/Ru/CoFe โดยควบคุมการแพร่กระจายของอะตอมบริเวณรอยต่อระหว่างชั้น FePd และ Ru เช่น ทำการสังเคราะห์ชั้นฟิล์ม FePd ที่อุณหภูมิที่ต้องการศึกษา (613, 733 และ 813 K) ขึ้น ก่อนการเคลือบชั้นฟิล์ม Ru และ CoFe

- ศึกษาอิทธิพลของการแพร่กระจายของอะตอมบริเวณรอยต่อระหว่างชั้นฟิล์มที่มีผลต่อการเกิดอันตรกิริยาแบบ AFC เช่น การศึกษาพื้นที่ภาคตัดขวางระหว่างชั้นฟิล์มด้วยกล้องจุลทรรศน์แบบส่องผ่าน (Tranmission electron microscope; TEM) และศึกษาองค์ประกอบของเนื้อฟิล์มบริเวณรอยต่อระหว่างชั้นฟิล์มด้วยเทคนิค Rutherford backscattering spectrometry (RBS) เป็นต้น

มหาวิทยาลัยบูรพา Burapha University