# บทที่ 5

# สรุปผลการทดลอง

ระบบแมกนีตรอนสปัตเตอริงกระแสตรงเป็นห้วงแบบรีแอกทีฟที่ประกอบขึ้นนี้ สามารถใช้สังเคราะห์ฟิล์มไทเทเนียมไนไตรด์และฟิล์มไทเทเนียมไนไตรด์ไฮดรอกซีอะพาไทต์ได้

จากการพิจารณาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้าของการดำเนินงานในโหมด DC และ asymmetric bi-polar พบว่ากราฟความสัมพันธ์ที่ได้มีลักษณะโค้งแบบเอกซ์โพเนนเชียล โดยเมื่อเพิ่มศักย์ไฟฟ้าจะส่งผลให้กระแสไฟฟ้าเพิ่มขึ้นด้วย สอดคล้องกับความสัมพันธ์ของกระแสไฟฟ้าและศักย์ไฟฟ้าสำหรับระบบแมกนีตรอนสปัตเตอริงโดยทั่วไป

จากการวัดค่าสนามแม่เหล็กพบว่า พบว่าสนามแม่เหล็กมีค่าสูงสุดคือ 16.17 มิลลิเทสลา บริเวณขั้ว และมีค่าต่ำสุดคือ 4.47 มิลลิเทสลา บริเวณที่เป้าสารเคลือบถูกสปัตเตอร์ออกมากที่สุดหรือเรียกว่าบริเวณ racetrack area ซึ่งก็คือบริเวณที่เป้าสารเคลือบเป็นร่องลึกลง

จากการวิเคราะห์สเปกตรัมของ Ar-$N_2$-Ti และ Ar-$N_2$-Ti-HA พบว่าเมื่อเพิ่มปริมาณการไหลของก๊าซไนโตรเจนจาก 0.2 เป็น 0.6 sccm ความเข้มของทุกธาตุองค์ประกอบในพลาสมาจะเพิ่มขึ้น แต่เมื่อเพิ่มปริมาณการไหลของก๊าซไนโตรเจนเป็น 1 sccm ความเข้มของ N (742.3 และ 746.8 nm), $N_2^+$ (391.4 nm) และ $N_2$ (315.9, 337.1 และ 357.7 nm) จะเพิ่มขึ้น แต่ความเข้มของ Ar และบางธาตุองค์ประกอบจะลดลง ต่อมาเมื่อเพิ่มศักย์ไฟฟ้าที่ใช้ในการดิสชาร์จพลาสมา แล้วความเข้มของทุกธาตุองค์ประกอบพลาสมาจะเพิ่มขึ้นเล็กน้อย

จากการวิเคราะห์อุณหภูมิอิเล็กตรอนพบว่า อุณหภูมิอิเล็กตรอนจะลดลงเมื่อความดันและศักย์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้น และจะเพิ่มขึ้นเมื่อปริมาณการไหลของก๊าซไนโตรเจนเพิ่มขึ้น

จากการวิเคราะห์ผล XPS สำหรับฟิล์มไทเทเนียมไนไตรด์จะเห็นว่ามีการตรวจพบ O 1s, Ti $2p_{3/2}$ และ N 1s ที่ต้องการแล้วยังพบ C 1s ด้วย นอกจากนี้ยังพบพันธะไทเทเนียมไนไตรด์ ส่วนสำหรับ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ฟิล์มไทเทเนียมไนไตรด์-ไฮดรอกซีอะพาไทต์ พบว่านอกจาก O 1s , P 2p , Ca 2p และ Ti 2p ที่ต้องการแล้ว สเปกตรัมของ Fe 2p , Cr 2p และ C 1s ก็ถูกตรวจวัดได้ด้วยเช่นกัน คาดว่าน่าจะมาจากวงแหวนที่ใช้ล๊อคเป้าสารเคลือบไฮดรอกซีอะพาไทต์ให้ติดกับเป้าสารเคลือบไทเทเนียม แต่ไม่พบพันธะของไทเทเนียมไนไตรด์ เนื่องจากไทเทเนียมสร้างพันธะกับธาตุอื่นๆที่พบเช่น ออกซิเจน ได้ง่ายกว่าสร้างพันธะกับไนโตรเจนแล้วเกิดเป็นไทเทเนียมไนไตรด์

จากการวิเคราะห์ผล AFM พบว่าเมื่อความดันและศักย์ไฟฟ้าที่ใช้คงที่ ถ้า duty cycle เพิ่มขึ้น อัตราการตกสะสมก็จะสูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ยังพบว่าความถี่มีผลต่อความขรุขระของฟิล์มคือ ถ้าความถี่เพิ่มขึ้นความขรุขระจะลดลง

ดังนั้นเมื่อดูจากการพิจารณาทั้งผลของ OES และอุณหภูมิอิเล็กตรอน ร่วมกับผลจากการวิเคราะห์ฟิล์มตัวอย่างด้วยเทคนิค XPS และ AFM แล้วพบว่าเงื่อนไขที่คาดว่าเหมาะสมที่สุดเพื่อใช้สำหรับสังเคราะห์ฟิล์มให้ได้อัตราการตกสะสมสูง และมีการกระจายตัวสม่ำเสมอ สำหรับฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์คือ ที่ความดัน 10 mTorr duty cycle (-90, +5) อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 1 sccm ความถี่ 50 kHz และศักย์ไฟฟ้า 400 โวลต์ และสำหรับฟิล์มบางไทเทเนียมไนไตรด์-ไฮดรอกซีอะพาไทต์คือ ที่ความดัน 10 mTorr duty cycle (-90, +5) อัตราการไหลของก๊าซไนโตรเจน 1 sccm ความถี่ 50 kHz และศักย์ไฟฟ้า 700 โวลต์ ส่วนระยะเวลาที่ใช้ในการตกสะสมฟิล์มนั้นขึ้นอยู่กับความต้องการความหนาของฟิล์ม เช่น ถ้าต้องการฟิล์มที่หนามากก็ใช้เวลามาก เป็นต้น

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved