

# การพัฒนาแหล่งจ่ายกำลังไฟสูงแบบอิมพัลส์สำหรับการเคลือบฟิล์มบาง ด้วยเทคนิคแมกนีตรอนสปัตเตอริง

มนตรี เอี่ยมพนาภิก

ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร

## ที่มา ความสำคัญ

ปัจจุบันเทคโนโลยีการเคลือบฟิล์มบางนับว่ามีความสำคัญในการพัฒนาสิ่งต่าง ๆ ให้เกิดประโยชน์ โดยสิ่งต่าง ๆ รอบตัวส่วนมากมีฟิล์มบางเป็นส่วนประกอบอยู่ด้วย เช่น กระจกหน้าต่าง กระจกรถยนต์ อุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น สำหรับการเคลือบฟิล์มบางภายใต้สภาวะสุญญากาศส่วนใหญ่ใช้วิธีการทางฟิสิกส์ และเทคนิคการเคลือบฟิล์มบางที่ได้รับความนิยมในปัจจุบันที่สามารถต่อยอดไปใช้ในการเคลือบฟิล์มบางในระดับอุตสาหกรรมได้ดีคือเทคนิคแมกนีตรอนสปัตเตอริง (magnetron sputtering technique) เทคนิคนี้อาศัยอนุภาคของแก๊สเฉื่อยประจุบวกที่มีพลังงานสูงวิ่งชนเป้า (target) และมีการถ่ายเทพลังงานระหว่างการชนจนทำให้อะตอมของเป้าหลุดออกจากผิวเป้าแล้วขึ้นไปเคลือบยังวัสดุรองรับ (substrate) เกิดเป็นฟิล์มบางขึ้นมาได้ (อะตอมที่หลุดออกมาจากผิวเป้าเรียกว่าอะตอมสปัตเตอริง) ในการพัฒนาคุณภาพของฟิล์มบางที่เตรียมโดยเทคนิคแมกนีตรอนสปัตเตอริงนั้นจำเป็นอย่างยิ่งต้องมีการแปรค่าพารามิเตอร์ให้เหมาะสมระหว่างการเคลือบฟิล์มบาง เช่น ความดันแก๊ส กำลังไฟฟ้าที่ใช้ระยะทางระหว่างวัสดุรองรับกับเป้า และการให้ความร้อนกับวัสดุรองรับ เป็นต้น อีกสิ่งหนึ่งที่สามารถช่วยทำให้ฟิล์มบางที่เตรียมได้มีสมบัติใกล้เคียงกับก้อนวัสดุ (bulk) นั้นต้องอาศัยอะตอมสปัตเตอริงที่ถูกไอออไนซ์ช่วยระหว่างการเคลือบฟิล์ม ทั้งนี้เนื่องมาจากอะตอมสปัตเตอริงที่ถูกไอออไนซ์มีพลังงานที่มากพอทำให้ฟิล์มบางจัดเรียงโครงสร้างอย่างเหมาะสม ส่งผลให้ฟิล์มบางมีความหนาแน่นมากขึ้น ฟิล์มมีการยึดติดพื้นผิววัสดุรองรับได้ดีขึ้น นอกจากนี้ยังสามารถควบคุมพลังงานและทิศทางของอะตอมสปัตเตอริงที่ถูกไอออไนซ์ได้ง่ายด้วยการให้ไบแอสลบแก่วัสดุรองรับ

โดยทั่วไปเทคนิคแมกนีตรอนสปัตเตอริง เช่น ดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง นั้นพบว่ามีความเหมาะสมต่ออะตอมสปัตเตอริงที่ถูกไอออไนซ์ในปริมาณน้อยมากทำให้ฟิล์มที่เตรียมได้มีคุณภาพที่ไม่ดีนัก แต่เมื่อไม่นานมานี้ได้มีเทคนิคใหม่ที่พัฒนาขึ้นโดยใช้เทคโนโลยีแหล่งจ่ายกำลังไฟแบบพัลส์

เรียกว่า “ไฮพาวเวอร์อิมพัลส์แมกนีตรอนสปัตเตอริง หรือ ไฮพิมส์ (High Power Impulse Magnetron Sputtering, HiPIMS)” (Kouznetsov, 1999) ซึ่งจ่ายกำลังไฟให้กับเป้าแบบพัลส์เป็นช่วงเวลาสั้น ๆ สิ่งนี้ทำให้สามารถสร้างอะตอมสปัตเตอริงที่ถูกไอออไนซ์ในปริมาณที่มาก เช่น กรณีของเป้าไทเทเนียม (Ti) พบว่าไฮพิมส์ให้จำนวนอะตอมสปัตเตอริงที่ถูกไอออไนซ์มีมากกว่า 90 % ของอะตอมสปัตเตอริงทั้งหมด (Helmersson, 2006) โดยในประเทศไทยยังไม่มีเทคโนโลยีไฮพิมส์ ดังนั้นการพัฒนาสร้างแหล่งจ่ายกำลังไฟให้มีการจ่ายให้กับเป้าในลักษณะที่เป็นพัลส์ระหว่างการเคลือบฟิล์มจึงมีความจำเป็นในการส่งเสริมให้มีการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีแหล่งจ่ายกำลังไฟแบบพัลส์ในประเทศไทยมากขึ้น เป็นการสร้างองค์ความรู้ใหม่ทางด้านเทคโนโลยีการเคลือบฟิล์มบางในประเทศ เพื่อส่งเสริมและสนับสนุนงานทั้งทางด้านงานวิจัยและด้านการเรียนการสอนในระดับมหาวิทยาลัยต่อไปในอนาคต

## สรุปการดำเนินงานวิจัย

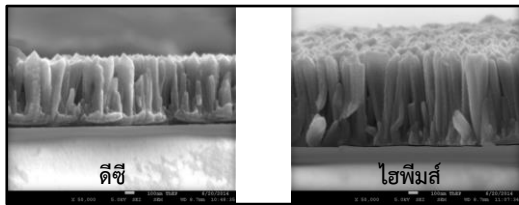
- สามารถออกแบบและสร้างแหล่งจ่ายกำลังไฟสูงแบบอิมพัลส์
- ทดสอบเคลือบฟิล์มบางโลหะ เช่น อลูมิเนียมด้วยแหล่งจ่ายกำลังไฟสูงและเปรียบเทียบการเคลือบฟิล์มบางด้วยเทคนิคดีซีแมกนีตรอนสปัตเตอริง

## จุดเด่นของเทคโนโลยี

- สามารถเพิ่มปริมาณอะตอมสปีดเตอร์ที่ถูกละอไนซ์ได้มากขึ้น
- ฟิล์มบางที่เตรียมได้มีสมบัติดีขึ้น เช่น มีสมบัติทางไฟฟ้าดีขึ้น ฟิล์มมีความหนาแน่นมากขึ้น
- ต้นทุนการสร้างแหล่งจ่ายกำลังไฟสูงแบบอิมพัลส์ไม่สูงมาก



รูปที่ 1 แหล่งจ่ายกำลังไฟสูงที่ออกแบบและสร้างขึ้น



รูปที่ 2 เปรียบเทียบลักษณะฟิล์มบางที่เตรียมได้ด้วยเทคนิคดีซีและไฮฟิมส์

## เอกสารอ้างอิง

มนตรี เอี่ยมพนากิจ. (2557). รายงานการวิจัยการพัฒนาแหล่งจ่ายกำลังไฟสูงแบบอิมพัลส์สำหรับการเคลือบฟิล์มบางด้วยเทคนิคแมกนีตรอนสปีดเตอริง. นครปฐม. ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร.