

การฉาบกระจกโลหะโดยวิธีสปัตเทอริง

Metal Mirror Coating by Sputtering

สิริชัย ประเสริฐวงษ์ และ สุธี หงษ์สุมาลย์¹

Sirichai Prasertwong and Suthee Hongsumalya

ABSTRACT

A diode sputterer has been designed and constructed. It could coat metal film on a conducting substrate at 0.75 torr with optimum electrodes spacing of 1.7 cm. The rate of coating was 87 ug/min.

บทคัดย่อ

ได้ออกแบบและสร้างเครื่องสปัตเทอริงชนิดไดโอดที่สามารถฉาบฟิล์มโลหะบนแผ่นรองรับที่เป็นตัวนำไฟฟ้าได้ที่มีความดันประมาณ 0.75 ทอรรี่ ระยะที่เหมาะสมระหว่างขั้วไฟฟ้าประมาณ 1.7 เซนติเมตร อัตราการฉาบประมาณ 87 ไมโครกรัมต่อนาที

คำนำ

กระจกเงาคือ ฟิล์มบาง ๆ ของสารไดอิเล็กทริกที่ฉาบหรือเคลือบลงบนแผ่นรองรับ ซึ่งอาจจะเป็นแผ่นแก้ว แผ่นพลาสติกหรือแผ่นโลหะขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานแผ่นกระจกเงานั้น ฟิล์มบาง ๆ ของสารแต่ละชนิดมีคุณสมบัติในการสะท้อนรังสีแตกต่างกันไป เช่น ฟิล์มธาตุเงินหรืออะลูมิเนียมสะท้อนแสงที่มองเห็นได้ ฟิล์มทองคำสะท้อนรังสีได้แดง สภาพสะท้อนของฟิล์มชนิดต่าง ๆ ขึ้นอยู่กับความหนาและชนิดของฟิล์มที่ฉาบลงบนแผ่นรองรับ เครื่องมือที่ใช้ในการฉาบฟิล์มโลหะสำเร็จรูปจากต่างประเทศมี

ราคาสูงนับแสนบาท และยังใช้งานได้เฉพาะอย่างเท่านั้น คณะผู้ดำเนินการวิจัยจึงได้สร้างเครื่องมือขึ้นมาเองเพื่อใช้ในการวิจัยนี้และยังสามารถใช้เป็นอุปกรณ์การเรียนการสอนปฏิบัติการได้ด้วย

การศึกษาและสร้างเครื่องทำแผ่นฟิล์มบางโดยการระเหย (Evaporator Unit For Thin Film) จากเครื่องที่สร้างขึ้นเป็นระบบทำให้โลหะระเหยไปฉาบบนแผ่นรองรับโดยใช้ความร้อนจากไฟฟ้าทำให้โลหะหลอมเหลวและระเหยในสุญญากาศ เครื่องมือนี้มีขนาดใหญ่และมีอุปกรณ์ที่ใช้ยุ่งยากมาก ใช้สุญญากาศขนาดเล็กมาก ใช้เวลานานและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานสูง (ธรรมบุญ, 2524)

พิชญ์ และสุพัฒน์พงษ์ (2528) ได้สร้างเครื่องเคลือบสารแบบดีซีแมกนีตรอนขนาดเล็กผ่านศูนย์กลางห้องสุญญากาศประมาณ 20 เซนติเมตร สามารถฉาบฟิล์มทองคำ ทองแดง อะลูมิเนียม นิกเกิล และดีบุกได้ที่มีความดันประมาณ 10^{-2} ทอรรี่ ในบรรยากาศอาร์กอนไม่ได้วิเคราะห์คุณภาพของแผ่นฟิล์ม

¹ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

อุปกรณ์ที่ใช้

- ห้องสุญญากาศ
- เครื่องวัดความดัน
- ขั้วไฟฟ้าที่เป็นโลหะซึ่งต้องการสปัตเทอริให้

เป็นฟิล์มที่จะถูกฉาบลงบนแผ่นรองรับ

- แหล่งกำเนิดไฟตรงความต่างศักย์สูง 0-1,000

V.DC.1A

- โวลท์มิเตอร์วัดความต่างศักย์สูง
- แอมมิเตอร์ 0-1 แอมแปร์
- กล้องจุลทรรศน์

วิธีการที่ใช้ทดลอง

- ออกแบบ เขียนแบบเครื่องสปัตเทอริงที่จะสร้างนี้

- ให้ช่างกลึงโลหะตามแบบที่ได้ออกแบบ
- ประกอบเครื่องสปัตเทอริง เครื่องวัดความดัน

ในห้องสุญญากาศ

- ทดสอบระบบสุญญากาศ
- ทดสอบการทำงานภายใต้ภาวะตัวแปรต่าง ๆ

เพื่อหาจุดที่เหมาะสมในการทำงานของเครื่องมือนี้

- เก็บตัวอย่างนำไปศึกษาผิวหน้าของฟิล์มที่ฉาบได้โดยใช้กล้องจุลทรรศน์

- วิเคราะห์และสรุปผลการวิจัย

กรรมวิธีพื้นฐานของระบบสปัตเทอริง

แคโทดสปัตเทอริงเป็นกรรมวิธีที่อะตอมหรือโมเลกุลถูกปลดปล่อยออกมาจากเป้าที่ถูกยิงด้วยไอออนบวก อะตอมหรือโมเลกุลที่เป็นกลางและมีพลังงานสูงสามารถทำให้วัสดุของเป้าสาลัก (สปัตเทอริ) ออกมาได้ แต่ก็เป็นการยากที่จะทำให้อนุภาคที่เป็นกลางมีพลังงานเทียบเท่าไอออนที่ถูกเร่ง เราอาจเลือกการเอา

วัสดุเป้าออกมาเพื่อให้เกิดการสกัดผิวหน้า หรือวัสดุที่ถูกปลดปล่อยออกมานั้นกลั่นตัวลงบนแผ่นรองรับเพื่อก่อให้เกิดฟิล์มของแข็งบาง ๆ ขึ้น เราอาจผลิตไอออนบวกที่ต้องการเพื่อนำมายิงวัสดุเป้าได้ 2 วิธีคือ

1. ทำให้เกิดการปล่อยแสงสว่างขึ้นเนื่องจากการคายประจุของเป้าสปัตเทอริงที่ทำหน้าที่เป็นขั้วแคโทดของระบบคายประจุนี้

2. โดยลั่นอิเล็กตรอนจากแคโทดร้อนที่เป็น Emitter ไหลผ่านแก๊สไปในรูปของพลาสมา หรือการเอกซิเทชันแก๊สโดยคลื่นวิทยุ (RF.) แล้วไอออนทั้งหลายจะถูกสกัดออก และถูกเร่งไปยังเป้าโดยใส่สนามไฟฟ้าอีกสนามหนึ่ง

กลไกของสปัตเทอริง

จากการศึกษาพบว่าวัสดุเป้าถูกปลดปล่อยออกมาได้ 2 วิธี คือ

1. มีการถ่ายทอดโมเมนตัมโดยตรงจากไอออนที่มาชนเป้าที่อะตอมบริเวณผิวหน้า

2. การปลดปล่อยพลังงานในบริเวณที่มีการชนกัน ทำให้เกิดเงื่อนไขที่คล้ายกับสถานะไร้ระเบียบของการระเหิดด้วยความร้อน

ผล

การสร้าง

ได้ศึกษาและออกแบบเครื่องสปัตเทอริงดัง Figure 1 ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

(1) แผ่นฐาน (Base plate) ประกอบด้วยชิ้นโลหะ D,E,F,G และ H ซึ่งเชื่อมต่อกันหมดทุกชิ้นเพราะต้องทำหน้าที่เป็นขั้วไฟฟ้าบวกที่เรียกว่า แอโนด F เป็นจานกลมสำหรับวางแผ่นรองรับที่เราต้องการเคลือบด้วยโลหะเป้า F' เป็นเกลียวที่สามารถปรับความสูงของงาน F ยึดแผ่นฐานนี้กับพื้นโต๊ะไม้ (Figure 2)

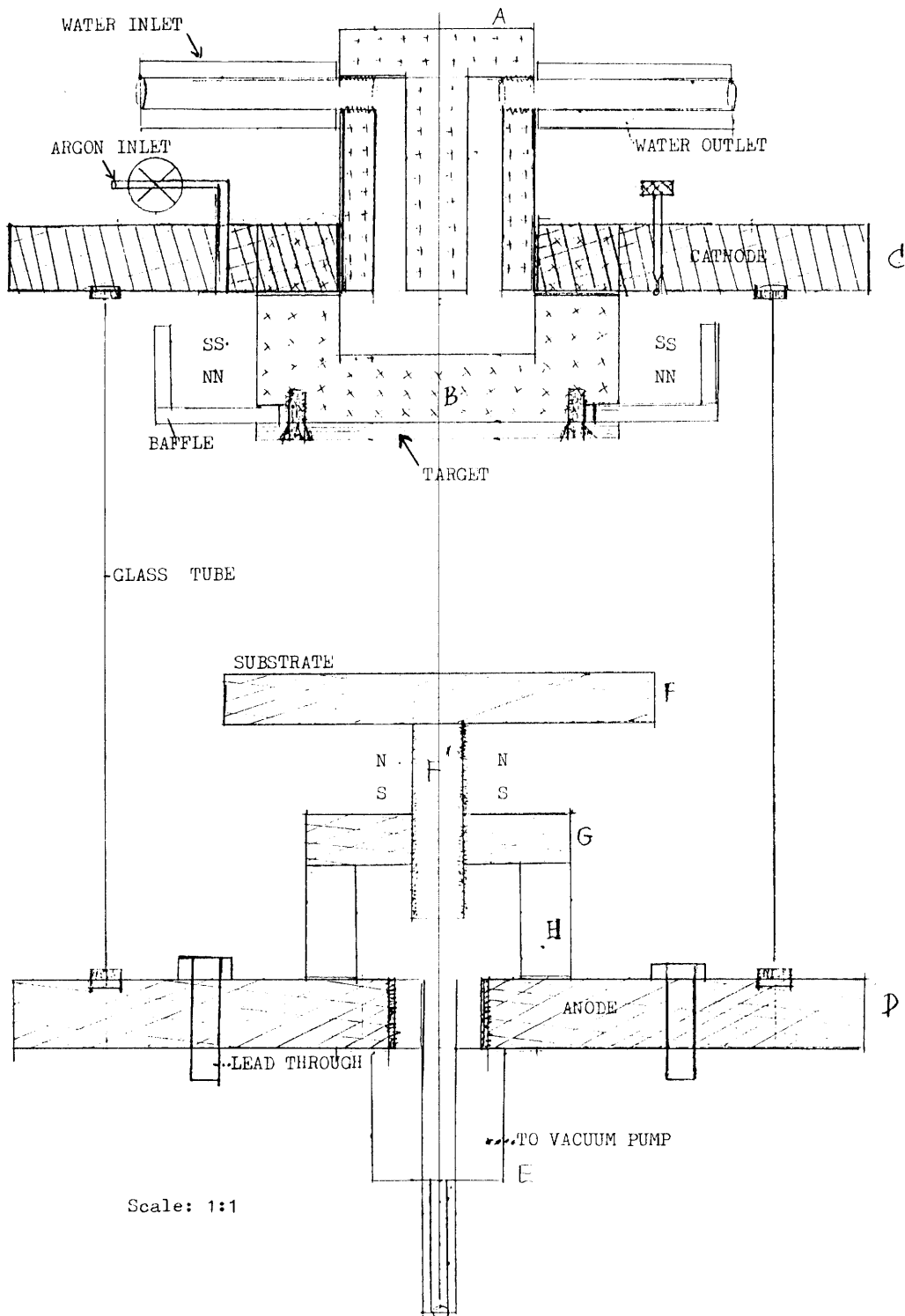


Figure 1 A design of the SPUTTERING machine.

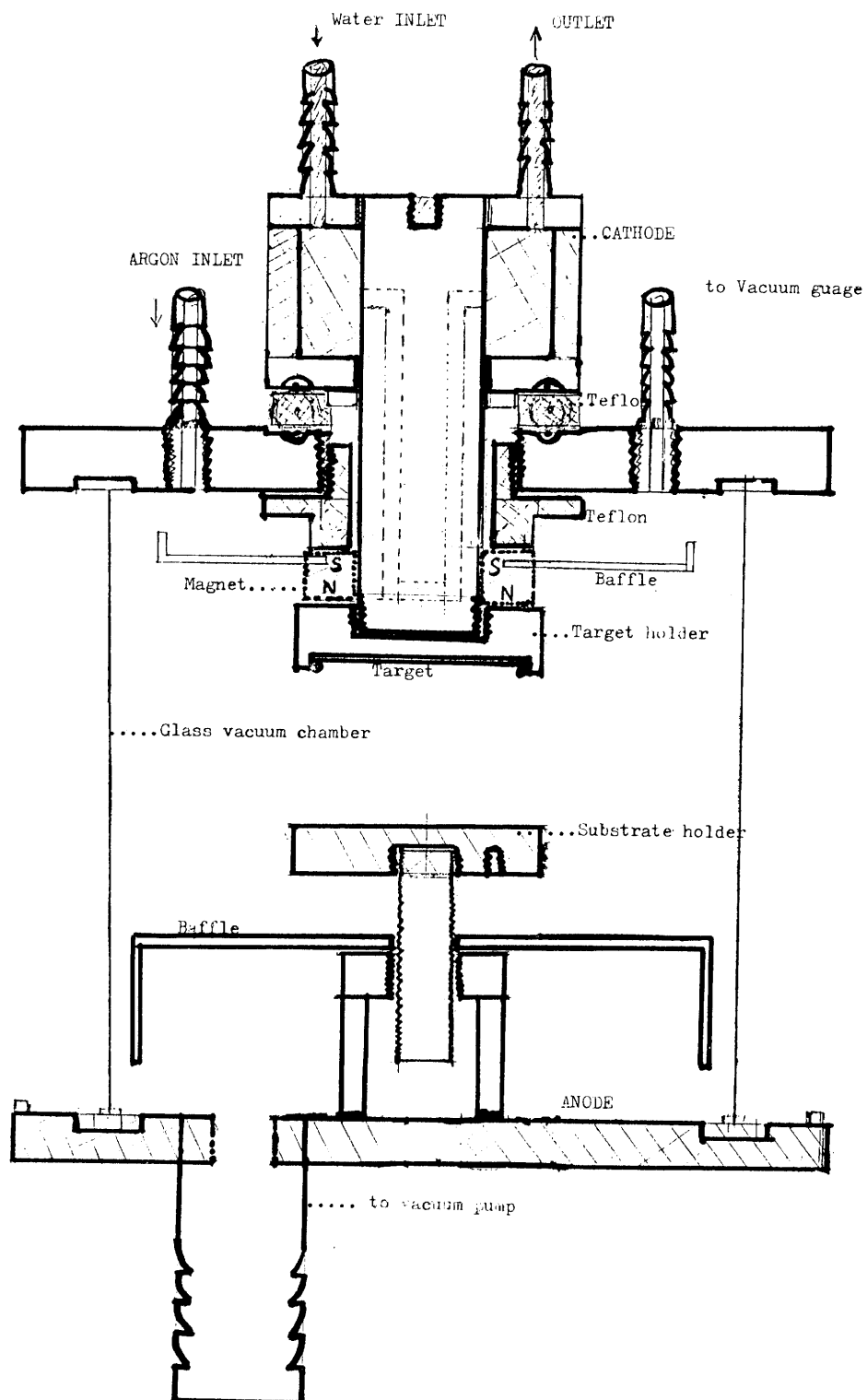


Figure 2 An improved sputterer design.

(2) กระบอกสุญญากาศ ชั้น I เป็นกระบอกแก้วใสไฟเรซซ์ขนาด I.D. 12.8 cm ทำจากบีกเกอร์ไฟเรซซ์ขนาด 2.5 ลิตร นำมาตัดปากและกันแล้วขัดให้เรียบเสมอกัน

(3) แผ่นแคลโทด ประกอบด้วยชั้นโลหะ A, B และ C ซึ่งเชื่อมต่อกันหมด ที่ชั้น A มีท่อให้น้ำไหลเข้าและออกเพื่อระบายความร้อนของแผ่นเป่า ด้านล่างชั้น B มีกระบังโลหะกันแก๊สอาร์กอน และโลหะเป่ายึดติดกันไว้ด้วยสกรู

จากแบบที่เขียนไว้นี้ ได้ว่าจ้างช่างกลึงรับงานโลหะไปกลึงและเชื่อมโลหะให้ได้ตามแบบ Figure 1 โลหะที่ใช้เป็นสแตนเลสสตีล

การทดสอบระบบสุญญากาศ

เมื่องานกลึงเสร็จ นำแผ่นฐานมาวางและยึดกับโต๊ะไม้ ใส่วงแหวนยางกันสุญญากาศระหว่างแผ่นฐานกับกระบอกสุญญากาศและกับแผ่นแคลโทดที่ถูกวางทับไว้ด้านบน ปิดท่อเดิมแก๊สไว้ก่อน ต่อท่อพลาสติกระหว่างชั้น E และเครื่องสุญญากาศ รัดข้อต่อให้แน่นกันรั่ว ยังไม่ต้องต่อท่อน้ำเข้าและออก เพราะไม่เกี่ยวข้องกับระบบสุญญากาศ ต่อหัววัดความดันชนิดพิรานิ 2 หัว เข้ากับหัวต่อทางช่อง Lead Through ตรงรอยต่อเชื่อมปิดด้วยกาวยีพอกซีให้แน่นและแห้งสนิท เปิดสวิตช์เดินเครื่องสูบล้างอากาศออกจากกระบอกสุญญากาศ เปิดสวิตช์เครื่องวัดความดันสังเกตเข็มชี้วัดความดันจะค่อย ๆ ลดลง รอจนได้ความดันต่ำสุดเท่าที่เครื่องสูบล้างได้ขณะนี้ ปิดวาล์วและปิดสวิตช์เครื่องสูบล้าง สังเกตเข็มชี้วัดความดัน ปรากฏว่าความดันลดลงเร็วมาก แสดงว่าห้องสุญญากาศมีจุดรั่วซึม ปิดวาล์วให้เชื่อมต่อกับบรรยากาศภายนอก ยกแผ่นแคลโทดออกด้วยความระมัดระวัง ขันสลักเกลียวที่แผ่นฐานให้แน่น ใช้ซิลิโคนอุดรอยต่อตรงจุดที่คาดว่าอากาศอาจรั่วซึมเข้าไปในห้องสุญญากาศ เมื่อ

ซิลิโคนแห้งสนิทแล้วประกอบห้องสุญญากาศและเริ่มต้นทดสอบใหม่ พบว่า

เวลาสูบล้าง จากความดันบรรยากาศเป็น 0.75 ทอร์รี่ ภายใน 1 นาที เมื่อปิดเครื่องสูบล้าง ความดันจาก 0.75 ทอร์รี่เป็น 1.5 ทอร์รี่ภายใน 2 วินาที จาก 1.5 ทอร์รี่เป็น 780 ทอร์รี่ภายใน 5 นาที จึงสรุปว่าอัตราความดันรั่วในห้องสุญญากาศไม่เป็นเชิงเส้น ที่ความดันต่ำมากมีการรั่วมาก ที่ความดันต่ำมีการรั่วน้อย อาจเป็นเพราะที่ความดันต่ำมากวัสดุภายในห้องสุญญากาศคายแก๊สออกมาได้มาก

ระบบสปัทเทอริง

1. แหล่งกำเนิดกำลังไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วย Powerstat ขนาด 10 A ที่สามารถแปรค่าความต่างศักย์ไฟสลับด้านหัวออกจาก 0–250 V. เพื่อป้อนให้หม้อแปลงไฟฟ้าสลับ 220 V. เป็น 1,000 V. AC.1A. ซึ่งจะป้อนให้แก่วงจรเรกติฟายเออร์แบบบริดจ์ มีวงจรกรองแบบ LC ใช้ $C = 44$ ไมโครฟารัด $L = 4mH$. ต่อสายบวกเข้ากับแผ่นฐานและต่อสายดิน ต่อสายลบเข้ากับแผ่นแคลโทด แหล่งกำเนิดกำลังนี้สามารถจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงได้ 0–1,000 V.DC.1A

2. การฉาบฟิล์ม

ใช้จานอะลูมิเนียมเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 cm หนา 1.25 cm เป็นแผ่นเป่า ต่อท่อแก๊สอาร์กอนเข้าที่รูเปิดด้านบนของแผ่นแคลโทด และต่อท่อน้ำเย็นไหลเข้าและออกเพื่อช่วยระบายความร้อนจากเป่า

(1) การหาภาวะที่เหมาะสมที่สุดที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์สปัทเทอริงของแผ่นเป่า พบว่าที่ความดัน 0.5 ทอร์รี่ แก๊สในห้องสุญญากาศเกิดการเปล่งแสงของพลาสมาที่ความต่างศักย์ประมาณ 800 V. แล้วต้องลดต่ำลงเพื่อให้มีกระแสประมาณไม่เกิน 300 mA ที่ 280 V มิเช่นนั้นจะเกิดปรากฏการณ์อาร์คกิง

(arcing) ขึ้น ถ้าเป็นเวลานานแหล่งจ่ายกำลังจะลัดวงจรเพราะกระแสสูงกว่า 1 A สำหรับปรากฏการณ์สปัทเทอร์จะสังเกตเห็นได้ง่ายจากการเปล่งแสงออกมาซึ่งจะเห็นว่าเป่าลูกชนและมีอะตอมของเป่าหลุดออกมา นอกจากนี้ยังได้พบว่าเมื่อเกิดพลาสมาเปล่งแสงแล้วความต่างศักย์ระหว่างขั้วจะมีค่าคงตัวไม่ว่า ระยะห่างของแผ่นรองรับและเป่าจะเป็นเท่าใดก็ตาม ปริมาณของแก๊สอาร์กอนเป็นตัวควบคุมขนาดของกระแสถ้ามีมากเกินไปจะเกิดอาร์คกิง ถ้ามีน้อยจะต้องเพิ่มความต่างศักย์ให้สูงขึ้น แก๊สอาร์กอนไหลเข้าห้องสุญญากาศประมาณ 0.5 ลิตร/นาที่

(2) การฉาบฟิล์ม ได้พบว่าแผ่นรองรับต้องเป็นตัวนำไฟฟ้า จึงทดลองใช้แผ่นทองแดงตัดเป็นจานกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 2.5 cm และ 5.0 cm และแผ่นสแตนเลสขนาด 1 cm² ทำความสะอาดผิว เมื่อแห้งสนิทนำไปแช่แล้วเก็บในภาชนะกันฝุ่นจัดระยะระหว่างผิวหน้าแผ่นเป่าถึงจานวางแผ่นรองรับตามต้องการ แล้ววางแผ่นรองรับบริเวณจุดกึ่งกลางปิดห้องสุญญากาศด้วยแผ่นแคลิโดม เปิดสวิตช์เครื่องวัดความดันและสูบลมออกจากห้องสุญญากาศ ที่ความดันประมาณ 1.5 ทอรรี ปิดวาล์ว ควบคุมแก๊สอาร์กอน เพื่อให้ได้ความดันในห้องสุญญากาศตามต้องการปรับเพาเวอร์สเตทค่อย ๆ เพิ่มความต่างศักย์ระหว่างขั้วแอโนดและแคโทด จนกระทั่งแก๊สแตกตัวเป็นไอออนในตอนต้นนี้จะมีลักษณะคล้ายอาร์คกิง คืออิเล็กตรอนจากแคโทดจะวิ่งเข้าชนจานวางแผ่นรองรับจึงต้องรีบลดความต่างศักย์ลงจนกระทั่งมีกระแสลดลงจากมากกว่า 1 A เป็นประมาณ 300 mA จะเกิดพลาสมาเปล่งแสงสว่างสีม่วงน้ำเงินอยู่บริเวณใกล้ ๆ และรอบ ๆ แผ่นเป่า ขณะนี้จะสังเกตเห็นมีไอออนอาร์กอนวิ่งเข้าชนแผ่นเป่าเป็นประกายระยิบระยับ จึงเกิดการสาดหรือกระลอกของอะตอมแผ่นเป่าหลุดออกมาจากแผ่นเป่า วิ่งตรงไปแผ่นรองรับและเคลือบลงไป

บนผิวของแผ่นรองรับอัตราการเคลือบหรือฉาบฟิล์มนี้ขึ้นกับตัวประกอบหลายประการ (Putner and Jackson, 1967)

จากการทดลองพบว่า สำหรับเป่าอะลูมิเนียมเมื่อใส่แม่เหล็กไว้ได้จานวางแผ่นรองรับที่ความดัน 0.5 ทอรรี ระยะช่องว่างระหว่างเป่าและแผ่นรองรับที่เหมาะสมคือประมาณ 1 – 2 cm สามารถควบคุมกระแสได้ค่อนข้างสม่ำเสมอ ถึงแม้จะมีอาร์คกิงในตอนเริ่มต้นบ้าง จากการชั่งน้ำหนักพบว่าอัตราการฉาบประมาณ 80 ไมโครกรัม/นาที่ ผิวฟิล์มเรียบดีแต่มีบางตำแหน่งมีเม็ดอะลูมิเนียมโตกว่าปกติ ซึ่งเกิดจากการอาร์คกิง

เมื่อวางแม่เหล็กไว้เหนือแผ่นเป่า ที่ความดันประมาณ 0.75 – 1.0 ทอรรี ระยะช่องว่างใช้ได้ตั้งแต่ 0.5 – 3.0 cm เกิดพลาสมาเปล่งแสงได้ง่ายกว่ามีความสว่างสม่ำเสมอรอบเป่าและกระแสสม่ำเสมอเกิดอาร์คกิงเฉพาะตอนเริ่มต้นเท่านั้น ที่ระยะช่องว่างประมาณ 1 cm ใช้แก๊สอาร์กอนประมาณ 1/3 ลิตร/นาที่ มีอัตราการเคลือบ 87 ไมโครกรัม/นาที่ ผิวฟิล์มสม่ำเสมอดีมาก มีเม็ดโตเนื่องจากอาร์คกีน้อย

ในการทดลองนี้พบว่ารูปร่างของกระบังกันแก๊สอาร์กอนมีความสำคัญต่อการสปัทเทอร์และการเปล่งแสงของพลาสมา รวมทั้งช่องแก๊สที่ถูกดูดออกซึ่งต่อกับสุญญากาศด้วย กระบังกันสมควรใช้ฉนวนไฟฟ้า และฉนวนความร้อนแผ่นแคลิโดมควรออกแบบใหม่ตามแบบที่เสนอมากับรายงานนี้ สิ่งที่สำคัญที่สุดคือจะต้องใช้สุญญากาศขนาด 200 ลิตร/นาที่ และควรมีสู่ขชนิดแพร่ซึมของไอน้ำมันด้วย จะสามารถลดความดันลงให้ได้ขนาด $10^{-1} - 10^{-3}$ ทอรรีเพื่อเพิ่มอัตราการฉาบและคุณภาพของฟิล์มได้มากขึ้นตามสมควร

$$Q_1 = k \frac{Q_0}{p.d.}$$

$$\text{และ } S = 10^5 (1+a) \frac{W}{A.I.t}$$

เมื่อปริมาณของสารที่ถูกสเปทเทอร์ Q_0 และไปถึงแผ่นรองรับ Q_1 K เป็นค่าคงที่ d คือช่องว่างระหว่างเป้าและแผ่นรองรับ และ p คือ ความดันภายในห้องสุญญากาศ

S คือ ยิลด์หรือผลได้ที่แท้จริง a คือจำนวนเฉลี่ยของอิเล็กตรอนที่ปล่อยออกมาหนึ่งไอออนที่มาชน W คือมวลของวัสดุเป้าที่มีน้ำหนักเชิงอะตอม A ที่หลุดออกมาต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่ในเวลา t วินาที และมีกระแสไฟฟ้า I . (Putner and Jackson, 1967)

สรุป

เครื่องสเปทเทอร์ริงที่สร้างขึ้นนี้ สามารถทำงานฉาบฟิล์มโลหะได้ในระดับหนึ่งที่ยังไม่สมบูรณ์ตามทฤษฎี เพราะยังขาดอุปกรณ์หลักที่สำคัญคือ สูบสุญญา-

กาศขนาดความดันต่ำมากขนาด 10^{-5} ทอร์ร เครื่องที่สร้างขึ้นนี้ถ้าหากได้รับการปรับปรุงแผ่นแคโทด และกำจัดการรั่วซึมของห้องสุญญากาศคาดว่าจะลดความดันลงได้ถึง 10^{-1} ทอร์ร ซึ่งจะสามารถฉาบกระจกเงาโลหะได้โดยสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

- ธรรมนูญ สมานพันธ์ 2524 เครื่องทำแผ่นฟิล์มบางโดยการระเหย วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาฟิสิกส์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
- พิเชษฐ์ ลัมสุวรรณ และสุพัฒน์พงษ์ ดำรงรัตน์ 2528 เครื่องเคลือบสารแบบดีซีแมกนีตรอน เอกสารวิชาการนิทรรศการเทคโนโลยี ครั้งที่ 5 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี
- Putner, T.I., and G.N. Jackson, 1967 Sputtering Its Technology and Applications, Electronic Equipment.

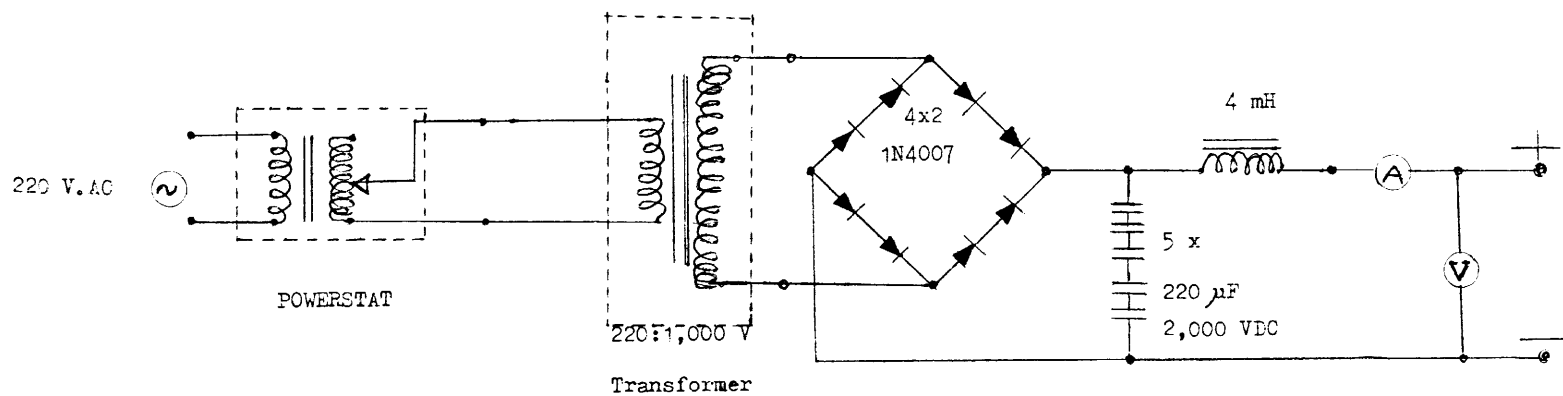


Figure 3 Sputtering DC power supply, 0 - 1,000 V.

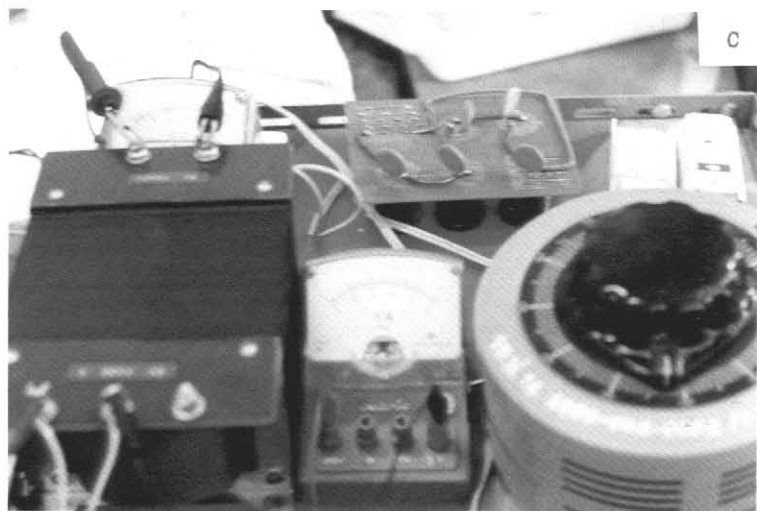
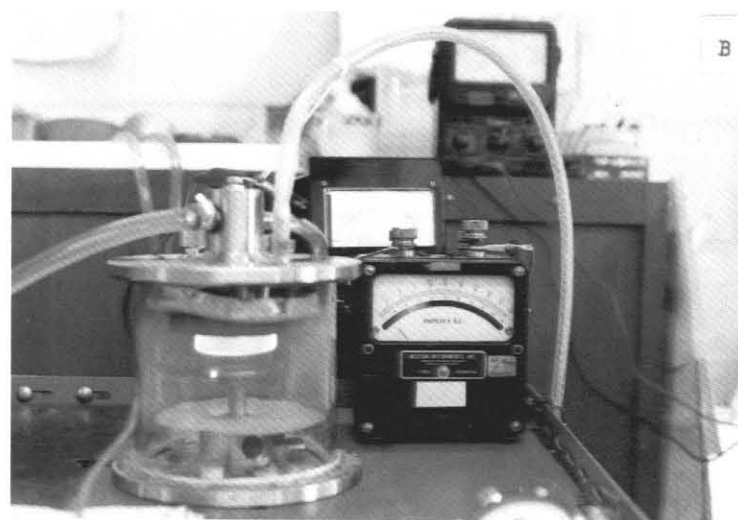


Figure 4 (A) The constructed vacuum chamber with measuring instruments.
 (B) The DC power supply.
 (C) Plasma luminous glow in the vacuum chamber.

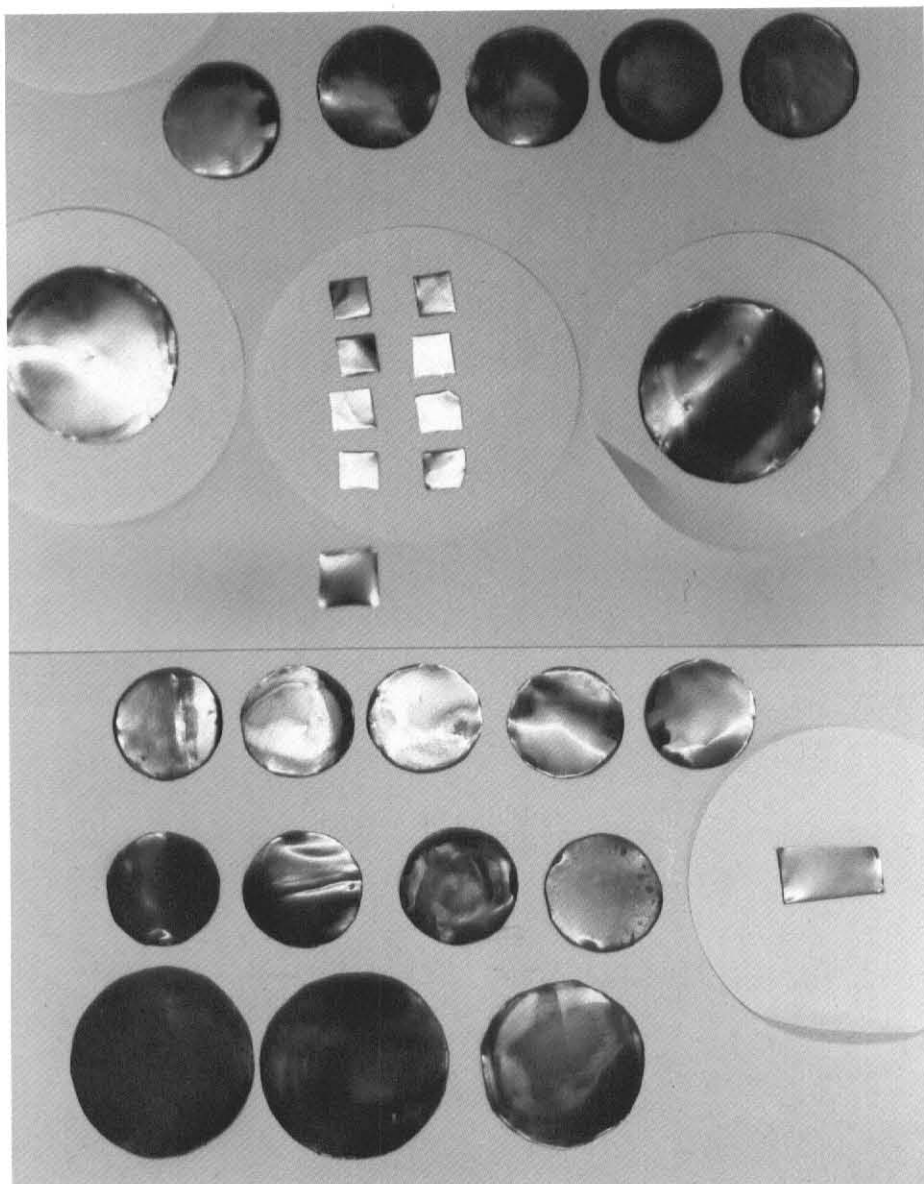


Figure 5 Showing sputtered samples.

การทดสอบการอบแห้งข้าวเปลือกแบบในถังเก็บและแบบเป็นงวด : คุณภาพผลิตภัณฑ์

Experiments on In-store and Batch Drying of Paddy : Quality of Product

สมชาติ โสภณธนฤทธิ์ และเพชร ปรีชากุล¹
Somchart Soponronnarit and Petchara Preechakul

ABSTRACT

This paper described the experiments on in-store and batch drying of paddy under tropical climate like Bangkok. It was found that in-store drying was technically feasible and the quality of paddy after drying was very good. Its quality was also attractive when it was dried in batch providing that drying air temperature was appropriate.

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้กล่าวถึงการทดสอบการอบแห้งข้าวเปลือกแบบในถังเก็บ และแบบเป็นงวด ภายใต้สภาวะอากาศร้อนชื้น เช่น กรุงเทพมหานคร ซึ่งพบว่ามีความเป็นไปได้ในทางเทคนิค ที่จะใช้วิธีการอบแห้งแบบในถังเก็บ โดยที่คุณภาพข้าวเปลือกหลังการอบแห้งอยู่ในเกณฑ์ที่ดีมาก การอบแห้งแบบเป็นงวดโดยใช้อุณหภูมิอากาศที่เหมาะสมก็สามารถให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพดีเช่นกัน

คำนำ

การทำการครั้งที่สองในเขตชลประทานหรือข้าวนาปรัง เป็นข้าวที่ผลิตเพื่อการส่งออก เพื่อเพิ่มรายได้และพูนฐานะความเป็นอยู่ของเกษตรกรให้ดีขึ้น ซึ่ง

รัฐบาลก็สนับสนุนการปลูกข้าวนาปรังนี้ โดยช่วยเหลือในด้านการบริการด้านแหล่งน้ำและขยายระบบชลประทาน แต่ปัญหาที่สำคัญที่เกษตรกรกำลังประสบคือ ข้าวนาปรังจะเปียกฝน ทำให้มีความชื้นสูง วิธีการที่จะช่วยลดความชื้นเพื่อที่จะเก็บรักษาข้าวไว้ได้นานโดยไม่เน่าเสียคือการอบแห้ง ซึ่งอัตราการอบแห้งจะช้าหรือเร็วขึ้นกับ อุณหภูมิ ความชื้นสัมพัทธ์ และอัตราการไหลของอากาศที่ใช้ในการอบแห้ง

การอบแห้งแบบง่ายสามารถทำได้ โดยให้ชั้นเมล็ดพืชอยู่กับที่แล้วเป่าอากาศผ่านชั้นเมล็ดพืช การถ่ายเทความร้อนจะเกิดขึ้นพร้อม ๆ กับการถ่ายเทมวล โดยที่ความร้อนจากอากาศจะถ่ายเทให้กับเมล็ดพืช และส่วนใหญ่จะใช้ในการระเหยน้ำ มวลของน้ำที่ระเหยจากผิวเมล็ดพืชจะเข้าไปอยู่ในอากาศ ทำให้ความชื้น

¹ คณะพลังงานและวัสดุ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี