

ชื่อโครงการ: เครื่องเคลือบฟิล์มบางนาโนด้วยเทคนิคระเหยสารในสุญญากาศ
นักวิจัย: รศ.ดร.สุรสิงห์ ไชยคุณ
ผศ.ดร.นิรันดร์ วิทิตอนันต์
ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา

บทคัดย่อ

เครื่องเคลือบระบบระเหยสารสำหรับฟิล์มบางนาโนถูกสร้างและทดสอบในโครงการวิจัยนี้ เครื่องเคลือบที่สร้างมีส่วนประกอบหลัก 3 ส่วน ได้แก่ (1) ส่วนสุญญากาศ (vacuum parts) ประกอบด้วยห้องเคลือบทรงกระบอกทำจากสแตนเลส ความสูงเท่ากับ 285 mm มีเส้นผ่าศูนย์กลางเท่ากับ 205 mm และ ระบบเครื่องสูบล้างสุญญากาศใช้เครื่องสูบล้างไอซึ่งมีเครื่องสูบล้างโรตารีเป็นเครื่องสูบล้าง พร้อมวาล์วและมาตรวัดความดัน (2) ส่วนการเคลือบ (coating parts) ประกอบด้วยตัวระเหยสารแบบลวดต้าน ภาควัสดุไฟฟ้าแรงดันต่ำ-กระแสสูง และแท่นวางชิ้นงาน และ (3) ส่วนควบคุมการทำงาน (control parts) สำหรับคุมระบบสุญญากาศและการเคลือบ สำหรับผลการทดสอบเครื่องเคลือบใน 2 ด้านคือ (1) ด้านสุญญากาศพบว่าเครื่องเคลือบที่สร้างขึ้นสามารถลดความดันในห้องเคลือบจากความดันบรรยากาศ (10^{+3} mbar) ลงมาเท่ากับ 4.5×10^{-5} mbar ในเวลา 10 นาที และ (2) ด้านการเคลือบ พบว่าสามารถเคลือบฟิล์มบางอะลูมิเนียมที่มีลักษณะเรียบเรียบและสม่ำเสมอ

คำสำคัญ: เครื่องเคลือบในสุญญากาศ / ระบบระเหยสาร / ฟิล์มบางอะลูมิเนียม / ฟิล์มบางนาโน

Research Title: Nano-Thin Film Coater by Vacuum Evaporation Technique
Researcher: Assoc.Prof.Dr.Surasing Chaikun
Asst.Prof.Dr.Nirun Witit-anun
Department of Physics, Faculty of Sciences, Burapha University

Abstract

In this research project, the coating system for nano scale thin film by evaporation technique were constructed and tested. The coater has mainly 3 parts as (1) the vacuum part which composes of cylindrical stainless steel chamber with 285 mm of height, diameters of 205 mm. The vacuum pumping system consist of the oil diffusion pump back with the rotary pump, valves and pressure gauges, (2) the coating part composes of evapotator with wire resister type, low voltage-high current power supply and substrate holder, and (3) the control part for control vacuum and coating system. The coater system testing showed that (1) the vacuum test, the system can reduce pressure from atmospheric pressure (10^{+3} mbar) to order of 4.5×10^{-5} mbar in 10 minute and (2) the deposition test, showed the smooth and good uniform of Al thin film.

Keywords: vacuum coater / evaporation system / aluminium thin film/ nano-thin film

กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยเรื่อง “เครื่องเคลือบฟิล์มบางนาโนด้วยเทคนิคระเหยสารในสุญญากาศ” (Nano-Thin Film Coater by Vacuum Evaporation Technique) เป็นโครงการวิจัยที่ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยงบประมาณเงินรายได้ (เงินอุดหนุนจากรัฐบาล) มหาวิทยาลัยบูรพา ประจำปีงบประมาณ 2556 (สัญญาเลขที่: 48/2556 ; รหัสโครงการ: 84981 ; รหัสข้อเสนอการวิจัย: 2556A10802073)

โครงการวิจัยนี้สำเร็จลงด้วยดีด้วยความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ซึ่งคณะผู้วิจัยต้องขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้เป็นอย่างสูงได้แก่ มหาวิทยาลัยบูรพาที่สนับสนุนการดำเนินงานของโครงการวิจัยนี้ คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บุคลากรและเจ้าหน้าที่ของ งานส่งเสริมการวิจัย มหาวิทยาลัยบูรพา สำหรับความช่วยเหลือติดต่อประสานงานตลอดการดำเนินงาน ขอขอบคุณ ศาสตราจารย์ ดร.พิเชษฐ ลิ่มสุวรรณ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี สำหรับคำปรึกษาที่มีคุณค่าแก่คณะผู้วิจัยจนเสร็จสิ้นโครงการ ท้ายที่สุดขอขอบคุณภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพาที่สนับสนุนด้านสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือในการดำเนินการวิจัยด้วยดีตลอดมา

คณะนักวิจัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
ABSTRACT	ii
กิตติกรรมประกาศ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญภาพ	vi
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตการศึกษา	3
บทที่ 2 เอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 การเคลือบฟิล์มบางในสุญญากาศ	4
2.2 สภาวะสุญญากาศกับการเคลือบ	7
2.3 การก่อเกิดฟิล์มบาง	8
2.4 การเคลือบฟิล์มบางด้วยวิธีระเหยสาร	10
บทที่ 3 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง	16
3.1 การออกแบบสร้างเครื่องเคลือบ	16
3.2 ระบบสุญญากาศของเครื่องเคลือบ	18
3.3 การสร้างภาวะสุญญากาศ	19
3.4 ขั้นตอนการเคลือบฟิล์มบาง	21
3.5 แนวทางการศึกษา	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4 ผลและอภิปรายผล	22
4.1 การออกแบบและสร้างเครื่องเคลือบ	22
4.2 การทดสอบระบบสุญญากาศของเครื่องเคลือบ	35
4.3 การทดสอบการเคลือบฟิล์มของเครื่องเคลือบ	38
 บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ	 40
5.1 สรุปผล	40
5.2 ข้อเสนอแนะ	41
 เอกสารอ้างอิง	 42
ภาคผนวก	43
ภาคผนวก ประวัตินักวิจัย	44

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
2-1	ประเภทของกระบวนการเคลือบฟิล์มบางในสุญญากาศ	5
2-2	ระบบการเคลือบในสุญญากาศด้วยวิธีระเหยสาร	6
2-3	ระบบการเคลือบในสุญญากาศด้วยวิธีสปัตเตอริง	6
2-4	ความสัมพันธ์ระหว่างค่าระยะปลดการชนเฉลี่ย ความหนาแน่นของแก๊ส และเวลาในการก่อตัวเป็นชั้นบางๆ บนผิววัสดุ ที่เป็นฟังก์ชันของความดันที่ อุณหภูมิ 25 °C	7
2-5	การก่อเกิดฟิล์มบาง	9
2-6	ตัวให้ความร้อนสำหรับการเคลือบแบบระเหยสารชนิดตัวต้านทาน	11
2-7	ลักษณะพื้นฐานของเครื่องเคลือบในสุญญากาศ	15
3-1	ลักษณะพื้นฐานของเครื่องเคลือบในสุญญากาศด้วยวิธีระเหยสาร	17
3-2	แผนภาพของระบบสุญญากาศของเครื่องเคลือบ	18
3-3	ไดอะแกรมระบบเครื่องสูบลสุญญากาศของเครื่องเคลือบ	20
4-1	เครื่องเคลือบฟิล์มบางด้วยวิธีระเหยสารทั้งระบบที่ออกแบบสร้างในโครงการ	22
4-2	ด้านหน้าของเครื่องเคลือบ	23
4-3	ด้านหลังของเครื่องเคลือบ	23
4-4	ภาชนะสุญญากาศหรือห้องเคลือบของเครื่องเคลือบ	24
4-5	ชุดแผ่นฐานของเครื่องเคลือบฟิล์ม	25
4-6	เครื่องสูบลกลโรตารี	27
4-7	เครื่องสูบลแบบแพร่ไอน้ำมัน	27
4-8	ชุดทำน้ำเย็นสำหรับเครื่องสูบลแบบแพร่ไอน้ำมัน	28
4-9	ลักษณะการติดตั้งเครื่องสูบลแบบแพร่ไอน้ำมันและเครื่องสูบลกลโรตารีของเครื่องเคลือบ	28
4-10	ระบบมาตรวัดความดันของเครื่องเคลือบ	29
4-11	ตำแหน่งการติดตั้งหัววัดความดันของเครื่องเคลือบ	29
4-12	วาล์วสุญญากาศสูง แบบปีกผีเสื้อ	30
4-14	วาล์วหยาบและวาล์วท้าย แบบ right angle valve	30
4-14	วาล์วปล่อย แบบวาล์วเข็ม	30
4-15	ตำแหน่งการติดตั้งของวาล์วต่างๆ ของเครื่องเคลือบ	31

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
4-16	ชุดให้ความร้อนแบบลวดต้านทานของระบบเคลื่อน	32
4-17	ขั้วไฟฟ้าสุญญากาศสำหรับจ่ายไฟฟ้าให้ชุดให้ความร้อนแบบลวดต้านทาน	32
4-18	การติดตั้งชุดให้ความร้อนแบบลวดต้านทานภายในห้องเคลื่อน	32
4-19	ชุดวางชิ้นงานสำหรับเคลื่อน	33
4-20	การติดตั้งระบบจ่ายไฟฟ้าให้กับลวดต้านทานของระบบเคลื่อน	33
4-21	ชุดควบคุมการทำงานของเครื่องเคลื่อน	34
4-22	แผนภาพของระบบสุญญากาศของเครื่องเคลื่อน	35
4-23	ผลการทดสอบระบบสุญญากาศของเครื่องเคลื่อนเมื่อใช้เฉพาะเครื่องสูบลูกโรตารี	36
4-24	ผลการทดสอบระบบสุญญากาศของเครื่องเคลื่อนเมื่อใช้เครื่องสูบบแบบแฟรโอนีน	37
4-25	ลักษณะของลวดต้านทานขณะเคลื่อน	38
4-26	ตัวอย่างชิ้นงานที่เคลื่อนด้วยด้วยอะลูมิเนียม	39