บทที่ 2

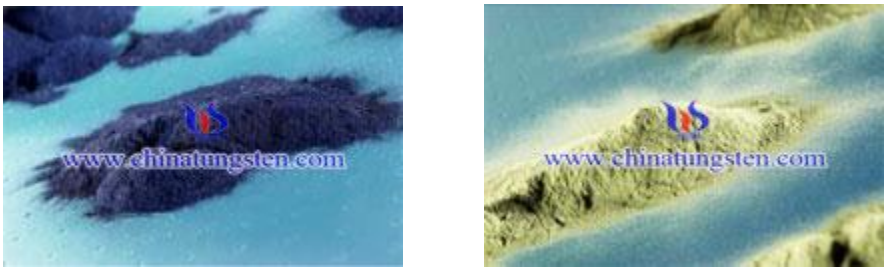
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทังสเตน [7]

ทังสเตน หรือที่เรียกว่า Wolfram ซึ่งเป็นองค์ประกอบทางเคมีที่มีสัญลักษณ์ของ W และเลขอะตอม 74 โลหะทังสเตนเป็นหนักโลหะหายากที่มันจะถูกพบตามธรรมชาติบนโลกเพียงแห่งเดียวในสารประกอบทางเคมีเช่นทังสเตนออกไซด์ ตอนนี้ส่วนใหญ่ของการทำเหมืองแร่ทังสเตนที่พบในประเทศจีน

2.2 ทังสเตนไตรออกไซด์ [2] [5]

ทังสเตนออกไซด์หรือ Wolfram Trioxide (WO_3) ที่ใช้สำหรับการผลิตผงโลหะทังสเตนหรือเป็นสารประกอบและเม็ดสีสำหรับเซรามิก สองเกรดเชิงพาณิชย์ดังแสดงในภาพที่ 2.1 ที่มีอยู่มีดังนี้

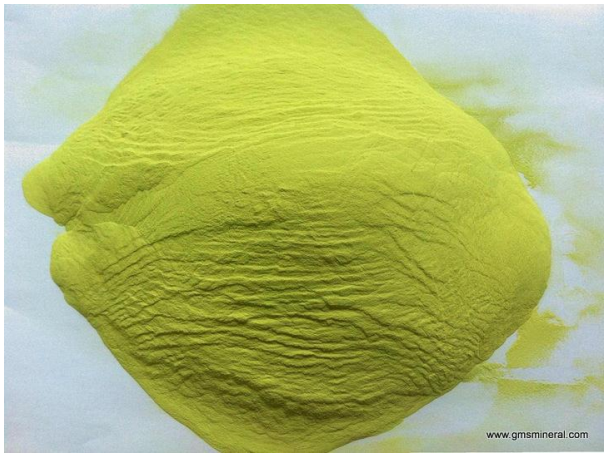


(ก)ทังสเตนออกไซด์ WO_2 (ข) ทังสเตนออกไซด์ WO_3

ภาพที่ 2.1 แสดงผงทังสเตนไตรออกไซด์ทั้ง 2 ชนิด

ทังสเตนออกไซด์สามารถนำมาใช้สำหรับการผลิตผลิตภัณฑ์เคมีเช่นสีและเคลือบตัวเร่งปฏิกิริยาในอุตสาหกรรมปิโตรเลียมในขณะเดียวกันทังสเตนออกไซด์ดังแสดงในภาพที่ 2.2 เป็นผลิตภัณฑ์ขั้นกลางเป็นจำนวนมากของทังสเตนออกไซด์ที่จะใช้สำหรับการผลิตผงทังสเตนและทังสเตนผงคาร์ไบด์และนำไปใช้ในการผลิตของทังสเตน ผลิตภัณฑ์การผลิตและจำนวนมากของการใช้งานและการผลิตของผลิตภัณฑ์โลหะผสมทังสเตนเช่น ทังสเตนทองแดง ทังสเตนนิกเกิล

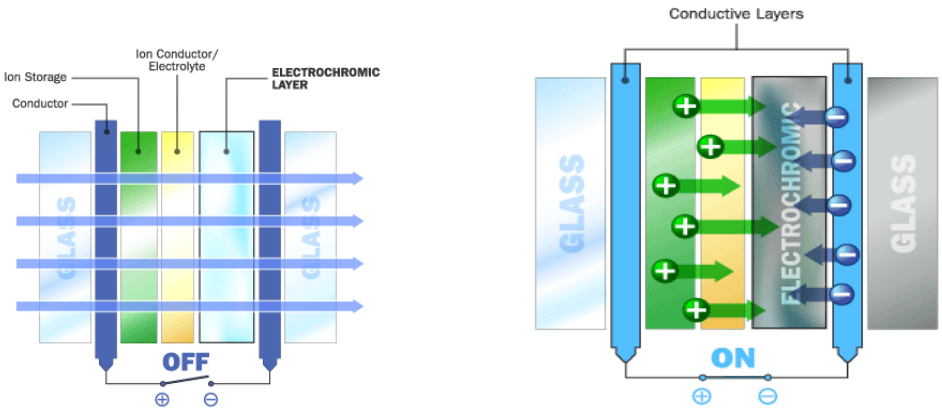
ทังสเตนนิกเกิลเหล็ก ทังสเตนเงิน ทังสเตนรีเนียมทอเรียม อุตสาหกรรมทังสเตนในปัจจุบันที่ใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดจะขึ้นอยู่กับพื้นผิวทังสเตนสำหรับการผลิตเกรดต่างๆและการใช้ผลิตภัณฑ์คาร์ไบด์



ภาพที่ 2.2 แสดงผงทังสเตนไตรออกไซด์

2.3 กระจกอิเล็กโทรโครมิค [1] [2] [3]

เป็นเทคโนโลยีที่มีความพิเศษหรืออัจฉริยะ คือสามารถดูดซับหรือสะท้อนสีของแสงบางสีได้ ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับวัสดุที่เป็นออกไซด์ของโลหะเกิดปฏิกิริยาทางเคมีเมื่อได้รับพลังงานไฟฟ้า สีของแสงบางสีจึงถูกสะท้อนกลับหรือถูกดูดซับให้ผ่านออกมาหรือดูเหมือนว่ากระจกเปลี่ยนสีได้ โครงสร้างของกระจกที่ใช้เทคโนโลยีแบบนี้ แสดงดังในรูป



(ก) แสดงกระจกเมื่อไม่ได้ให้ไบอัส (ข)แสดงกระจกเมื่อให้ไบอัส

ภาพที่ 2.3 แสดงโครงสร้างของกระจกแบบ Electrochromic

ดูจากโครงสร้างก็จะประกอบไปด้วยกระจกประกบกันสองแผ่น ส่วนผิวด้านในทั้งสองจะเคลือบด้วยสารตัวนำไฟฟ้า ส่วนตรงกลางก็จะเป็นสารอิเล็กโตรไลท์ หรือ ตัวส่งถ่ายประจุไฟฟ้าโดยด้านหนึ่ง จากส่วนกลางจะมีชั้นที่ใช้เก็บประจุไฟฟ้ากั้นอยู่กับตัวนำไฟฟ้า ส่วนอีกด้านจากส่วนกลางก็จะมีวัตถุที่เป็นออกไซด์ของโลหะมาทำเป็นชั้นอิเล็กโทรโครมิคกั้นอยู่กับตัวนำไฟฟ้า ลักษณะการทำงาน ในขณะที่ไม่ได้จ่ายแรงดันไฟฟ้าให้ กระจกจะโปร่งแสง เพราะไม่มีปฏิกิริยาทางเคมีที่จะส่งถ่ายหรือรับเอาประจุไฟฟ้าระหว่างกันของส่วนประกอบภายใน แสงจึงสามารถผ่านกระจกได้หมด แต่เมื่อมีการจ่ายแรงดันไฟฟ้าเข้าไป กระจกจะกลายเป็นทึบแสง เพราะจะมีปฏิกิริยาทางเคมีเกิดขึ้น โดยประจุไฟฟ้าทั้งบวกและลบจะเข้ามาอัดแน่นและเก็บไว้ที่ชั้นของอิเล็กโทรโครมิค จึงเสมือนเป็นตัวดูดซับแสงให้ผ่านออกไปหรือสะท้อนแสงบางสีให้กลับออกมาดังแสดงในภาพที่ 2.4

(ก) กระจกก่อนรับการไบอัส (ข) กระจกหลังการไบอัส

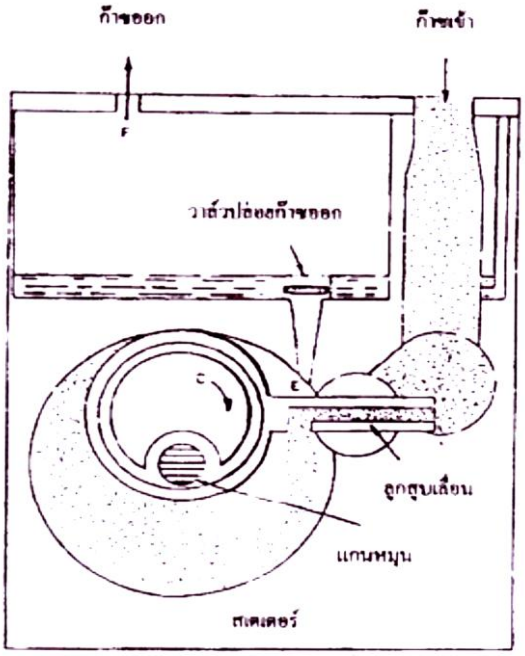
ภาพที่ 2.4 แสดงกระจกอิโทรโครมิค ยอมให้บางสีของแสงผ่านเข้ามาหรือสะท้อนออกไป

ส่วนจะทึบแสงมากน้อยขนาดไหน ดูดซับแสงหรือสะท้อนแสงบางสีมากน้อยเท่าไร ก็ขึ้นอยู่กับปริมาณแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟที่จ่ายให้การควบคุมแรงดันที่จ่าย

2.4 บรรยากาศแบบสุญญากาศ [1] [4]

สุญญากาศเป็นบริเวณที่ไม่มีอากาศ หรือโมเลกุล หรืออะตอมใดๆ อยู่เลย เป็นการยากมากที่จะทำให้เกิดสุญญากาศที่สมบูรณ์ แต่เราก็ทำได้โดยการใช้เครื่องจักรกลเข้ามาช่วย โดยธรรมชาติแล้วการจะเกิดสุญญากาศนั้นเป็นไปได้ยากมากเพราะจะมีแรงธรรมชาติหรือความกดดันของบรรยากาศรอบๆ ด้านพาให้อากาศรอบๆ ด้านไหลไปมาอยู่แล้ว จึงไม่ค่อยเกิดสุญญากาศโดยธรรมชาติมากนัก

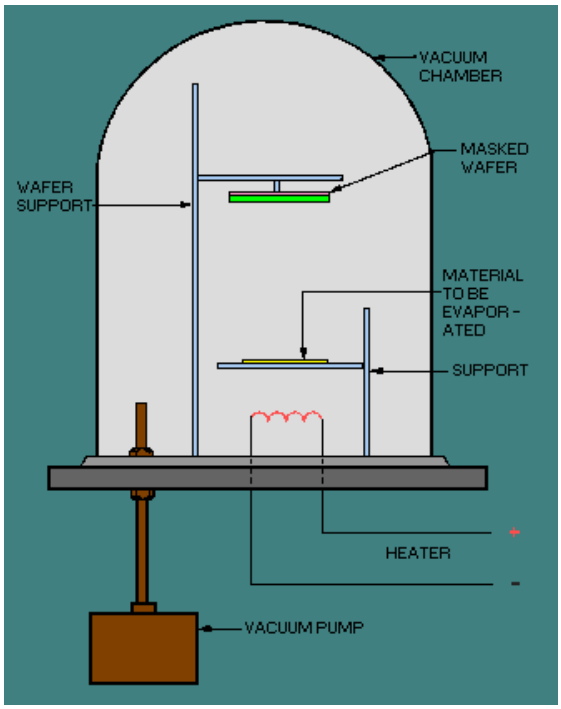
การควบคุมบรรยากาศภายในตัวถังที่เป็นสุญญากาศจัดเป็นการเคลือบฟิล์มที่ดีที่สุด ผลของการเคลือบฟิล์มจะปลอดจากออกไซด์ และการสูญเสียคาร์บอน ข้อเสียของการควบคุมบรรยากาศให้เป็นสุญญากาศมีอยู่ประการเดียวคือ อุปกรณ์ของตัวถัง และอุปกรณ์ควบคุมที่มีค่าใช้จ่ายสูง ดังนั้นการเคลือบฟิล์มด้วยระบบสุญญากาศ จึงเหมาะสมกับงานที่ต้องการใช้ชิ้นงานที่มีคุณภาพประกอบสูง อุปกรณ์ที่สำคัญของเครื่องเคลือบฟิล์มโลหะออกไซด์ด้วยระบบสุญญากาศจะประกอบด้วยตัวถังซึ่ง จะใช้ระบบให้ความร้อนด้วยพลังงานไฟฟ้า (Heating Element) ตัวถังจะมีท่อดูดอากาศต่ออยู่ติดกับปั๊มดูดสุญญากาศแบบปั๊มกลโรตารี (Mechanic Pump) เป็นปั๊มสุญญากาศที่สามารถสร้างสุญญากาศได้ไม่ต่ำกว่า 10^{-3} torr หลักการอย่างง่ายๆคือ ก๊าซหรืออากาศในภาชนะจะถูกขับออกโดยการเคลื่อนไหวกับลูกสูบ ทำให้ก๊าซในห้องสูบมีความดันเพิ่มขึ้นจนมากกว่าความดันบรรยากาศภายนอกก๊าซจะถูกขับออกมาดังภาพที่ 2.5



ภาพที่ 2.5 แสดงการทำงานของปั๊มกลโรตารีแบบลูกสูบ

2.5 หลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องเคลือบฟิล์มสุญญากาศ [1] [6]

การเคลือบฟิล์มของสารประกอบออกไซด์ให้ระเหยในสุญญากาศ ซึ่งเป็นการเคลือบโลหะสารประกอบออกไซด์ในห้องเคลือบระบบปิดที่มีสภาวะสุญญากาศ โดยให้ความร้อนแก่โลหะจนกลายเป็นไอ เพื่อให้ไอสารประกอบโลหะออกไซด์นั้นลอยฟุ้งไปติดผิวแผ่นฟิล์มซึ่งมีพื้นผิวที่มีอุณหภูมิที่ต่ำกว่า (เนื่องจากมีการควบคุมความเย็นของแผ่นฟิล์ม) วิธีเคลือบสารประกอบโลหะแบบนี้มีจุดเด่นคือ กระบวนการเคลือบไม่ซับซ้อน ราคาถูก สามารถเคลือบฟิล์มพลาสติกได้เร็ว แต่จุดด้อยคือได้ชั้นเคลือบสารประกอบโลหะที่หนา และอนุภาคสารประกอบโลหะที่เคลือบบนเนื้อฟิล์มมีขนาดใหญ่ ทำให้ฟิล์มที่ผลิตได้มีลักษณะเป็นสีเงินขาว ซึ่งสะท้อนแสงได้มาก นอกจากนี้จุดด้อยอีกอย่างคือการเคลือบในสุญญากาศสามารถใช้ได้กับโลหะบางชนิดเท่านั้นเช่นอะลูมิเนียมเป็นต้น โดยที่ระบบการระเหยใด ๆ จำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมระบบการทำสุญญากาศที่รวมถึง ปั๊มสุญญากาศ ที่ต้องออกแบบให้มีความสามารถลดความดันไปจากที่ความดัน $10^{-4}\,Pa$ นอกจากนี้ยังมีแหล่งพลังงานที่ใช้ในการระเหยวัสดุที่จะตกกระทบยังพื้นผิววัสดุที่ต้องการเคลือบ โดยต้องสามารถจ่ายกำลังงานที่มากพียงพอโดยปกติจะต้องใช้แหล่งจ่ายกระแสที่มีกระแสสูง แรงดันต่ำ ในกระการให้ความร้อนจะเป็นการทำให้ลวดโลหะแบบความต้านทานที่ทำจากทังสเตน โมลิบดีนัม หรือ เซรามิก ที่มีการทนอุณหภูมิที่สูง ซึ่งเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าและแรงดันที่เหมาะสม ในช่วงแรกจะเป็นการเริ่มต้นการอุ่นไส้ความร้อนในที่เป็นแบบ Semimetal ที่เรียกว่า"Boat" หรือภาชนะที่ใส่สารที่ต้องการระเหย เนื่องจากการออกแบบรูปร่างให้เหมือนกับเรือ ซึ่งเมื่อไส้ความร้อนได้รับพลังงานไฟฟ้าแล้วสารประกอบออกไซด์ที่บรรจุอยู่ภายในจะเกิดการระเหย ในรูปแบบการละลายภายในช่อง บรรจุและระเหยเหมือนกับกลุ่มควัน หรือเมฆขึ้นสู่ด้านบนดังที่กล่าวมาข้างต้น หรืออาจจะวัสดุที่มาวางอยู่ใน เบ้าหลอมโลหะดังแสดงในภาพที่ 2.6 ซึ่งมีการแพร่รังสีความร้อนออกเป็น Radiatively ที่มีอุณหภูมิที่สูงมากเหมือนกับ ไส้หลอดไฟฟ้า หรือจะใช้วัสดุโลหะที่ต้องการระเหยแขวนไว้ จากไส้หลอดดังนั้นเมื่อไส้หลอดได้รับความร้อนการระเหย ก็จะเกิดขึ้นไปติดยังระนาบของพื้นผิวที่ต้องการเคลือบโดยอาศัยกลไกลในการควบคุมไอระเหยด้วยการใช้แผ่นปิดกัน Shutter เพื่อลดการเกิด Shadow หรือจะใช้วิธีการหมุนส่วนของพื้นผิวที่ต้องการเคลือบพร้อมกันเพื่อลดแชว์โดว์

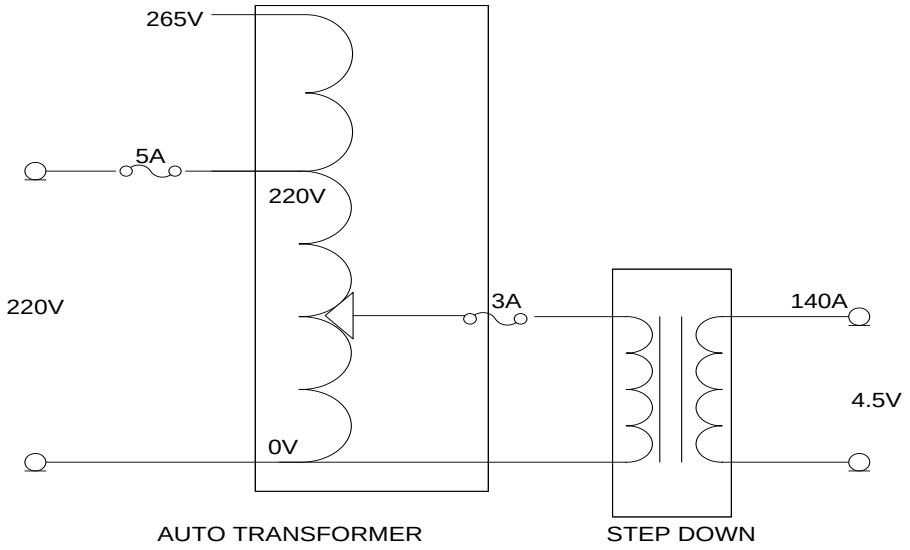


ภาพที่ 2.6 แสดงโครงสร้างของเครื่องเคลือบฟิล์มสุญญากาศ

2.6 หม้อแปลงปรับค่าได้และหม้อแปลงลดแรงดัน

หม้อแปลงปรับค่าได้ เป็นหม้อแปลงที่สามารถปรับแรงดันได้ตั้งแต่ 0 ถึง 265 โวลต์ และมีกระแสสูงสุด 10 แอมแปร์ ซึ่งได้นำหม้อแปลงที่ชำรุดเสียหายในห้องปฏิบัติการ มาซ่อมใช้ในโครงงานนี้ โดยการนำมาพันลวดใหม่เพราะลวดเก่าเกิดการไหม้และขาด ส่วนลวดที่นำมาพันเป็นลวดเบอร์ 19 S.W.G จำนวน 360 รอบ ดังแสดงในภาพที่ 2.7

โดยหม้อแปลงแบบลดแรงดันจะมีแรงดันทางด้านออก 265/4.5 โวลต์ และกระแส3/140 แอมแปร์โดยหม้อแปลงตัวนี้เป็นการคำนวณออกแบบและสร้างใหม่ขึ้นมา ซึ่งวิธีการคำนวณจะอยู่ในบทที่ 3 โดยมีรายละเอียดดังนี้ แกนเหล็กหม้อแปลงมีขนาด 2 × 3 นิ้วและสามารถจ่ายกำลังขนาด 800 – 1500 VA ส่วนขดลวดปฐมภูมิพัน 330 รอบ ใช้ลวดเบอร์ 19 S.W.G ขดลวดทุติยภูมิพัน 6.77 รอบ ใช้ เป็นแผ่นทองแดงที่มีความหนา 0.1 mm กว้าง 75 mm จำนวน 5 แผ่นมาซ้อนทับกันต่อการพัน 1 รอบ โดยมีผลการทดสอบตามตารางที่ 2.1 และประสิทธิภาพของชุดแหล่งจ่ายให้กับโหลดความต้านทานทังสเตน ที่เป็นไส้ความร้อน ที่มีความต้านทาน 2-3 Ω



ภาพที่ 2.7 แสดงภาพวงจรของหม้อแปลง

ตารางที่ 2.1 แสดงผลการทดสอบชุดแหล่งจ่ายด้วยแผ่นทังสเตน

ค่าที่วัด	In	Primary	Secondary
แรงดัน (V)	219.3	93.9	1.0038
กระแส(A)	1.278	2.66	120.5
P (w)	273.8	245.5	0
Q (Var)	61.4	42.8	0
S (VA)	280.6	249.2	0
P.f	0.98	0.99	-

ตารางที่ 2.2 แสดงประสิทธิภาพของชุดแหล่งจ่ายเมื่อจ่ายโหลดทังสเตน

ประสิทธิภาพระหว่าง		
P_{pri}/P_{in} (%)	P_{sec}/P_{pri} (%)	P_{sec}/P_{in} (%)
89.66	49.27	44.18