บทที่ 3

วิธีทดลอง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

การสร้างเครื่องมือเตรียมผิวแว่นผลึก

จุดประสงค์ในการสร้างเครื่องขัดขึ้นมานั้น ก็เพื่อใช้ในการเตรียมผิวแว่นผลึกสารกึ่งตัวนำ ให้มีสภาพผิวต่างๆกัน จากสภาพผิวที่หยาบที่สุดจนถึงสภาพผิวที่เรียบมันเป็นกระจก โดยการใช้ผงขัดขนาดต่างๆ เวลามากน้อยต่างกันตามความต้องการ

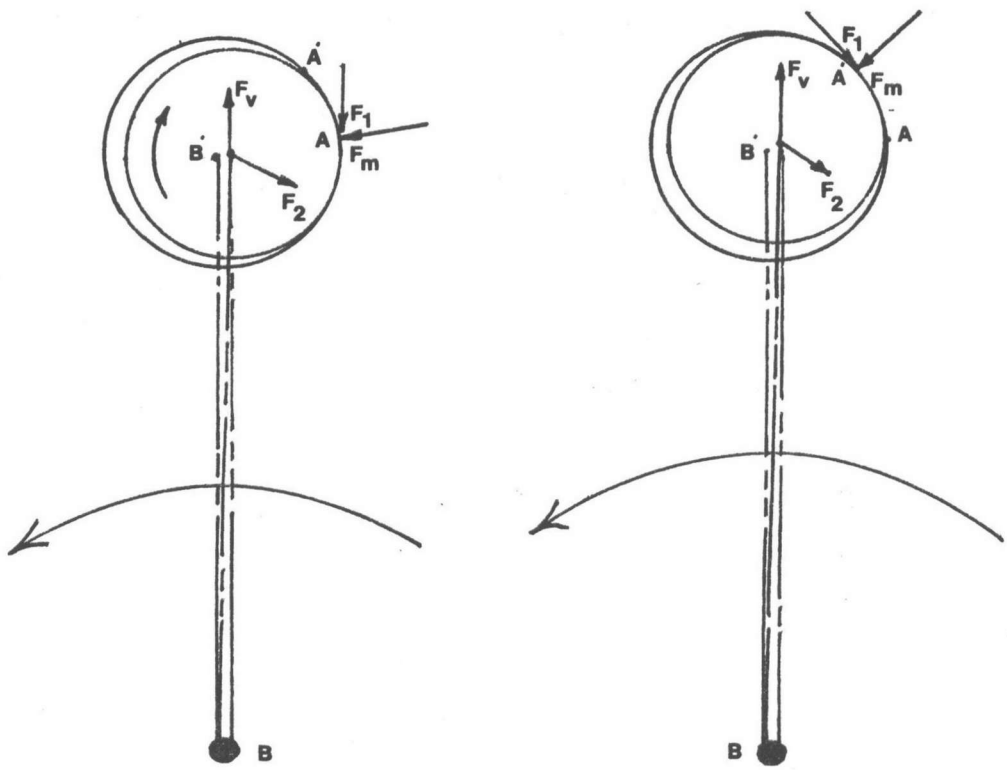
1. การออกแบบ

ลักษณะของเครื่องขัดที่ดีนั้นต้องขัดแว่นผลึกให้ได้สภาพผิวที่ต้องการในเวลาอันรวดเร็ว ผิวด้านข้างไม่มนมากนัก และต้องปราศจากผิวชำรุดใดๆทั้งสิ้น ทั้งนี้ต้องขึ้นอยู่กับองค์ประกอบหลายอย่างด้วยกันเช่น ลักษณะการหมุนของเครื่องขัด ความเร็วในการหมุนที่พอเหมาะ น้ำหนักที่ใช้กดแว่นผลึก ลักษณะของฐานยึดแว่นผลึก ชนิดของผิวรองรับด้านล่าง ชนิดของผงขัดและส่วนผสมของผงขัด ดังนั้นการออกแบบจะต้องยึดหลักการเหล่านี้เป็นข้อๆ ไปกล่าวคือ

ก. ลักษณะการหมุนและความเร็วในการหมุน ในการขัดผิวแว่นผลึกสารกึ่งตัวนำนั้น ถ้าขัดในทิศทางใดทิศทางหนึ่งคงที่ตลอดไปแล้ว ผิวแว่นผลึกจะเกิดการมนขึ้นที่ขอบที่วิ่งเข้าหาผงขัด ส่วนอีกด้านหนึ่งของแว่นผลึกผงขัดจะขัดได้น้อยหรือไม่ขัดเลย จึงจำเป็นต้องออกแบบให้แว่นผลึกสามารถไถลไปบนผิวรองรับด้านล่างพร้อมๆกับหมุนรอบตัวเองได้ ผงขัดจึงจะขัดผิวแว่นผลึกได้ทั่วถึง ส่วนในการที่จะทำให้หมุนรอบตัวเองได้นั้นขึ้นอยู่กับแรง 2 แรง ด้วยกันคือ แรงเสียดทานระหว่างขอบของรูจานพากับฐานยึดแว่นผลึก และแรงเสียดทานระหว่างฐานยึดแว่นผลึกกับผิวรองรับด้านล่าง ดังจะเห็นได้จากรูปที่ 34 ซึ่งแสดงจุดที่แรงต่างๆกระทำบนฐานยึดแว่นผลึก โดยที่

F_v = แรงหนีศูนย์กลางอันเกิดจากฐานยึดฯ หมุนรอบจุด B

F_m = แรงที่จานพากระทำกับฐานยึดแว่นผลึก

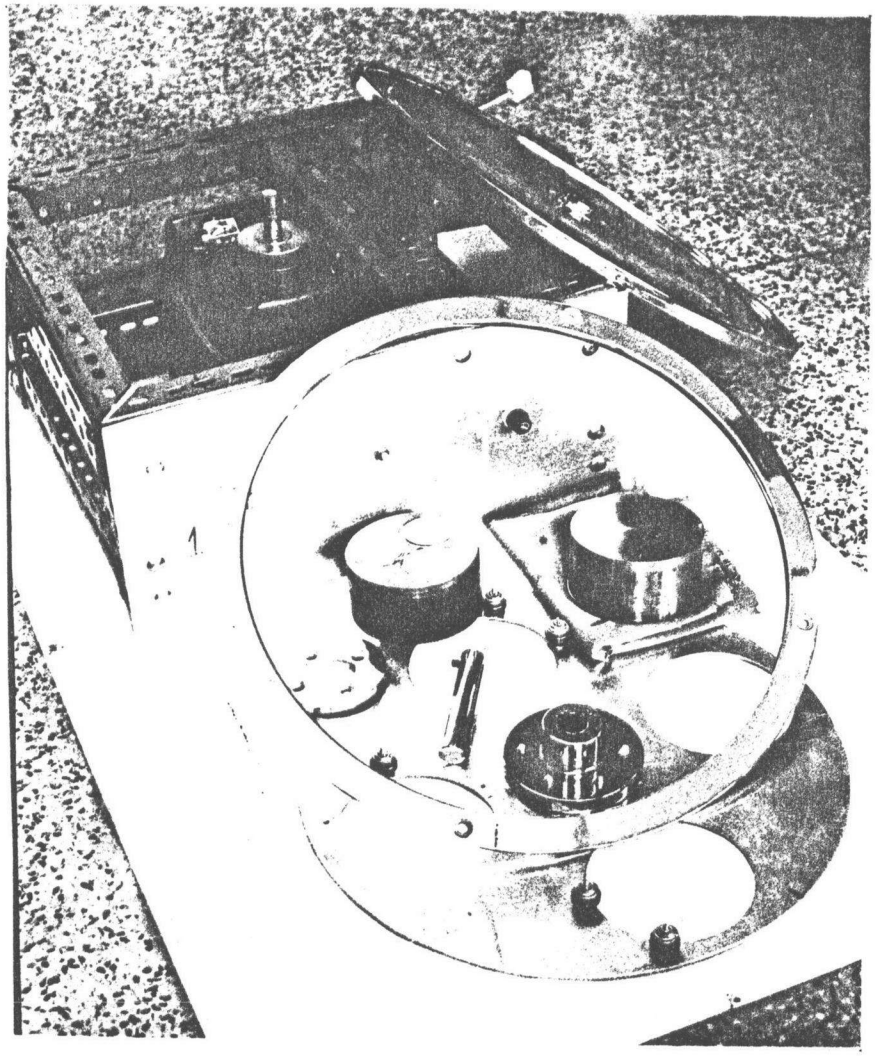


รูปที่ 34 แสดงตำแหน่งของแรงต่างๆ ที่กระทำกับฐานยึดแว่นผลึก ก. ตอนเริ่มหมุนอยู่ในสภาวะไม่สมดุลย์ ข. เมื่อสมดุลย์ฐานยึดจะหมุนรอบจุด B เท่านั้น

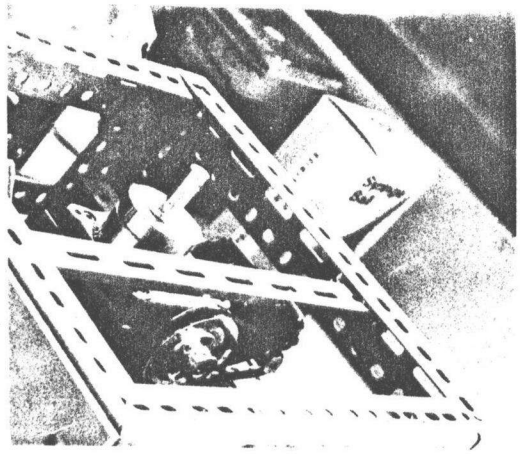
F_1 = แรงเสียดทานระหว่างขอบรูจานพากับฐานยึดแว่นผลึก

F_2 = แรงเสียดทานระหว่างฐานยึดแว่นผลึกกับผิวรองรับด้านล่าง

ตามรูปที่ 34 ก. แรงรวมที่เกิดขึ้นจะทำให้ฐานยึดแว่นผลึกหมุนรอบจุด A จนกระทั่งกลายเป็นรูป 34 ข. ซึ่งแรงรวมในแนว BB' เป็นศูนย์ ฐานยึดจึงเคลื่อนที่รอบจุด B อย่างเดียวโดยไม่หมุนรอบตัวเองตลอดไป แต่ถ้าลดค่า F_1 ลงมากพอฐานยึดแว่นผลึกจะหมุนรอบจุดA อยู่ตลอดเวลาเสมือนกับล้อรถติดหล่ม ทั้งนี้หมายความว่าจานพาจะต้องหมุนด้วยความเร็วที่พอเหมาะด้วย แรงเสียดทานระหว่างฐานยึดแว่นผลึกกับผิวรองรับด้านล่างจึงจะไม่มีผล



ก.



ข.

รูปที่ 35 แสดงส่วนประกอบต่างๆ ของเครื่องขัดแบบแยกส่วน

ข. ลักษณะของฐานยึดแว่นผลึก ฐานยึดแว่นผลึกที่ดี ต้องมีน้ำหนักพอควรจึงจำเป็นต้องเลือกวัสดุที่เหมาะสม มีความถ่วงจำเพาะสูง และต้องเป็นวัสดุที่ไม่ขึ้นสนิม เพราะฐานยึดแว่นผลึกต้องเคลื่อนที่อยู่ภายในสารละลายของผงขัด นอกจากน้ำหนักแล้ว รูปร่างก็เป็นสิ่งสำคัญ เพราะถ้ารูปร่างไม่เหมาะสมแว่นผลึกอาจโดนผงขัดไม่เต็มเม็ดเต็มหน่วย และน้ำหนักกดต่อพื้นที่จะน้อยไป ส่วนในกรณี ที่น้ำหนักไม่มากพอ ต้องออกแบบรูปร่าง ให้สามารถถ่วงน้ำหนักได้โดยง่าย

ค. ชนิดของผิวรองรับด้านล่าง ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่เป็นตัวกำหนดคุณภาพของผิวแว่นผลึกที่ขัด ถ้าต้องการผิวเรียบมัน เพื่อใช้งานควรใช้หนังสัตว์ หรือผ้าเนื้อหนา ลายละเอียด ซึ่งผงขัดสามารถฝังลงไปในเนื้อผ้า ความลึกหรอของผิวแว่นผลึกจึงไม่เกิดขึ้น แต่ถ้าต้องการขัดแว่นผลึกให้บางลง (Lapping) ต้องใช้ผิวกระจกเพราะผงขัดด้านหนึ่ง จะฝังลงไปในเนื้อกระจกส่วนอีกด้านจะครูดผิวแว่นผลึกออก ทั้งนี้เพราะกระจกเนื้อนุ่มกว่าซิลิกอน แต่หนืดและเหนียวกว่า แน่นอนผิวแว่นผลึกที่ได้จะมีสภาพขำรุดเกิดขึ้น

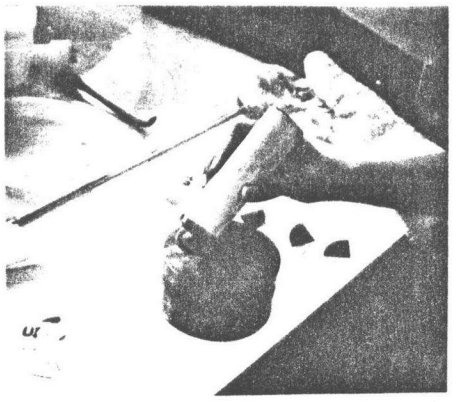
ง. ผงขัด (Abrasive Materials) ชนิดของผงขัดที่ใช้ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ในการขัดกรณีต้องการขัดมัน ผงขัดที่ใช้ต้องเป็นผงขัดขนาดเล็ก (Micropowders) และมีความแข็งไม่มาก เช่น พวกอลูมินา (Alumina, Al_2O_3) หรือส่วนผสมของอลูมินา แต่ถ้าต้องการขัดบาง (Lapping) ควรใช้ผงขัดที่มีขนาดใหญ่ขึ้นและแข็งกว่า เช่นพวก SiO_2, SiC นอกจากนี้อัตราส่วนผสมระหว่างผงขัด น้ำ และตัวหล่อลื่น ก็เป็นตัวกำหนดคุณภาพของตัวแว่นผลึกที่ได้เหมือนกัน

2. ส่วนประกอบของเครื่องขัด เมื่อพิจารณาเหตุผลต่างๆ จากข้อ 1. สามารถออกแบบเครื่องขัด ซึ่งประกอบด้วยส่วนต่างๆ ดังรูปที่ 35 ก, ข ดังนี้

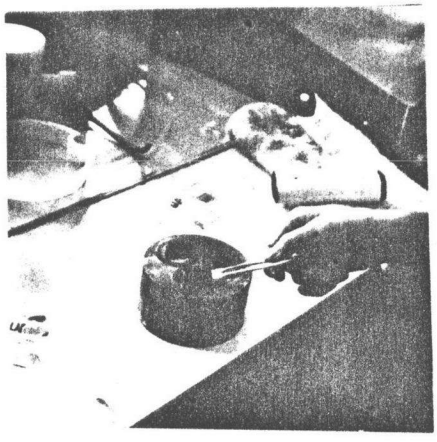
ก. ส่วนเคลื่อนที่ ส่วนสำคัญประกอบด้วยมอเตอร์ความเร็วรอบสูง สายพาน เกียร์ทดความเร็ว แกนหมุน จานพา และลูกปืนลดแรงเสียดทาน ระหว่างขอบรูจานพา กับฐานยึดแว่นผลึก

ข. ส่วนอยู่นิ่ง ประกอบด้วยฐานรองรับ ทำด้วยเหล็กชุบโครเมี่ยม สามารถเปลี่ยนผิวรองรับได้ อาจใช้ผ้าหรือกระจก ในกรณีใช้ผ้าสามารถขึงให้ตึงโดยใช้วงแหวน 2 ขนาด กดทับพื้นผิวรองรับทั้งขอบนอกและขอบใน

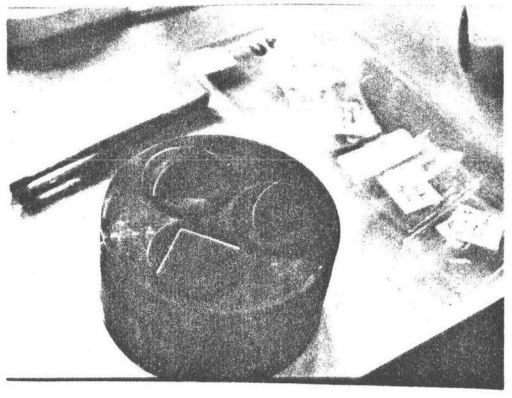
ก.



ข.



ค.



ง.

รูปที่ 36 กรรมวิธีการยึดแว่นผลึก

ค. ฐานยึดแว่นผลึก ทำด้วยทองเหลือง มีลักษณะกลมกลวงมี 2 ชนิด คือแบบ 3 หัว กับ 1 หัว ชนิด 3 หัวสามารถยึดแว่นผลึกเส้นผ่าศูนย์กลางไม่เกิน 1.5 นิ้ว ได้จำนวน 3 แผ่น ส่วนแบบหัวเดียวใช้กับแว่นผลึกขนาดใหญ่ ฐานยึดแว่นผลึกนี้ มีน้ำหนักโดยเฉลี่ยประมาณ 1.36 กก. ต่อ 1 ตัว และสามารถถ่วงน้ำหนักให้มากขึ้นได้เมื่อต้องการ

ง. วงจรควบคุมความเร็ว เป็นวงจรทางอิเลคทรอนิคที่สามารถเปลี่ยนแรงดันขาออกที่ป้อนเข้าสู่มอเตอร์ เป็นผลให้มอเตอร์หมุนด้วยความเร็วเชิงมุมที่เหมาะสม ทำให้ฐานยึดหมุนรอบตัวเองได้

3. ลักษณะการใช้งาน

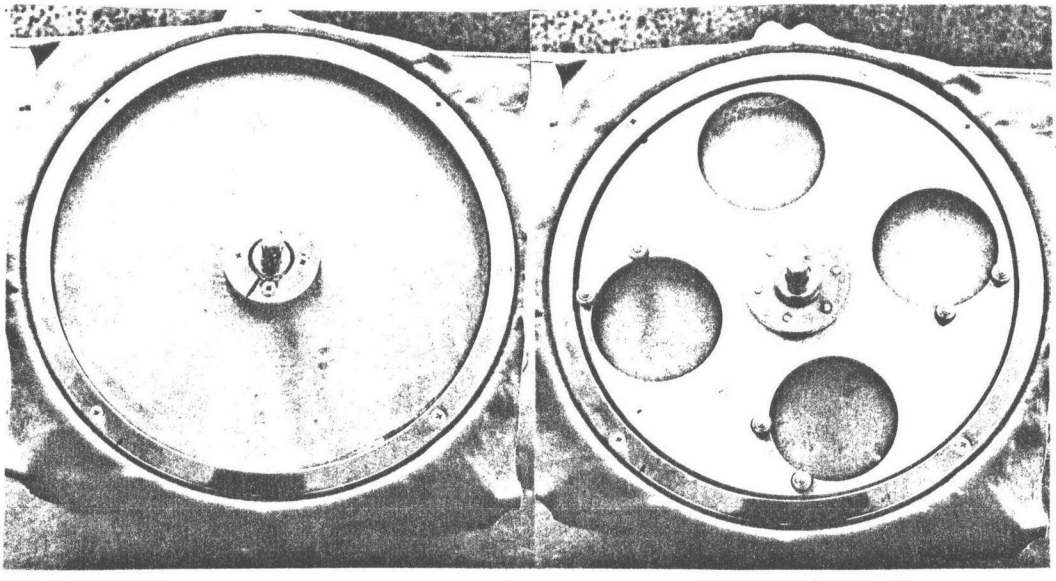
ก. การยึดแว่นผลึก (ดูรูปที่ 36 ก,ข,ค,ง) นำฐานยึดแว่นผลึกที่จะใช้เข้าเตาอบอุณหภูมิประมาณ 100 °C เป็นเวลา 5 นาที แล้วนำออกมาทาขี้ผึ้งบนหัว จากนั้นให้นำแว่นผลึกที่ต้องการขัดผิวมาวางบนหัวได้ อย่าลืมว่าขี้ผึ้งที่ทานั้นต้องมีปริมาณพอเหมาะ ไม่มากไปหรือน้อยไป เพราะถ้ามากจะเยิ้มปิดผิวแว่นผลึก ทำให้ขัดได้ทั่วถึงไม่พร้อมกัน ส่วนถ้าน้อยไปแว่นผลึกอาจหลุดออกมาจากหัวได้ในขณะที่ขัด และข้อควรระวังอีกอย่างหนึ่งก็คือ เมื่อวางแว่นผลึกลงบนหัวแล้วจะต้องหาสำลีหรือกระดาษนุ่มๆ กดลงบนแว่นผลึกแล้วถูไปถูมาเพื่อให้ขี้ผึ้งที่หนุนอยู่ใต้แว่นผลึกเยิ้มออกมาข้างนอก ทำให้แว่นผลึกไม่เอียง หลังจากนั้นให้ทิ้งไว้จนขี้ผึ้งแข็งตัวพร้อมที่จะนำไปขัดได้

ข. การเตรียมสารละลายของผงขัด ควรผสมสารละลายในอัตราส่วนที่พอเหมาะ เพื่อลดแรงเสียดทานระหว่างฐานยึดแว่นผลึกกับพื้นรองรับด้านล่างอัตราส่วนที่ลองใช้ คือ

ผงขัด	100	gm
น้ำ	150	cc
น้ำยาล้างจาน	2-4	หยด

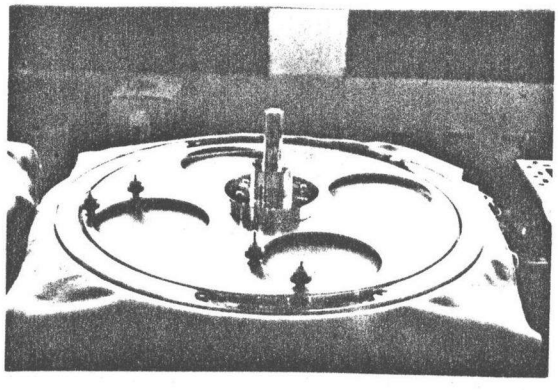
(น้ำยาล้างจานใส่เพื่อช่วยลดแรงเสียดทานให้ได้ผลขึ้น)

ค. การขัดแว่นผลึก ก่อนจะเริ่มขัดต้องเตรียมเครื่องขัดให้พร้อมดังรูปที่ 37 ก,ข,ค ในที่นี้มีเครื่องขัดอยู่ 3 เครื่อง แต่ละเครื่องจะใช้สำหรับผงขัดแต่ละขนาด โดยเครื่องขัดหมายเลข 1 ใช้ผงขัดขนาดใหญ่ที่สุด หมายเลข 2 ใช้ผงขัดขนาดรองลงมา และหมายเลข 3 ใช้ผงขัดขนาดเล็กที่สุด และในกรณีที่ต้องการเปลี่ยนขนาดผงขัดให้มีขนาดผิดแปลกไปจากนี้ จะต้องเปลี่ยนผ้าหรือกระจก



ก.

ข.

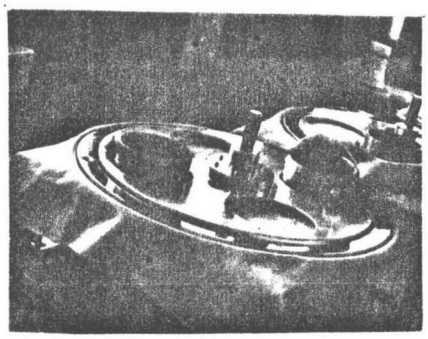


ค.

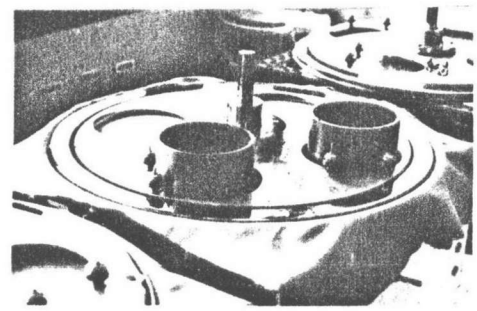
รูปที่ 37 แสดงรูปร่างลักษณะของเครื่องขัดที่เตรียมพร้อมแล้ว

รองรับด้านล่างเสียก่อนเสมอ จะใช้ปนกันไม่ได้

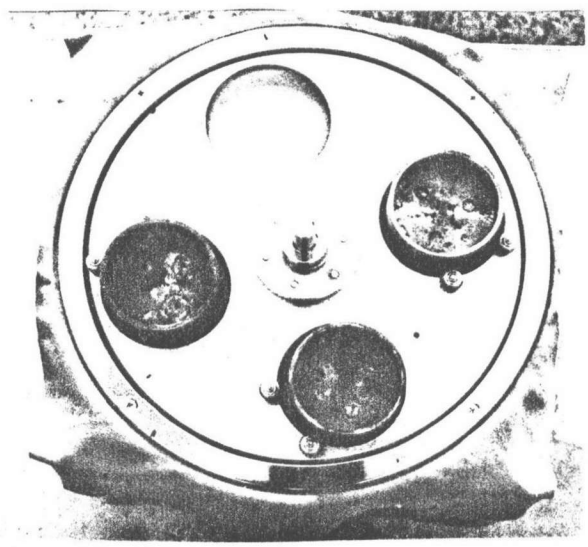
เมื่อเตรียมเครื่องขัดเรียบร้อยแล้วก็นำฐานยึดแว่นผลึก ซึ่งติดแว่นผลึกเรียบร้อยแล้ว มาวางลงบนฐานรองรับตรงตำแหน่งรูของจานพาที่มีลูกปืนติดอยู่ ดังรูปที่ 38 ก,ข,ค



ก.



ข.



ค.

รูปที่ 38 ลักษณะของเครื่องขัดที่วางฐานยึดแว่นผลึกเรียบร้อยแล้ว

ซึ่งสามารถใช้พร้อมๆกัน 3 รู ส่วนรูของจานพาอีกรูซึ่งไม่มีลูกปืนติดอยู่ เป็นตำแหน่งสำหรับใส่สารละลายผงขัดในขณะที่ขัด สำหรับอัตราการใส่ผงขัดควรใส่ก่อนขัดรูละ 2-3 ช้อนชาและเมื่อเริ่มขัด ควรใส่ 1 ช้อนชา ต่อ 1 รอบ ในช่วง 5 นาทีแรก แล้วค่อยๆลดอัตราการใส่ลงมาเป็น 1 ช้อนชา ต่อ 2 รอบ ในช่วง 5 นาที ต่อมา หลังจากนั้นก็ใส่ 1 ช้อนชา ต่อ 3 รอบ

อนึ่งเวลาในการขัดขึ้นอยู่กับสภาพผิวที่ต้องการ แต่ไม่ควรเกิน 30 นาที ในการใช้ผงขัดขนาดหนึ่งๆ และต้องคนสารละลายผงขัดตลอดเวลา เพื่อไม่ให้ผงขัดตกตะกอน

ง. <u>การเอาแว่นผลึกออกจากฐานยึด</u> เมื่อขัดผิวแว่นผลึกได้สภาพของผิวตามที่ต้องการแล้ว ให้นำฐานยึดแว่นผลึกเข้าเตาอบอีกครั้งหนึ่งเพื่อให้ขี้ผึ้งละลาย เมื่อขี้ผึ้งละลายให้นำแว่นผลึกออกจากหัวของฐานยึดฯ แล้วนำแว่นผลึกมาทำความสะอาดด้วย Trichloroethyrene-Acetone-DI water ในเครื่อง Ultrasonic ตามลำดับ เพื่อล้างเอาขี้ผึ้งออกให้หมด และเมื่อเป่าให้แห้งด้วยก๊าซไนโตรเจน แว่นผลึกก็พร้อมที่จะนำไปทดลองในอันดับต่อไปได้

<u>การบำรุงรักษา</u>

ทุกครั้งที่ขัดแว่นผลึกเสร็จเรียบร้อย จะต้องทำความสะอาดเครื่องขัดทุกชิ้นส่วน ผ้าจะต้องนำออกไปซัก และเพื่อกันการขึ้นสนิมทุกชิ้นส่วนต้องเช็ดให้แห้งแล้วชโลมด้วยน้ำมันหล่อลื่นไว้เสมอ

<u>การเตรียมผิวแว่นผลึก</u>

นำแว่นผลึกซิลิกอนมาแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกนำผิวด้านหน้าซึ่งเป็นผิวมัน ไม่มีสภาพชำรุดใดๆ มาขัดด้วยมือบนผิวกระจก โดยใช้ผงขัดขนาดต่างๆ ส่วนผิวด้านหลังซึ่งเป็นผิวที่ผ่านการขัดบาง (Lapping) และกัดผิวชำรุดออกแล้วด้วยสารเคมี (Chemical Etching) มาขัดด้วยเครื่องขัดบนผิวรองรับที่เป็นผ้า ดังรายละเอียดในตารางข้างล่าง(ตารางที่ 2 และ ตารางที่ 3)

ตารางที่ 2 ส่วนแรกขัดผิวด้านหน้าด้วยมือบนผิวกระจก

ตัวอย่าง หมายเลข	ชนิดแว่น ผลึก	ทิศทาง ของผิว	ความต้านทาน Ω-cm	ชนิดและขนาด ของผงขัด	หมายเหตุ
1	พี	(111)	10-20	-	ตัวอย่างที่ 1 และ 6
2	พี	(111)	10-20	Al_2O_3,3μ	ผิวด้านหน้าไม่ผ่านการ
3	พี	(111)	10-20	Al_2O_3,13μ	ขัดผิวใดๆ เพื่อเปรียบ
4	พี	(111)	10-20	Black SiC,~60μ	เทียบผลการทดลอง
5	พี	(111)	10-20	Black SiC,>80μ	
6	เอ็น	(111)	1-2	-	
7	เอ็น	(111)	1-2	Al_2O_3,3μ	
8	เอ็น	(111)	1-2	$Al_2O_3$13μ	
9	เอ็น	(111)	1-2	Black SiC,~60μ	
10	เอ็น	(111)	1-2	Black SiC,>80μ	

ตารางที่ 3 ส่วนหลังขัดผิวด้านหลังด้วยเครื่องขัดบนผ้า

ตัวอย่าง หมายเลข	ชนิด ผลึก	ทิศทาง ของผิว	ความต้านทาน Ω -cm	ชนิดและขนาด ของผงขัด	เวลา (นาที)	หมายเหตุ
11	พี	(111)	10-20	-	-	ตัวอย่างที่ 11 และ
12	พี	(111)	10-20	Al_2O_3,13µ	30	16 นำผิวด้านหน้า
				Al_2O_3,6.3µ	30	ไปทำเป็นผิวรับแสง
13	พี	(111)	10-20	Al_2O_3,13µ	30	ของเซลฯ
14	พี	(111)	10-20	Al_2O_3,13µ	10	ตัวอย่างที่ 15 และ
15	พี	(111)	10-20	-	-	20 นำผิวด้านหลัง
16	เอ็น	(111)	1-2	-	-	ไปทำผิวรับแสง
17	เอ็น	(111)	1-2	Al_2O_3,13µ	30	ของเซลฯ เพื่อ
				Al_2O_3, 6.3µ	30	เปรียบเทียบผล
18	เอ็น	(111)	1-2	Al_2O_3,13µ	30	การทดลอง
19	เอ็น	(111)	1-2	Al_2O_3,13µ	10	
20	เอ็น	(111)	1-2	-		

การวัดการสะท้อนแสงจากผิวขำรุด

นำแว่นผลึกทุกตัวอย่างที่ได้จากการขัดในหัวข้อการเตรียมผิวแว่นผลึกมาวัดการสะท้อนแสง เพื่อเปรียบเทียบลักษณะผิวทางแสง โดยเครื่องวัดการสะท้อนแสง[26] สำหรับแสงที่ใช้เป็นแสง He-Ne Laser ซึ่งเป็น Monochromatic Light Source ความยาวคลื่น 6328 Å ในการวัดการสะท้อนนี้ ให้ปรับมุมตกกระทบของแสงเกือบเท่าศูนย์ เพื่อให้แสงที่สะท้อนออกมาขึ้นอยู่กับสภาพผิวอย่างเดียวเท่านั้น

การถ่ายภาพสภาพผิวขำรุดด้วยกล้องจุลทัศน์

นำแว่นผลึกทุกตัวอย่างมาบันทึกภาพสภาพผิวขำรุดที่เกิดจากการขัดในหัวข้อการเตรียมผิวแว่นผลึกด้วยกล้องจุลทัศน์ กำลังขยาย 800 เท่า เพื่อจะได้นำไปเปรียบเทียบและศึกษาลักษณะของผิวขำรุด โดยเฉพาะรอยแตกร้าวต่างๆที่เกิดขึ้น

การทดลองสร้างเซลแสงอาทิตย์แบบหัวต่อพีเอ็นจากแว่นผลึกที่มีสภาพผิวขำรุดต่างๆกัน

นำแว่นผลึกทุกตัวอย่างมาสร้างเป็นเซลแสงอาทิตย์ โดยมีขบวนการสร้างโดยย่อ ดังต่อไปนี้

ก. ทำความสะอาดล้างแว่นผลึกด้วยสารเคมีต่างๆ ตามลำดับขั้นดังต่อไปนี้

Trichloroethyrene	เดือด	5	นาที
Acetone	เดือด	10	นาที
DI-Water	เดือด	5	นาที
HNO_3	เดือด	10	นาที
DI-Water	เดือด	5	นาที
HF อุณหภูมิห้อง		2-3	นาที
และ DI-Water	เดือด	10	นาที

ข. ทำผิวอ๊อกไซด์ที่อุณหภูมิ 1050 °C ในบรรยากาศอ๊อกซิเจนเปียก 3 ซม. อัตราการไหลของ O_2 0.4 l/min เพื่อใช้ผิวอ๊อกไซด์ที่เกิดขึ้นเป็นหน้ากากป้องกันมิให้สารเจือปน ซึ่งจะ

ทำการแพร่ซึมในลำดับต่อไปซึมเข้าทางด้านหลัง (ด้านที่ไม่ได้ขัด) ส่วนด้านหน้า (ส่วนที่ได้จากการขัด) ให้ทำการกัดออกด้วยสารละลาย Buffered HF.

ค. ทำความสะอาดอีกครั้งด้วย HOT $H_2SO_4+H_2O_2$ (3:1)ที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลา 15 นาที

ง. ทำการแพร่ซึมสารเจือปนเข้าสู่แว่นผลึก ถ้าแว่นผลึกเริ่มต้นเป็นสารชนิดพี ให้แพร่ซึมด้วยฟอสฟอรัสโดยใช้ฟอสฟอรัสอ๊อกซิครอไรด์ เพื่อสร้างชั้นสารเอ็นขึ้นที่ผิวด้านหน้าของแว่นผลึก (ผิวขัด) ที่อุณหภูมิ 1000 °C สำหรับเวลานั้นใช้ในการ Preheat ในบรรยากาศ O_2+N_2 10 นาที Predeposition 10 นาที แล้ว Drive in อีก 20 นาที ส่วนอัตราการไหลของก๊าซต่างๆ N_2 0.3 l/min, O_2 0.9 l/min และ N_2+POCl_3 0.2 l/min และอุณหภูมิของสารละลาย $POCl_3$ 6-8 °C

ถ้าผลึกเริ่มต้นเป็นสารชนิดเอ็นก็ทำการแพร่ซึมด้วยโบรอนไนไตรด์ เพื่อสร้างชั้นสารพีที่ผิวด้านหน้าของแว่นผลึก (ผิวขัด) การแพร่ซึมกระทำที่อุณหภูมิ 1000 °C ในบรรยากาศ N_2 10 นาที อัตราการไหลของ N_2 0.65 l/min

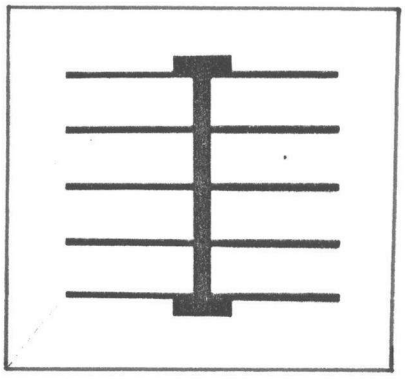
จ. กัดอ๊อกไซด์ออกทั้ง 2 ด้าน ด้วยสารละลาย Buffered HF.

ฉ. ฉาบโลหะอลูมิเนียมด้านหน้าเพื่อทำขั้วโลหะทางด้านผิวรับแสง

ช. ฉาบโลหะอลูมิเนียมด้านหลังเพื่อทำขั้วไฟฟ้าด้านล่าง

ญ. ทำ Contact Sintering โดยอบที่อุณหภูมิ 500 °C ในบรรยากาศของ N_2 เป็นเวลา 15 นาที เพื่อทำให้ขั้วไฟฟ้านำกระแสไฟฟ้าได้ดีขึ้น

ฐ. ตัดแบ่งแยกเซลฯ ออกเป็นตัวย่อยๆ โดยเซลฯแต่ละตัวจะมีพื้นที่ประมาณ 1x1 ซม.^{2} และมีลักษณะของขั้วต่อทางผิวรับแสง ดังรูปที่ 39



รูปที่ 39 รูปแบบของขั้วไฟฟ้าทางด้านผิวรับแสง

การวัดหาลักษณะสมบัติของเซลฯ

การวัดหาลักษณะสมบัติของเซลฯ ทั้งที่มีแสงและไม่มีแสงใช้ Curve Tracer ส่วนแสงใช้หลอดไฟฟ้าซาโลเจนเป็นแหล่งแสงอาทิตย์เทียม โดยปรับให้พลังงานทุกความถี่เท่ากับ 100 $mWCM^{-2}$ (กำลังของเปคตรัมแสง AM1)

ปัญหาในการทดลอง

เซลแสงอาทิตย์ที่ประดิษฐ์ขึ้นนี้ไม่ได้ทำชั้นต้านการสะท้อนแสง เนื่องจากมีปัญหาในการถ่ายแบบ เพื่อกัดโลหะอลูมิเนียม ออกจากผิวอ๊อกไซด์ที่เป็นชั้นต้านการสะท้อนแสง กล่าวคือ แว่นผลึกที่ผิวด้านหลังไม่ผ่านการขัดผิวใดๆ เมื่อฉาบผิวอลูมิเนียมแล้วนำไปส่องดูด้วยกล้องจุลทัศน์เพื่อถ่ายแบบ จะไม่สามารถมองเห็นแนวของอ๊อกไซด์ได้เลย ทั้งนี้เนื่องจากแสงสะท้อนออกไปแบบกระจัดกระจาย