หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณมหาวิทยาลัย

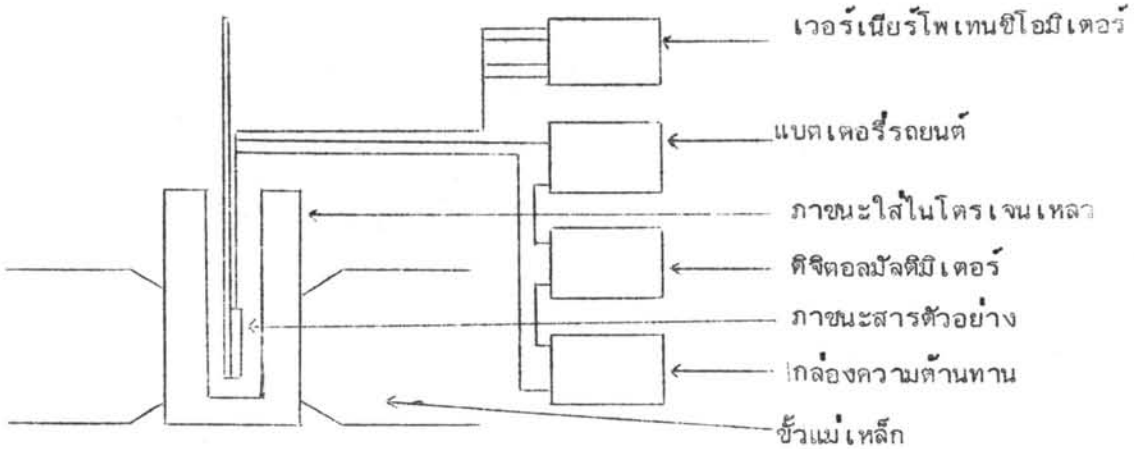
บทที่ 2

การสร้างและการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ทดลอง

การวิจัยในครั้งนี้ต้องสร้างอุปกรณ์บางอย่างสำหรับใช้ทดลองวัดความต่างศักย์ของฮอล และวัดสภาพนำความร้อน เช่น ภาชนะสารตัวอย่างสำหรับใส่ผลึกสิ่งตัวนำ ภาชนะใส่ไนโตรเจนเหลว อุปกรณ์ให้ความร้อน และภาชนะสำหรับทดลองเป็นต้น รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการสร้างและการจัดวางอุปกรณ์จะได้กล่าวต่อไป

2.1 การจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้วัดความต่างศักย์ของฮอล

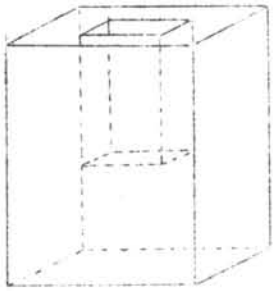
การหาความหนาแน่นของพาหะโดยอาศัยปรากฏการณ์ของฮอลนั้น ค่าความต่างศักย์ของฮอลมีค่าน้อยมากอยู่ในช่วงของไมโครโวลต์ ดังนั้นจึงต้องใช้เวอเนียร์โพเทนชิโอมิเตอร์ (vernier potentiometer) วัดความต่างศักย์ของฮอล ในการนี้ต้องใช้กัลวานอมิเตอร์ชนิดขดลวดเคลื่อนที่และสเกลพร้อมกับไฟด้วย อุปกรณ์อื่น ๆ ที่ใช้นอกจากนี้ได้แก่แบตเตอรี่รถยนต์ขนาด 6 โวลต์ กล่องความต้านทาน ดิจิตอลมัลติมิเตอร์ ภาชนะใส่ไนโตรเจนเหลว ภาชนะสารตัวอย่าง และแม่เหล็กกับเครื่องวัดสนามแม่เหล็ก การจัดวางภาชนะสารตัวอย่างระหว่างขั้วแม่เหล็กต้องจัดให้ด้านหน้าของสารตัวอย่างอยู่ในแนวขนานกับขั้วแม่เหล็กเพื่อให้ทิศทางของกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านสารตัวอย่างตั้งฉากกับทิศของสนามแม่เหล็ก แผนผังการจัดวางอุปกรณ์แสดงไว้ในรูป 2.1



รูปที่ 2.1 แผนผังการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้ทดลองวัดความต่างศักย์ฮอล

2.2 ภาชนะใส่ไนโตรเจนเหลว

ใช้โฟมขนาดกว้าง 20 ซม. ยาว 29 ซม. หนา 7.3 ซม เจาะโฟมออกดังรูป 2.2 ลึกประมาณ 20 ซม. กว้างประมาณ 4.5 ซม.และยาวประมาณ 8 ซม. โฟมที่ใช้เป็นภาชนะใส่ไนโตรเจนเหลวนี้ สามารถแช่ไนโตรเจนเหลวได้นานประมาณ 25-30นาที



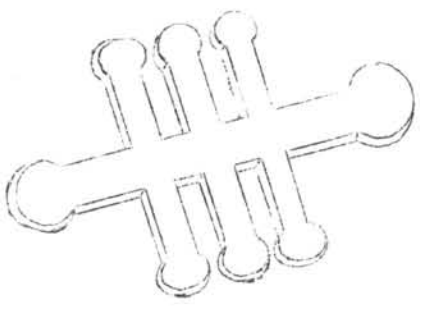
รูปที่ 2.2 โฟมใช้เป็นภาชนะใส่ไนโตรเจนเหลว

2.3 สารตัวอย่างและการสร้างภาชนะสารตัวอย่าง

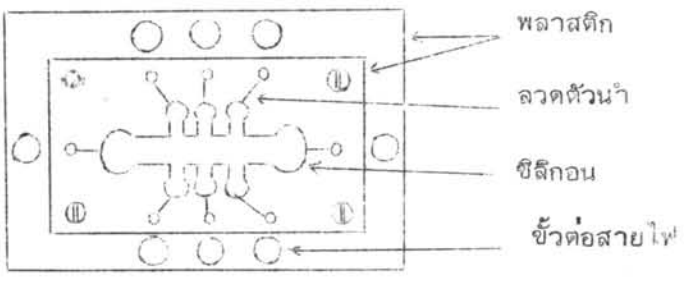
สารตัวอย่างที่ใช้ทดลองคือสารกึ่งตัวนำ ได้แก่ ซิลิกอนกับแกลเลียมอาร์เซไนด์และโลหะคือทองแดง

2.3.1 ซิลิกอนสารตัวอย่าง

ซิลิกอนที่ใช้ทดลองมีขนาดกว้าง 0.2 ซม. และหนา 0.1 ซม. มีลักษณะดังรูป 2.3 ก. และซิลิกอนนี้ใส่ในภาชนะเรียบร้อยแล้วดังรูป 2.3 ข.



ก.

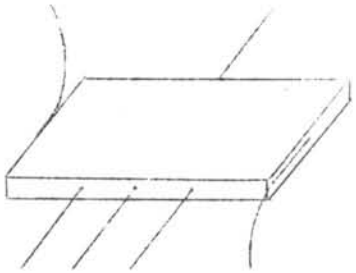


ข.

รูปที่ 2.3 ซิลิกอนที่ใช้ทดลองและภาชนะใส่ซิลิกอน

2.3.2 ผลึกกึ่งตัวนำสารตัวอย่าง

ผลึกกึ่งตัวนำที่ใช้มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า กว้าง 0.540 ซม. ยาว 1.510 ซม. และหนา 0.090 ซม. ในการทดลองใช้ลวดทองแดงสำหรับวัดความต่างศักย์ 4 เส้น และสำหรับให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านผลึกกึ่งตัวนำอีก 2 เส้น ลวดทองแดงที่ใช้จัดตัวในลักษณะดังรูป 2.4

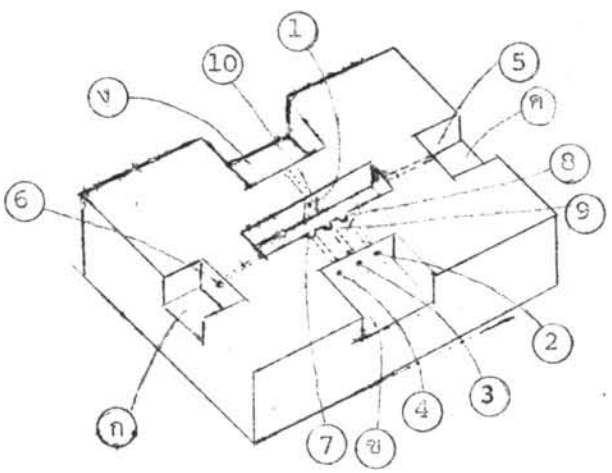


รูปที่ 2.4 แสดงการจัดตัวของลวดทองแดง

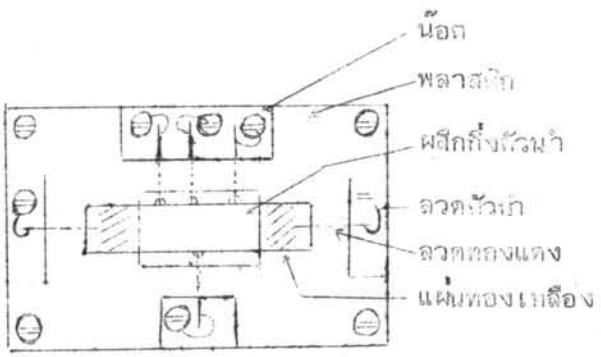
ปัญหาสำคัญในการสร้างภาชนะสารตัวอย่างคือจุดสัมผัส (point contact) ของลวดทองแดงกับผลึกกึ่งตัวนำใช้ไม่ได้ที่อุณหภูมิ $77^{\circ}K$ เนื่องจากการหดตัวของสารทั้งสอง ครั้งแรกภาชนะสารตัวอย่างสร้างด้วยพลาสติกใสและใช้ลวดทองแดงที่วัดความต่างศักย์ทั้ง 4 เส้นทำเป็นสปริงดันผลึกกึ่งตัวนำไว้ ปลายอีกด้านหนึ่งของลวดทองแดงบัดกรีติดกับน็อตทองเหลือง ที่ปลายทั้งสองข้างของผลึกกึ่งตัวนำใช้แผ่นทองเหลืองเล็ก ๆ ประกบไว้โดยมีลวดทองแดงทำเป็นสปริงดันไว้ด้วย ภาชนะสารตัวอย่างแบบนี้เมื่อทดลองที่อุณหภูมิ $77^{\circ}K$ แล้วปรากฏว่าจุดสัมผัสใช้ไม่ได้ ที่เป็นเช่นนี้เพราะการหดตัวของทั้งลวดทองแดงและผลึกกึ่งตัวนำ นอกจากนี้ยังแสดงว่าลวดทองแดงใช้เป็นสปริงไม่ได้ที่อุณหภูมิต่ำ ๆ นี้ ภาชนะสารตัวอย่างอันต่อมาสร้างด้วยเทฟลอน (teflon) เพราะเทฟลอนสามารถหดตัวได้ดีกว่าทองแดงประมาณ 5 เท่า[9] (เทฟลอนมีสัมประสิทธิ์การขยายตัว = $100 \times 10^{-6}/^{\circ}C$, ทองแดง = $17.6 \times 10^{-6}/^{\circ}C$) เจาะเทฟลอนแล้วใช้ลวดทองแดงสอดเข้าไปดันผลึกกึ่งตัวนำไว้ให้รูที่เจาะไม่คับและไม่หลวมเกินไป ที่อุณหภูมิ $77^{\circ}K$ เทฟลอนหดตัวมากกว่าทองแดง ดังนั้นจะบีบและดันลวดทองแดงให้สัมผัสกับผลึกกึ่งตัวนำไว้ได้

2.3.2 ก. <u>วิธีสร้างภาชนะสารตัวอย่าง</u>

ไสเทฟลอนให้เรียบทั้งหกด้านด้วยเครื่องกลึง ทำให้มีขนาดกว้าง 2.6 ซม. ยาว 4.6 ซม. และหนา 0.6 ซม. ตรงกลางเซาะเป็นร่องสำหรับใส่ผลึกผลึกกึ่งตัวนำตัวอย่าง กว้าง 0.58 ซม. ยาว 2.4 ซม. และลึก 0.2 ซม. ความกว้างของร่องมากกว่าขนาดของผลึกเล็กน้อยเพื่อกันมิให้เทฟลอนบีบผลึกจนแตกขณะที่อุณหภูมิลดลง ที่บริเวณ ก, ข, ค และ ง เซาะให้เป็นร่องลึก 0.3 ซม. เจาะเทฟลอนเป็นรูเล็กที่จุด 1, 2, 3 และ 4 สำหรับใส่ลวดทองแดงที่จะวัดความต่างศักย์ และสำหรับลวดทองแดงส่งกระแสที่จุด 5 และ 6 ดังแสดงในรูป 2.5 ก. ที่ปลายทั้งสองของผลึกผลึกกึ่งตัวนำใช้แผ่นทองเหลืองประกบไว้ โดยที่แผ่นทองเหลืองนี้สามารถเลื่อนเข้าออกได้ไม่คับเกินไป บัดกรีลวดทองแดงที่จุด 5 และ 6 ติดกับแผ่นทองเหลืองนี้ เซาะเทฟลอนให้เว้าเล็กน้อยที่จุด 7, 8, 9 และ 10 ซึ่งเป็นบริเวณที่ลวดทองแดงสัมผัสกับผลึกกึ่งตัวนำด้านข้าง บัดกรีลวดเส้นเล็ก ๆ โยงระหว่างปลายลวดทองแดงทั้งหกเส้นกับน็อตทองเหลืองที่ฝังอยู่ในเทฟลอนโดยลวดเส้นเล็กที่ใช้ต้องไม่ตึง ใช้พลาสติกเสลักษณะดังรูป 2.5 ข. ปิดทับบนผลึกกึ่งตัวนำ และเทฟลอนอีกชิ้นหนึ่ง บัดกรีสายไฟกับน็อตทองเหลืองทั้งหกจุดสำหรับใช้วัดความต่างศักย์และสำหรับนำกระแส ขณะที่อุณหภูมิลดลงเทฟลอนซึ่งหดตัวได้ดีกว่าทองแดงจะบีบลวดทองแดงไว้ทำให้จุดสัมผัสยังใช้ได้ดีอยู่ ลวดทองแดงที่สัมผัสด้านข้างของผลึกกึ่งตัวนำนี้สามารถยืดหยุ่นได้เพราะเราเจาะรูสำหรับใส่ลวดทองแดงไม่ให้คับเกินไป ดังนั้นผลึกกึ่งตัวนำจะไม่แตกเนื่องจากแรงดันของลวดนี้ และที่อุณหภูมิต่ำนี้ลวดเส้นเล็กที่ใช้โยงปลายลวดทองแดงจะหดตัว เราจึงต้องโยงลวดเส้นเล็กนี้ไม่ให้ตึง



ก.



ข.

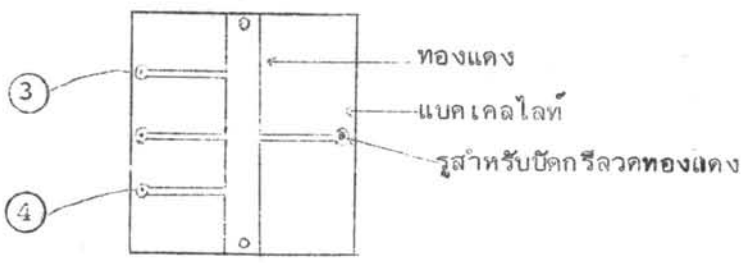
<u>รูปที่ 2.5</u> ภาชนะสารตัวอย่างผลึกกึ่งตัวนำที่ใช้ทดลองได้ทั้งที่อุณหภูมิห้องและอุณหภูมิ $77^{\circ}K$

2.3.2 ข. การเตรียมจุดสัมผัสผลึกกึ่งตัวนำสารตัวอย่าง

ก่อนใส่ผลึกกึ่งตัวนำในภาชนะสารตัวอย่างดังกล่าวแล้วข้างต้นต้องเช็ดผลึกกึ่งตัวนำด้วยแอลกอฮอล์ให้สะอาด ใช้ตัวนำเหลวช่วยให้จุดสัมผัสดีขึ้น ตัวนำเหลวคือโลหะผสมระหว่างอินเดียม 10 % กับแกลเลียม 90 % จุ่มโลหะทั้งสองนี้ในน้ำเดือดจะได้โลหะผสมซึ่งอยู่ในสภาวะของเหลวที่อุณหภูมิห้อง ทาตัวนำเหลวที่บริเวณปลายทั้งสองของผลึกกึ่งตัวนำ และทองเหลืองด้านที่ประกบผลึก ใส่ผลึกกึ่งตัวนำ ในภาชนะสารตัวอย่างแล้วดันทองเหลืองให้ประกบผลึกที่ปลายทั้งสองไว้ ตัวนำเหลวจะช่วยให้ทองเหลืองสัมผัสกับผลึกดีขึ้น ใช้ตัวนำเหลวทาบริเวณปลายลวดทองแดงที่วัดความต่างศักย์และที่ด้านข้างของผลึกบริเวณที่สัมผัสกับลวดทองแดงนี้ ค่อย ๆ ดันลวดทองแดงให้สัมผัสกับผลึก จุดสัมผัสที่จะวัดความต่างศักย์นี้ต้องพยายามทำให้มีขนาดเล็กมากที่สุดเท่าที่จะเล็กได้ จุดนี้มีเส้นผ่าศูนย์กลางอยู่ในช่วง 0.2 ถึง 0.4 ม.ม.[10] นำผลึกกึ่งตัวนำที่เตรียมจุดสัมผัสเรียบร้อยแล้วนี้ไปทดลองได้

2.3.3 ทองแดงสารตัวอย่าง

ทองแดงที่ใช้ทดลองคือทองแดงบนแผ่นปริ้นท์ การเตรียมทองแดงสำหรับทดลอง ใช้สีที่ไม่ละลายน้ำเขียนบนแผ่นปริ้นท์ขนาดกว้าง 3 ซม. ยาว 5 ซม. ลักษณะดังรูป 2.6 นำแผ่นปริ้นท์แช่ในสารละลายเฟอร์ริกคลอไรด์ ($FeCl_3$) ประมาณ 20-30 นาที จนกระทั่งเหลือทองแดงเฉพาะบริเวณที่ทาสีไว้เท่านั้น เจาะรูเล็กสำหรับบัดกรีลวดทองแดงที่ใช้วัดความต่างศักย์สี่เส้น บริเวณปลายทั้งสองของลวดทองแดงต้องใช้ลวดทองแดงที่มีขนาดโตพอที่จะทนกระแสไฟฟ้าได้ถึง 5 แอมแปร์สำหรับนำกระแส



รูปที่ 2.6 ลักษณะของทองแดงสารตัวอย่างที่ใช้ทดลอง

2.3.3 ก. การวัดขนาดทองแดง

ความหนาของทองแดงวัดด้วยไมโครมิเตอร์ วัดความหนาของทองแดงรวมกับความหนาของแบคเคลไลท์แล้ววัดความหนาของแบคเคลไลท์ที่บริเวณใกล้ ๆ นำค่าที่วัดได้ทั้งสองลบกัน เป็นความหนาของทองแดง วัดเช่นนี้หลาย ๆ แห่ง ดังแสดงในตารางที่ 2.1 และ 2.2 สำหรับความกว้างและระยะห่างระหว่างจุด 3 และจุด 4 (ดังรูปที่ 2.6) วัดด้วยทราเวลลิงโมโครสโคป (travelling microscope) ทองแดงที่ใช้ทดลองสองแผ่นมีขนาดดังนี้

แผ่นแรกกว้าง 0.58 ซม. หนาเฉลี่ย 3.69×10^{-3} ซม. ระยะระหว่างจุด 3 และจุด 4 = 2.01 ซม.

แผ่นที่สองกว้าง 0.59 ซม. หนาเฉลี่ย 3.88×10^{-3} ซม. ระยะระหว่างจุด 3 และจุด 4 = 1.39 ซม.

ตารางที่ 2.1 แสดงความหนาของทองแดงแผ่นแรก

ความหนาทองแดงรวมกับแบคเคลไลท์ ($\times 10^{-3}$ ซม.)	ความหนาแบคเคลไลท์ ($\times 10^{-3}$ ซม.)	ความหนาทองแดง ($\times 10^{-3}$ ซม.)
158.9	154.7	4.2
158.6	154.3	4.3
158.5	154.0	4.5
158.1	153.6	4.5
158.9	155.9	3.0
158.9	155.7	3.2
158.6	155.8	2.8
158.1	155.1	3.0

ความหนาทองแดงเฉลี่ย = 3.69×10^{-3} ซม.

ความเบี่ยงเบนมาตรฐาน $\sigma = 0.7 \times 10^{-3}$

ตารางที่ 2.2 แสดงความหนาของทองแดงแผ่นที่สอง

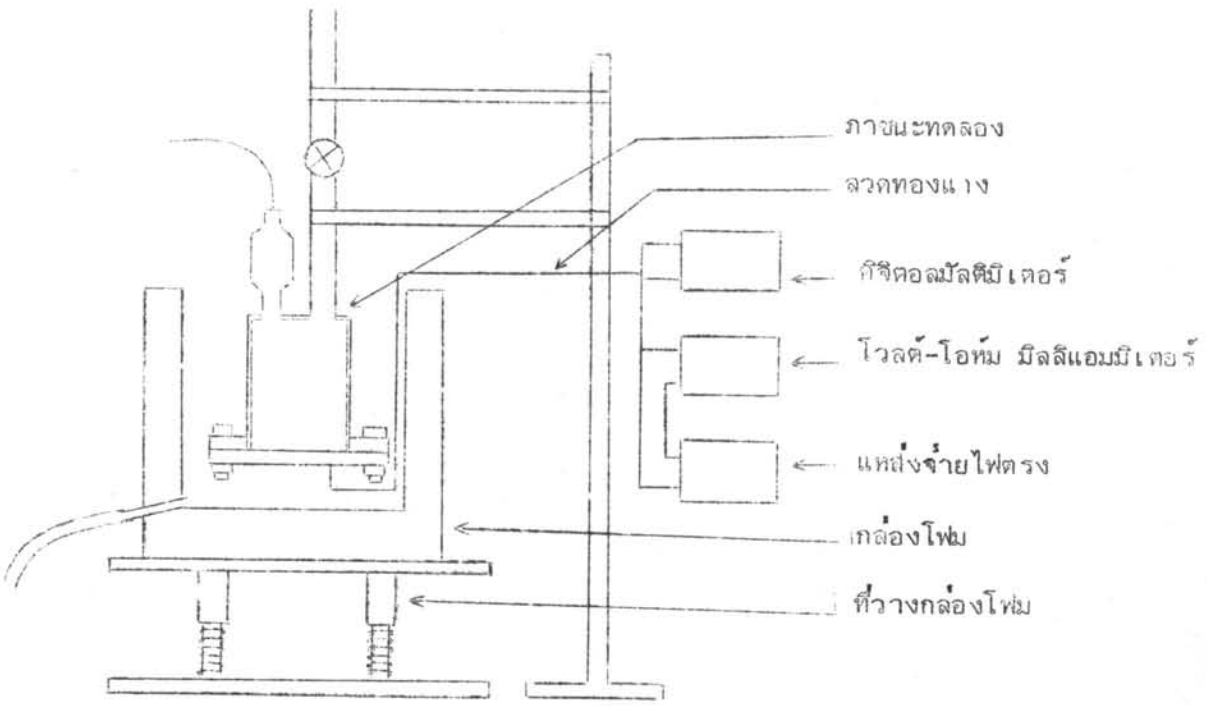
ความหนาทองแดงรวมกับแบคเคลไลท์ ($\times 10^{-3}$ ซม.)	ความหนาแบคเคลไลท์ ($\times 10^{-3}$ ซม.)	ความหนาทองแดง ($\times 10^{-3}$ ซม.)
153.5	149.5	4.0
153.3	149.4	3.9
153.8	149.6	4.2
154.5	150.2	4.3
155.1	150.7	4.4
155.4	152.5	2.9
153.4	150.2	3.2
153.9	149.8	4.1

ความหนาทองแดงเฉลี่ย = 3.88×10^{-3} ซม.

การเบี่ยงเบนมาตรฐาน, σ = 0.5×10^{-3}

2.4 การจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้วัดสภาพนำความร้อน

เพื่อป้องกันการสูญเสียความร้อนของอุปกรณ์ให้ความร้อนเนื่องจากการพาความร้อนของอากาศ จึงทดลองในภาชนะที่สูบอากาศออกโดยโรตารีปั๊ม (rotary pump) ความดันภายในภาชนะที่ใช้ทดลองมีค่าประมาณ 10^{-2} ทอร์ (torr) ซึ่งวัดด้วยเทอร์โมคัพเปิ้ลเกจ (thermocouple gauge) อุปกรณ์ที่ใช้วัดสภาพนำความร้อนของสารตัวอย่างประกอบด้วย ภาชนะสำหรับทดลอง อุปกรณ์ให้ความร้อน เทอร์มิสเตอร์ โรตารีปั๊ม เทอร์โมคัพเปิ้ลเกจ โวลต์-โอห์ม มิลลิแอมมิเตอร์ ดิจิตอล มัลติมิเตอร์ แหล่งจ่ายไฟตรงที่เปลี่ยนค่าโวลต์ได้จาก 0 ถึง 30 โวลต์ กล่องโฟมสำหรับใส่น้ำแข็งหรือน้ำแข็งแห้งและที่วางกล่องโฟม ในขณะทดลองจะจัดวางอุปกรณ์ดังรูป 2.7



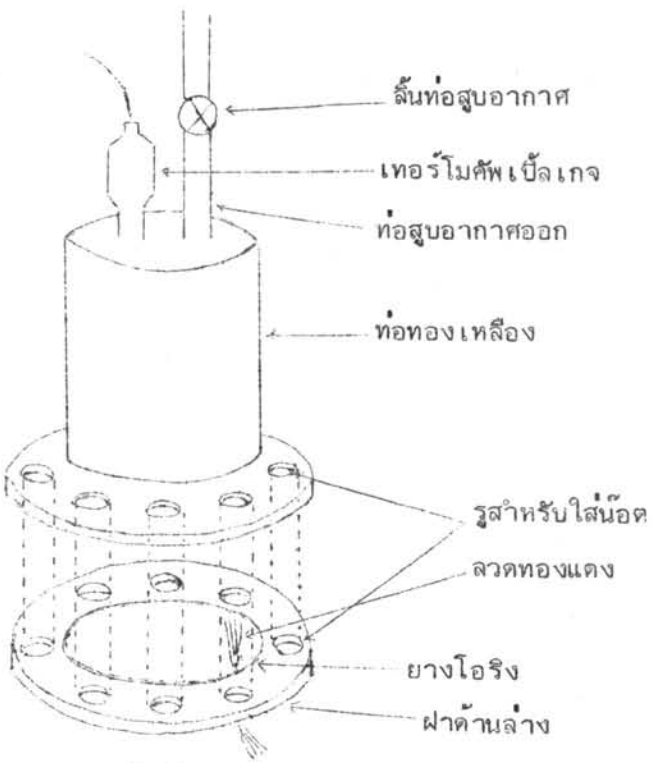
รูปที่ 2.7 แผนผังการจัดวางอุปกรณ์ที่ใช้วัดสภาพนำความร้อน

2.5 การสร้างอุปกรณ์สำหรับวัดสภาพนำความร้อน

อุปกรณ์ที่ต้องสร้างขึ้นเพื่อใช้ในการทดลองได้แก่ ภาชนะสำหรับทดลอง , อุปกรณ์ให้ความร้อนและที่วางกล่องโฟม รายละเอียดในการสร้างจะได้กล่าวต่อไป

2.5.1 ภาชนะสำหรับทดลอง

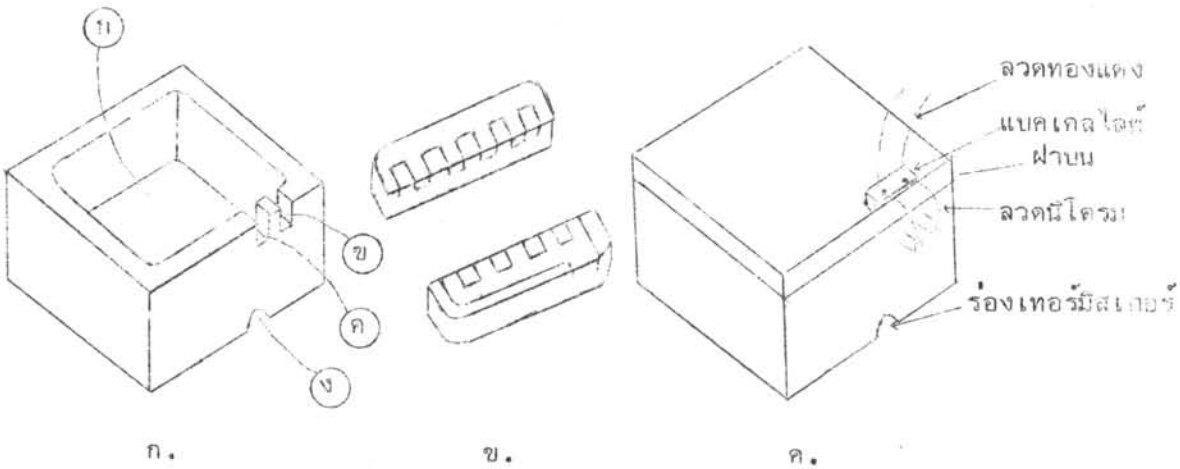
ภาชนะสำหรับทดลองทำด้วยท่อทองเหลืองทรงกระบอกหนา 0.3 ซม. ยาว 8.5 ซม. และมีเส้นผ่าศูนย์กลาง 5.0 ซม. ด้านบนปิดสนิทด้วยแผ่นทองเหลืองซึ่งมีท่ออยู่ 2 ท่อ ท่อหนึ่งสำหรับใส่อุปกรณ์วัดความดันแบบเทอร์โมคัพเบิ้ลเกจ อีกท่อหนึ่งสำหรับสูบอากาศออกและติดที่ปิดเปิดกาซไว้ด้วย ปลายล่างมีแผ่นทองเหลืองรูปวงแหวนหนา 0.6 ซม. เส้นผ่าศูนย์กลาง 5.6 ซม. และ 9.2 ซม. เชื่อมติดแน่นกับท่อทรงกระบอก ฝาด้านล่างเป็นแผ่นทองเหลืองทรงกลม เส้นผ่าศูนย์กลาง 9.2 ซม. หนา 0.6 ซม. ซึ่งยึดกับแผ่นทองเหลืองรูปวงแหวนด้วยน็อต ขนาด 0.6 x 2 ซม. จำนวน 4 คู่ บนฝาด้านล่างเซาะร่องด้วยเครื่องกลึงให้เป็นวงกลมเส้นผ่าศูนย์กลาง 6.2 ซม. สำหรับใส่ยางโอริง (o - ring) เพื่อกันไม่ให้อากาศข้างนอกเข้าไปได้ เจาะรูเล็ก ๆ ที่ฝาด้านล่างห่างจากร่องสำหรับใส่ยางโอริงประมาณ 1.0 ซม. เพื่อใส่ลวดทองแดง 4 เส้นโดยใช้กาว (epoxy) ยึดติดกับฝาด้านล่างไว้ ดังแสดงในรูป 2.8



รูปที่ 2.8 ภาชนะสำหรับทดลอง

2.5.2 อุปกรณ์ให้ความร้อน

อุปกรณ์ให้ความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมกว้าง 2.01 ซม. ยาว 2.03 ซม. และหนา 1.2 ซม. เซาะอลูมิเนียมด้วยเครื่องกลึงที่บริเวณ ก. ให้เป็นร่องลึก 0.4 ซม. กว้าง 1.6 ซม. และยาว 1.6 ซม. ที่ด้านล่างบริเวณ ง. เซาะร่องเล็ก ๆ สำหรับใส่เทอร์มิสเตอร์ และที่ขอบอลูมิเนียมด้านหนึ่งเซาะร่องเล็ก ๆ 2 ร่องใกล้กันที่บริเวณ ข และ ค. ดังรูป 2.9 ก. นำแบคเคลไลท์ที่เซาะเป็นร่องเล็ก ๆ 2 อัน สำหรับวางลวดนิโครม ดังรูป 2.9 ข. วางในร่อง ก. แบคเคลไลท์ชิ้นที่ 1 วางชิดกับด้านที่เซาะร่อง ข. และ ค. และแบคเคลไลท์ชิ้นที่ 2 วางชิดกับด้านที่อยู่ตรงข้ามกับที่ร่อง ข. และ ค. วางท่อเล็ก ๆ ที่ทำด้วยแอสเบสทอส ใช้กาว (epoxy) ยึดแบคเคลไลท์ทั้ง 2 ชิ้นและท่อแอสเบสทอสติดกับอลูมิเนียม นำลวดนิโครมสอดเข้าไปในท่อแอสเบสทอสแล้วพันไปมาตามร่องระหว่างแบคเคลไลท์ทั้ง 2 ชิ้น ให้ปลายลวดนี้ออกอีกท่อหนึ่ง ปลายของลวดนิโครมทั้งสองยึดกับน็อตบนแผ่นแบคเคลไลท์ที่อยู่บนฝาบนของอุปกรณ์ให้ความร้อน ฝาบนของอุปกรณ์ให้ความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมหนา 0.3 ซม. และยึดด้วยน็อตทั้งสี่มุมกับตัวอุปกรณ์ให้ความร้อน ต่อลวดทองแดงสำหรับนำกระแสที่ปลายลวดนิโครมทั้งสอง ดังแสดงในรูป 2.9 ค. ใช้ซิลิโคนป้ายระหว่างลวดนิโครมกับอลูมิเนียมในบริเวณ ก. เพราะซิลิโคนเป็นตัวนำความร้อนที่ดีแต่ไม่นำไฟฟ้า

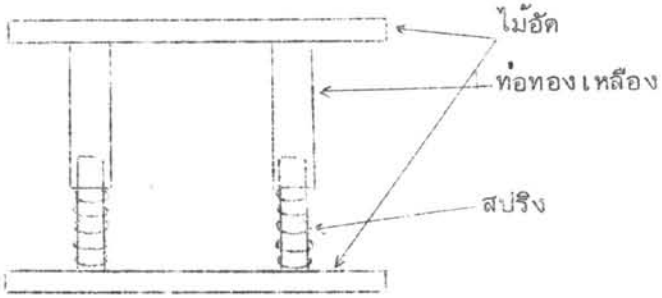


ก. ข. ค.

รูปที่ 2.9 อุปกรณ์ให้ความร้อน

2.5.3 ที่วางกล่องโฟม

เพื่อให้น้ำแข็งหรือน้ำแข็งแห้งสัมผัสกับฝาด้านล่างของภาชนะสำหรับทดลองตลอดเวลา จึงสร้างที่วางกล่องโฟมลักษณะดังรูป 2.10 แรงดันจากสปริงจะดันน้ำแข็งหรือน้ำแข็งแห้งที่อยู่ในกล่องโฟมให้สัมผัสกับฝาด้านล่างของภาชนะสำหรับทดลอง ที่วางกล่องโฟมสร้างด้วยไม้อัดหนา 1.0 ซม. กว้าง 25 ซม. และยาว 33.5 ซม. สองแผ่น แผ่นล่างมีน็อตยึดท่อนทองเหลืองเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 ซม. สูง 8.0 ซม. จำนวนสี่ท่อนให้ตั้งอยู่ในลักษณะรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 12 ซม. ใช้สปริงสวมท่อนทองเหลืองทั้งสี่นี้ ปากท่อทองเหลืองเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.1 ซม. สูง 9.0 ซม. สวมทับสปริงไว้ ใช้ไม้อัดอีกแผ่นวางบนท่อทองเหลืองทั้งสี่



รูปที่ 2.10 ที่วางกล่องโฟม

ในการทดลองต้องวางสารตัวอย่างบนฝาด้านล่างของภาชนะสำหรับทดลองและวางอุปกรณ์ให้ความร้อนบนสารตัวอย่าง สำหรับเทอร์มิสเตอร์จะวางไว้ที่ผิวบนของสารตัวอย่าง รายละเอียดเกี่ยวกับการจัดวางสารตัวอย่างในภาชนะสำหรับทดลองจะกล่าวในหัวข้อต่อไปและคุณลักษณะของเทอร์มิสเตอร์กล่าวไว้ในบทที่ 3

I1584156X

2.6 สารตัวอย่างและการจัดวางในภาชนะทดลอง

สารตัวอย่างที่ใช้วัดสภาพนำความร้อนคือพลาสติกใสและกระจกใส มีขนาดต่าง ๆ กันดังนี้

พลาสติกใส

ชิ้นที่ 1 พื้นที่หน้าตัด (A) = 1.953x1.949 ซม.^{2} หนา (L) = 0.403ซม. $\frac{A}{L}$ = 9.329 ซม.

ชิ้นที่ 2 พื้นที่หน้าตัด (A) = 1.981x1.952 ซม.^{2} หนา (L) = 0.406ซม. $\frac{A}{L}$ = 9.524 ซม.

ชิ้นที่ 3 พื้นที่หน้าตัด (A) = 1.979x1.990 ซม.^{2} หนา (L) = 0.212ซม. $\frac{A}{L}$ =18.576 ซม.

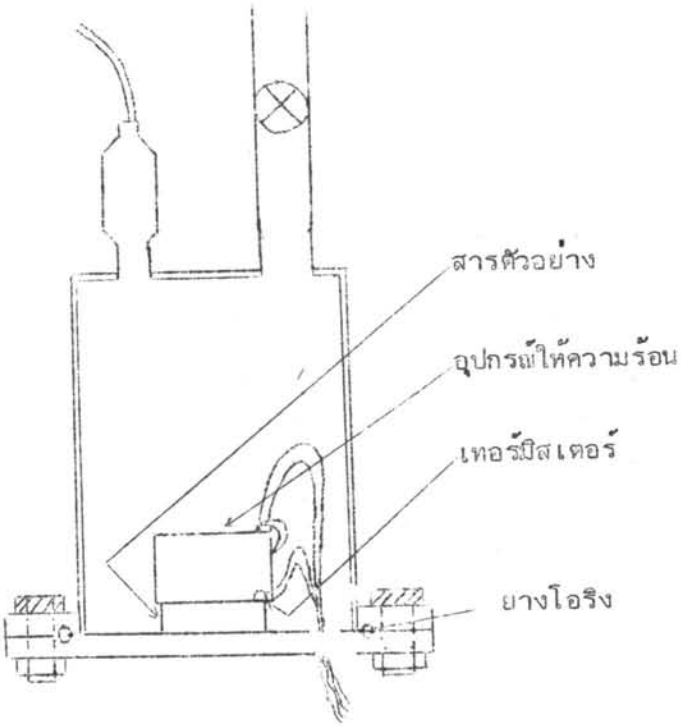
ชิ้นที่ 4 พื้นที่หน้าตัด (A) = 1.912x1.953 ซม.^{2} หนา (L) = 0.196ซม. $\frac{A}{L}$ =19.052 ซม.

กระจกใส

ชิ้นที่ 1 พื้นที่หน้าตัด (A) = 1.875x1.840 ซม.^{2} หนา (L) = 0.204ซม. $\frac{A}{L}$ =12.455 ซม.

ชิ้นที่ 2 พื้นที่หน้าตัด (A) = 1.854x1.809 ซม.^{2} หนา (L) = 0.204ซม. $\frac{A}{L}$ =16.441 ซม.

ในการจัดวางสารตัวอย่างในภาชนะสำหรับทดลอง ก่อนอื่นต้องเช็ดสารตัวอย่างให้สะอาดด้วยแอลกอฮอร์ ใช้ซิลิโคนทาบริเวณผิวหน้าของสารตัวอย่างทั้งด้านที่สัมผัสกับฝาด้านล่างของภาชนะสำหรับทดลองและด้านที่สัมผัสอุปกรณ์ให้ความร้อนเพื่อให้ความร้อนไหลได้สะดวก วางสารตัวอย่างบนบริเวณตรงกลางของฝาด้านล่างของภาชนะสำหรับทดลองแล้วจึงวางอุปกรณ์ให้ความร้อนบนสารตัวอย่าง ทาซิลิโคนให้ทั่วเทอร์มิสเตอร์ นำเทอร์มิสเตอร์ใส่ในร่องสำหรับใส่เทอร์มิสเตอร์ของอุปกรณ์ให้ความร้อนและเทอร์มิสเตอร์นี้จะวางอยู่บนผิวของสารตัวอย่างด้วย ดังแสดงในรูป 2.11 บัดกรีเส้นลวดของเทอร์มิสเตอร์และเส้นลวดนำกระแสของอุปกรณ์ให้ความร้อนกับลวดทองแดงที่อยู่บนฝาด้านล่างของภาชนะสำหรับทดลอง นำท่อทองเหลืองครอบฝาด้านล่างของภาชนะสำหรับทดลองแล้วขันน็อตให้แน่น ควรจะขันน็อตเป็นคู่ในทิศตรงกันข้าม นำภาชนะสำหรับทดลองนี้ต่อกับโรตารี่ปั๊มเพื่อสูบอากาศออก เมื่อขันน็อตให้แน่นยางโอริงจะถูกอัดระหว่างฝาด้านล่างและทองเหลืองรูปวงแหวนของอุปกรณ์ให้ความร้อน อากาศจากภายนอกไม่สามารถเข้าไปข้างในภาชนะทดลองได้



รูปที่ 2.11 แสดงการจัดวางสารตัวอย่างในภาชนะสำหรับทดลอง

ก่อนจะทดลองวัดสภาพนำความร้อนของสารตัวอย่าง ต้องสูบอากาศออกจนกระทั่งความดันภายในภาชนะทดลองมีค่าประมาณ 10^{-2} ทอร์ รายละเอียดต่าง ๆ เกี่ยวกับการทดลองกล่าวไว้ในบทที่ 3