บทที่ 3

# การออกแบบและสร้างเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออก

# รังสีความร้อน

## 3.1 การออกแบบ

ในการออกแบบเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนนี้ ได้กำหนดให้ชิ้นงานทดลองบรรจุอยู่ในภาชนะปิด (Enclosure) ซึ่งลักษณะของภาชนะประกอบด้วยกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลมและฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม การออกแบบนี้ต้องคำนวณหาขนาดของกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลมและฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม โดยสมมุติว่าการแลกเปลี่ยนความร้อนเกิดขึ้นเฉพาะฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมและชิ้นงานทดลองโดยรักษาอุณหภูมิให้คงที่ สมการ (2-13) สามารถนำมาคำนวณหาขนาดของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมและชิ้นงานทดลองได้ ทั้งนี้อยู่ภายใต้ขอบเขตว่าค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนของชิ้นงานทดลองอยู่ในช่วง 0.1-0.9 และอุณหภูมิของชิ้นงานทดลองไม่เกิน 100°C

จากสมการ (2 - 13)

$$Q = \frac{\sigma A_1 (T_1^4 - T_2^4)}{\frac{1}{\epsilon_1} + \frac{A_1}{A_2}(\frac{1}{\epsilon_2} - 1)}$$

เมื่อ $\sigma$ คือ ค่าคงที่ของสเตเฟน - บอลซ์มานมีค่าเท่ากับ

$5.6697 \times 10^{-8}$ $W/m^2 - K^4$

$T_1$ คือ อุณหภูมิคงที่ของชิ้นงานทดลอง, K

$T_2$ คือ อุณหภูมิคงที่ของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม, K

$Q$ คือ พลังงานความร้อนที่แลกเปลี่ยนกันระหว่างชิ้นงานทดลองกับฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมโครงการแผ่รังสีความร้อน

014140

$\varepsilon_1$ คือ ค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนของชิ้นงานทดลอง

$\varepsilon_2$ คือ ค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม

$A_1$ คือ พื้นที่ผิวของชิ้นงานทดลอง, $m^2$

$A_2$ คือ พื้นที่ผิวของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม, $m^2$

ในการคำนวณจะคำนวณหาค่า Q ที่ต่ำสุดภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดขึ้นมา คือ $\varepsilon_1 = 0.1$, $\varepsilon_2 = 0.875$ อุณหภูมิของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมให้ใกล้เคียงกับอุณหภูมิบรรยากาศของประเทศไทยประมาณ 30°C, อุณหภูมิของชิ้นงานทดลองให้สูงกว่าอุณหภูมิของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมประมาณสิบองศาเซลเซียสคือ 40°C สำหรับค่า $A_1$ และ $A_2$ ใช้การสมมุติโดยให้ชิ้นงานทดลองมีความกว้าง 25 มิลลิเมตร และความยาว 75 มิลลิเมตร ซึ่งมีพื้นที่ $A_1 = 1.875 \times 10^{-3}$ ตารางเมตร ขนาดของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมให้มีรัศมี 100 มิลลิเมตร ซึ่งมีพื้นที่ $A_2 = 0.06283$ ตารางเมตร จะได้

$$Q = \frac{5.6697 \times 10^{-8} \left(1.875 \times 10^{-3}\right) \left[(273+40)^4 - (273+30)^4\right]}{\frac{1}{0.1} + \frac{1.875 \times 10^{-3}}{0.06283} \left[\frac{1}{0.875} - 1\right]}$$

$$= 0.0125 \quad \text{วัตต์}$$

ค่าพลังงานไฟฟ้า 0.0125 วัตต์ มีค่าน้อยมาก ยากต่อการใช้อุปกรณ์วัดค่าพลังงานไฟฟ้า จึงต้องเปลี่ยนขนาดชิ้นงานทดลอง และฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมให้มีพื้นที่มากขึ้น จากการสมมุติพื้นที่ $A_1$ และ $A_2$ หลายครั้ง ได้ขนาดชิ้นงานทดลองที่มีความกว้าง 120.5 มิลลิเมตร กับความยาว 243.5 มิลลิเมตร และฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม รัศมี 192 มิลลิเมตร ให้ค่าพลังงาน 0.2 วัตต์ ซึ่งคาดว่าสามารถหาอุปกรณ์วัดพลังงานไฟฟ้าได้

เมื่อทราบขนาดของชิ้นงานทดลองและขนาดฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมแล้ว ลำดับต่อไปนี้คำนวณหาความหนาของเหล็กที่ใช้ในการผลิตฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม โดยความหนาของเหล็ก (8) คำนวณได้จากสมการ

$$P = \frac{h}{R} \cdot \frac{\sigma yP}{1 + \frac{4\ \sigma yP}{E} \cdot \frac{R^2}{h^2}}$$

เมื่อ P = ความดันภายนอกที่กระทำต่อผิวของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม, $N/m^2$

$\sigma yP$ = Yield stress of Material, $N/m^2$

E = Modulus of Elasticity, $N/m^2$

h = ความหนาของเหล็ก, m

R = รัศมีของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม, m

สัญลักษณ์ที่ทราบค่ามีR = 192 มิลลิเมตร, P = 1.013 bar = 0.1013 $N/mm^2$, E ของเหล็ก = 205 $GN/m^2$ = 205 x $10^3$ $N/mm^2$, $\sigma yP$ = 20 $kg/mm^2$ = 20 x 9.81 $N/mm^2$ แต่ฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมได้ผ่านการเชื่อมและการเคาะมาแล้ว ทำให้มีความเค้นจำนวนหนึ่งเกิดขึ้นในเนื้อเหล็กมีผลให้เหล็กมีความแข็งแรงลดลง $\sigma yp/N$ จึงต้องแปลงให้เป็น $\sigma_d$ ซึ่ง $\sigma_d = \sigma yp/N$ เมื่อ $\sigma_d$ = Design stress และ N = Design factor ให้มีค่า = 15 ดังนั้น ความหนาของเหล็กฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมจึงหาได้ เมื่อแทนค่าสมการแล้วได้

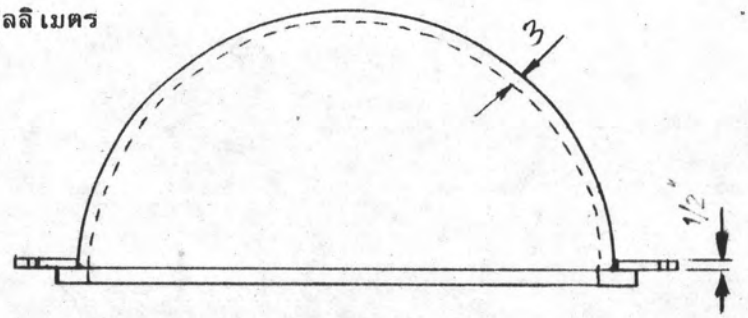
$$0.1013 = \frac{\frac{h}{192} \cdot \frac{20 \times 9.81}{15}}{1 + 4\left(\frac{20 \times 9.81}{15}\right) \cdot \frac{(192)^2}{205 \times 10^3 \cdot h^2}}$$

$$0.06725h^3 - h^2 - 9.4084 = 0$$

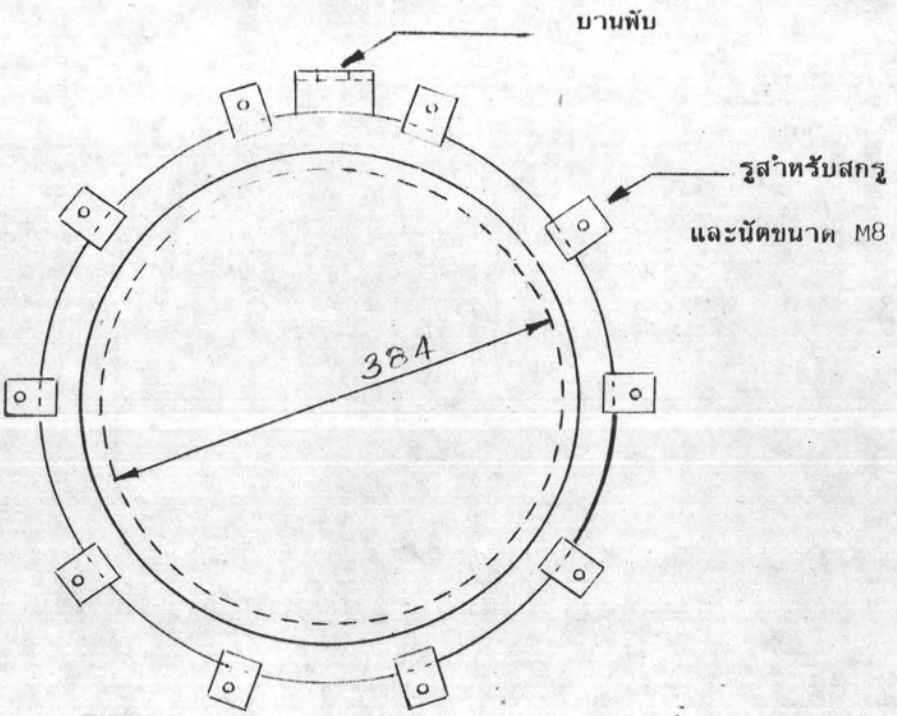
$$h = 3.02 \text{ มิลลิเมตร}$$

เลือกใช้เหล็กหนา 3 มิลลิเมตร สำหรับผลิตฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม กล่องโลหะใช้เหล็กหนา 3 มิลลิเมตรเช่นเดียวกัน ขนาดของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมกล่องโลหะ และชิ้นงานทดลองแสดงในรูป 3.1 , 3.2 และ 3.3 ตามลำดับ

หน่วย : มิลลิเมตร



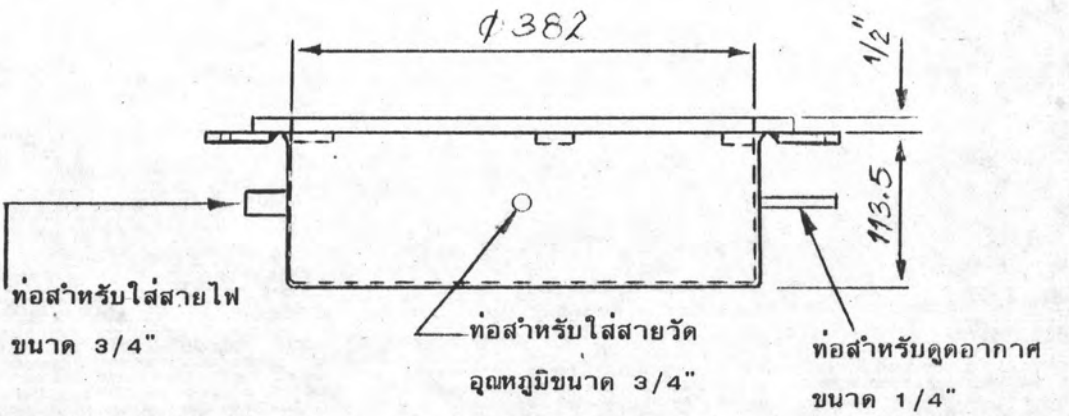

ก. ภาพด้านหน้าภายนอกของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม



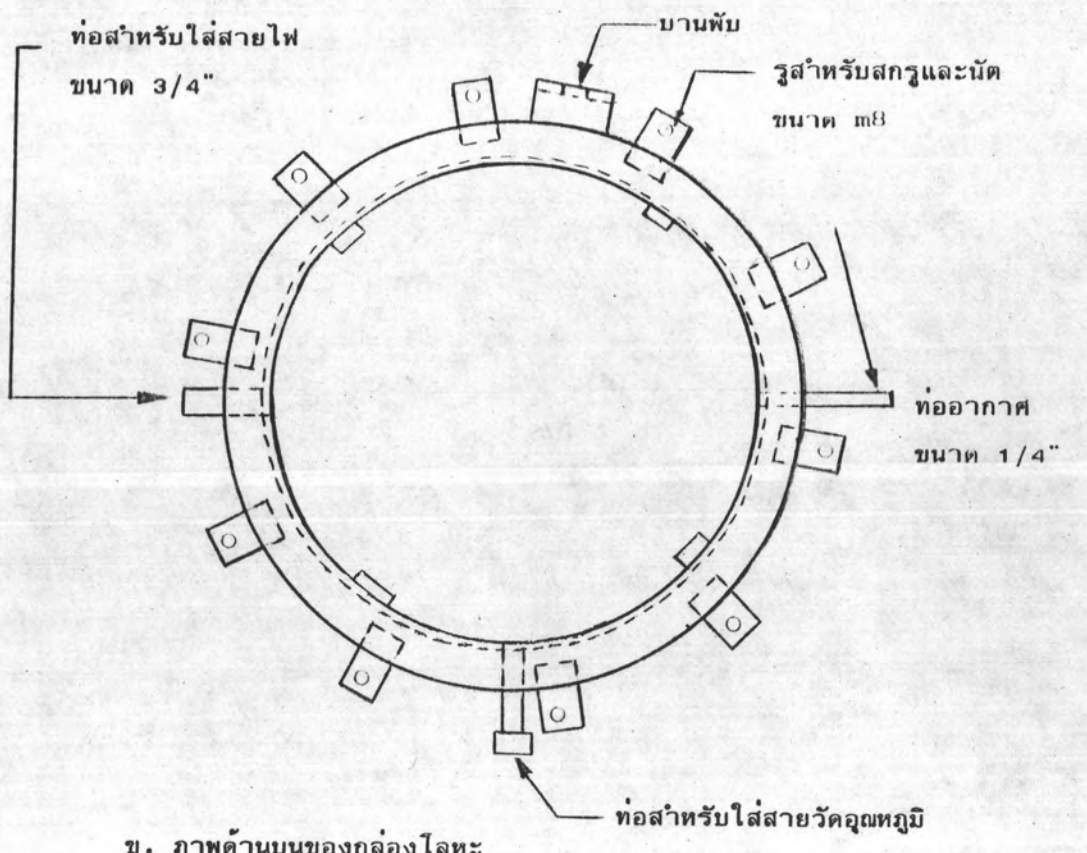

ข. ภาพด้านบนภายนอกของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม

รูป 3.1 แสดงรูปร่างภายนอกและขนาดของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม

หน่วย : มิลลิเมตร



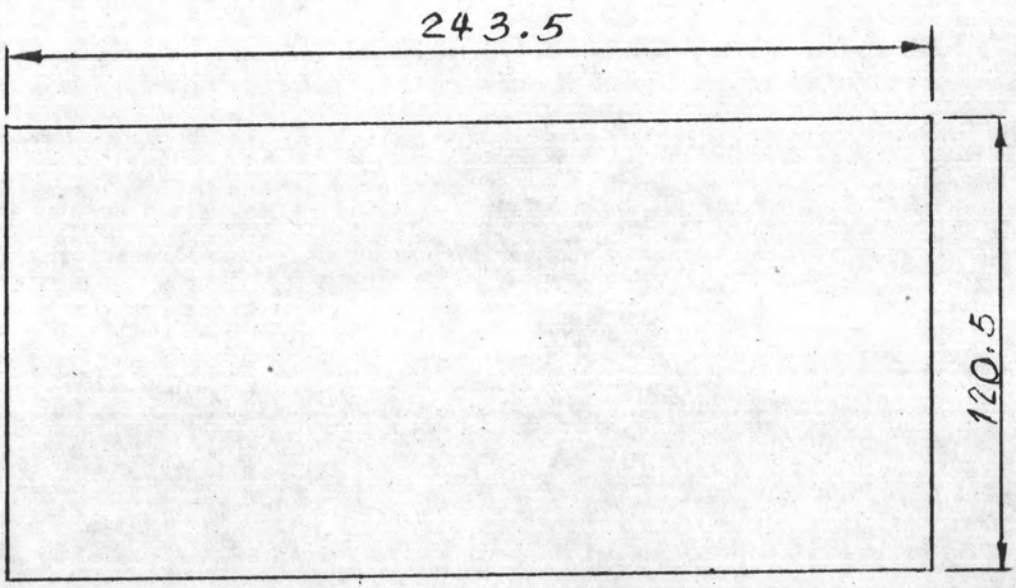

ก. ภาพด้านหน้าภายนอกของกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม




ข. ภาพด้านบนของกล่องไลหะ
รูปทรงกระบอกกลม

รูป 3.2 แสดงรูปร่างและขนาดของกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม

หน่วย : มิลลิเมตร

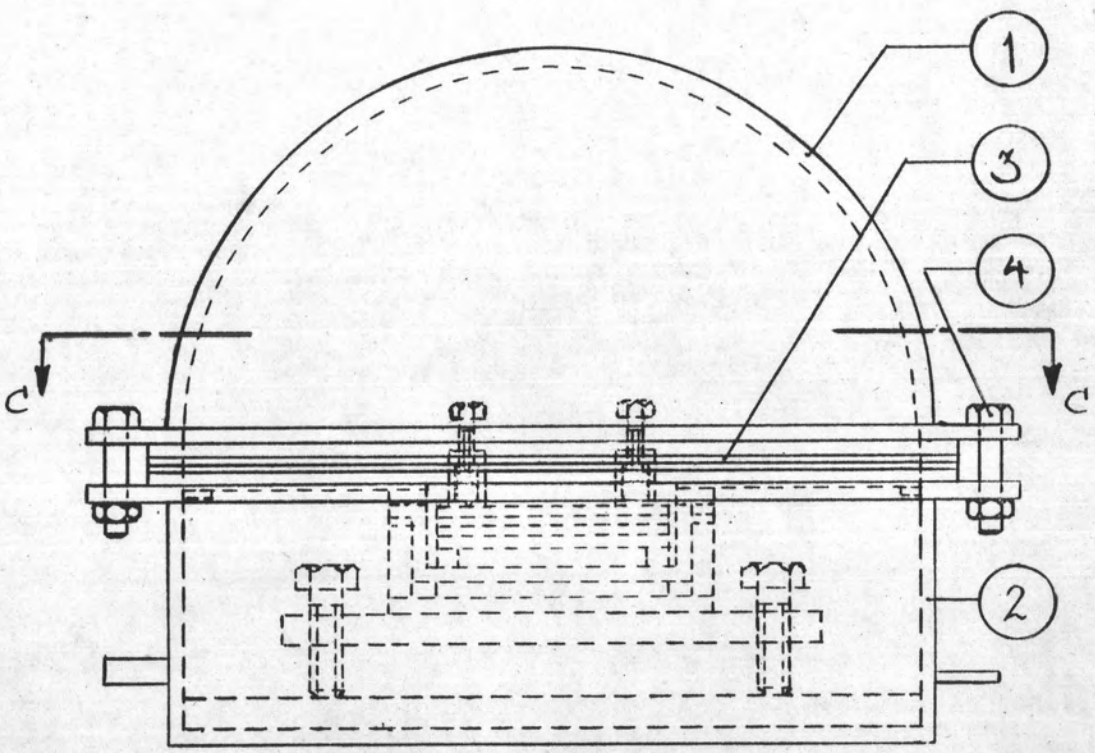



รูป 3.3 แสดงขนาดและรูปร่างของชิ้นงานทดลอง

ชิ้นส่วนต่าง ๆ ของเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน ซึ่งแสดงในรูป 3.4 มีดังนี้

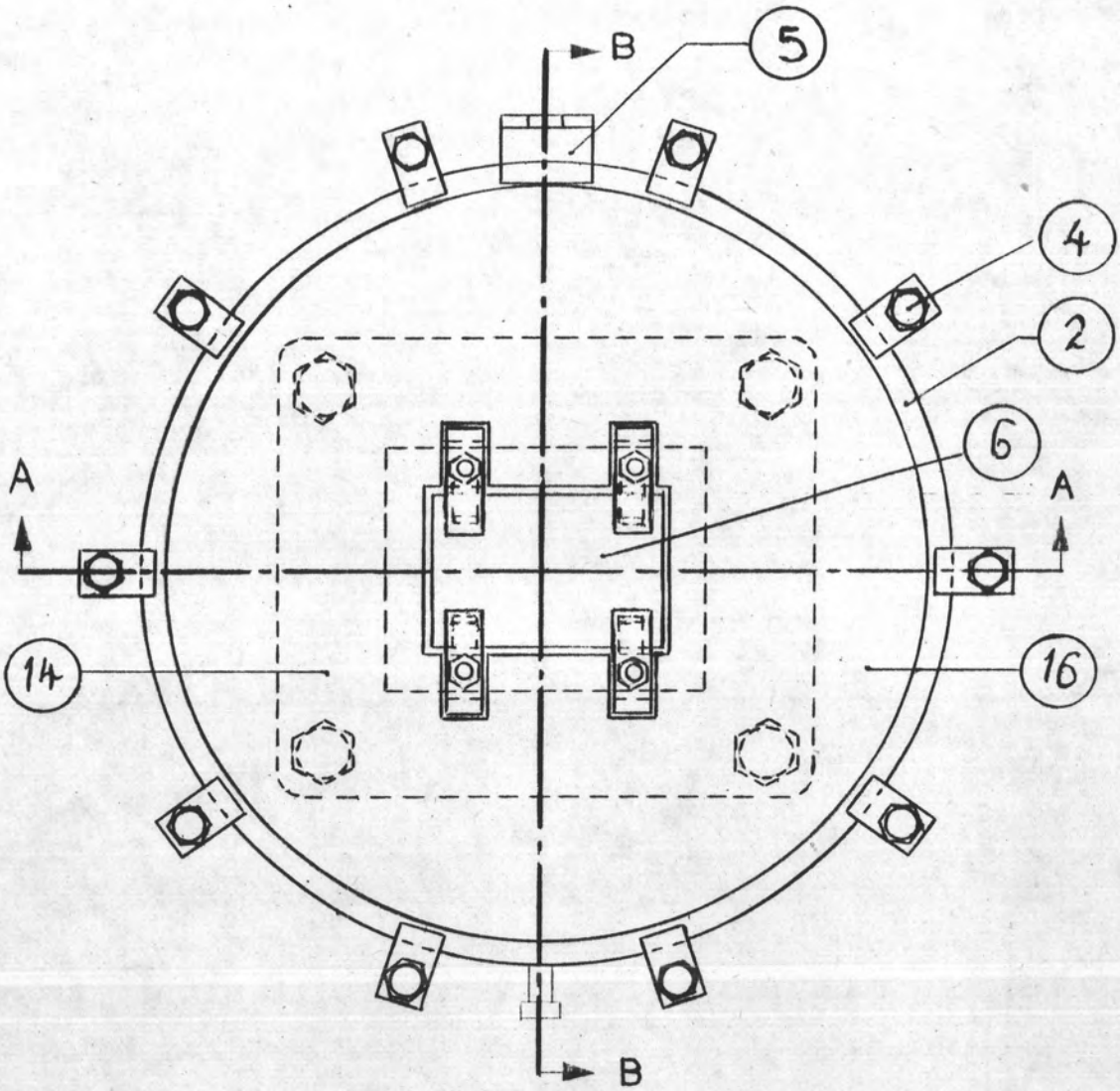
1. ฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม
2. กล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม
3. ปะเก็นระหว่างฝาครอบกับกล่องโลหะ เพื่อป้องกันไม่ให้อากาศซึมเข้าไปในเครื่องมือวัด
4. สกรูยึดฝาครอบกับกล่องโลหะให้แน่น
5. บานพับสำหรับให้ฝาครอบและกล่องโลหะประกบกันได้แนบสนิท
6. ชิ้นงานทดลอง
7. แผ่นทองแดงวางบนอุปกรณ์ทำความร้อนหมาย เลข 8
8. อุปกรณ์ทำความร้อนอันที่จ่ายความร้อนให้กับชิ้นงานทดลอง
9. แผ่นทองแดงวางใต้อุปกรณ์ทำความร้อนหมาย เลข 8
10. ฉนวนแอส เบสโทสวางระหว่างพื้นถาดทองแดงกับแผ่นทองแดงอันที่วางให้อุปกรณ์ทำความร้อนหมาย เลข 8
11. ถาดทองแดง
12. อุปกรณ์ทำความร้อนส่วนล่างวางใต้ถาดทองแดง
13. แผ่นฉนวนแอส เบสโทส
14. ฐานรองทำด้วย เหล็ก
15. ฉนวนแอส เบสโทสแผ่นกลม
16. แผ่นอลูมิ เนียม
17. อุปกรณ์ทำความร้อนส่วนนอก
18 ฉนวนเบเกอไรท์วางบนขอบถาดทองแดง
19 ฉนวนแอส เบสโทสสำหรับรองถาดทองแดง

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



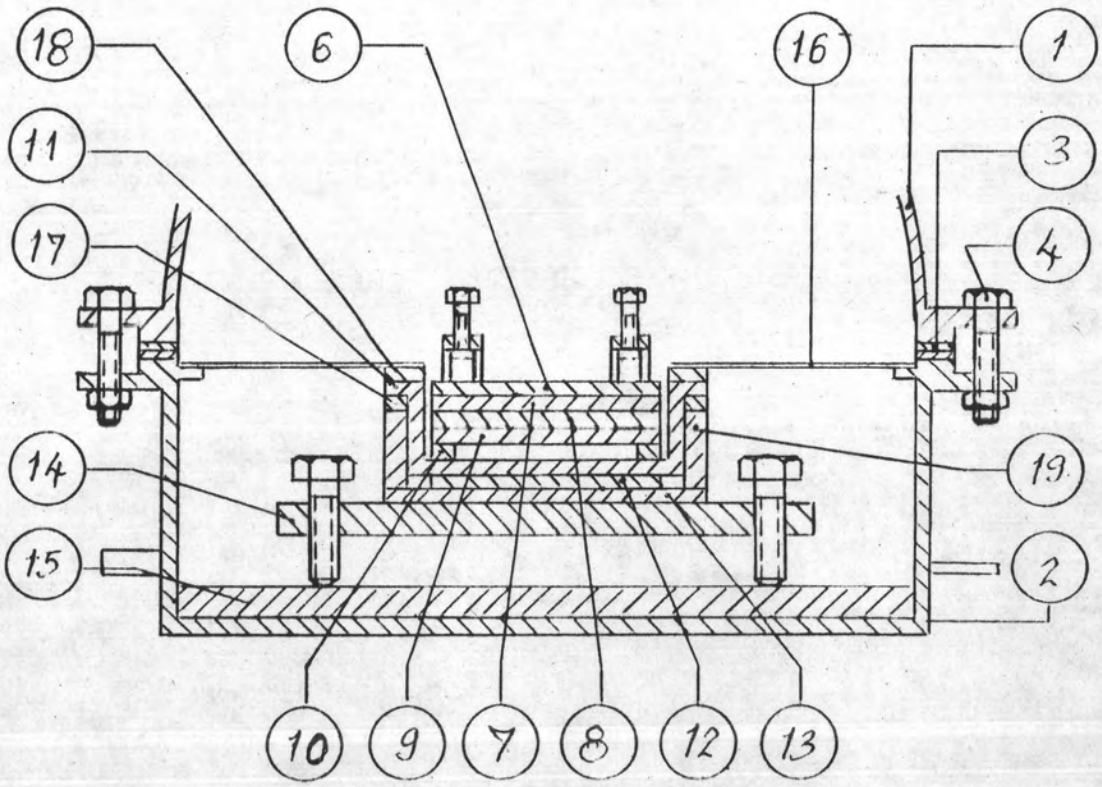

ก. ภาพด้านหน้าภายนอกของกล่องไลทะและฝาครอบ

รูป 3.4 แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนที่สร้างขึ้น



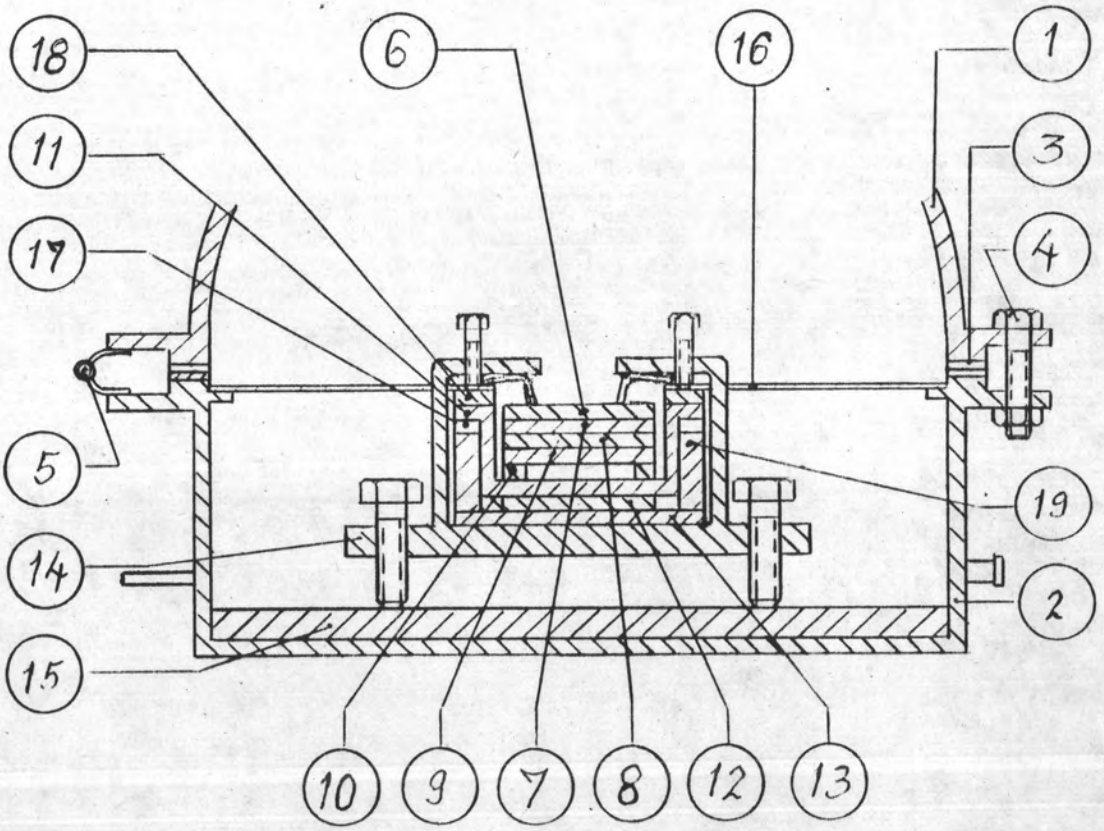

ข. ภาพตัด C - C แสดงภาพด้านบนภายในของเครื่องมือวัด

รูป 3.4 (ต่อ) แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนที่สร้างขึ้น




ค. ภาพตัด A – A แสดงภาพด้านข้างภายในของเครื่องมือวัด

รูป 3.4 (ต่อ) แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนที่สร้างขึ้น




ง. ภาพตัด B – B แสดงภาพด้านข้างภายในของเครื่องมือวัด

**รูป 3.4 (ต่อ)** แสดงส่วนประกอบของเครื่องมือวัดคำการปล่อยออกรังสีความร้อนที่สร้างขึ้น

อธิบายภาพ 3. 4

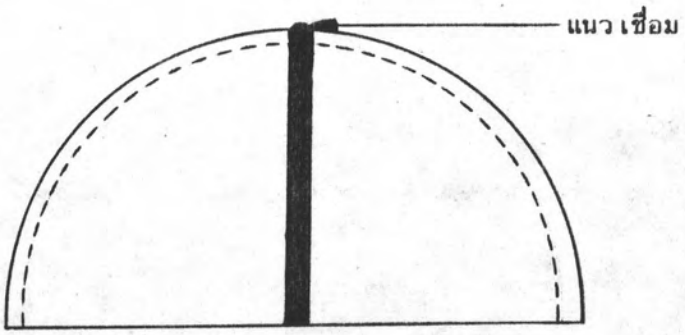
ฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม (หมาย เลข 1)

เครื่องมือที่ใช้วัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนที่สร้างขึ้นต้องหลีก เลี่ยงการพาความร้อนจากชิ้นงานไปยังฝาครอบให้มี เฉพาะการแผ่รังสีความร้อน จากชิ้นงานไปยังฝาครอบ เพียงอย่าง เดียว ดังนั้นภายใน เครื่องมือจึงต้องทำให้ เป็นสูญญากาศ เครื่องมือนี้ เมื่อดูจากส่วนประกอบภายนอกจะ เห็น เป็นฝาครอบ กล่องโลหะและสกรูยึดระหว่างหน้าจานของฝาครอบกับกล่องโลหะ เมื่อพิจารณาฝาครอบ ฝาครอบอาจมีรูปร่าง เป็นครึ่งทรงกลม หรือรูปทรง เรขาคณิตหลาย เหลี่ยมก็ได้ การที่จะ เลือกรูปร่างของฝาครอบ เป็นทรงใดนั้นต้องพิจารณาองค์ประกอบในการทำงาน เกี่ยวข้องด้วยคือ เครื่องมือนี้ต้องควบคุมอุณหภูมิผิวของฝาครอบให้คงที่ สารตัวกลางที่ใช้ควบคุมอุณหภูมิผิวของฝาครอบอาจจะ เป็นน้ำหรืออากาศซึ่ง เป็นของไหล ถ้า เลือกรูปร่างฝาครอบ เป็นทรง เรขาคณิตหลาย เหลี่ยม การควบคุมอุณหภูมิผิวของฝาครอบจะกระทำได้ยาก เนื่องจากรูปร่างของฝาครอบ เป็น เหลี่ยมหรือมุม ของไหลที่ไหลไปตามผิวของฝาครอบแต่ละด้านอาจไหลไม่กระจายอย่างสม่ำ เสมอ บางส่วนของผิวฝาครอบอาจมีปริมาณของไหลไหลผ่านมาก ซึ่งก็ทำให้ผิวของฝาครอบบริ เวณนั้นมีอุณหภูมิต่ำ ถ้าส่วนของผิวฝาครอบมีปริมาณของไหลไหลผ่านน้อยก็ทำให้ผิวของฝาครอบบริ เวณนั้นมีอุณหภูมิสูง สำหรับฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม การควบคุมอุณหภูมิผิวของฝาครอบให้คงที่นั้นกระทำได้ง่ายกว่า เนื่องจากรูปร่างของฝาครอบไม่ เป็น เหลี่ยม เมื่อปล่อยของไหลให้ไหลลงบนส่วนยอดของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม ของไหลจะไหลกระจายออกไปทุกทิศทาง จึงทำให้แต่ละส่วนของผิวฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมมีอุณหภูมิ เท่ากัน หรือใกล้ เคียงกัน ดังนั้นจึง เลือกฝาครอบที่มีรูปร่าง เป็นครึ่งทรงกลม

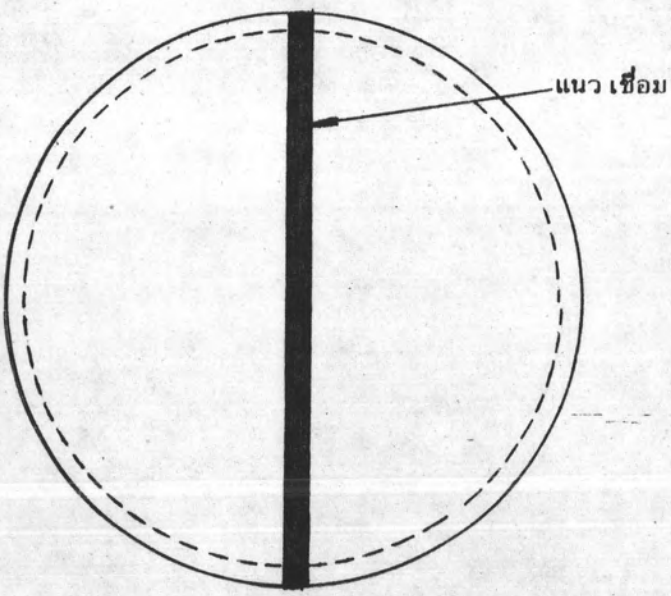
ในการ เลือกวัสดุ เพื่อนำมาสร้างฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมนั้น ควร เลือกวัสดุที่ทราบค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน เพื่อที่จะสามารถนำไปคำนวณหาค่าการปล่อยออกรังสีความร้อนของชิ้นงานได้ วัสดุที่อยู่ในข่ายการ เลือกมี แก้วไพ เร็ค (Pyrex Glass) แล็ค เกอร์สีดำพ่นหรือทาบน เหล็ก หินอ่อนขัดมันสี เทาและพอร์ช เลนผิวมัน (Polished Porcelain) ซึ่งมีค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน 0.95 - 0.85 0.875 0.93 และ 0.92 ตามลำดับ (7) เมื่อพิจารณาแก้วไพ เร็ค เป็นอันดับแรก แก้วไพ เร็คมีผิวไปร่งใสสามารถมอง เห็นภายในได้

แต่แก้วไพเร็คนี้แตกได้ง่าย ถ้าแก้วไพเร็คนี้แตกหรือร้าวแล้วต้องเปลี่ยนใหม่ เมื่อพิจารณาเหล็กในอันดับต่อไป วัสดุเหล็กหาได้ง่าย สามารถขึ้นรูปหรือตกแต่งรูปร่างได้อาจโดยการเคาะ ตัด บิด เจาะ ตะไบหรือเชื่อมซึ่งสามารถกระทำได้ง่าย ถ้าเลือกใช้เหล็กทำเป็นฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมแล้ว การประกอบฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมกับกล่องไลทะสามารถออกแบบหน้าจานของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม และหน้าจานของกล่องไลทะได้ง่าย สำหรับหินอ่อนขัดมันสีเทาและพอร์ชเลนผิวมัน มีขั้นตอนในการผลิตที่ยุ่งยากและมีโอกาสแตก ร้าวหรือบิ่นได้ด้วยเหตุผลข้างต้นจึงเลือกเหล็กเป็นวัสดุในการทำฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม

ในการผลิตฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม กระทำได้โดยการทำแม่แบบ (Pattern) เป็นรูปครึ่งทรงกลมแล้วใช้เครื่องจักรกดเหล็กแผ่นให้เป็นรูปครึ่งทรงกลมตามแม่แบบ จากการติดต่อโรงงานผลิตถังและถังแกสจำนวนหลายโรงงาน เมื่อให้ผลิตฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมทุกโรงงานปฏิเสธการผลิตฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมโดยวิธีนี้และให้เหตุผลว่าไม่มีเวลาสร้างแม่แบบให้และค่าใช้จ่ายในการทำแม่แบบสูงมากคิดมูลค่าเป็นเงินแล้ว ประมาณหนึ่งหมื่นบาทขึ้นไป ดังนั้นจึงเปลี่ยนวิธีการผลิตฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมโดยใช้วิธีเคาะขึ้นรูปด้วยค้อนและแม่แบบซึ่งทำด้วยไม้ โดยวิธีนี้สามารถหาผู้รับจ้างผลิตได้ ผู้รับจ้างได้สร้างแม่แบบไม้เป็นลักษณะครึ่งหนึ่งของครึ่งทรงกลมจำนวน 1 แม่แบบ แล้วนำเหล็กแผ่นมาเคาะขึ้นรูปให้เป็นรูปตามแม่แบบจำนวน 2 ชิ้น ดังรูป3.5 จากนั้นจึงนำมาเชื่อมต่อกันเป็นรูปครึ่งทรงกลม เชื่อมทั้งผิวด้านนอกและผิวด้านในของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมแล้วเจียรนัยแนวเชื่อมให้เรียบ ส่วนขอบของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมทำให้เป็นหน้าจาน (Flange) เมื่อประกอบกับหน้าจานของกล่องไลทะ หน้าจานของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมผลิตโดยตัดเหล็กแผ่นหนาครึ่งนิ้วให้เป็นวงแหวน เชื่อมวงแหวนเหล็กกับส่วนขอบของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมก็ได้ เป็นหน้าจานของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม ทำความสะอาดผิวภายในของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม แล้วพ่นสีแลคเกอร์ดำซึ่งใช้สีตรา TOA ชนิดทนความร้อนได้ไม่เกิน 650 องศาเซลเซียส




ก. ภาพด้านหน้าของแต่ละส่วนของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม เมื่อ เชื่อมแล้ว ได้ เป็นฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม




ข. ภาพด้านบนของแต่ละส่วนของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม เมื่อ เชื่อมแล้ว ได้ เป็นฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม

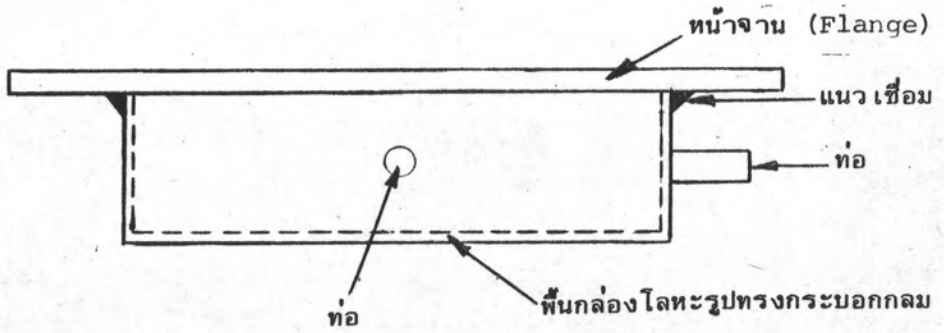
รูป 3.5 แสดงลักษณะการผลิตฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม

กล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม (หมายเลข 2)

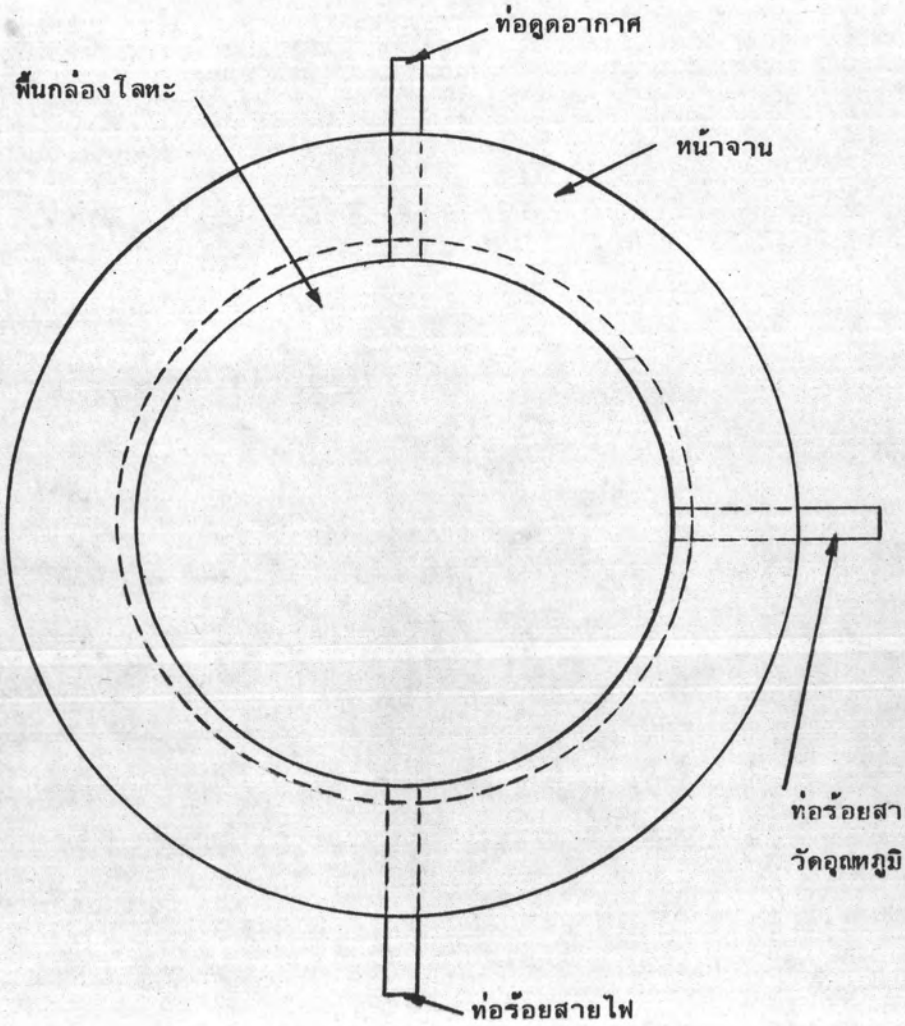
เมื่อได้ฝาครอบมีรูปร่างเป็นครึ่งทรงกลม กล่องโลหะนี้ใช้รองรับฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมจึงต้องเป็นรูปทรงกระบอกกลมด้วย กล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลมผลิตโดยนำเหล็กแผ่นมาม้วนให้เป็นรูปทรงกระบอกแล้วเชื่อมตะเข็บ จากนั้นนำเหล็กแผ่นอีกอันหนึ่งตัดให้เป็นวงกลมมีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับเส้นผ่านศูนย์กลางนอก ของกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม เชื่อมเหล็กรูปวงกลมกับปลายด้านหนึ่งของกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม เมื่อทำหน้าที่เป็นพื้นกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม ปลายอีกด้านหนึ่งของกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม เชื่อมด้วยวงแหวนเหล็กหนาครึ่งนิ้วเมื่อให้เป็นหน้าจาน (Flange) ดังรูป 3.6 หน้าจานรูปวงแหวนของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม และกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลมมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากัน ด้านข้างของกล่องโลหะเจาะรูและต่อท่อไว้ทั้งหมด 3 แห่ง เพื่อใช้สำหรับดูดอากาศภายในเครื่องมือวัดให้เป็นสูญญากาศท่อหนึ่ง สำหรับสายไฟเพื่อป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทำความร้อนท่อหนึ่ง และสำหรับสายวัดอุณหภูมิอีกท่อหนึ่ง

ท่อสำหรับดูดอากาศเพื่อให้ภายในเครื่องมือวัดเป็นสูญญากาศได้แสดงไว้ที่รูป 3.7 การประกอบท่อดูดอากาศเข้ากับด้านข้างกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลมมีขั้นตอนดังนี้ เจาะรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 มิลลิเมตรที่ด้านข้างกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม ใช้ท่อทองแดงขนาด 1/4" สวมกับรูที่เจาะไว้แล้วบัดกรีด้วยลวดทองเหลืองทั้งด้านในและด้านนอกของผนังด้านข้างกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม ปลายอีกข้างหนึ่งของท่อทองแดงบัดกรีกับ Serrvice Valve - Schrader Type ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำหรับดูดอากาศออกจากภายในเครื่องมือวัด ซึ่งแสดงรูปภายนอกของ Service Valve ไว้ที่รูป 3.8

ท่อสำหรับใส่สายไฟเพื่อป้อนพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ทำความร้อน ประกอบเข้ากับผนังด้านข้างกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลมโดยใช้ท่อเหล็กขนาด 3/4 นิ้ว เชื่อมต่อกับผนังนอกด้านข้างกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม ซึ่งได้เจาะรูไว้แล้ว ดังรูป 3.9 ท่อสำหรับใส่สายไฟนี้อยู่ตรงข้ามกับท่อสำหรับดูดอากาศ โดยดูจากรูป 3.6 นำสายไฟจำนวน 3 คู่ ร้อยใส่ท่อเหล็กให้เลยเข้าไปภายในผนังกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลมประมาณ 150 มิลลิเมตร เพื่อที่ให้ปลายสายไปต่อกับอุปกรณ์ทำความร้อนได้ ก่อนที่จะใส่สายไฟเข้าไปในท่อเหล็กต้องทำความสะอาดท่อเหล็กเสียก่อนโดยใช้ทินเนอร์เช็ดทำความสะอาด ต่อไปจึงใช้ซิลิโคน (Silicone)

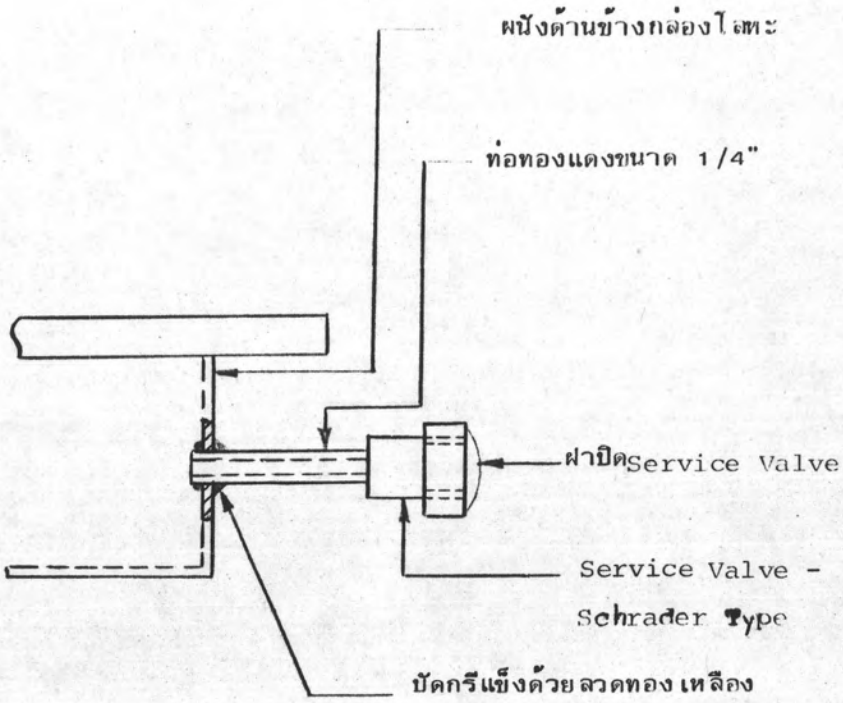



ก. ภาพด้านหน้าของกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม

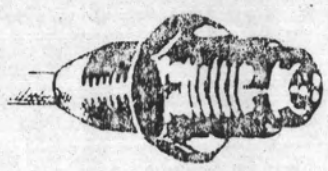



ข. ภาพด้านบนของกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม

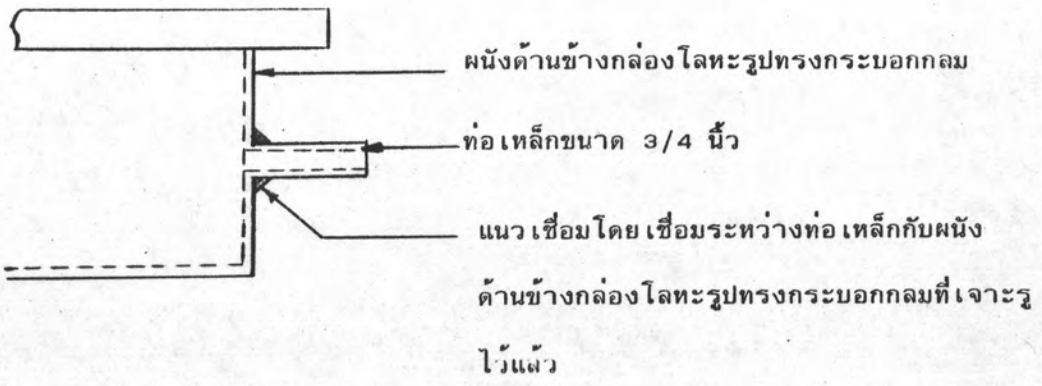
รูป 3.6 แสดงรูปร่างของกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม



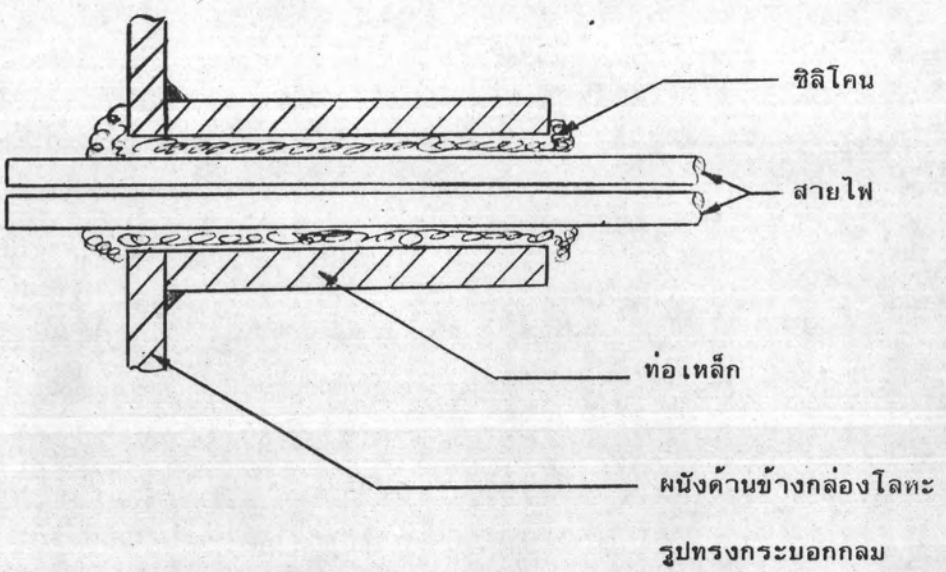

รูป 3.7 แสดงการต่อท่อดูดอากาศเข้ากับด้านข้าง ของกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม



รูป 3.8 แสดงรูปร่างภายนอกของ Service Valve Schrader Type



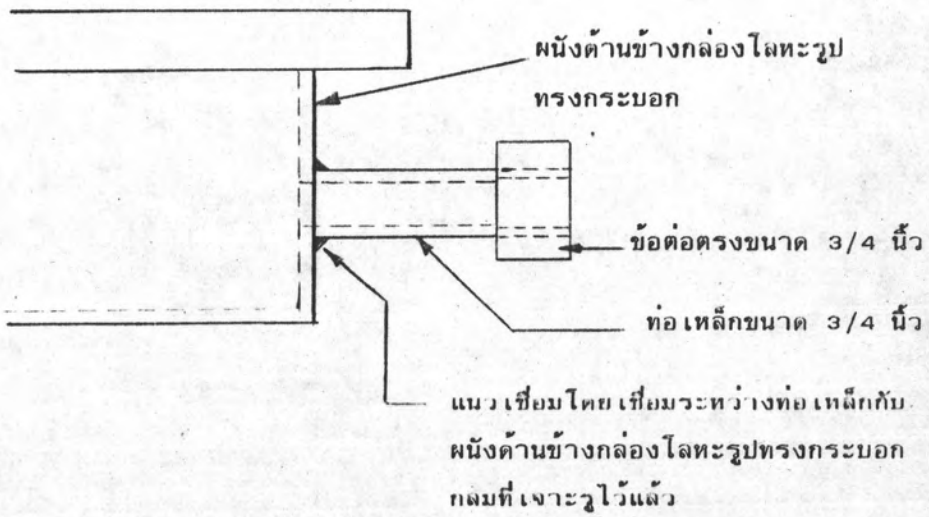

รูป 3.9 แสดงการต่อท่อสำหรับใส่สายไฟเข้ากับผนังด้านข้าง
ของกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม



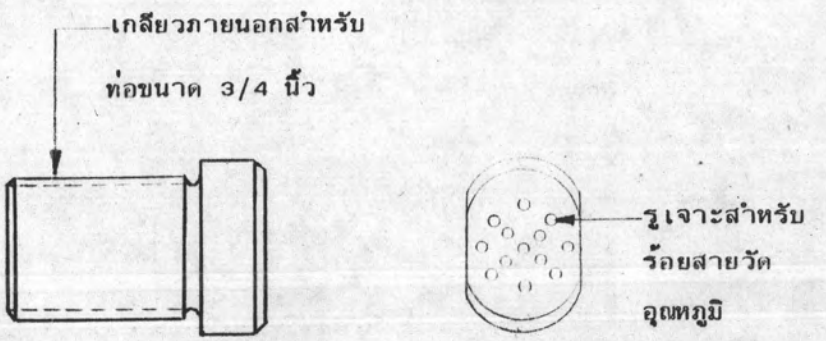

รูป 3.10 แสดงลักษณะการใส่สายไฟและอุดด้วยซิลิโคนของท่อเหล็ก

อุดเข้าไปในท่อเหล็กที่ใส่สายไฟไว้แล้ว ลักษณะการใส่สายไฟและอุดด้วยซิลิโคนได้แสดงในรูป 3.10 ปล่อยซิลิโคนให้เข็งตัวโดยใช้เวลาไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง ในช่วงเวลา 24 ชั่วโมงนี้ สายไฟหรือกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลมจะขยับเขยื้อนไม่ได้ เพราะจะทำให้ซิลิโคนไม่เกาะติดกับผนังท่อเหล็กหรือสายไฟซึ่งส่งผลให้มีอากาศรั่วไหลได้

ท่อสำหรับใส่สายวัดอุณหภูมิอยู่ระหว่างท่อสำหรับดูดอากาศ และท่อสำหรับใส่สายไฟซึ่งแสดงในรูป 3.6 ท่อที่ใช้เป็นท่อเหล็กขนาด 3/4 นิ้ว ปลายข้างหนึ่งเป็นเกลียวภายนอก ส่วนปลายอีกข้างหนึ่งไม่เป็นเกลียว นำปลายท่อเหล็กที่ไม่มีเกลียวเชื่อมต่อกับผนังภายนอกของด้านข้างกล่องโลหะรูปทรงกระบอกที่เจาะรูไว้แล้ว ดังรูป 3.11 ส่วนปลายท่อเหล็กด้านที่มีเกลียวสวมด้วยข้อต่อตรงขนาด 3/4 นิ้ว โดยใช้แถบเทปกันอากาศรั่วมันรอบเกลียวนอกของท่อเหล็กก่อน ปลายอีกข้างหนึ่งของข้อต่อตรงจะสวมกับปลั๊กเทฟลอน ปลั๊กเทปลอนนี้เจาะรูไว้ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.2 มิลลิเมตรไว้จำนวน 14 รู ลักษณะของปลั๊กเทฟลอนแสดงในรูป 3.12 รูที่เจาะไว้บนปลั๊กเทฟลอนใช้สำหรับร้อยสายวัดอุณหภูมิ เพื่อใช้วัดอุณหภูมิของชิ้นส่วนต่าง ๆ ภายในเครื่องมือวัด สายวัดอุณหภูมิเป็นสายเทอร์โมคัพเปิล Type - K (วัสดุ Chromel - Alumel) เปลือกที่หุ้มสายวัดอุณหภูมิเป็นไฟเบอร์กลาส (Fibre Glass) ถักสานกัน ซึ่งอากาศรั่วไหลตามรอยต่อไฟเบอร์กลาสถักได้ เมื่อจะร้อยสายวัดอุณหภูมิผ่านปลั๊กเทฟลอนจึงต้องเอาไฟเบอร์กลาสถักออก ไฟเบอร์กลาสถักที่เอาออกจากสายวัดอุณหภูมิคิดเป็นความยาวประมาณ 250 มิลลิเมตร ต่อไปนำสายวัดอุณหภูมิที่ปอกสายไฟเบอร์ถักแล้ว ร้อยผ่านรูเจาะของปลั๊กเทฟลอนจนสุดระยะที่ปอกสาย ร้อยสายวัดอุณหภูมิจนครบทุกรูเจาะ แล้วใช้กาวอิป๊อกซีปิดช่องว่างระหว่างรูเจาะกับสายวัดอุณหภูมิให้ครบทุกช่องว่าง แล้วทิ้งให้กาวอิป๊อกซีแข็งตัวซึ่งใช้เวลาประมาณ 1 ชั่วโมง ต่อไปนำ Tape Seal สำหรับกันอากาศรั่วพันรอบเกลียวนอกของปลั๊กเทฟลอนแล้วนำไปสวมกับข้อต่อตรง สายวัดอุณหภูมิที่ปอกสายไฟเบอร์กลาสออกแล้วก็จะผ่านทะลุข้อต่อตรง ท่อเหล็กและผนังด้านข้างกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม จากนั้นนำสายไฟเบอร์กลาสถักสวมเข้ากับสายวัดอุณหภูมิที่ปอกสายไฟเบอร์กลาสถักจนครบทุกสายวัดอุณหภูมิ ทั้งนี้เพื่อไม่ให้สายวัดอุณหภูมิสัมผัสกันจนลัดวงจรไฟฟ้า แล้วใช้ซิลิโคนอุดระหว่างผนังภายในท่อเหล็กกับสายวัดอุณหภูมิที่มีไฟเบอร์กลาสหุ้มอยู่ ซึ่งรายละเอียดแสดงในรูป 3.13



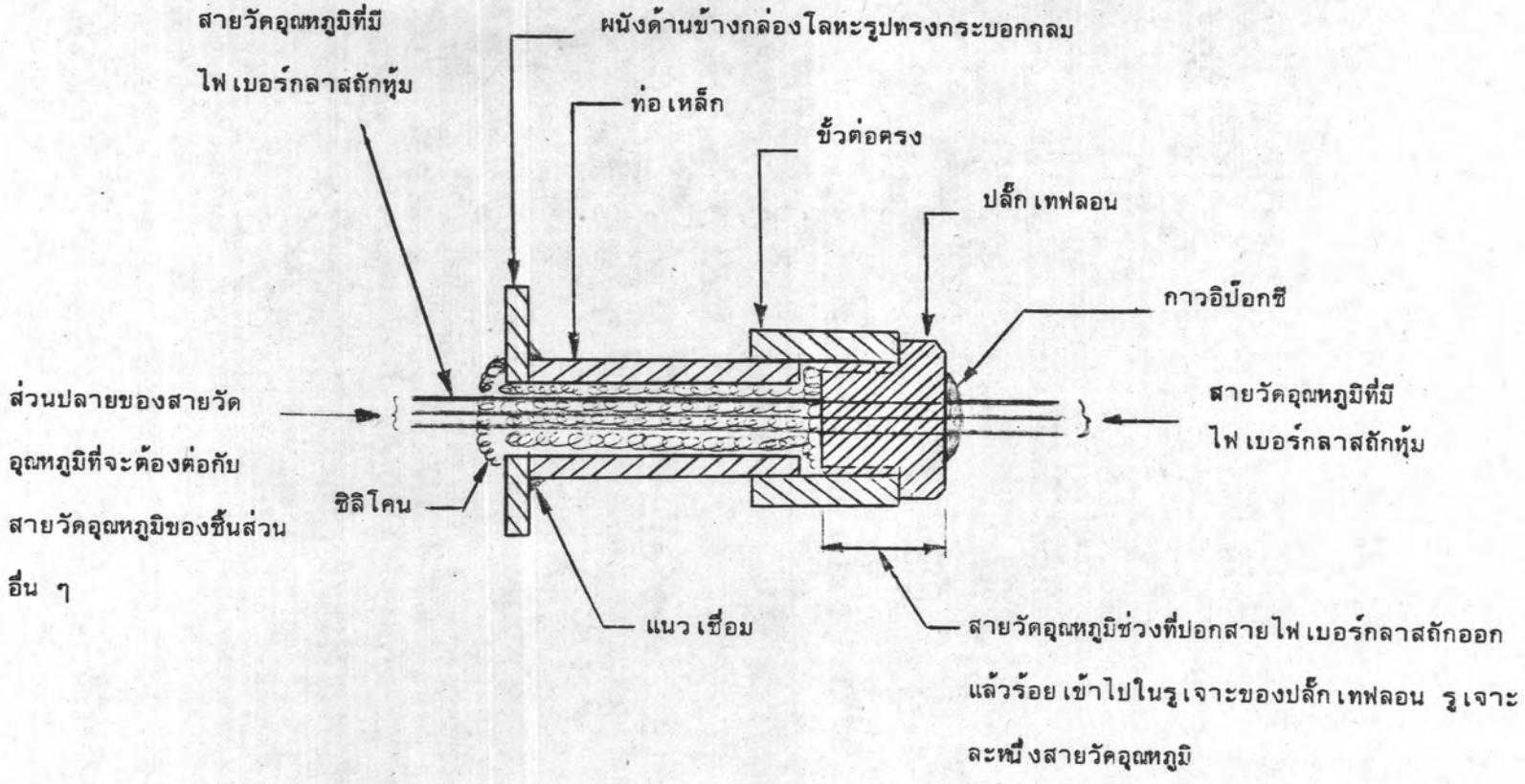

รูป 3.11 แสดงการต่อท่อสำหรับใส่สายวัดอุณหภูมิ เข้ากับผนังด้านข้างกล่องไลทะรูปทรงกระบอกกลม




ก. ภาพด้านข้างภายนอกของปลั๊กเทฟลอน

ข. ภาพด้านหน้าภายนอกของปลั๊กเทฟลอน

รูป 3.12 แสดงลักษณะของปลั๊กเทฟลอนซึ่งใช้ต่อกับข้อต่อตรงขนาด 3/4"



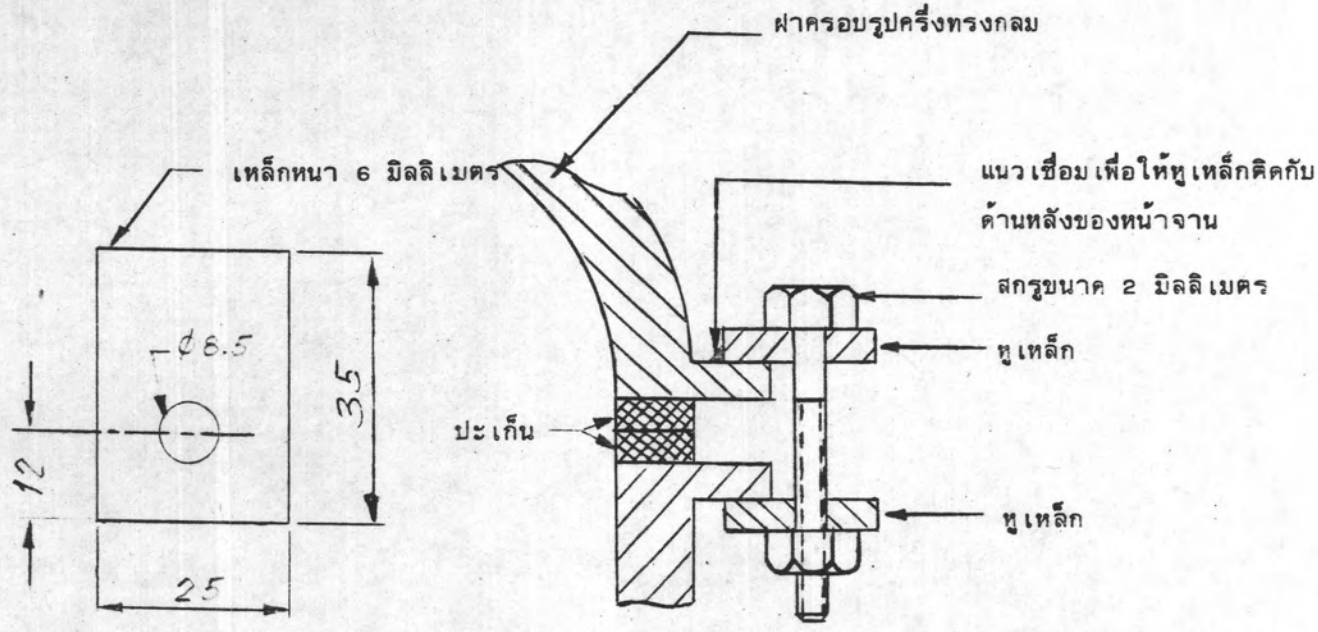

รูป 3.13 แสดงลักษณะการใส่สายวัดอุณหภูมิผ่านผนังด้านข้างกล่องโลหะรูปทรงกระบอกกลม

ปะเก็นระหว่างฝาครอบกับกล่องไลหะ (หมายเลข 3) สกรูยึดฝาครอบกับกกล่องไลหะ (หมายเลข 4) บานพับเพื่อให้ฝาครอบกับกล่องไลหะประกบกันได้สนิท (หมายเลข 5)

ในการประกอบฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมกับกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลมนั้น หน้าจานของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมและหน้าจานของกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลมต้องเรียบ มิฉะนั้นแล้วอากาศจะรั่วไหลเข้าไปภายในเครื่องมือวัดได้ ผิวของหน้าจานควรใช้วิธีเจียรนัย แต่เครื่องเจียระนัยที่หาได้มีความสามารถเจียรนัยวัสดุที่มีขนาดเล็ก จึงใช้วิธีกลึงผิวของหน้าจานแทน ในกรณีของการกลึงผิวหน้าจานของกล่องไลหะกระทำได้ง่ายโดยไม่มีปัญหา แต่สำหรับการกลึงผิวหน้าจานของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม มีปัญหาเรื่องหน้าจานของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมสะท้านเมื่อป้อนมีดกลึง จึงทำการแก้ไขด้วยวิธีต่าง ๆ แต่ไม่ประสบผลสำเร็จ ในที่สุดแก้ปัญหาโดยการใช้อุปกรณ์ยันศูนย์ของเครื่องกลึงเข้าช่วยประคอง จึงสามารถกลึงผิวหน้าจานของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมให้เรียบได้

เมื่อหน้าจานของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมและหน้าจานของกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลมมีผิวเรียบแล้ว ให้ใช้ปะเก็น (Packing) ชนิดทนความร้อนตัดให้เป็นวงแหวนขนาดเท่ากับหน้าจาน จำนวน 2 อัน อันหนึ่งใช้กับหน้าจานของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมและอีกอันหนึ่งใช้กับหน้าจานของกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม การทำให้ปะเก็นติดกับหน้าจานได้นั้นใช้แชล-แล็คสำหรับปะเก็นโดยเฉพาะทาที่ผิวหน้าจาน และผิวของปะเก็น แต่หน้าของปะเก็นแต่ละอันที่สัมผัสกันไม่ต้องทาแชลแล็ค มิฉะนั้นแล้วจะถอดฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมออกจากกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลมไม่ได้ ต่อไปจึงประกอบฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมกับกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม แล้วใช้หูเหล็กซึ่งรูปร่างดังรูป 3.14 เชื่อมเข้ากับด้านหลังของหน้าจานฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมและด้านหลังของหน้าจานกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม หูเหล็กนี้เจาะรูขนาด 8.5 มิลลิเมตร ขณะที่จะเชื่อมหูเหล็กนั้นต้องให้รูของหูเหล็กซึ่งอยู่ที่ด้านหลังหน้าจานฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมตรงกับรูของหูเหล็กซึ่งอยู่ที่ด้านหลังของหน้าจานกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม ทำการเชื่อมหูเหล็กจำนวน 10 ชุด ให้อยู่โดยรอบฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม และกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม ใส่สกรูขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 มิลลิเมตร ลงในรูของหูเหล็กแล้วขันให้แน่น และใช้บานพับติดระหว่างด้านหลังของหน้าจานฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมกับด้านหลังของหน้าจานฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมกับด้านหลังของหน้าจานกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม เพื่อว่าในการประกอบเครื่องมือวัดแต่ละครั้ง ตำแหน่งรูของหูเหล็กจะได้ไม่เปลี่ยนตำแหน่งไป

หน่วย : มิลลิเมตร



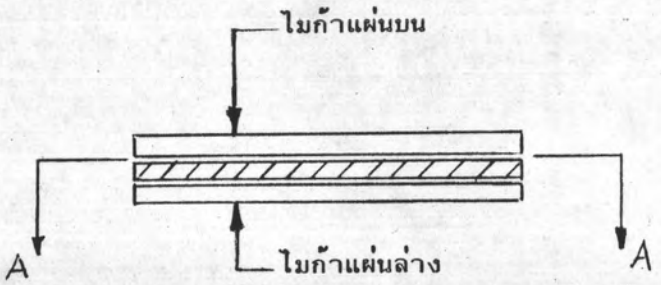

ก. รูปร่างและขนาดของหูเหล็ก

ข. แสดงการประกอบฝาครอบและกล่องโลหะ
โดยใช้หูเหล็กและสกรู

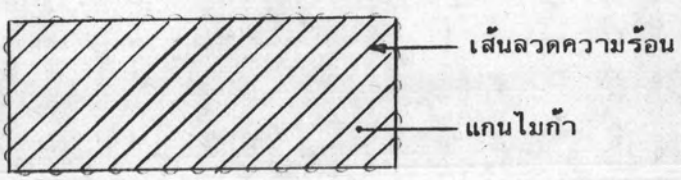
รูป 3.14 แสดงรูปร่างและตำแหน่งของหูเหล็กที่เชื่อมกับด้านหลังของหน้าจานฝาครอบ
และด้านหลังของหน้าจานกล่องโลหะ

ชิ้นงานทดลอง (หมายเลข 6)

สำหรับภายในเครื่องมือวัดช่องการปล่อยออกรังสีความร้อน มีชิ้นงานทดลองซึ่งจะแลกเปลี่ยนความร้อนกับฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม ชิ้นงานทดลองนี้ได้รับความร้อนมาจากอุปกรณ์ทำความร้อน ซึ่งอุปกรณ์ทำความร้อนใช้พลังงานไฟฟ้า อุปกรณ์ทำความร้อนผลิตโดยใช้เส้นลวดความร้อนชนิดแบนพันรอบแกนไมก้า แล้วปิดทับด้วยไมก้าทั้งด้านบนและด้านล่าง ซึ่งแสดงลักษณะการพันดังรูปที่ 3.15 ไมก้าที่ใช้ปิดด้านบนและด้านล่าง เพื่อว่าเมื่อนำแผ่นโลหะมาวางแล้วไม่เกิดการลัดวงจรไฟฟ้า



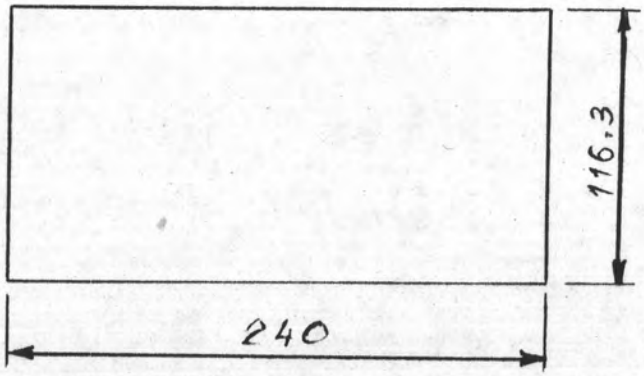

ก. ภาพด้านข้างภายนอกแสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ทำความร้อน




ข. ภาพตัด A-A แสดงลักษณะการพันเส้นลวดความร้อนบนแกนไมก้า

รูป 3.15 แสดงลักษณะการพันเส้นลวดความร้อนบนแกนไมก้า
และส่วนประกอบของอุปกรณ์ทำความร้อน

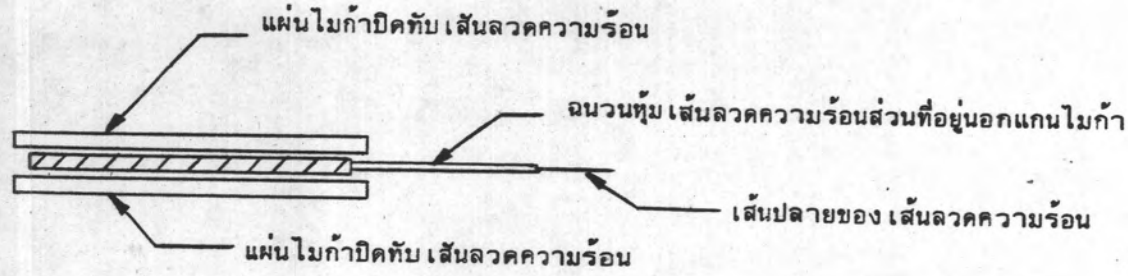
หน่วยมิลลิเมตร



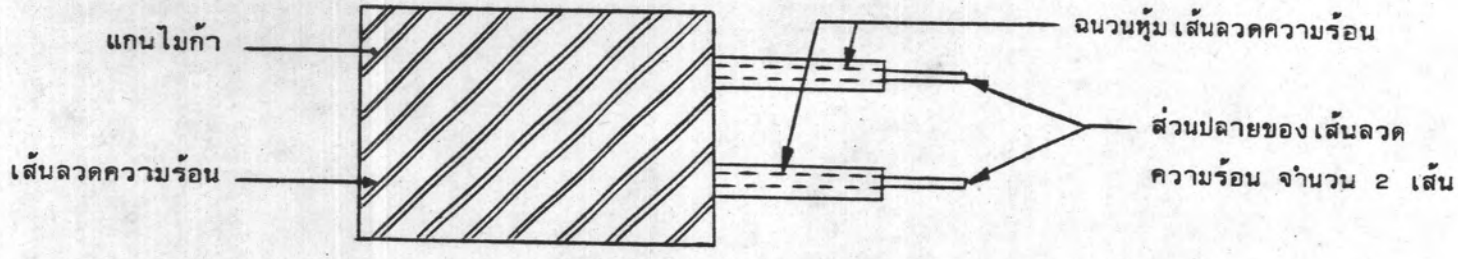

รูป 3.16 แสดงรูปร่างและขนาดของอุปกรณ์ทำความร้อนอันที่จ่ายความร้อน ให้กับชิ้นงานทดลอง

<u>อุปกรณ์ทำความร้อนอันที่จ่ายความร้อนให้กับชิ้นงานทดลอง (หมายเลข 8) และอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนล่าง (หมายเลข 12)</u>

เมื่อได้ขนาดชิ้นงานทดลองแล้วก็ได้ขนาดอุปกรณ์ทำความร้อนและชิ้นส่วนอื่น ๆ ตามไปด้วย ขนาดของอุปกรณ์ทำความร้อนที่จ่ายความร้อนให้กับชิ้นงานทดลองและอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนล่างมีขนาดเท่ากัน แสดงในรูปที่ 3.16 สำหรับการผลิตให้กับชิ้นงานทดลอง (หมายเลข 8) และอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนล่าง (หมายเลข 12) อุปกรณ์ทำความร้อนได้จ้างร้านที่รับผลิตอุปกรณ์ทำความร้อน ส่วนประกอบของอุปกรณ์ทำความร้อนได้แสดงในรูปที่ 3.17 ซึ่งประกอบด้วย เส้นลวดความร้อนชนิดแบบพันรอบแกนไมก้า หลังจากพันเส้นลวดความร้อนแล้วมีแผ่นไมก้าปิดด้านบนและด้านล่างแล้วใช้ลวดเหล็กเย็บตามมุมทั้งสี่ของแผ่นไมก้าอันบนและอันล่างให้ติดกัน ทำให้แกนไมก้าซึ่งมีเส้นลวดความร้อนพันอยู่ไม่สามารถขยับได้ เส้นลวดความร้อนที่อยู่นอกแกนไมก้าใช้ฉนวนหุ้มเส้นลวดความร้อน ซึ่งฉนวนที่ใช้เป็นฉนวนประเภทใยแก้วมีลักษณะเป็นหลอดยาว




ก. ภาพด้านข้างของอุปกรณ์ทำความร้อน




ข. แสดงการพัน เส้นลวดความร้อนรอบแกนไมก้า

รูป 3.17 แสดงส่วนประกอบของอุปกรณ์ทำความร้อน

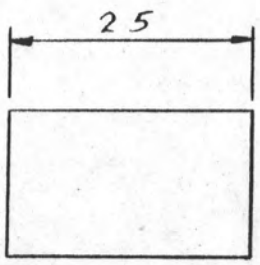
แผ่นทองแดงอันบนซึ่งวางรับชิ้นงานทดลอง (หมายเลข 7) และแผ่นทองแดงอันล่างซึ่งวางรับอุปกรณ์ทำความร้อน (หมายเลข 9)

แผ่นทองแดงอันบนและแผ่นทองแดงอันล่าง มีความหนาแผ่นละ 1 มิลลิเมตร และมีขนาดเท่ากับชิ้นงานทดลอง แผ่นทองแดงใช้กระจายความร้อนที่ได้รับมาจากอุปกรณ์ทำความร้อน (หมายเลข 8) ให้มีอุณหภูมิเท่ากันหรือใกล้เคียงกันตลอดทั่งแผ่นทองแดง แผ่นทองแดงอันบน (หมายเลข 7) เมื่อได้รับความร้อนแล้วก็จ่ายความร้อนให้กับชิ้นงานทดลองอีกทีหนึ่ง แผ่นทองแดงอันล่าง (หมายเลข 9) เป็นส่วนที่กันความร้อนสูญเสียทางด้านล่าง ซึ่งต้องทำให้อุณหภูมิของแผ่นทองแดงอันล่างเท่ากับอุณหภูมิของถาดทองแดง (หมายเลข 11) จึงจะไม่มีความร้อนสูญเสียออกไป

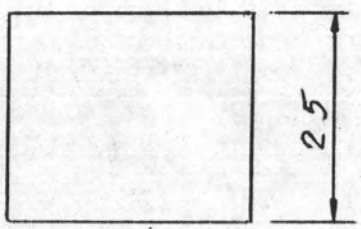
ฉนวนแอสเบสไทสอยู่ระหว่างแผ่นทองแดงอันล่างกับถาดทองแดง (หมายเลข 10)

ฉนวนแอสเบสไทสนี้ใช้รองรับแผ่นทองแดงอันล่าง (หมายเลข 9) และวางบนถาดทองแดง (หมายเลข 11) โดยใช้ฉนวน 4 อัน วางตามมุมของพื้นถาดทองแดง ฉนวนนี้ทำให้เกิดช่องว่างระหว่างแผ่นทองแดงอันล่างกับพื้นถาดทองแดง ทั้งนี้เพื่อสะดวกในการเปรียบเทียบอุณหภูมิ ขนาดและรูปร่างของฉนวนแอสเบสไทสแสดงในรูปที่ 3.18 สำหรับความสูงของฉนวนให้ปรับแต่งจนทำให้ชิ้นงานทดลองอยู่ระดับเดียวกับขอบด้านบนของถาดทองแดง ฉนวนแอสเบสไทสเป็นฉนวนที่มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อน 0.151 W/m-C° (5) ทนความร้อนได้ถึงอุณหภูมิ 1200 องศาเซลเซียส (9)

หน่วยมิลลิเมตร




ก. ภาพด้านหน้าของฉนวนแอสเบสไทส



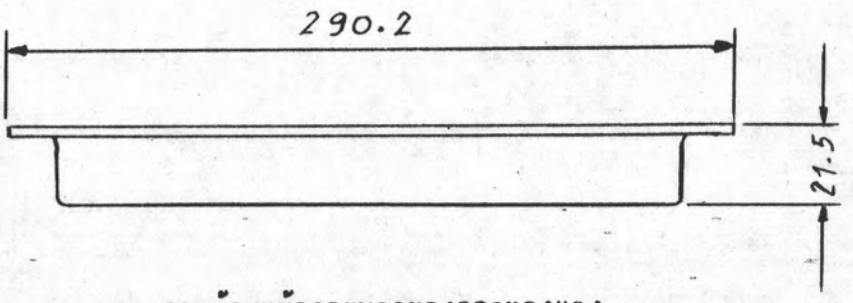

ข. ภาพด้านบนของฉนวนแอสเบสไทส

รูป 3.18 แสดงรูปร่างและขนาดของฉนวนแอสเบสไทส (หมายเลข 10) ซึ่งวางระหว่างแผ่นทองแดงชั้นล่างกับถาดทองแดง

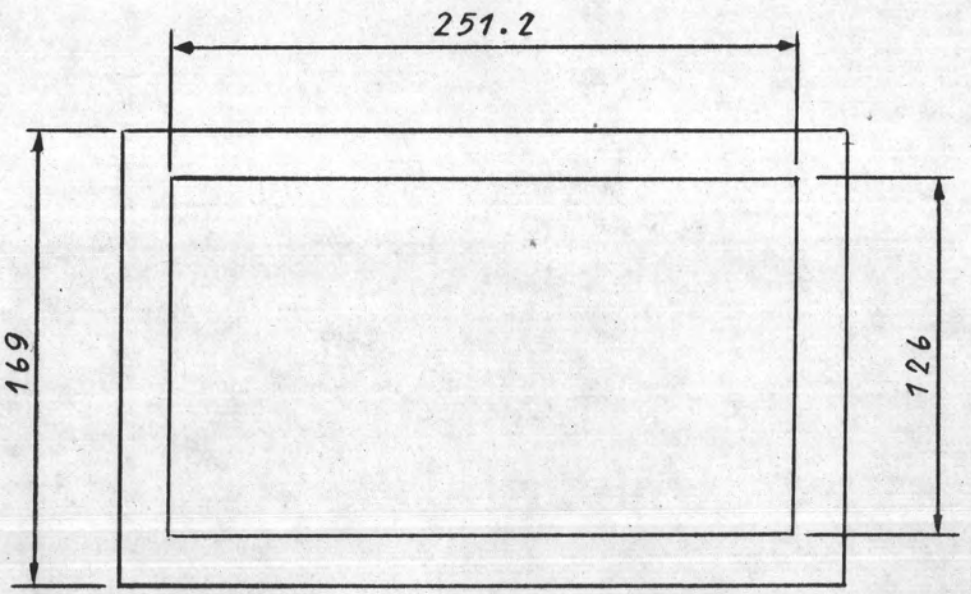
<u>ถาดทองแดง</u> (หมายเลข 11)

ถาดทองแดงมีไว้สำหรับรองรับชิ้นงานทดลอง (หมายเลข 6) แผ่นทองแดงอันบน (หมายเลข 7) อุปกรณ์ทำความร้อน (หมายเลข 8) แผ่นทองแดงอันล่าง (หมายเลข 9) และฉนวนแอสเบสไทส (หมายเลข 10) พื้นถาดทองแดงวางอยู่บนอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนล่าง (หมายเลข 12) และ ขอบถาดทองแดงวางอยู่บนอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนนอก (หมายเลข 17) ขนาดและรูปร่างของถาดทองแดง แสดงในรูป 3.19

หน่วย : มิลลิเมตร




ก. ภาพด้านหน้าภายนอกของถาดทองแดง



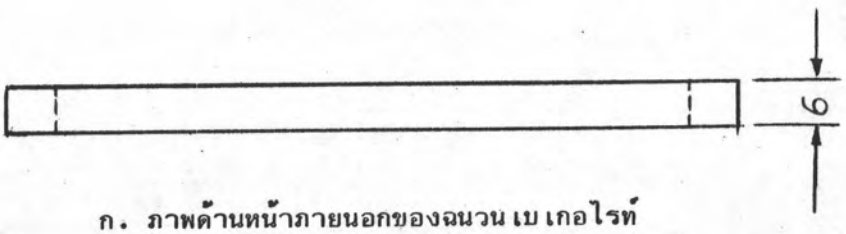

ข. ภาพด้านบนภายนอกของถาดทองแดง

รูป 3.19 แสดงรูปร่างและขนาดของถาดทองแดง (หมายเลข 11)

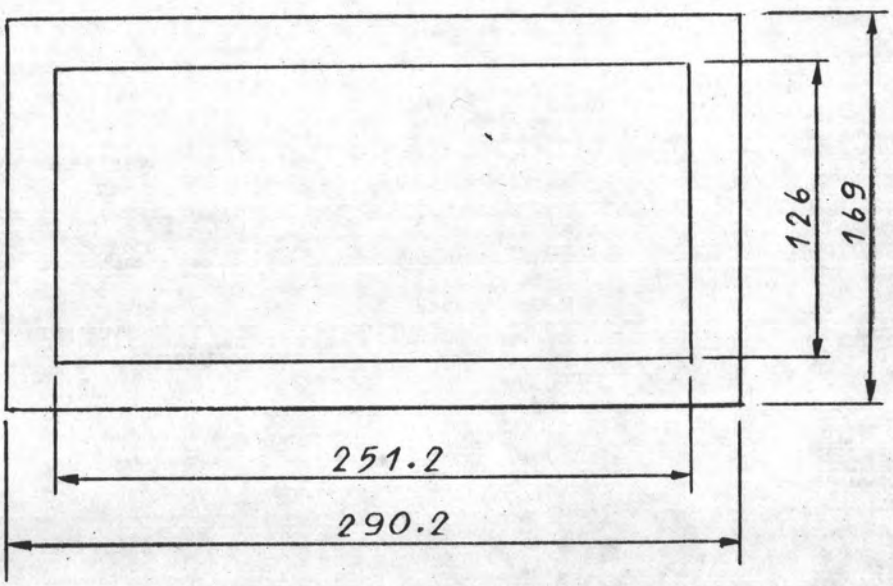
<u>ฉนวนเบเกอไรท์</u> (หมายเลข 18)

ฉนวนเบเกอไรท์วางอยู่บนขอบด้านบนถาดทองแดง (หมายเลข11) เพื่อให้ความร้อนถ่ายเทจากถาดทองแดง (หมายเลข 11) ไปยังแผ่นอลูมิเนียม (หมายเลข 16) น้อยลง หรือเกือบไม่มีเลย เบเกอไรท์มีค่าสัมประสิทธิการนำความร้อน 0.232 W/m-°C (16) ขนาดและรูปร่างของฉนวนเบเกอไรท์แสดงในรูป 3.20 ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากลวง

หน่วย : มิลลิเมตร




ก. ภาพด้านหน้าภายนอกของฉนวนเบเกอไรท์



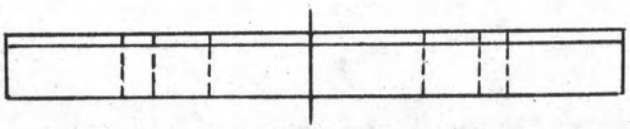

ข. ภาพด้านบนของฉนวนเบเกอไรท์

รูป 3.20 แสดงขนาดและรูปร่างของฉนวนเบเกอไรท์ (หมายเลข 18)

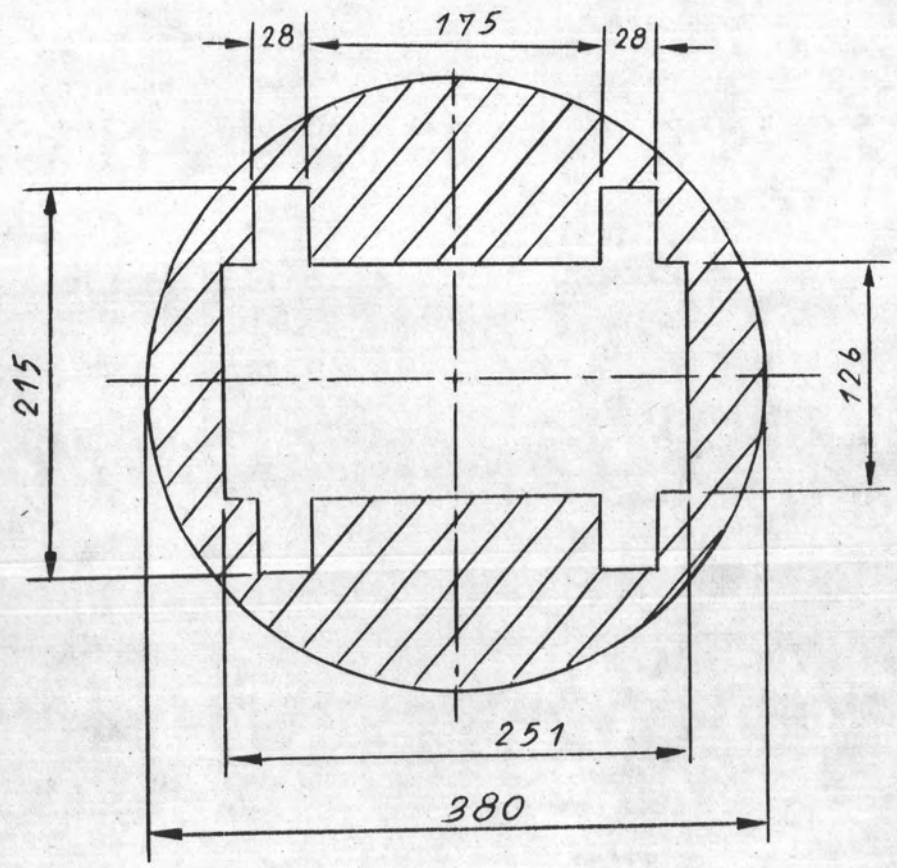
<u>แผ่นอลูมิเนียม</u> (หมายเลข 16)

แผ่นอลูมิเนียม (หมายเลข 16) มีลักษณะเป็นแผ่นกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางเล็กกว่าขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของกล่องโลหะเล็กน้อย ส่วนในของแผ่นอลูมิเนียมนี้ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมเพื่อเว้นไว้สำหรับชิ้นงานทดลอง เหนือแผ่นอลูมิเนียมเป็นแผ่น Aluminium Foil ซึ่งมีรูปร่างและขนาดเท่ากับแผ่นอลูมิเนียม ยกเว้นความหนาของ Aluminium Foil บางกว่าแผ่นอลูมิเนียม คือ Aluminium Foil หนา 0.1 มิลลิเมตร และแผ่นอลูมิเนียมหนา 1 มิลลิเมตร รูปร่างและขนาดของ Aluminium Foil และแผ่นอลูมิเนียมแสดงในรูปที่ 3.21 Aluminium Foil ใช้สำหรับกั้นการแลกเปลี่ยนรังสีความร้อนระหว่างฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม (หมายเลข 1) กับพื้นกล่องโลหะซึ่งปูด้วยแผ่นฉนวนแอสเบสไทสกลม (หมายเลข 15) เมื่อนำ

หน่วย : มิลลิเมตร



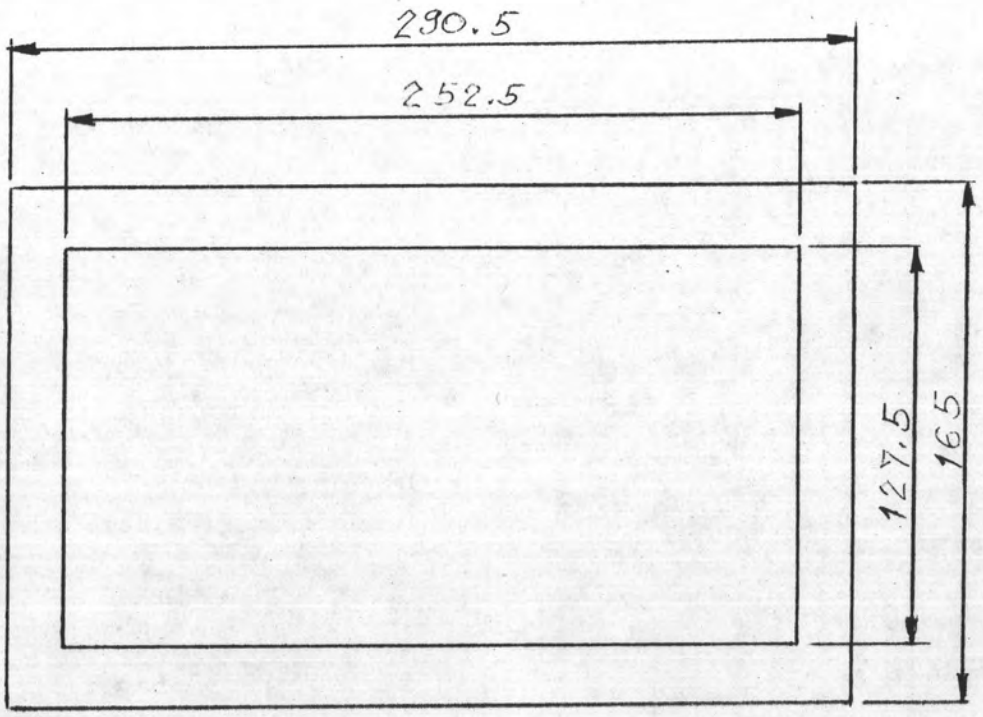

ก. ภาพด้านหน้าภายนอกของ Aluminium Foil และแผ่นอลูมิเนียม




ข. ภาพด้านบนของ Aluminium Foil และแผ่นอลูมิเนียม

รูป 3.21 แสดงขนาดและรูปร่างของ Aluminium Foil และแผ่นอลูมิเนียม (หมายเลข 16)

หน่วย : มิลลิเมตร



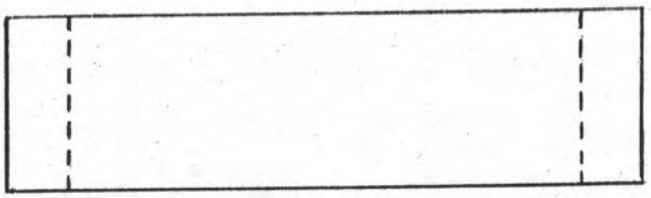

รูปที่ 3.22 แสดงรูปร่างและขนาดของอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนนอก (หมาย เลข 17)

อลูมิเนียมฟอยล์และแผ่นอลูมิเนียมประกอบ เข้ากับชิ้นส่วนอื่น ๆ ของ เครื่องมือวัด ขอบวงกลม ของอลูมิเนียมฟอยล์และแผ่นอลูมิเนียมจะวางบนบ่าของกล่องโลหะ ซึ่งทำไว้รองรับและแผ่น อลูมิเนียมจะวางบนฉนวน เบ เกอไรท์ (หมาย เลข 18) ด้วย

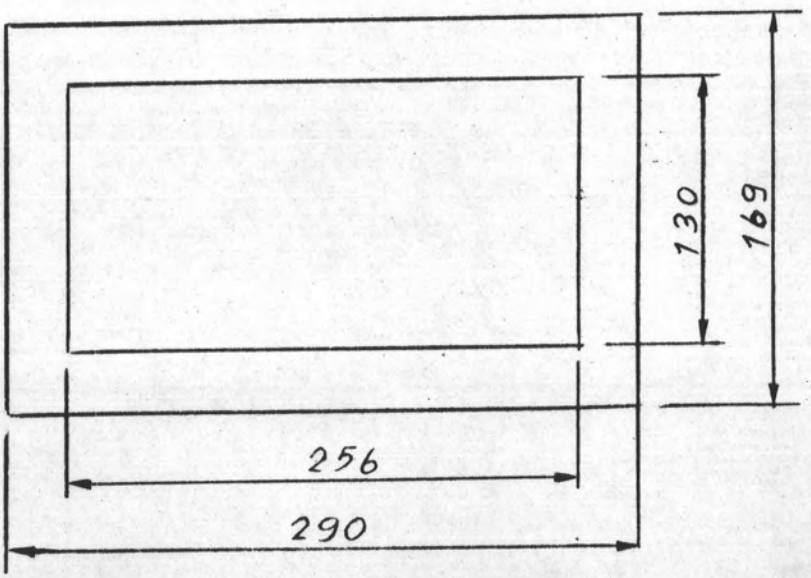
<u>อุปกรณ์ทำความร้อนส่วนนอก (หมาย เลข 17)</u>

อุปกรณ์ทำความร้อนส่วนนอกจ้างร้านที่รับทำอุปกรณ์ทำความร้อน เช่น เดียวกับ อุปกรณ์ทำความร้อนอันที่จ่ายความร้อนให้กับชิ้นงานทดลอง (หมาย เลข 8) และอุปกรณ์ทำความ ร้อนส่วนล่าง (หมาย เลข 12) ลักษณะโครงสร้างของอุปกรณ์ทำความร้อน ส่วนนอกนี้ เหมือน กับโครงสร้างของอุปกรณ์ทำความร้อนที่ได้แสดงในรูปที่ 3.15 สำหรับรูปร่างและขนาดของ อุปกรณ์ทำความร้อนส่วนนอก (หมาย เลข 17) ได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.22 อุปกรณ์ทำความ ร้อนส่วนนอกนี้ใช้รองรับขอบด้านล่างของถาดทองแดง และมีลักษณะ เป็นรูปสี่ เหลี่ยมผืนผ้ากลวง

หน่วย : มิลลิเมตร



ก. ภาพด้านหน้าภายนอกของแท่งฉนวนแอสเบสไทส

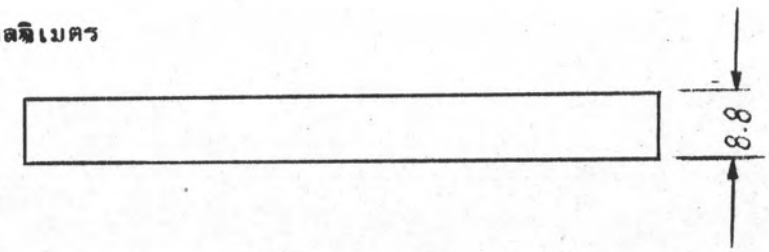



รูป 3.23 แสดงรูปร่างและขนาดของแท่งฉนวนแอสเบสไทส์ (หมายเลข 19)

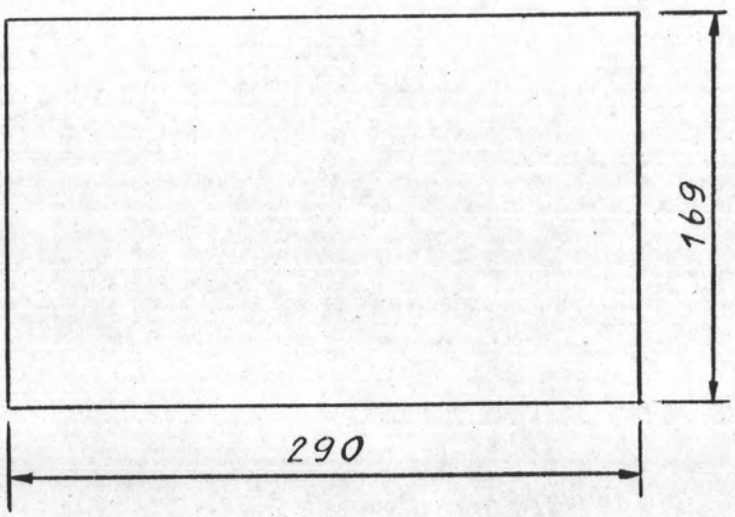
แท่งฉนวนแอสเบสไทส (หมายเลข 19)

แท่งฉนวนแอสเบสไทสใช้รับอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนนอก (หมายเลข 17) และแท่งฉนวนแอสเบสไทสนี้วางบนแผ่นฉนวนแอสไทส (หมายเลข 13) อีกทีหนึ่ง แท่งฉนวนแอส-เบสไทส (หมายเลข 19) นี้จะช่วยลดการถ่ายเทความร้อนจากอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนนอก (หมายเลข 17) ไปยังพื้นกล่องโลหะ สำหรับความสูงของแท่งฉนวนแอสเบสไทสนี้ต้องปรับแต่งจนทำให้พื้นด้านล่างของถาดทองแดง (หมายเลข 11) วางบนอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนล่าง (หมายเลข 12 พอดี ขนาดและรูปร่างของแท่งฉนวนแอสเบสไทสแสดงในรูปที่ 3.23 ซึ่งเป็นลักษณะรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้ากลวง

หน่วย : มิลลิเมตร




ก. ภาพด้านหน้าของแผ่นฉนวนแอส เบสไทส




ข. ภาพด้านบนของแผ่นฉนวนแอส เบสไทส

รูป 3.24 แสดงรูปร่างและขนาดของแผ่นฉนวนแอส เบสไทส (หมาย เลข 13)

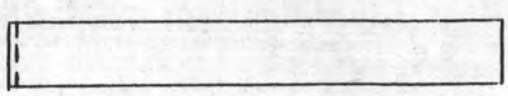
แผ่นฉนวนแอส เบสไทส (หมาย เลข 13)

แผ่นฉนวนแอส เบสไทสนี้ใช้รองรับอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนล่าง (หมาย เลข 12) และรองรับแท่งฉนวนแอส เบสไทส (หมาย เลข 19) แผ่นฉนวนแอส เบสไทส (หมาย เลข 13) นี้ทำหน้าที่ เช่น เดียวกับแท่งฉนวนแอส เบสไทส (หมาย เลข 19) ลักษณะของแผ่นฉนวนแอส เบส-ไทส เป็นรูปสี่ เหลี่ยมผืนผ้าหนา 8.8 มิลลิ เมตร ขนาดและรูปร่างของแผ่นฉนวนแอส เบสไทส แสดงในรูป 3.24

ฐานรอง (หมายเลข 14)

ฐานรองใช้รองรับชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับชิ้นงานทดลองและอุปกรณ์ทำความร้อน เมื่อใช้ปรับระดับของชิ้นงานทดลองให้สูงต่ำตามต้องการ ดังนั้นฐานรองจึงมีรูเกลียวเมื่อใส่สกรูให้ปรับระดับฐานรองได้ เกลียวที่ใช้สำหรับรูเกลียวและสกรูมีขนาด 8 มิลลิเมตร หรือใช้สัญลักษณ์ M8 จำนวน 4 แห่ง ตำแหน่งของรูเกลียวแสดงในรูป 3.25 สกรูมีความยาวไม่ต่ำกว่า 80 มิลลิเมตร ฐานรองนอกจากรองรับชิ้นงานทดลองและชิ้นส่วนต่าง ๆ แล้ว ยังต้องไม่ให้ชิ้นงานทดลองและชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องขยับได้ ดังนั้นจึงต้องต่อแขนจากฐานรองซึ่งผลิตโดยใช้เหล็กหนา 4 มิลลิเมตร กว้าง 25 มิลลิเมตร จำนวน 4 ชิ้น แต่ละชิ้นตัดให้เป็นมุมฉากดังรูป 3.25 ปลายด้านหนึ่งของเหล็กตัด เจาะรูแล้วทำเกลียวขนาด 5 มิลลิเมตร จำนวน 1 รู รูเกลียวนี้ใช้ใส่สกรูเพื่อกดฉนวนเบเกอไรต์(หมายเลข 18)ซึ่งวางบนขอบด้านบนของถาดทองแดง(หมายเลข 11) ปลายอีกด้านหนึ่งของเหล็กตัดเชื่อมติดกับฐานรอง สกรูที่ใช้กดฉนวนเบเกอไรต์(หมายเลข 18)ใช้สกรูที่ทำจากเหล็ก สกรูนี้มีขนาด 5 มิลลิเมตร ยาว 25 มิลลิเมตร ส่วนการกดชิ้นงานไม่ให้เคลื่อนที่ ใช้แท่งทองแดงจำนวน 4 อัน เป็นตัวกดโดยแต่ละอันใส่อยู่ใต้เหล็กที่ตัดไว้ รูปร่างของแท่งทองแดงแสดงในรูปที่ 3.26 แท่งทองแดงนี้มีลวดความร้อนพันอยู่บนแท่งทองแดงด้วย แต่จะให้ลวดทำความร้อนสัมผัสกับทองแดงโดยตรงไม่ได้ ต้องมีฉนวนคั่นอยู่ ฉนวนที่ใช้เป็นกาวอิป๊อกซี โดยฉนวนกาวอิป๊อกซีนี้ติดตรงขอบด้านข้างของแท่งทองแดง เมื่อลวดความร้อนพันแล้วจึงไม่สัมผัสกับทองแดง

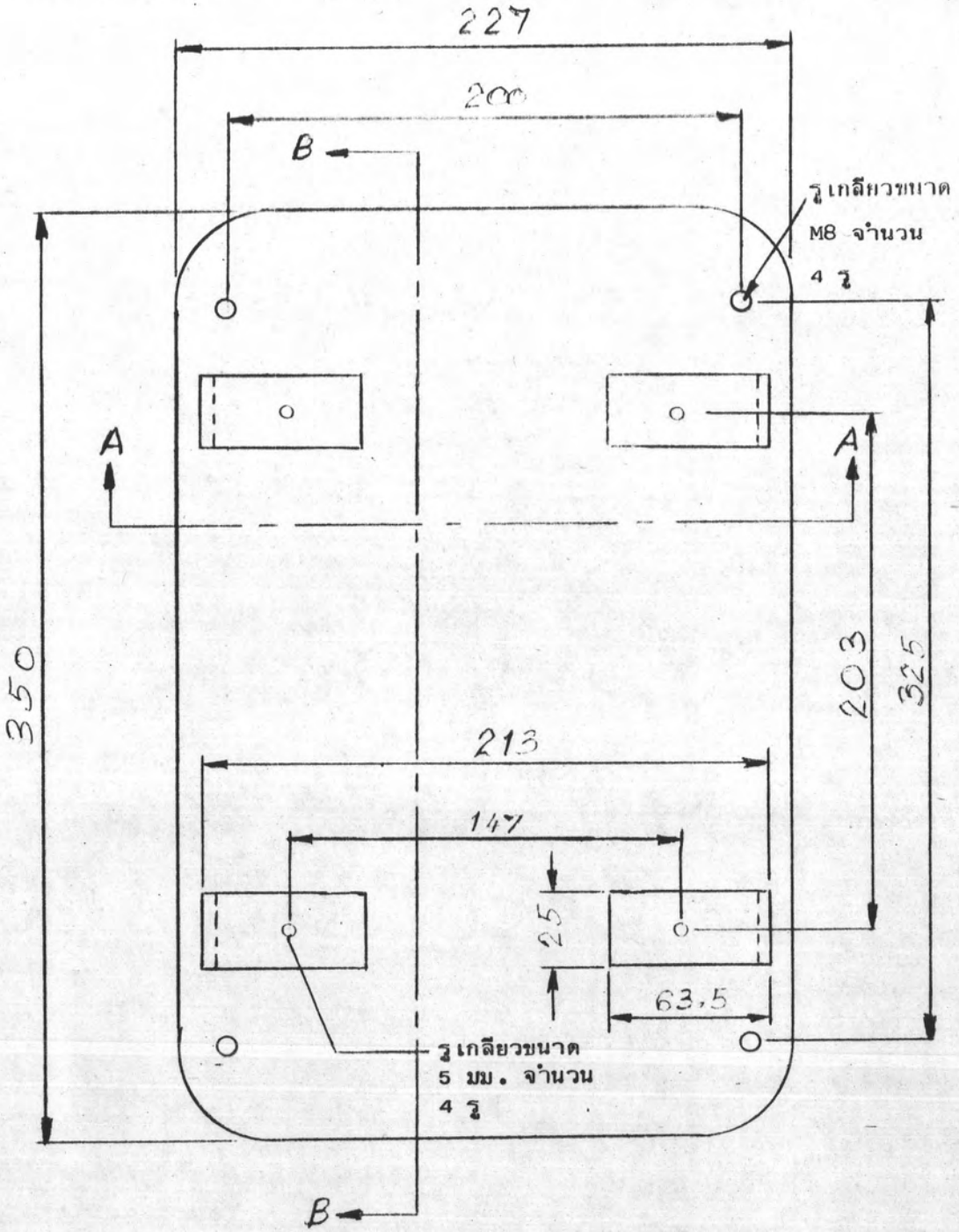
ก. ภาพด้านหน้าของแท่งทองแดงที่ใช้กดชิ้นงานทดลอง



ข. ภาพด้านบนของแท่งทองแดงที่ใช้กดชิ้นงานทดลอง

รูปที่ 3.26 แสดงลักษณะของแท่งทองแดงที่ใช้กดชิ้นงานทดลอง

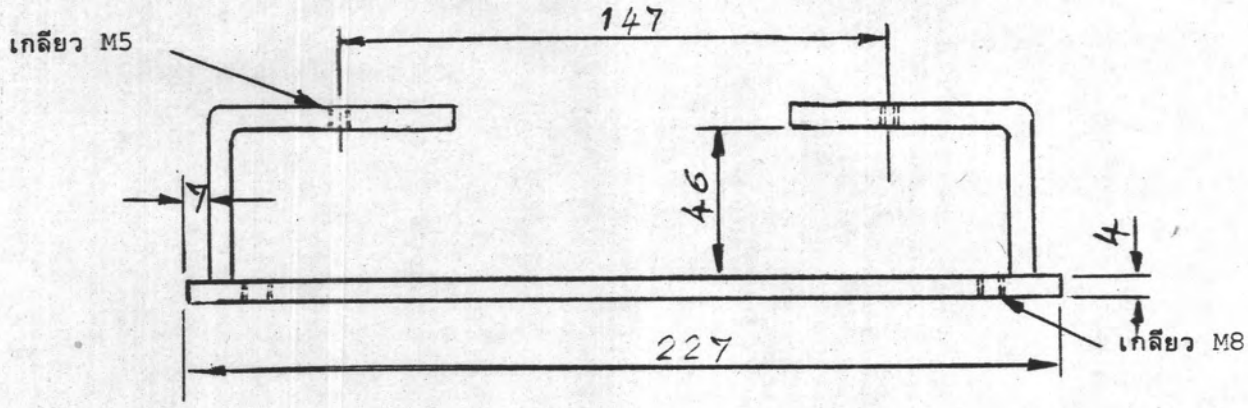
หน่วย : มิลลิเมตร



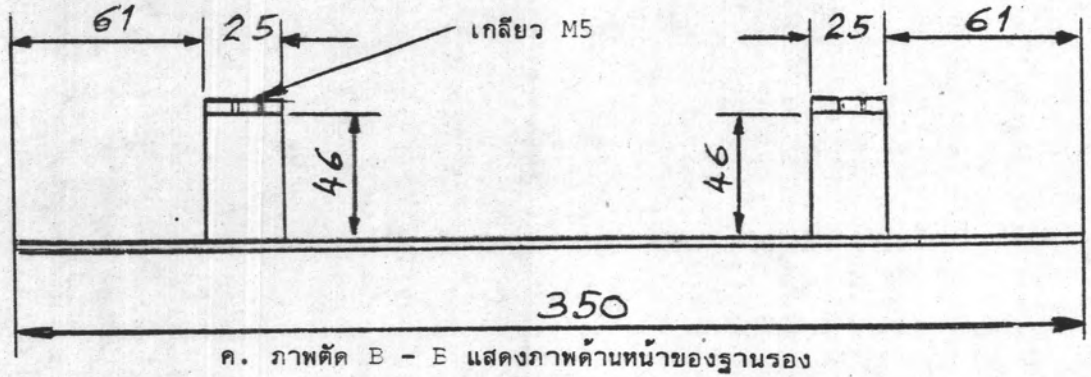

ก. ภาพด้านบนของฐานรอง

รูป 3.25 แสดงรูปร่างและขนาดของฐานรอง

หน่วย : มิลลิเมตร




ข. ภาพตัด A - A แสดงภาพด้านข้างของฐานรอง



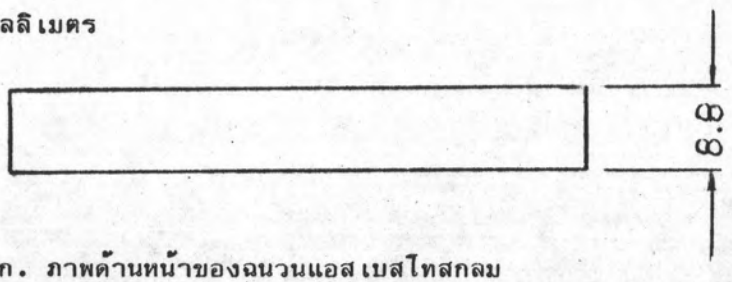

ค. ภาพตัด B - B แสดงภาพด้านหน้าของฐานรอง

รูป 3.25 (ต่อ) แสดงรูปร่างและขนาดของฐานรอง

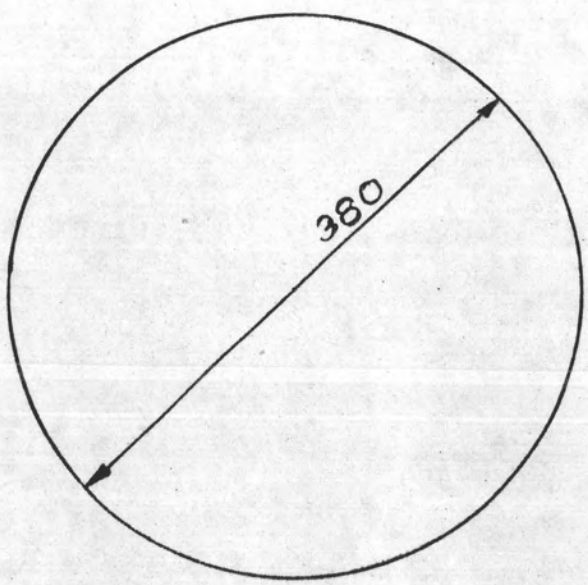
ฉนวนแอส เบสไทสกลม (หมาย เลข 15)

ฉนวนแอส เบสไทสกลมนี้วางบนพื้นกล่องไลหะ (หมาย เลข 2) และรองรับฐานรอง (หมาย เลข 14) ฉนวนนี้ใช้กันไม่ให้ความร้อนถ่าย เทไปยังภายนอกกล่องไลหะรูปทรงกระบอกกลม ลักษณะของแผ่นฉนวนแอส เบสไทสกลมแสดงในรูป 3.27

หน่วย : มิลลิเมตร




ก. ภาพด้านหน้าของฉนวนแอส เบสไทสกลม




ข. ภาพด้านบนของฉนวนแอส เบสไทสกลม

รูป 3.27 แสดงรูปร่างและขนาดของฉนวนแอส เบสไทสกลม (หมาย เลข 15)

## 3.2 การตรวจสอบ เครื่องมือวัดค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน

การตรวจสอบ เครื่องมือวัดได้ทำการตรวจสอบส่วนต่าง ๆ ดังนี้

ก. ตรวจสอบความดันสูญญากาศภายใน เครื่องมือวัด

ข. ตรวจสอบอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของแผ่นทองแดงอันบนที่วาง เหนืออุปกรณ์ทำความร้อน

ค. ตรวจสอบอุณหภูมิของถาดทองแดงที่ตำแหน่งต่าง ๆ

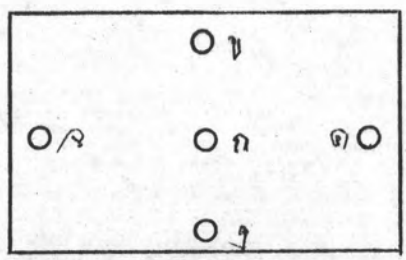
ง. ตรวจสอบอุณหภูมิของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม

ก. ตรวจสอบความดันสูญญากาศภายใน เครื่องมือวัด

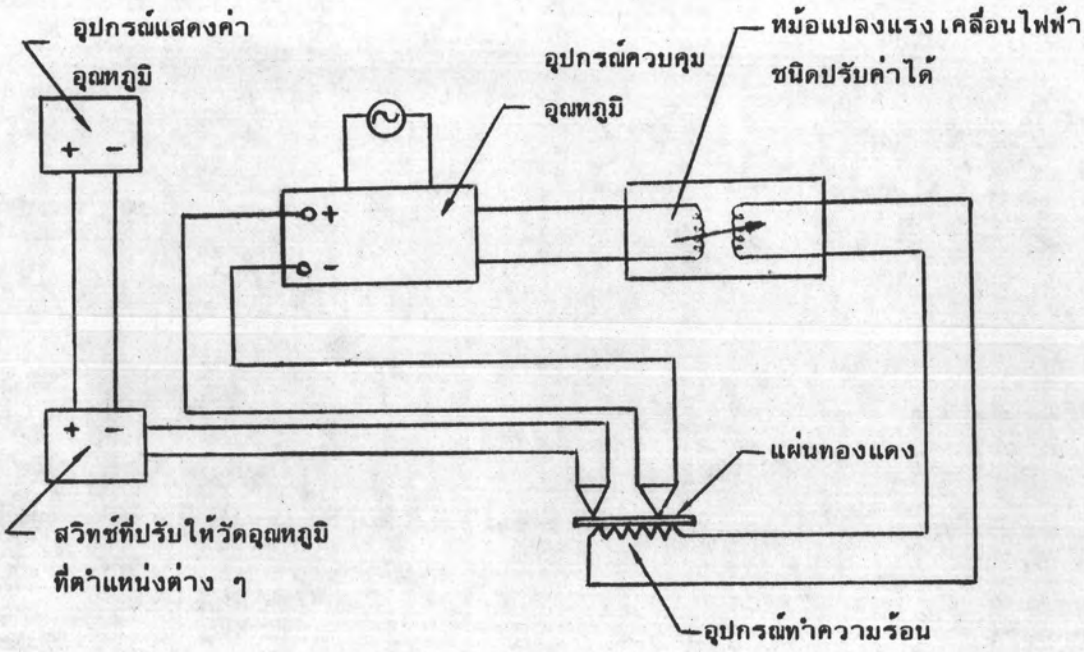
ประกอบฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมและกล่องโลหะ แล้วขันสกรูให้แน่น ถอดลิ้นความดันของ Service Valve - Schrader Type ออก แล้วประกอบท่อลมแทน ปล่อยลมที่ความดันประมาณ 2 บาร์เข้าไปภายในฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมและกล่องโลหะ ใช้น้ำตรวจสอบผิวภายนอกของ เครื่องมือวัด ถ้ามีรอยรั่วจะ เห็น เป็นฟองอากาศปุดขึ้นมา แล้วแก้ไขรอยรั่วต่าง ๆ จนกระทั่งไม่ เกิดรอยรั่วขึ้นอีก ขั้นต่อไปทดสอบภายใน เครื่องมือวัดนี้ให้ เป็นสูญญากาศ เริ่มจากประกอบ Service-Valve Schrader Type เข้ากับท่อทองแดงแล้วต่อสายท่อ เส้นหนึ่งของ Manifold เข้ากับ Service Valve ส่วนสายท่ออีก เส้นหนึ่งต่อกับ เครื่องสูบสูญญากาศ เปิดวาล์วของ Manifold แล้วให้ เครื่องสูญญากาศทำงาน สัง เกตหน้าปัทม์ของ Manifold จนกระทั่ง เข็มบอกความดันของ Maniflod ชี้ที่ตำแหน่งความดันสูญญากาศแล้วปล่อยให้ เครื่องสูบสูญญากาศทำงานต่อไปอีก 10 นาที จึงปิดวาล์วของ Manifold และหยุด เครื่องสูบสูญญากาศ สัง เกต เข็มบอกความดันของ Manifold ว่าได้แสดงให้ เห็นถึงการรั่วไหลของอากาศ เข้าสู่ เครื่องมือวัดหรือ เปล่า จากการปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 4 ชั่วโมง ปรากฏว่า เข็มบอกความดันของ Manifold ไม่ได้ เคลื่อนที่ เลย แสดงว่าภายใน เครื่องมือวัดนี้ เป็นสูญญากาศไม่มีการรั่วไหลอากาศ

ข. ตรวจสอบอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของแผ่นทองแดงอันบนที่วาง เหนืออุปกรณ์ทำความร้อนและวัดอุณหภูมิชิ้นงานทดลอง เปรียบ เทียบกับแผ่นทองแดง

นำแผ่นทองแดงวางบนอุปกรณ์ทำความร้อนซึ่งแผ่นทองแดงมี เทอร์มิสเตอร์ เบิลติดอยู่ตามตำแหน่งดังรูป 3.28 เทอร์โมคัพเปิลต่อไปยังอุปกรณ์แสดงค่าอุณหภูมิโดยผ่านสวิทช์ซึ่งสามารถปรับให้วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ได้ อุปกรณ์ทำความร้อนต่อกับหม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าชนิดปรับค่าได้และอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ เทอร์โมคัพเปิลอันหนึ่งต่อกับอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ



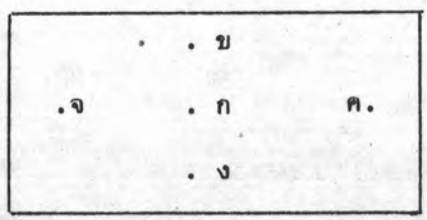

รูป 3.28 แสดงตำแหน่งที่วัดอุณหภูมิบนแผ่นทองแดง




รูป 3.29 แสดงการต่อวงจรไฟฟ้าเพื่อทดสอบอุณหภูมิ
ตำแหน่งต่าง ๆ ของแผ่นทองแดงอันบน

การต่อวงจรได้แสดงในรูป 3.29 แผ่นทองแดงที่วางบนอุปกรณ์ทำความร้อนต้องกดแผ่นทองแดงให้แนบกับอุปกรณ์ทำความร้อนตลอดเวลา เมื่อทำการทดสอบให้ปล่อยพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่อุปกรณ์ทำความร้อน ตั้งระดับอุณหภูมิที่ต้องการบนหน้าปัทม์ของอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิปรับหม้อแปลงแรงเคลื่อนไฟฟ้าชนิดปรับค่าได้ให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ รักษาอุณหภูมิบนแผ่นทองแดงให้คงที่ประมาณ 10 นาที วัดอุณหภูมิที่ตำแหน่งต่าง ๆ ของแผ่นทองแดงซึ่งได้ข้อมูลดังตารางที่ 3.1

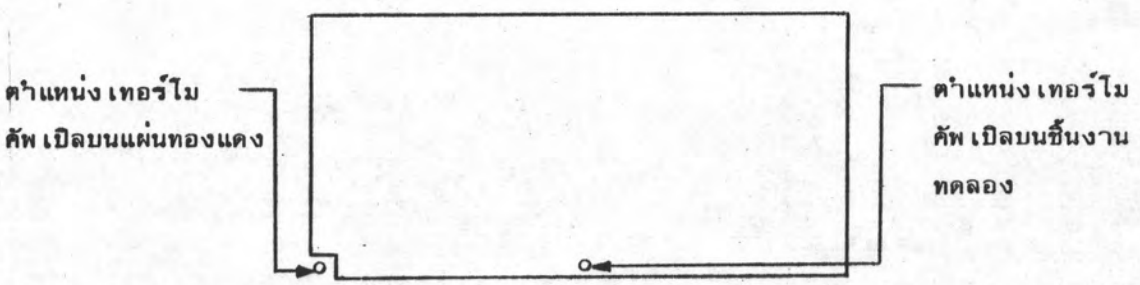
ตารางที่ 3.1 แสดงผลการทดสอบวัดอุณหภูมิแผ่นทองแดงที่ตำแหน่งต่าง ๆ




| อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | | |
|---|---|---|---|---|
| ตำแหน่ง ก | ตำแหน่ง ข | ตำแหน่ง ค | ตำแหน่ง ง | ตำแหน่ง จ |
| 50 | 50 | 50 | 50 | 50 |
| 80 | 80 | 80 | 80 | 80 |
| 120 | 120 | 120 | 120 | 120 |

เมื่อทราบอุณหภูมิตำแหน่งต่าง ๆ บนแผ่นทองแดงแล้ว ก็หยุดจ่ายพลังงานไฟฟ้าเทอร์โมคัพเปิลที่ติดบนแผ่นทองแดงให้ถอดออกทั้งหมด นำชิ้นงานทดลอง ซึ่งมีเทอร์โมคัพเปิลติดอยู่ ให้ชิ้นงานทดลองวางบนแผ่นทองแดงแล้วกดชิ้นงานทดลองให้แนบสนิทกับแผ่นทองแดง มุมด้านหนึ่งของชิ้นงานทดลองได้ตัดออกเป็นรูปสี่เหลี่ยมจตุรัสขนาดกว้าง 10 มิลลิเมตร และยาว 10 มิลลิเมตร ดังรูป 3.30 มุมของชิ้นงานทดลองด้านที่ตัดนั้น ทำไว้สำหรับติดเทอร์โมคัพเปิลบนแผ่นทองแดง เพื่อให้วัดอุณหภูมิของแผ่นทองแดงเปรียบเทียบกับอุณหภูมิของชิ้นงานทดลอง หลังจากนั้นจึงปล่อยพลังงานไฟฟ้าเข้าสู่อุปกรณ์ทำความร้อน ตั้งระดับอุณหภูมิที่ 100 องศาเซลเซียส บนหน้าปัทม์ของ

อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแล้วปรับหม้อแปลงแรง เคลื่อนไฟฟ้าชนิดปรับค่าได้ให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ รักษาอุณหภูมิของชิ้นงานทดลองให้คงที่ประมาณ 10 นาที แล้ววัดอุณหภูมิของแผ่นทองแดง เปรียบเทียบกับอุณหภูมิชิ้นงานทดลอง ซึ่งได้ผลดังตารางที่ 3.2



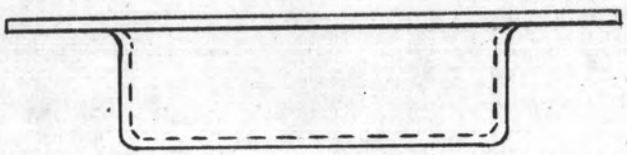

รูป 3.30 แสดงรูปร่างของชิ้นงานทดลองซึ่งต้องวางบนแผ่นทองแดง และแสดงตำแหน่งของ เทอร์โมคัพ เปิล

ตารางที่ 3.2 แสดงผลการ เปรียบ เทียบอุณหภูมิระหว่างชิ้นงานทดลองกับแผ่นทองแดงอันบน

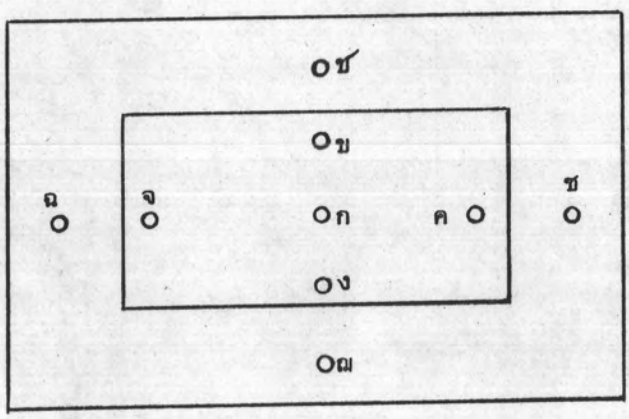
| วัสดุที่ทำ เป็นชิ้นงานทดลอง | อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส) | |
|---|---|---|
| | ชิ้นงานทดลอง | แผ่นทองแดง |
| เหล็ก | 100 | 100 |
| ทองแดง | 100 | 100 |
| อลูมิ เนียม | 100 | 100 |
| เหล็ก เคลือบผิวสีดำ | 100 | 100 |
| ทองแดง เคลือบผิวสีดำ | 100 | 100 |
| อลู มิ เนียม เคลือบผิวสีดำ | 100 | 100 |

ค. ตรวจสอบอุณหภูมิ ของถาดทองแดงที่ตำแหน่งต่าง ๆ

นำถาดทองแดงวางบนอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนล่าง และอุปกรณ์ทำความร้อนส่วนนอก โดยมีฉนวนแอสเบสไทสรองรับอุปกรณ์ทำความร้อนทั้งสอง ติดเทอร์โมคัพเปิลบนถาดทองแดงตามตำแหน่งต่าง ๆ ที่แสดงในรูป 3.31 แล้วต่อวงจรการวัดอุณหภูมิเช่นเดียวกับวงจรที่แล้ว สำหรับอุปกรณ์ทำความร้อนทั้งสองต่อวงจรแบบขนานเทอร์โมคัพเปิล ที่ตำแหน่ง ข, ค, ง และ จ ซึ่งอยู่พื้นถาดทองแดงต่อขนานกันชุดหนึ่ง และตำแหน่ง ฉ, ช, ซ และ ฌ ซึ่งอยู่ขอบด้านบนถาดทองแดงต่อขนานกันอีกชุดหนึ่ง ในการทดสอบให้รักษาอุณหภูมิคงที่ของถาดทองแดงไว้ประมาณ 10 นาที ข้อมูลจากการทดสอบแสดงไว้ในตารางที่ 3.3



ก. แสดงภาพด้านหน้าของถาดทองแดง

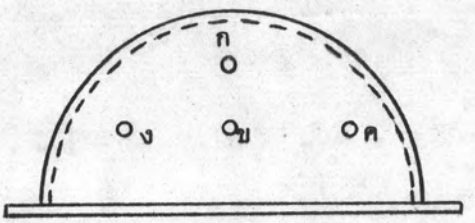



ข. แสดงภาพด้านบนของถาดทองแดงพร้อมตำแหน่งของเทอมโมคัพเปิล

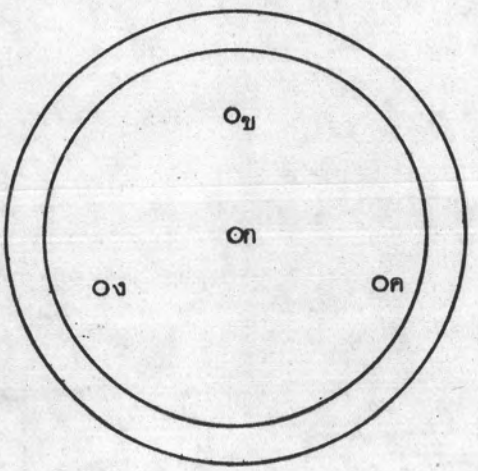
รูป 3.31 แสดงตำแหน่งของเทอร์โมคัพเปิลที่ติดกับถาดทองแดง

ตารางที่ 3.3 แสดงผลการทดสอบวัดอุณหภูมิถาดทองแดง

| อุณหภูมิ (องศา เซลเซียส) | | |
|---|---|---|
| ตำแหน่ง ก | พื้นถาดทองแดง | ขอบด้านบนถาดทองแดง |
| 50 | 50 | 50 |
| 80 | 80 | 79.8 |
| 120 | 120 | 119.5 |




ก. แสดงภาพด้านหน้าของฝาครอบรูปครึ่งวงกลม
พร้อมตำแหน่ง เทอร์โมคัพเปิล




ข. แสดงภาพด้านบนของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม
พร้อมตำแหน่ง เทอร์โมคัพเปิล

รูป 3.32 แสดงตำแหน่ง เทอร์โมคัพเปิลที่ติดกับผิวภายใน
ของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม

ง. ตรวจสอบอุณหภูมิของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลม

ติดเทอร์โมคัพเปิลที่ตำแหน่งต่าง ๆ บนผิวภายในของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมซึ่งแสดงในรูป 3.32 ประกอบชิ้นส่วนทุกชิ้นของเครื่องมือวัด ทำภายในเครื่องมือวัดให้เป็นสูญญากาศ รักษาอุณหภูมิชิ้นงานทดลองไว้ที่ 100°C ชิ้นงานทดลองที่ใช้มีค่าการปล่อยออกรังสีความร้อน 0.87 ใช้น้ำเป็นสารตัวกลางเมื่อรักษาอุณหภูมิฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมให้คงที่ วัดอุณหภูมิผิวภายในของฝาครอบรูปครึ่งทรงกลมได้ข้อมูล ดังนี้

| อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส) | | | |
|---|---|---|---|
| ตำแหน่ง ก | ตำแหน่ง ข | ตำแหน่ง ค | ตำแหน่ง ง |
| 35.7 | 35.7 | 35.7 | 35.7 |