หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

# บทที่ 4

## เครื่องมือ และวิธีการทดลอง

### 4.1 เครื่องมือวัดจำนวนรอบของมอเตอร์

ในที่นี้ใช้สโตรโบสโคปวัดจำนวนรอบของมอเตอร์ที่มีชื่อว่า ซีนอน สโตรโบสโคป (XENON STROBOSCOPE) ซึ่งใช้ความถี่ในการกระพริบของแสงไฟจากแหล่งกำเนิดแสงที่ด้านหน้าของเครื่อง ด้านบนของเครื่องจะมีตัวเลขกำกับไว้เพื่อสำหรับใช้บอกความถี่ว่ามีค่าเป็นเท่าใด โดยมีวิธีใช้ดังนี้

1) นำกระดาษกาวติดไว้ที่แกนมอเตอร์ตามแนวรัศมีเพียง 1 แผ่น เพื่อจะได้สังเกตุได้ง่ายในขณะที่แกนมอเตอร์หมุน

2) เปิดเครื่องมอเตอร์ให้ทำงาน จะเห็นว่ากระดาษกาวที่ติดไว้นั้นหมุนไปด้วยตลอดเวลา

3) นำ ซีนอน สโตรโบสโคป มาตั้งไว้หน้าแกนมอเตอร์ให้อยู่ในระดับเดียวกันเพื่อจะได้สะดวกในการสังเกตุ

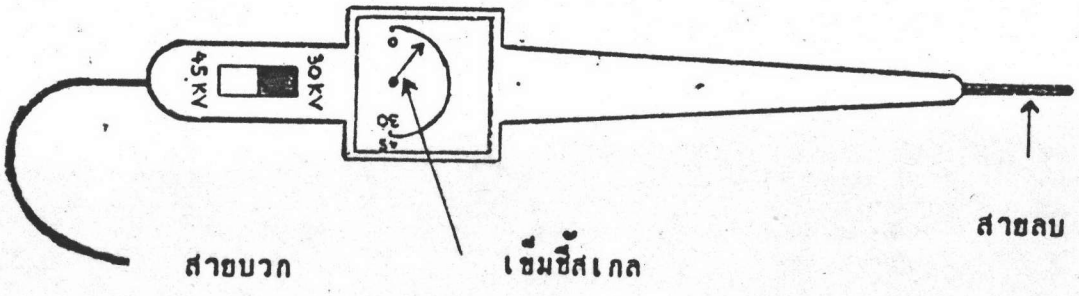
4) เปิดเครื่อง ซีนอน สโตรโบสโคป ให้ทำงาน แสงไฟจะกระพริบตามสเกลที่เราตั้งไว้ ปรับความถี่ของแสงที่กระพริบจากต่ำไปสูงจนกว่าเราจะเห็นกระดาษกาวที่ติดไว้กับแกนมอเตอร์นั้นหยุดนิ่งอยู่กับที่ หลังจากนั้นก็อ่านค่าความถี่จากเครื่องได้เลย

จากการวัดความถี่ของมอเตอร์หลาย ๆ ครั้ง เมื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยแล้วได้ค่าประมาณ 2870 รอบ/นาที

สรุปแล้วสโตรโบสโคป ก็คือ เป็นเครื่องมือที่ใช้สำหรับวัดความถี่ของการหมุนหรือการสั่น หลักการของสโตรโบสโคปเปรียบได้กับการมองคนนั่งชิงช้าที่กำลังแกว่ง ถ้ามองตลอดเวลาจะเห็นชิงช้าแกว่งไปมาแต่ถ้าหลับตาเสียบ้างแล้วลืมตาเฉพาะเมื่อชิงช้าแกว่งถึงตำแหน่งเดิมทุกครั้งจะเห็นว่าชิงช้าหยุดนิ่งอยู่ ณ ตำแหน่งนั้น ในทำนองเดียวกันถ้าแกว่งชิงช้าในห้องมืดแล้วเปิดไฟเป็นจังหวะที่พอเหมาะ เมื่อชิงช้าอยู่ที่ตำแหน่งหนึ่งจะเห็นชิงช้าอยู่นิ่งได้เช่นกัน ฉะนั้นการมองเห็นกระดาษกาวที่ติดกับแกนมอเตอร์หยุดนิ่งก็เช่นเดียวกัน

4.2 <u>เครื่องวัดศักย์สูง (High Voltage)</u>

เป็นเครื่องมือที่ใช้กับส่วนพ่นประจุไฟฟ้าเพื่อวัดดูว่าขณะที่ทำการทดลองนั้นส่วนปลายแหลมคมที่เรียกว่า "จุดโคโรนา" (Corona Points) นั้น ได้ใช้โวลเตจไปเท่าใดแล้ว เครื่องมือชุดนี้สามารถวัดโวลเตจได้ถึง 45 กิโลโวลต์ เครื่องมือนี้ชื่อ ไคซิ (KAISE) ผลิตจากบริษัทไคซิ อีเล็คตริค เวิร์ค (KAISE ELECTRIC WORKS) รุ่น เอส.เค-9000 (SK-9000) จากประเทศญี่ปุ่น ใช้วัดไฟฟ้ากระแสตรงได้อย่างเดียวมีลักษณะดังรูปที่ 4.1




รูปที่ 4.1 แสดงลักษณะของเครื่องวัดศักย์ไฟฟ้าสูง

สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## 4.3 ส่วนประกอบของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่น

เนื่องจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นไม่มีในห้องปฏิบัติการ จึงได้สร้างขึ้นมาเองโดยคำนึงถึงหลักพื้นฐานเดิม คือเปลี่ยนจากสายพานพาประจุไฟฟ้าเป็นกระแสลมพาประจุไฟฟ้า เครื่องมือที่สร้างขึ้นนี้สร้างขึ้นมาสองระบบคือ

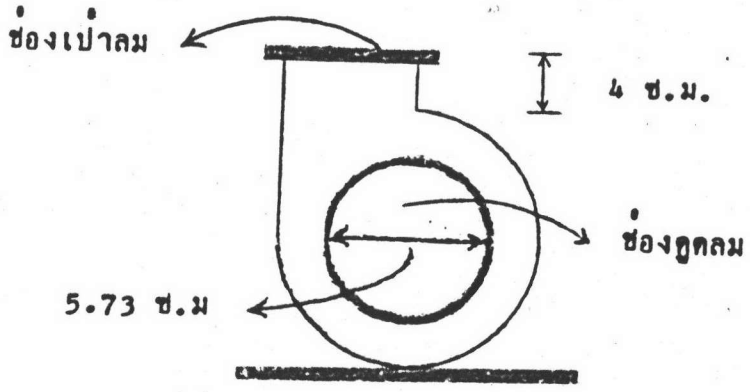
ก). เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นเมื่อใช้ระบบพัดลมแบบหอยโข่ง

ข). เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่น เมื่อใช้ระบบไซโคลน

ฉะนั้นในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงรายละเอียดของเครื่องมือทีละระบบซึ่งจะมีส่วนประกอบเหมือนกัน แต่ระบบการทำงานคล้าย ๆ กัน

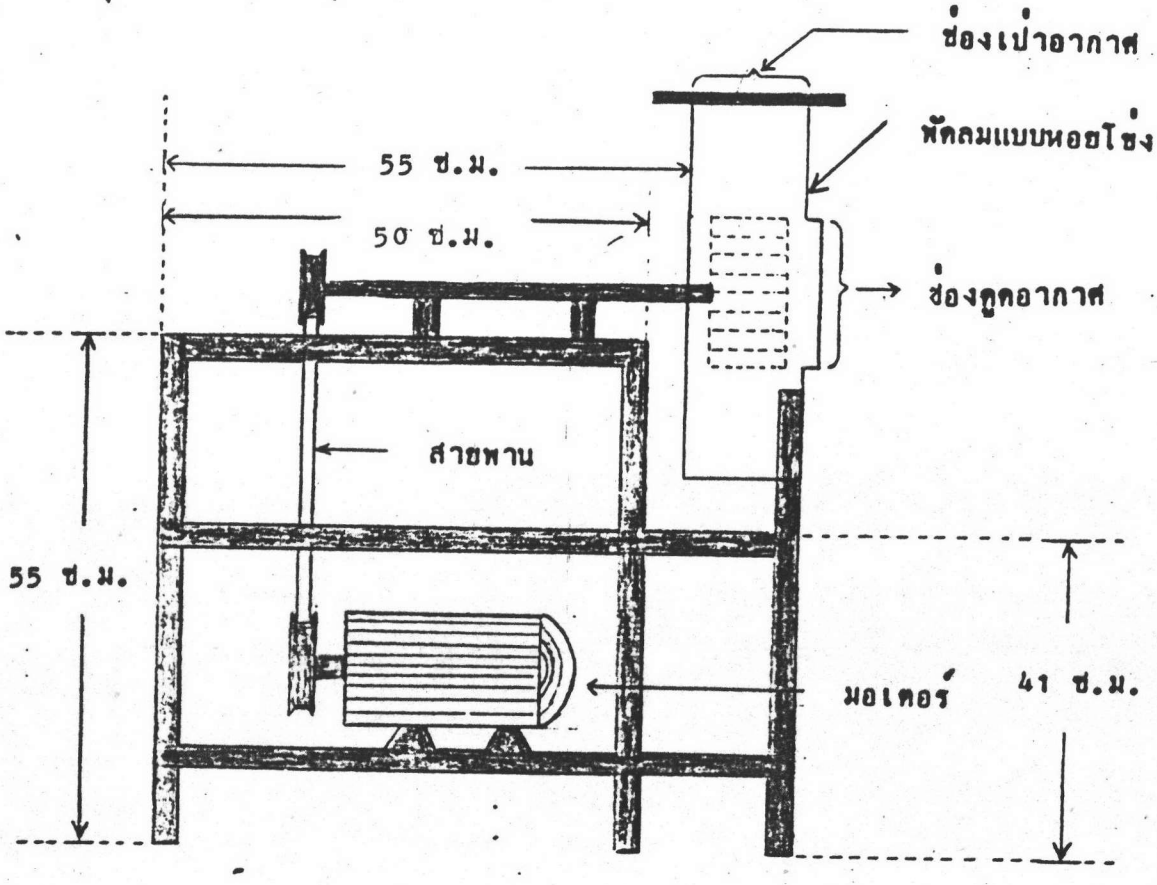
4.3.1 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นเมื่อใช้ระบบพัดลมแบบหอยโข่ง เมื่อจำแนกแต่ละส่วนของเครื่องมือแล้วจะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ดังต่อไปนี้ คือ

4.3.1.1 ตัวพัดลม (Blower) ในการวิจัยนี้ใช้ตัวพัดลมแบบหอยโข่งซึ่งมีขายตามท้องตลาดแต่เปลี่ยนตัวมอเตอร์ใหม่เพื่อให้มีกำลังแรงขึ้น ซึ่งเป็นมอเตอร์ที่มีอยู่แล้วในห้องทดลองมีความถี่ถึง 2870 รอบ/นาที



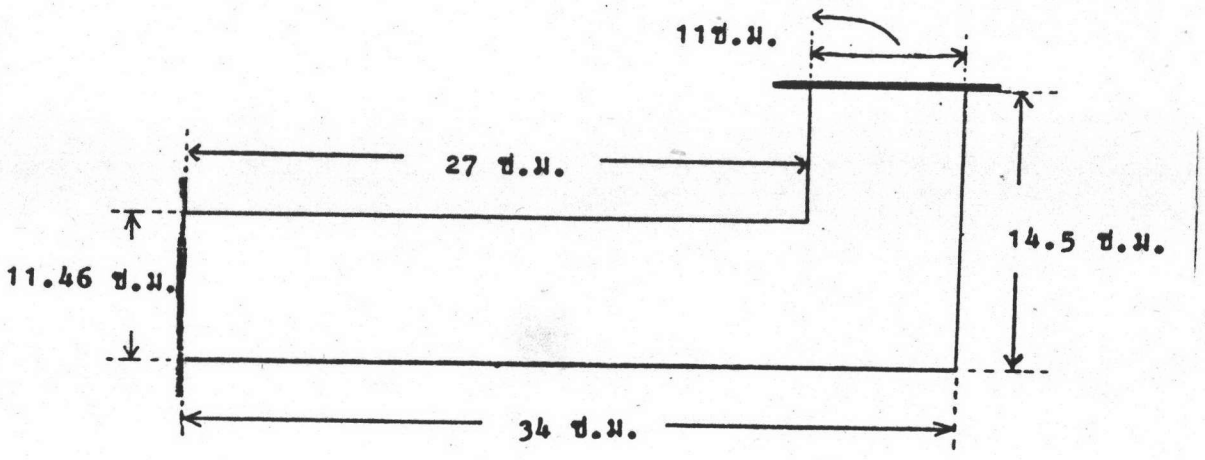

รูปที่ 4.2 แสดงลักษณะของพัดลมแบบหอยโข่ง

ฉะนั้นจึงได้ต่อแกนใบพัดใหม่ด้วนท่อนเหล็กกลมยาวประมาณ 40 เซนติเมตร ปลายท่อนเหล็กมีล้อเหล็กสำหรับคล้องสายพานจากมอเตอร์มายังแกนพัดลม ทุกส่วนตั้งอยู่บนโครงเหล็กฉากมีลักษณะดังรูปที่ 4.3

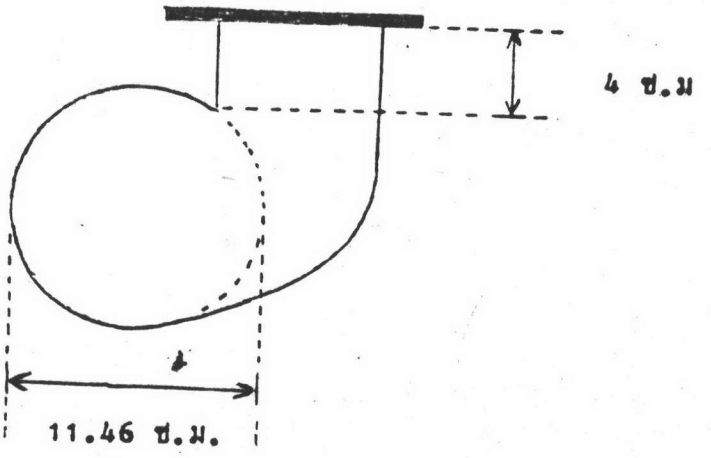



รูปที่ 4.3 แสดงโครงสร้างของตัวพัดลม (Blower)

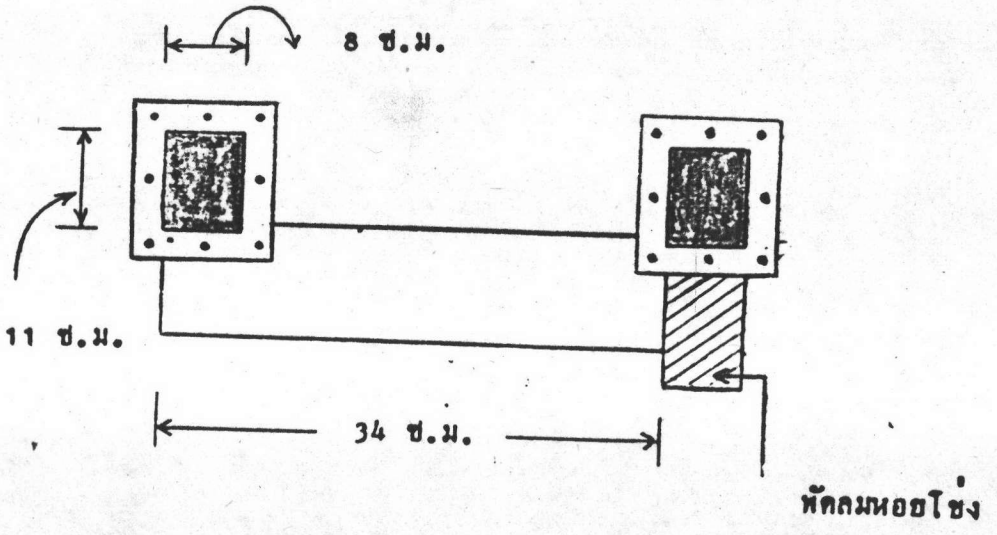
มอเตอร์ที่ใช้มีกำลัง 750 วัตต์ ใช้กระแส 6.1 แอมแปร์ คุณสมบัติของพัดลมแบบหอยโข่งนี้มีกำลังเป่าและกำลังดูดอยู่ในตัวเองคือ จะดูดอากาศเข้าทางด้านข้างและเป่าอากาศออกทางด้านบนซึ่งเป็นลำอากาศที่มีความแรงมาก เมื่อนำพัดลมแบบหอยโข่งต่อเข้ากับเครื่องมือส่วนอื่น ๆ แล้วต้องต่อช่องดูดอากาศออกไปอีก เพื่อให้ไปรับกับส่วนโค้งด้านบนของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นได้พอดี ส่วนที่ต่อเข้าไปนั้นทำด้วยสังกะสีมีลักษณะเป็นรูปทรงกระบอกยาว 34 เซนติเมตร รูปทรงกระบอกที่นำมาต่อนี้มีเส้นผ่านศูนย์กลางเท่ากับ 11.46 เซนติเมตร ระหว่างรอยต่อทรงกระบอกสังกะสีกับพัดลมแบบหอยโข่งจะมีแผ่นยางขึ้นอยู่เพื่อป้องกันการรั่วออกของฝุ่น และช่วยลดการสั่นสะเทือนอันเนื่องมาจากการทำงานของเครื่อง รูปทรงกระบอกที่นำมาต่อมีลักษณะดังรูปที่ 4.4, 4.5 และ 4.6




รูปที่ 4.4 รูปทรงกระบอกสังกะสีสำหรับต่อเข้ากับพัดลมหอยโข่งทางช่องดูดอากาศ โดยมองจากด้านหน้า




รูปที่ 4.5 รูปทรงกระบอกสังกะสีสำหรับต่อเข้ากับพัดลมหอยโข่งทางช่องดูดอากาศ โดยมองจากด้านข้าง

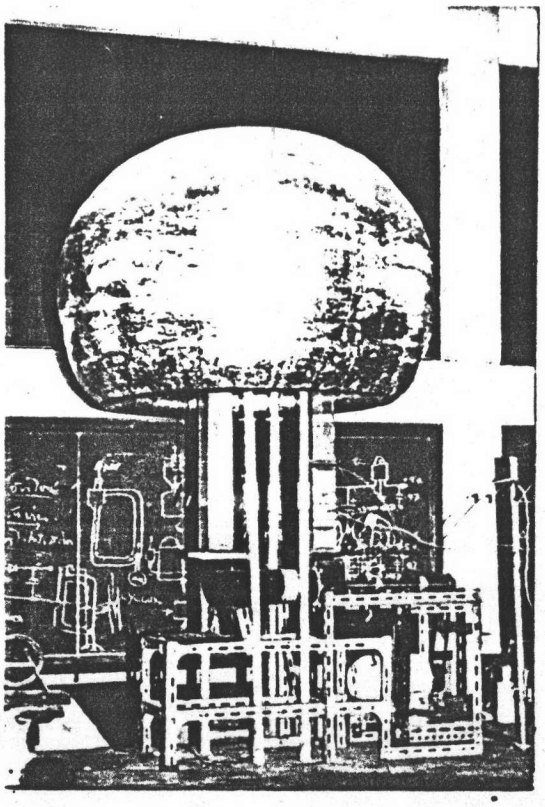



รูปที่ 4.6 รูปทรงกระบอกสังกะสีสำหรับต่อเข้ากับพัดลมหอยโข่งทางช่องดูดอากาศ โดยมองจากด้านบน

ลักษณะของพัดลมแบบหอยโข่งนี้มีข้อดีอยู่คือกระแสอากาศจะพุ่งออกเป็นลำและแรงกว่าพัดลมแบบอื่น ๆ ที่กำลังเท่ากัน ด้วยเหตุนี้เองผู้วิจัยจึงเลือกใช้พัดลมแบบนี้นำมาใช้เป็นส่วนกำลังของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิต เมื่อนำมาประกอบกันแล้วส่วนพัดลมจะประกอบด้วยส่วนย่อย ๆ ที่สำคัญ 4 ส่วน คือ

1) ตัวพัดลมหอยโข่ง
2) มอเตอร์ไฟฟ้า
3) ท่อสังกะสีทรงกระบอก
4) ส่วนฐานขาเหล็กฉาก

ตัวใบพัดต่อเข้ากับแกนเหล็กยาวประมาณ 40 เซนติเมตร ที่ปลายสุดข้างหนึ่งมีล้อเหล็กสำหรับคล้องสายพานไปยังมอเตอร์ที่อยู่ด้านล่างซึ่งมีขนาดไม่เท่ากัน ทำให้ความถี่ของใบพัดมากขึ้น และสามารถคำนวณความถี่ได้จากสมการ (3.77) จะได้ความถี่ของใบพัดเท่ากับ 3767 รอบต่อนาที ซึ่งใช้หลักการทดรอบตามหลักของวิชากลศาสตร์ เมื่อนำมาประกอบกันทั้ง 4 ส่วนแล้วจะมีลักษณะดังรูปที่ 4.7

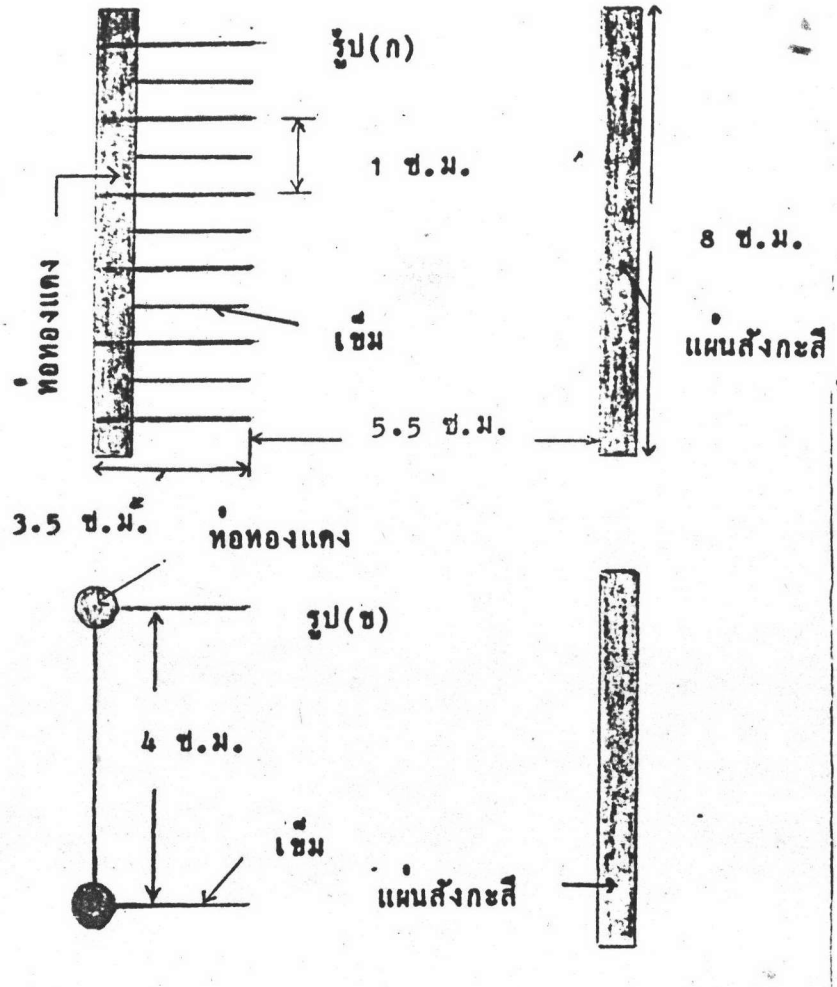


รูปที่ 4.7 แสดงส่วนของพัดลมเมื่อประกอบใช้งานจริงในขณะทดลอง
(ด้านล่างสุดของเครื่องมือ)

4.3.1.2 ท่อพลาสติก เป็นส่วนซึ่งทำหน้าที่สำหรับให้กระแสอากาศและฝุ่นเคลื่อนที่ได้ในระบบปิด ซึ่งต่อจากส่วนพัดลมขึ้นมาไปยังส่วนบนและเคลื่อนที่กลับลงมาอีกด้านหนึ่งทำด้วยแผ่นพลาสติกหนา 0.50 มิลลิเมตร เป็นแผ่นพลาสติกใส นำมาตัดเป็นแผ่นย่อยเพื่อประกอบเป็นท่อพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้า มี 3 ท่อน คือ

1) ท่อนที่สำหรับปล่อยประจุ มีหน้าที่ให้กระแสผุ่นผ่านขึ้นไปและเป็นที่สร้างบริเวณสนามไฟฟ้า บริเวณที่ปล่อยประจุไฟฟ้าในการวิจัยนี้ใช้สองระบบ คือ ระบบใช้เข็ม และใช้ใบมีดคัทเตอร์ ดังมีรายละเอียดต่อไปนี้

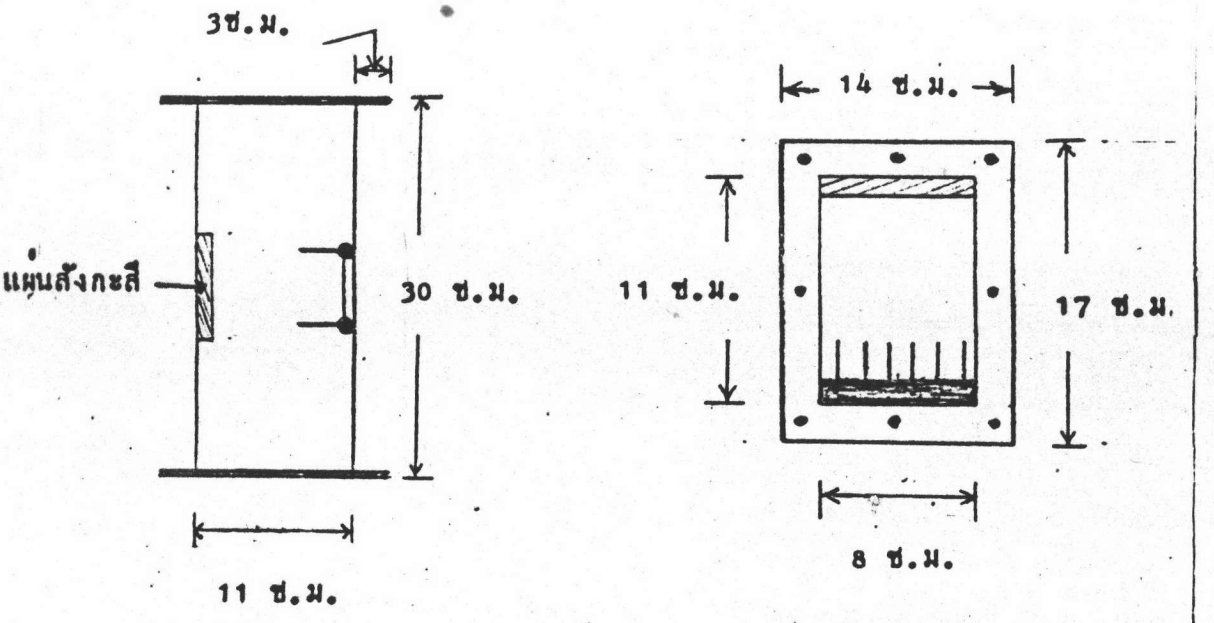
ก. แบบใช้เข็ม เข็มที่ใช้เป็นเข็มเย็บผ้าเพราะมีลักษณะเป็นปลายแหลม ใช้เข็ม 12 เล่ม แบ่งเป็น 2 แถว ๆ ละเท่า ๆ กัน โดยนำเข็มไปเชื่อมติดกับท่อทองแดงห่างกันเป็นระยะเท่า ๆ กันคือประมาณ 1 เซนติเมตร แล้วนำไปติดไว้ข้างในด้านข้างของปล่องพลาสติกซึ่งสูง 30 เซนติเมตร กว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 11 เซนติเมตร ตรงด้านตรงข้ามกับเข็มมีแผ่นสังกะสีตัดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าให้พอดีกับบริเวณที่ติดเข็มอยู่เพื่อทำเป็นขั้วบวก ส่วนปลายเข็มทำหน้าที่เป็นขั้วลบ ฉะนั้นเมื่อวงจรไฟฟ้าทำงานบริเวณนี้ก็จะเป็นสนามไฟฟ้า เมื่อทราบโวลเตจที่ใช้จากเครื่องวัดศักย์ไฟฟ้าสูงเราก็สามารถคำนวณหาสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นระหว่างปลายเข็มกับแผ่นสังกะสีได้โดยที่ปลายเข็มห่างจากแผ่นสังกะสีเป็นระยะ 5.5 เซนติเมตร จากสูตร $E = V/d$ ที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3




รูปที่ 4.8 ก. แสดงลักษณะการผลิตสนามไฟฟ้าโดยใช้เข็ม (มองด้านบน)

ข. แสดงลักษณะการผลิตสนามไฟฟ้าโดยใช้เข็ม (มองด้านข้าง)

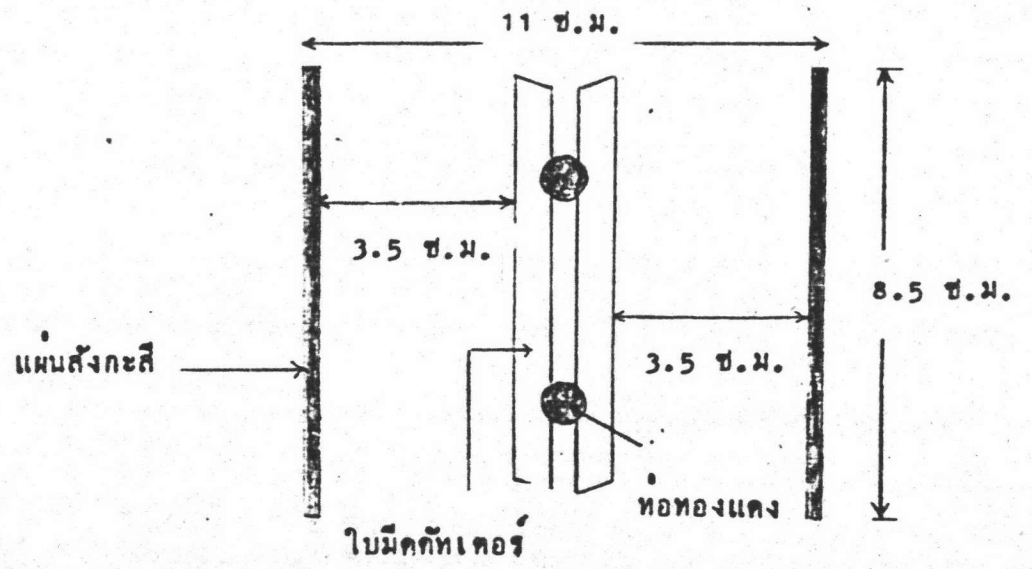
สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ใช้ศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 10 กิโลโวลต์ ฉะนั้นสนามไฟฟ้าก็จะมีค่าเท่ากับ 181818.18 โวลต์/เมตร รูป (ก) เป็นการมองจากด้านบน เซ็มแต่ละเซ็มอยู่ห่างกัน 1 เซนติเมตร ส่วนรูป (ข) นั้นเป็นการมองจากด้านข้าง ซึ่งเซ็มสองแถวห่างกันเท่ากับ 4 เซนติเมตร ชุดเซ็มทั้งหมดนี้จะอยู่ในท่อพลาสติกใสทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังรูปที่ 4.9



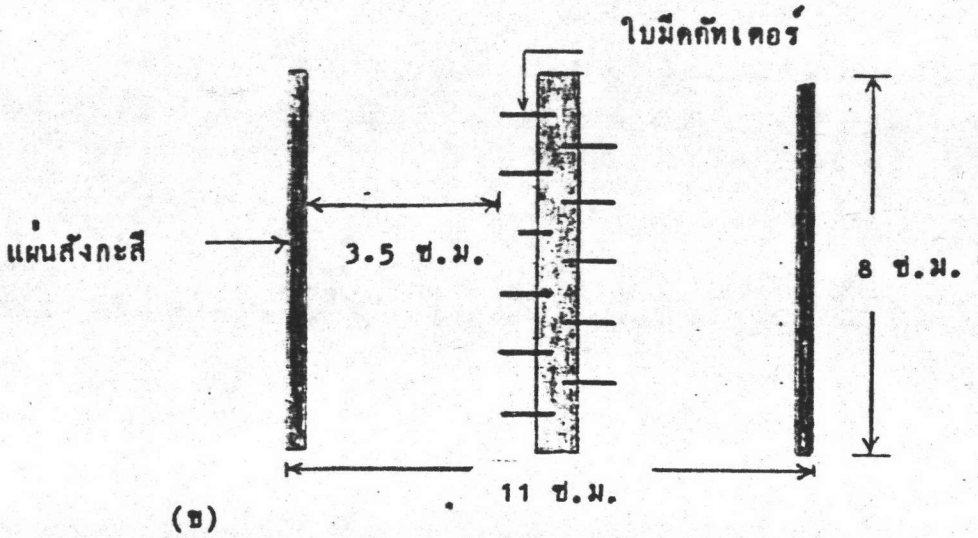

รูปที่ 4.9 แสดงลักษณะของท่อพลาสติกเมื่อประกอบชุดเซ็มพ่นประจุไฟฟ้า

ด้านบนของปากสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีแผ่นยางติดอยู่เป็นขอบเพื่อลดแรงสั่นสะเทือนของเครื่องและป้องกันการรั่วไหลออกนอกระบบการทำงานของฝุ่นที่ใช้ในการทดลอง แผ่นยางที่ใช้หนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ส่วนที่เป็นเซ็มจะมีสายไฟต่อไปยังวงจรควบคุมโวลเตจส่วนแผ่นสังกะสีก็เช่นเดียวกันจะมีสายไฟต่อเป็นสายดิน (Ground)

ข. แบบใช้ใบมีดคัทเตอร์ ที่เลือกใช้ใบมีดคัทเตอร์ก็เพราะมีขอบคมทำให้สามารถปล่อยประจุไฟฟ้าได้ดี ใช้ใบมีดโกน 12 ใบ เชื่อมติดกับท่อทองแดงเป็นแถวโดยหันหลังสลับกันด้านละ 6 ใบ ติดไว้ตรงกลางท่อพลาสติก แล้วนำแผ่นสังกะสีมาติดไว้ด้านข้างทั้งสองของท่อพลาสติกทางด้านกว้าง ท่อพลาสติกที่กล่าวถึงนี้มีขนาดเท่ากับที่ใช้ใส่เซ็มนั่นเอง คมใบมีดห่างจากแผ่นสังกะสีเท่ากับ 3.5 เซนติเมตร เมื่อให้โวลเตจเข้าไปจะทำให้เกิดสนามไฟฟ้าระหว่างคมใบมีดกับแผ่นสังกะสีขึ้น จากสูตร $E = V/d$ ที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 สำหรับในการวิจัยครั้งนี้ใช้ศักย์ไฟฟ้าเท่ากับ 10 กิโลโวลต์ ฉะนั้นสนามไฟฟ้าก็จะมีค่าเท่ากับ 285714.28 โวลต์/เมตร ซึ่งจะมีสนามไฟฟ้ามากกว่าแบบเซ็ม ลักษณะการเชื่อมติดกับท่อทองแดงแสดงได้ในรูปที่ 4.10




(ก)

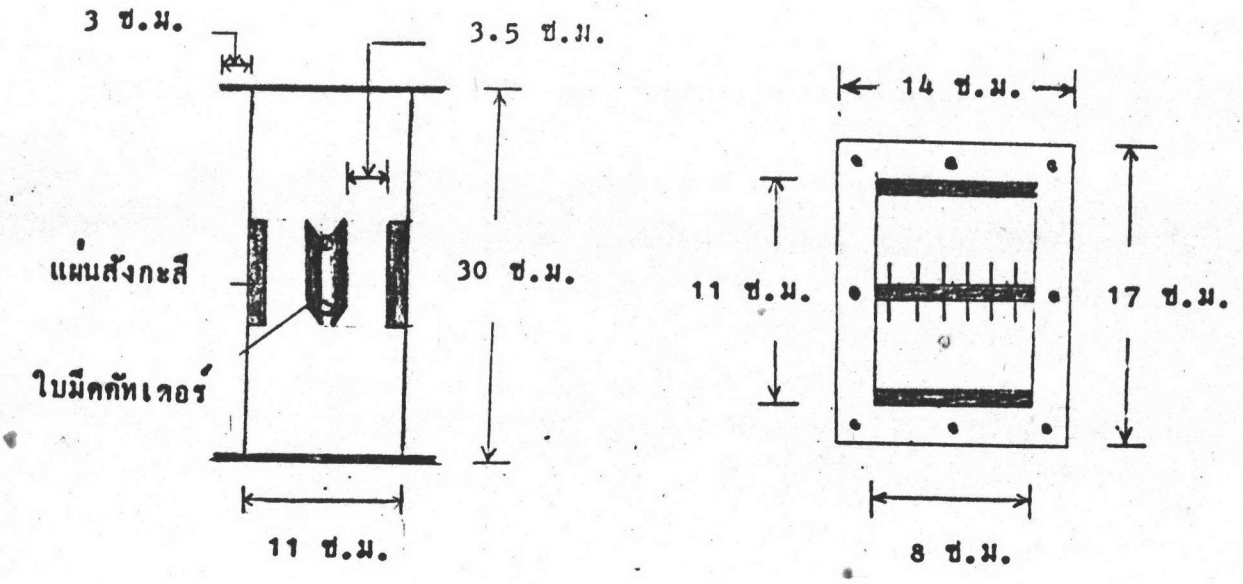



(ข)

รูปที่ 4.10 ก. แสดงลักษณะการผลิตสนามไฟฟ้าโดยใช้ใบมีดดัทเตอร์ (มองด้านข้าง)

ข. แสดงลักษณะการผลิตสนามไฟฟ้าโดยใช้ใบมีดดัทเตอร์ (มองด้านบน)

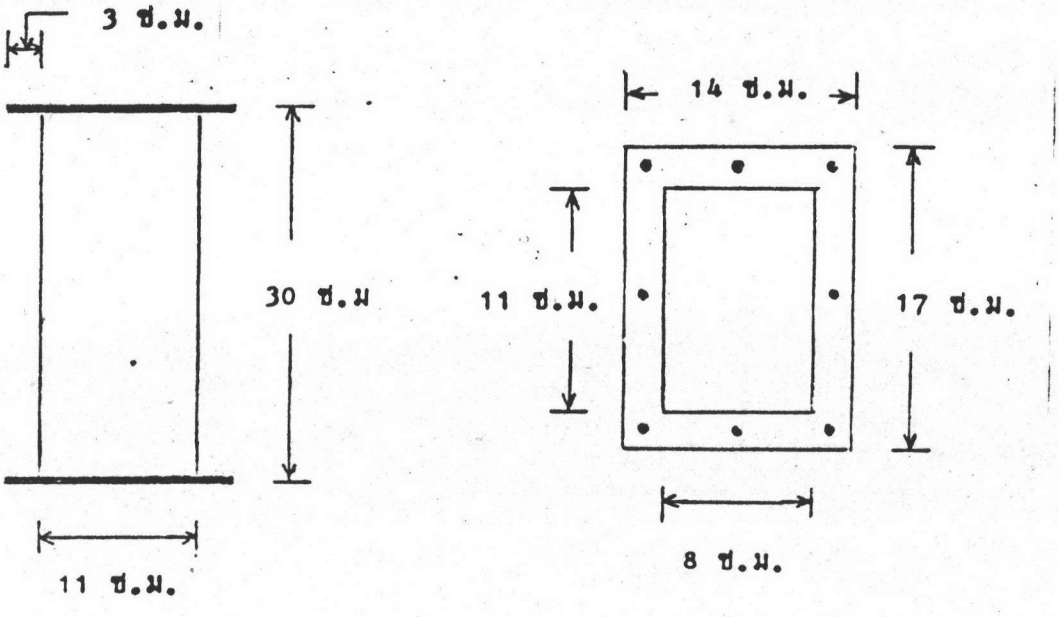
การเชื่อมใบดัทเตอร์ติดกับทองแดงต้องใช้ความร้อนสูงพอสมควรและต้องใช้น้ำกรดที่ได้ฆ่าฤทธิ์ด้วยสังกะสีตะกั่วแล้วทาบริเวณที่ต้องการจะเชื่อมจะทำให้เชื่อมติดได้ง่าย จะสังเกตุเห็นได้ว่าระยะระหว่างคมใบมีดถึงแผ่นสังกะสีสั้นกว่าระยะระห่างเชื่มถึงแผ่นสังกะสี จึงทำให้สนามไฟฟ้าที่เกิดในบริเวณระหว่างคมใบมีดกับแผ่นสังกะสีมีค่ามากกว่าสนามไฟฟ้าที่เกิดในบริเวณระหว่างเชื่มกับสังกะสี เมื่อใช้โวลเตจควบคุมเท่ากัน ชุดใบมีดดัทเตอร์นี้จะอยู่ในท่อพลาสติกในทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าดังรูปที่ 4.11




รูปที่ 4.11 แสดงลักษณะของท่อพลาสติกเมื่อประกอบชุดใบมีดดัทเตอร์พ่นประจุไฟฟ้า

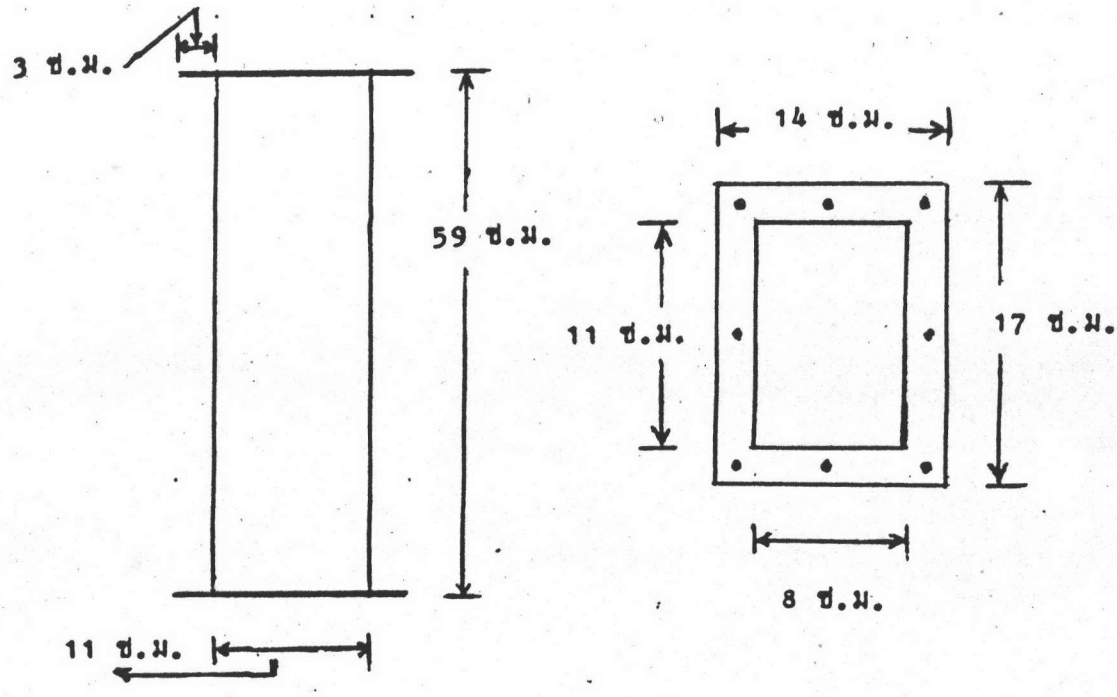
ด้านบนของปากสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีแผ่นยางติดอยู่เป็นขอบเพื่อลดแรงสั่นสะเทือนของเครื่องและป้องกันการรั่วไหลออกนอกระบบการทำงานของฝุ่นที่ใช้ในการทดลอง แผ่นยางที่ใช้หนาประมาณ 3 มิลลิเมตร ส่วนที่เป็นใบมีดคัทเตอร์จะมีสายไฟต่อไปยังวงจรควบคุมโวลเตจส่วนแผ่นสังกะสีก็เช่นเดียวกันจะมีสายไฟต่อเป็นสายดิน (Grund)

2) ท่อพลาสติกเปล่าส่วนขึ้น ท่อนี้เป็นท่อเปล่า ๆ ไม่มีอะไรเป็นพิเศษ เป็นท่อพลาสติกสี่เหลี่ยมผืนผ้ากว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 11 เซนติเมตร สูง 30 เซนติเมตร มีลักษณะคล้ายกับท่อพลาสติกที่สำหรับพ่นประจุไฟฟ้าแต่ต่างกันตรงที่ไม่มีบริเวณสำหรับผลิตสนามไฟฟ้า ท่อท่อนนี้จะวางต่อจากท่อพลาสติกพ่นประจุไฟฟ้าในขณะที่ทำการทดลอง ส่วนนี้มีหน้าที่สำหรับให้กระแสฝุ่นที่เคลื่อนที่มาจากบริเวณสนามไฟฟ้าเคลื่อนที่ผ่านขึ้นไปสู่ส่วนบนซึ่งเป็นสังกะสีโค้งดังที่จะได้กล่าวต่อไป ท่อพลาสติกเปล่ามีลักษณะดังรูปที่ 4.12 ด้านบนของปากสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีแผ่นยางติดอยู่เป็นขอบเพื่อลดแรงสั่นสะเทือนของเครื่องและป้องกันการรั่วไหลออกนอกระบบการทำงานของฝุ่นที่ใช้ในการทดลอง แผ่นยางที่ใช้หนาประมาณ 3 มิลลิเมตร




รูปที่ 4.12 แสดงลักษณะของท่อพลาสติกเปล่าส่วนขึ้นของกระแสฝุ่น

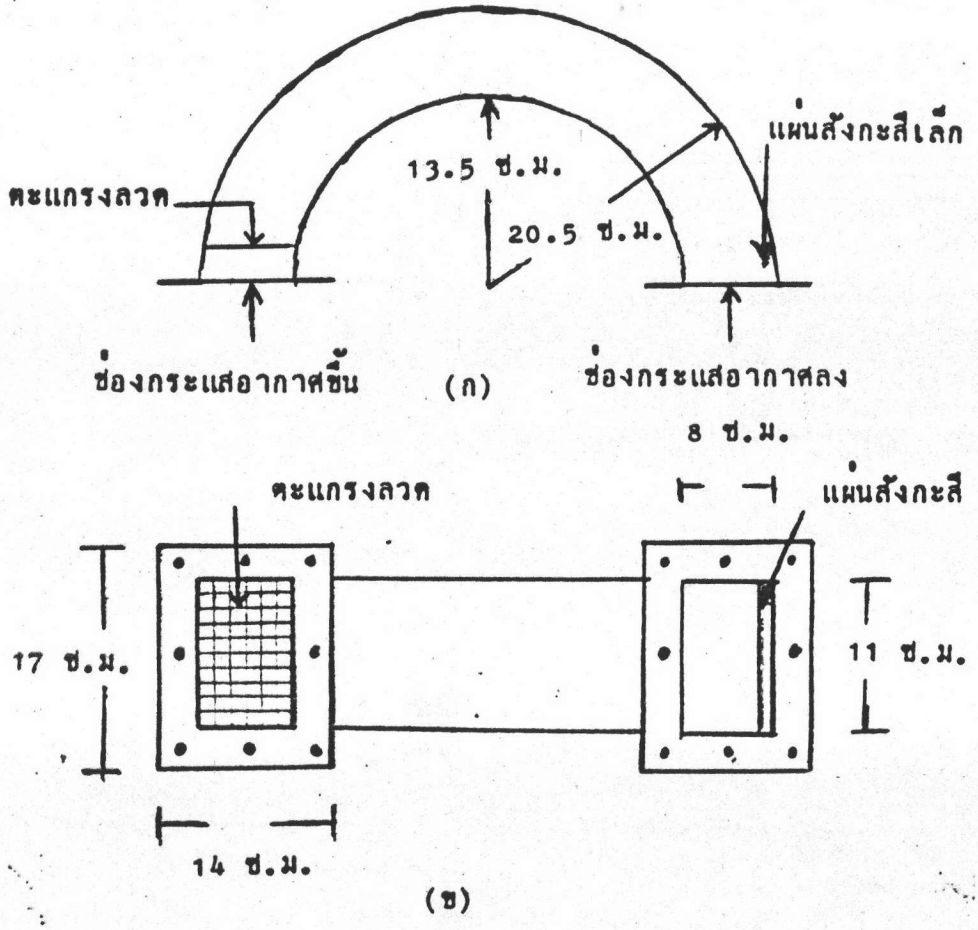
3) ท่อพลาสติกเปล่าส่วนลง ส่วนนี้มีหน้าที่สำหรับเป็นทางเดินให้กระแสฝุ่นเคลื่อนที่ลงมาจากส่วนโค้งสังกะสีข้างบนเพื่อให้เคลื่อนที่ลงไปสู่ส่วนพัดลมอีก ซึ่งกระแสฝุ่นจะเคลื่อนที่เข้าไปทางด้านดูดอากาศเข้าเพื่อที่จะได้นำฝุ่นกลับไปใช้ได้อีก ท่อพลาสติกส่วนนี้มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีความกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 11 เซนติเมตร สูง 59 เซนติเมตร มีลักษณะดังรูป 4.13




รูปที่ 4.13 แสดงลักษณะของท่อพลาสติกส่วนทางลงของกระแสฝุ่น

ด้านบนของปากสี่เหลี่ยมผืนผ้าจะมีแผ่นยางติดอยู่เป็นของเพื่อลดแรงสั่นสะเทือนของเครื่องและป้องกันการรั่วไหลออกนอกระบบการทำงานของผุ่นที่ใช้ในการทดลอง แผ่นยางที่ใช้หนาประมาณ 3 มิลลิเมตร

4.3.1.3 ส่วนโค้งสังกะสี ทำด้วยสังกะสีหนา 1 มิลลิเมตร เป็นรูปโค้งครึ่งวงกลมมีลักษณะคล้ายท่อแอร์ที่เดินไว้ตามตึก มีปากทั้งสองข้างกว้าง 8 เซนติเมตร ยาว 11 เซนติเมตร มีลักษณะเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า มีรัศมีความโค้งใน 13.5 เซนติเมตร และรัศมีความโค้งนอก 20.5 เซนติเมตร มีลักษณะดังรูปที่ 4.14




รูปที่ 4.14 ก. แสดงลักษณะของสังกะสีโค้ง (ด้านข้าง)

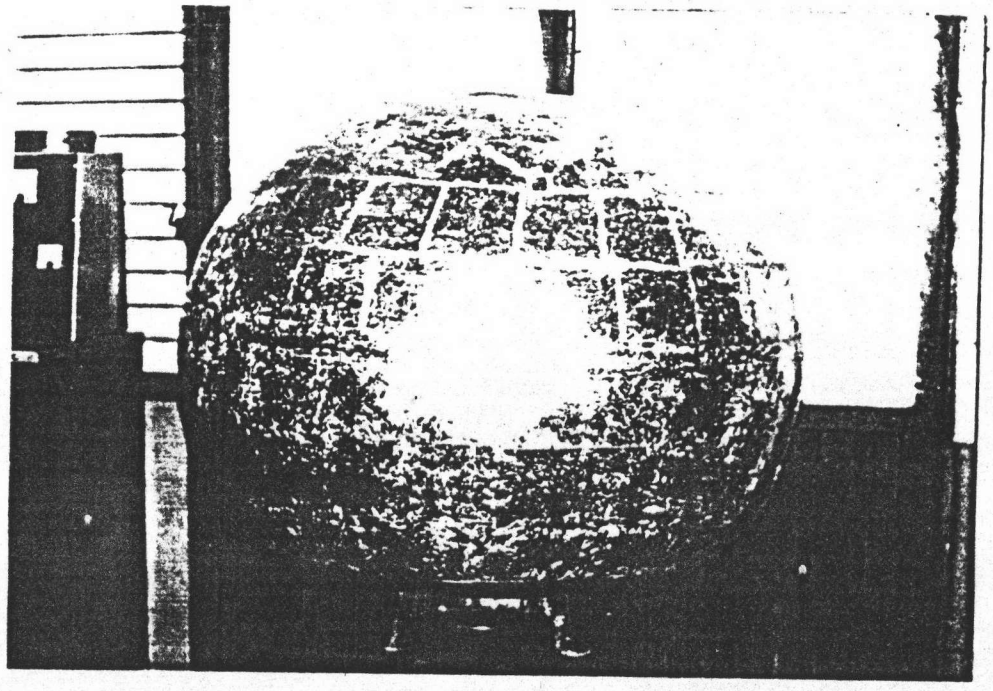
ข. แสดงลักษณะของสังกะสีโค้ง (ด้านล่างปาก)

ภายในท่อสังกะสีมีตะแกรงลวดซึ่งแต่ละช่องกว้าง 1 เซนติเมตร ยาว 1 เซนติเมตร เป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสมีไว้เพื่อให้กระแสฝุ่นที่ได้รับประจุไฟฟ้ามาจากบริเวณสนามไฟฟ้า หรือประจุไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการขัดสีกันเองของฝุ่นมาปะทะกับตะแกรงลวดแล้ว ถ่ายเทประจุไฟฟ้าไว้ที่ส่วนนี้ได้สะดวก ส่วนทางด้านที่กระแสฝุ่นเคลื่อนที่ลงนั้นจะมีแผ่นสังกะสีชิ้นเล็ก ๆ ติดอยู่มีไว้เพื่อให้กระแสฝุ่นมาปะทะเป็นครั้งสุดท้ายแล้วจึงเคลื่อนที่ลง ถ้าไม่มีแผ่นสังกะสีชิ้นนี้จะทำให้กระแสฝุ่นที่เคลื่อนที่ลงไปถูกับด้านข้างของท่อพลาสติกอาจจะทำให้ฝุ่นไปเกาะอยู่ตามบริเวณด้านข้างเป็นสายยาวจากส่วนบนสู่ส่วนล่างเกิดเป็นสื่อไฟฟ้าได้จนทำให้ประจุไฟฟ้าจากส่วนบนลงสู่ส่วนล่างได้โดยวิธีการนำไฟฟ้าก็ได้ ซึ่งในการวิจัยครั้งนี้ไม่ต้องการให้เป็นเช่นนั้น สรุปแล้วส่วนโค้งสังกะสีมีหน้าที่สองประการคือ ประการแรกใช้สำหรับเป็นที่รับประจุไฟฟ้าจากกระแสฝุ่น ประการที่สองเป็นทางกลับของกระแสฝุ่นเพื่อย้อนกลับไปสู่ตัวพัดลมใหม่ซึ่งจะเป็นแบบนี้ตลอดการทดลอง

4.3.1.4 ทรงกลมตัวนำเก็บสะสมประจุไฟฟ้า ทรงกลมตัวนำนี้เป็นทรงกลมกลวงทำด้วยแผ่นโฟมตัดเป็นวงแหวนหลาย ๆ วง มีรัศมีไม่เท่ากันวางซ้อนกันหลาย ๆ วงเพื่อให้เกิดเป็นทรงกลมจากนั้นใช้ใบมีดคัทเตอร์ปาดให้กลมและเกลี้ยง เมื่อผิวกลมและเกลี้ยงดีแล้วก็นำเอากระดาษแผ่นเล็ก ๆ ตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 5 เซนติเมตร แปะให้ทั่วบริเวณพื้นที่ทรงกลมทั้งหมด 5 ชั้น ต่อจากนั้นใช้สีทองพ่นให้ทั่วพื้นที่ทั้งหมดแล้วจึงนำแผ่นอลูมิเนียมตัดเป็นแผ่นสี่เหลี่ยมจัตุรัสยาวด้านละ 5 นิ้วมาแปะอีกชั้นหนึ่งซึ่งเป็นชั้นสุดท้าย ซึ่งมีคุณสมบัติสามารถนำไฟฟ้าได้เพื่อที่จะใช้เป็นบริเวณเก็บประจุไฟฟ้าได้ ทรงกลมตัวนำนี้มีรัศมี 60.0 เซนติเมตร ดังรูปที่ 4.15

หอสมุดกลาง จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

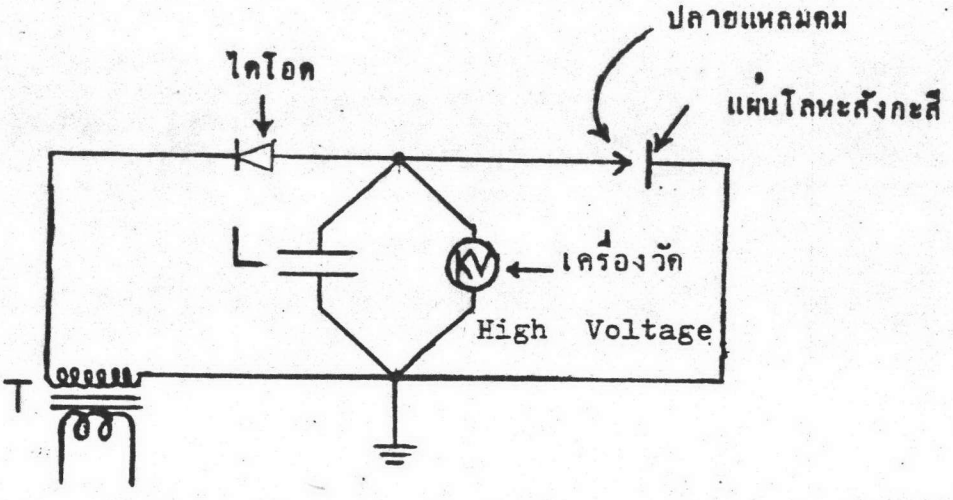




รูปที่ 4.15 แสดงภาพถ่ายจริงของทรงกลมตัวนำเก็บประจุไฟฟ้า

ฉะนั้นความจุไฟฟ้าของทรงกลมตัวนำก็จะมีค่าเท่ากับรัศมีของทรงกลมมีหน่วยเป็น สะแต็ทฟาร์ด จะเห็นได้ว่าความจุไฟฟ้าของทรงกลมขึ้นอยู่กับรัศมีเพียงอย่างเดียวดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ทรงกลมนี้จะครอบด้วยสังกะสีอีกทีหนึ่ง ซึ่งจะเชื่อมกันด้วยสายไฟฟ้ามีไว้สำหรับถ่ายเทประจุไฟฟ้าจากสังกะสีโค้งมาข้างนอกของทรงกลม เมื่อทรงกลมนี้รับประจุไฟฟ้าไว้แล้วประจุไฟฟ้าก็จะกระจายอยู่บนผิวของทรงกลมทำบริเวณทั้งหมด แต่ทรงกลมที่ผลิตขึ้นมานี้ผิวนอกไม่ค่อยเรียบจึงทำให้ประจุไฟฟ้าหนีออกไปจากผิวของทรงกลมได้ ฉะนั้นจึงเก็บประจุไฟฟ้าได้ไม่ค่อยดีเท่าที่ควร

4.3.1.5 ส่วนพ่นประจุไฟฟ้า ทำหน้าที่พ่นประจุไฟฟ้าให้กับฝุ่นอลูมิเนียมซึ่งเคลื่อนที่ขึ้นมาจากพัดลมข้างล่าง และฝุ่นนี้จะเป็นตัวพาประจุไฟฟ้าขึ้นไปยังส่วนบน ลักษณะของตัวที่ใช้สำหรับพ่นประจุไฟฟ้าต้องมีปลายแหลมคม ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.3.1.2 ปลายแหลมคมนี้จะต่อเข้ากับวงจรไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมโวลเตจได้ หรือต่อเข้ากับโวลเตจที่พ่นออกมาแบบควบคุมได้ (Controllable Spray Votlage) ทำให้มีการเกิดไอออน (Ionization) ของอากาศใกล้จุดของปลายแหลมคม ซึ่งจะทำให้ไอออนที่เกิดขึ้นแนบไปกับฝุ่นอลูมิเนียมฟอยได้ โวลเตจที่พ่นแบบควบคุมได้ประกอบด้วย คอนเดนเซอร์ 1 ชุด เครื่องวัดศักย์ไฟฟ้าสูง (High Voltage) 1 เครื่อง, ทรานฟอร์เมอร์ 2 เครื่อง, ตัวพ่นประจุไฟฟ้า 2 แบบ คือ แบบใบมีดคัทเตอร์และแบบเข็ม, ไดโอต 1 ชุด มีหน้าที่เปลี่ยนกระแสสลับให้เป็นกระแสตรง วงจรไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมมีลักษณะดังรูปที่ 4.16

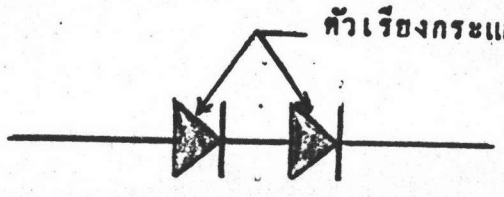



รูปที่ 4.16 แสดงวงจรไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมโวลเตจได้

โวลเตจที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้อยู่ในช่วง 5-10 กิโลโวลต์ ซึ่งถ้าใช้มากกว่านี้แล้วเครื่องมือชุดนี้จะทำให้เกิดประกายไฟฟ้า (Spark) ที่บริเวณแผ่นประจุได้ เรียกว่า จุดโคโรนา (Corona Points) วงจรไฟฟ้าที่ใช้ควบคุมโวลเตจได้นี้อธิบายส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1) ตัวเก็บประจุ (Condenser) มีหน้าที่สำหรับเก็บประจุไฟฟ้าและถ่ายเทประจุไฟฟ้าให้สม่ำเสมอในวงจรเพื่อที่จะให้ฝุ่นรับประจุไฟฟ้าขึ้นไปอย่างสม่ำเสมอตลอดการทดลอง ฉะนั้นคอนเดนเซอร์ที่ใช้จึงใช้วิธีต่อกันอย่างอนุกรมเพื่อให้ทนศักย์ไฟฟ้าได้สูงถึง 5-10 กิโลโวลต์ ตามหลักการและรายละเอียดในบทที่ 3 เกี่ยวกับเรื่องตัวเก็บประจุไฟฟ้า

2) ตัวเรียงกระแส (Diode) ตัวเรียงกระแสที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้เป็นตัวเรียงกระแสชนิด เซมิคอนดัคเตอร์ (Semiconductor) ซึ่งใช้ได้ทันที ตัวเรียงกระแสที่ใช้ในการทำการวิจัยครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อต่อเข้ากับวงจรร่วมกับตัวเก็บประจุเพื่อให้ได้ศักย์ไฟฟ้าลบออกมาเป็นเอาท์พุท ตัวเรียงกระแสไฟฟ้าที่ใช้ในที่นี้ใช้เบอร์ เอทวีที -22 ดีบี (HVT -22 DB) ซึ่งเป็นชนิด พี - เอ็นจังชัน สามารถทนศักย์ไฟฟ้าย้อนกลับได้ถึง 12 กิโลโวลต์ และให้กระแสไฟฟ้าไหลผ่านได้ 20 มิลลิแอมแปร์ แต่ถ้าใช้ตัวเรียงกระแสถึง 2 ตัว แล้วต่ออนุกรมกันจะทำให้ทนโวลเตจได้ถึง 24 กิโลโวลต์ ดังรูปที่ 4.17



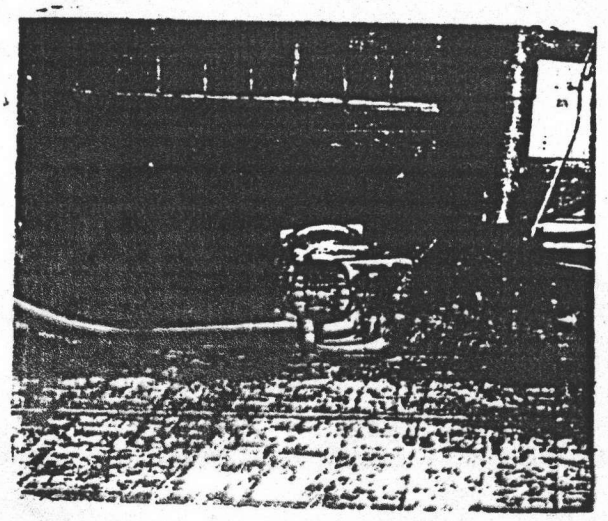

รูปที่ 4.17 แสดงการต่อตัวเรียงกระแสแบบอนุกรม

ฉะนั้นในการวิจัยครั้งนี้จึงใช้ตัวเรียงกระแส 2 ตัว ต่อกันอย่างอนุกรมเพื่อให้ทนโวลเตจได้สูง ๆ ในขณะที่ทำการทดลอง

3) หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) เป็นหม้อแปลงไฟฟ้าของนีออน ทรานฟอร์เมอร์ (Neon Transformer) ชนิด 1969 เบอร์ 89002 (Type 1969 No. 89002) ใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50 รอบต่อวินาที โดยมีอินพุท 230 และเอาท์พุท 15000 โวลต์ ซึ่งผลิตในฮ่องกง โดยมีจำหน่ายมากในประเทศไทย ส่วนอีกเครื่องหนึ่งที่ใช้คือ ชนิด 5B-10 (Type SB - 10) อินพุท 110 V/220 V ความถี่ 50/60 รอบต่อวินาที เอาท์พุท 0-260 โวลต์ ทนกระแสไฟฟ้าได้ 10 แอมแปร์ เป็นของบริษัทโยโกยามาอิเล็กตริกเวิร์ค (Yokoyama Electic Works, Ltd.) ซึ่งทั้งสองเครื่องต่อกันอย่างอนุกรมดังรูปที่ 4.16

4.3.2 เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นเมื่อใช้ระบบไซโคลน เป็นระบบการเคลื่อนที่ของกระแสฝุ่นอีกแบบหนึ่งซึ่งต่างกับระบบหอยโข่งตรงที่ระบบนี้เป็นระบบเปิด ซึ่งได้อธิบายถึงหลักการไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.7 เรื่องทฤษฎีเกี่ยวกับไซโคลน เครื่องกำเนิดไฟฟ้าไฟฟ้าสถิติโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นเมื่อใช้ระบบไซโคลนนี้ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 4 ส่วนคือ

4.3.2.1 ตัวพัดลม (Blower) ในการวิจัยนี้ใช้พัดลมแบบเป่าฝุ่นซึ่งมีขายตามตลาดทั่วไปมีลักษณะดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 แสดงภาพถ่ายจริงของพัดลมแบบเป่าฝุ่น (Blower)

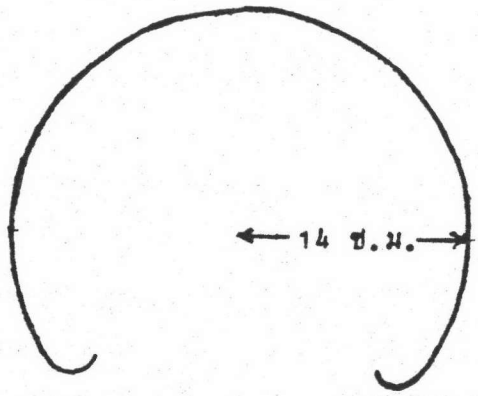
พัดลมแบบนี้ผลิตมาจากประเทศญี่ปุ่น ใช้กับไฟฟ้า 220 โวลต์, ใช้กระแสไฟฟ้า 1.6 แอมแปร์, กำลังไฟฟ้า 330 วัตต์ มีจำนวนรอบ 13000 รอบต่อนาที ผลิตกระแสลมมีอัตราเร็วประมาณ 20 เมตร/วินาที เมื่อวัดด้วยมาโนมิเตอร์แบบเอียงดังรายละเอียดในบทที่ 3 เรื่อง ทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดอัตราเร็วของลมลักษณะการวัดก็คล้าย ๆ กับการวัดอัตราความเร็วลมของพัดลมแบบหอยโข่งนั่นเอง หลักการทำงานคือ พัดลมแบบนี้จะดูดลมเข้าทางด้านข้างและจะเป่าลมออกตรงท่อที่มีลักษณะยาว ๆ ดังรูปที่ 4.18 ปลายท่อออกมีรัศมีประมาณ 1.50 เซนติเมตร

4.3.2.2 ท่อแก้วใส จะอยู่ทางด้านให้ผุ่นลงเป็นส่วนที่สำหรับให้เม็ดโฟมเคลื่อนที่ ประกอบด้วยท่อแก้ว 1 ท่อน ยาวประมาณ 118 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อแก้วประมาณ 3.5 เซนติเมตร มีคุณสมบัติที่เป็นฉนวนท่อแก้วนี้อยู่ทางด้านที่เม็ดโฟมเคลื่อนที่ลงต่อจากระบบไซโคลนด้านล่างมีตะแกรงมุ้งลวดที่มีตากว้างพอสมควรพอให้เม็ดโฟมผ่านได้มีไว้เพื่อต่อเป็นสายดิน ปลายบนมีตะแกรงมุ้งลวดเช่นเดียวกันแต่มีสายไปต่อไปยังทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมที่อยู่ส่วนบนสุดของเครื่องมือ

4.3.2.3 ท่อพลาสติกใส เป็นส่วนที่อยู่ทางด้านที่เม็ดโฟมเคลื่อนที่ขึ้น เป็นท่อพลาสติกใสยาวประมาณ 118 เซนติเมตร มีเส้นผ่าศูนย์กลางของท่อประมาณ 3.5 เซนติเมตร มีคุณสมบัติเป็นฉนวนไฟฟ้า ท่อพลาสติกนี้อยู่ทางด้านที่เม็ดโฟมเคลื่อนที่ขึ้น ปลายล่างมีตะแกรงมุ้งลวดพอให้เม็ดโฟมผ่านได้มีไว้เพื่อต่อเป็นสายดิน ส่วนปลายบนก็มีตะแกรงมุ้งลวดพอให้เม็ดโฟมผ่านได้เช่นเดียวกันแต่มีสายไฟต่อไปยังทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมที่อยู่ส่วนบนสุดของเครื่องมือ

4.3.2.4 ข้อต่อแบบงอมี 2 ท่อน เป็นท่อ พี.วี.ซี. เส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ 3.5 เซนติเมตร ยาวประมาณ 18 เซนติเมตร ท่อนบนต่อจากระบบไซโคลนไปยังท่อแก้วใสทางลงและท่อนล่างต่อจากท่อแก้วใสทางด้านล่างไปยังท่อพลาสติกใสตรงปลายล่าง ข้องอไม่มีหน้าที่พิเศษอื่นใดนอกจากเป็นที่เคลื่อนที่ผ่านของเม็ดโฟมเท่านั้น

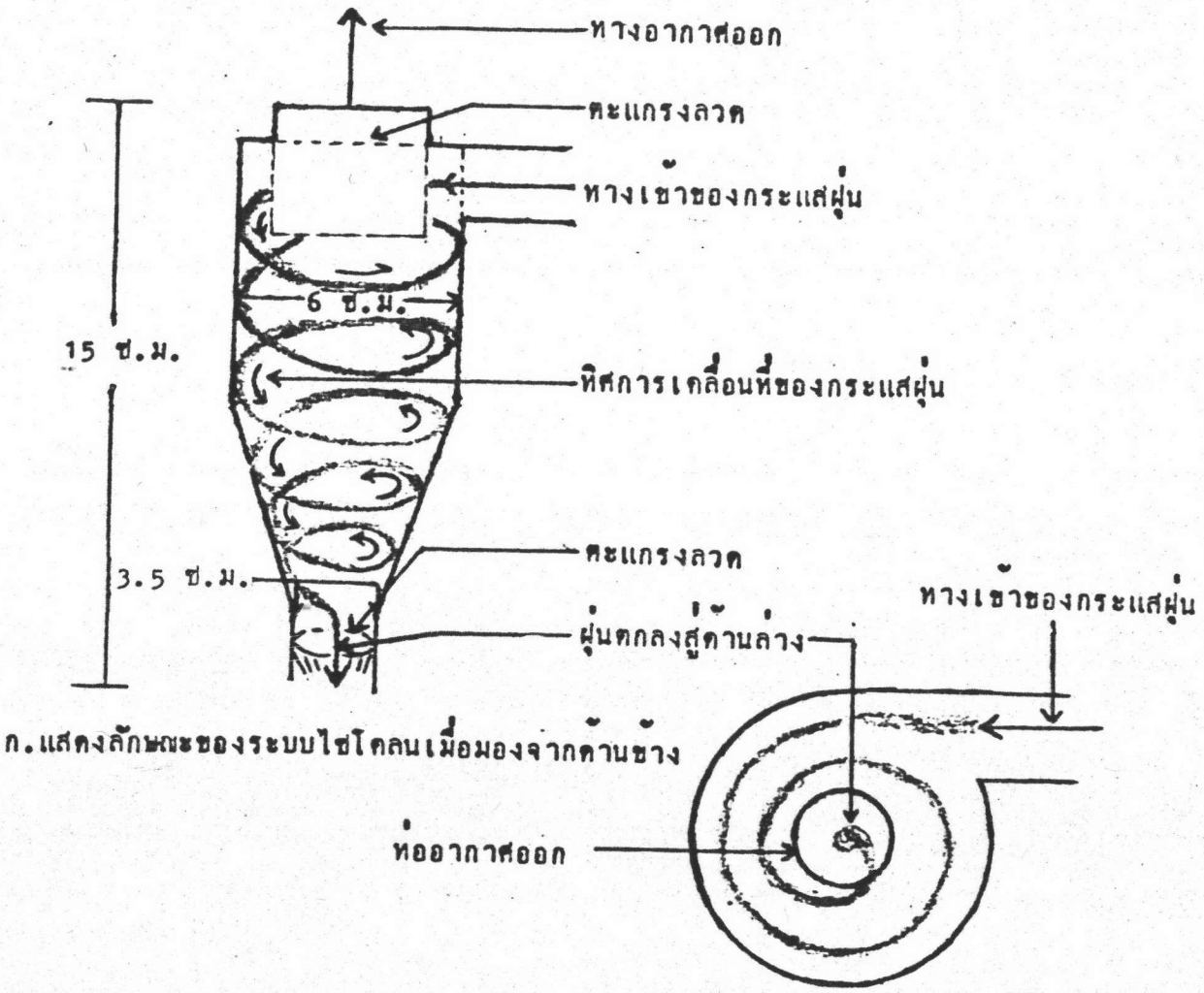
4.3.2.5 ทรงกลมเก็บประจุ ไฟฟ้าอลูมิเนียม เป็นทรงกลมที่ผลิตมาจากต่างประเทศซึ่งมีอยู่ในห้องปฏิบัติการแล้ว ทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมมีรัศมี 14 เซนติเมตร ผิวเรียบสามารถเก็บประจุไฟฟ้าได้ดีมาก มีลักษณะดังรูปที่ 4.19




รูปที่ 4..19 แสดงลักษณะของทรงกลมตัวนำอลูมิเนียม

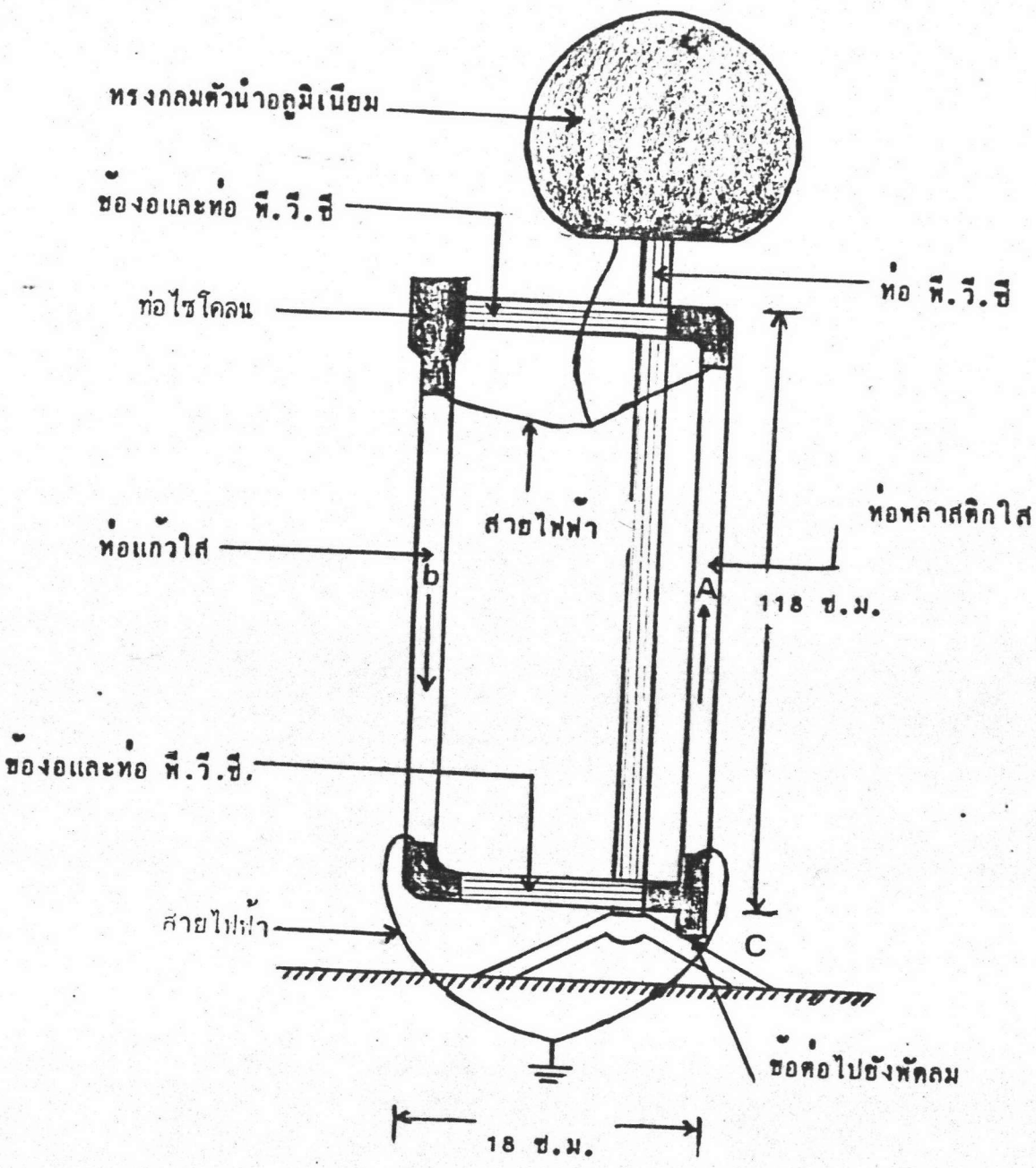
ทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมใบนี้จะอยู่ที่ส่วนบนสุดของเครื่องมือ วางไว้บนท่อ พี.วี.ซี.ซึ่งเป็นฉนวน ไฟฟ้าทรงกลมตัวนำนี้มีหน้าที่เก็บสะสมประจุไฟฟ้าคล้ายกับตัวเก็บประจุไฟฟ้า ประจุไฟฟ้าที่เก็บสะสมไว้นี้ ได้มาจากการชัดสีของเม็ดโฟมโดยกระแสลมนั้นเอง

4.3.2.6 ท่อไซโคลน เป็นกรวยท่อสำหรับให้เม็ดโฟมและลมมาวิ่งวนคล้าย ๆ กับพายุไซโคลนดังได้อธิบายรายละเอียดมาแล้วในบทที่ 3 เม็ดโฟมจะวิ่งวนแล้วจึงเคลื่อนที่ลงข้างล่าง ลมบางส่วนจะไหลรินออกทางปากบริเวณไซโคลน ฉะนั้นไซโคลนจึงเป็นระบบเปิด ท่อไซโคลนที่ใช้ในการทดลองนี้ใช้กรวย พี.วี.ซี. มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 เซนติเมตร สูง 15 เซนติเมตร เส้นผ่าศูนย์กลางของปากล่างประมาณ 3.5 เซนติเมตร มีลักษณะดังรูป 4.20

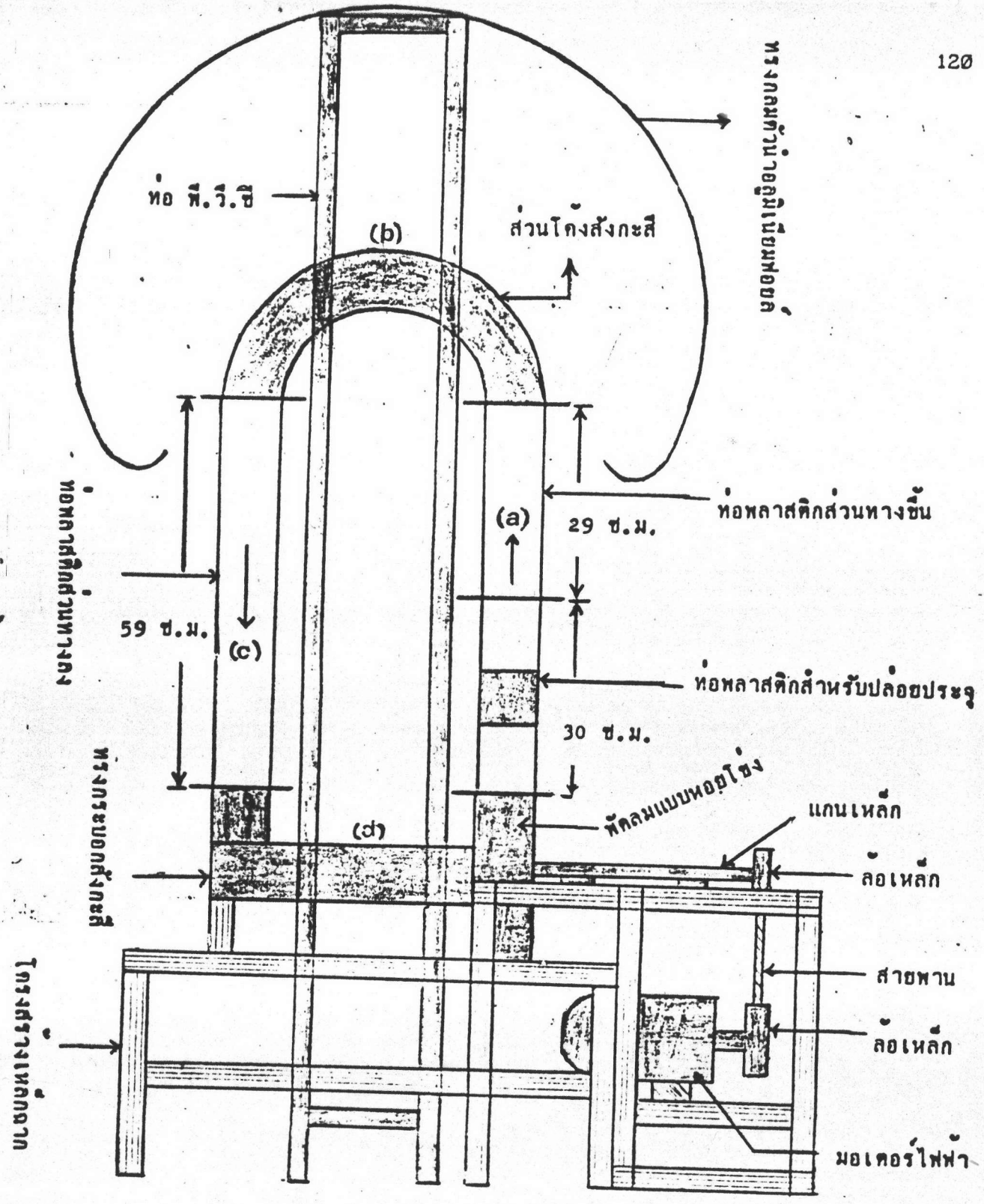



รูปที่ 4.20 แสดงลักษณะของไซโคลนที่ใช้ในงานทดลอง

ด้านบนของไซโคลนจะมีตะแกรงมุ้งลวดปิดอยู่เพื่อกั้นมิให้เม็ดโฟมออกไปจากระบบนี้ เพราะไซโคลนที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ไม่ได้มาตรฐาน (ไม่ได้สัดส่วนเท่าที่ควร) แต่ก็พอจะใช้ได้สำหรับในการทดลองนี้ ท่อไซโคลนเป็นฉนวน ปากล่างมีตะแกรงมุ้งลวดตาห่างพอให้เม็ดโฟมผ่านได้มีสายไฟฟ้าต่อจากตะแกรงลวดไปยังทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมเพื่อนำประจุไฟฟ้าไปสะสมไว้บนทรงกลมตัวนำ




รูปที่ 4.21 แสดงลักษณะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นเมื่อใช้ระบบไซโคลน




รูปที่ 4.22 แสดงลักษณะเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นเมื่อใช้พัดลมแบบหอยโข่ง

## 4.4 วิธีการทดลองโดยการขัดสี

ในการทดลองดำเนินการแบ่งการทดลองออกเป็นสองระบบ คือ

4.4.1 ทดลองโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิติโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นเมื่อใช้ระบบพัดลมแบบหอยโข่ง ซึ่งมีขั้นตอนในการทดลองดังต่อไปนี้

4.4.1.1 ขั้นเตรียมเครื่องมือ นำส่วนประกอบต่าง ๆ ในหัวข้อ 4.3.1 มาประกอบกันเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิติโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นดังรูปที่ 4.22 ต่อจากนั้นก็ทดลองโดยใช้เม็ดโฟมเป็นตัวขัดสีก่อนโดยใส่เม็ดโฟมเข้าไปในตัวพัดลม หลังจากนั้นเมื่อทดลองกับเม็ดโฟมเรียบร้อยแล้วจึงใช้ชิ้นอลูมิเนียมฟอยล์เป็นตัวขัดสีอีกเป็นครั้งสุดท้ายสำหรับการขัดสี

4.4.1.2 ขั้นตอนการทำงานของระบบ เปิดพัดลมหอยโข่งให้ทำงานกระแสลมก็จะพุ่งขึ้นไปตามท่อพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยจะพาฝุ่นขึ้นไปที่บริเวณ (A) และจะกลับลงมาอีกที่บริเวณ (D) ซึ่งจะอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้คือ เมื่อฝุ่นถูกลมพัดขึ้นไปฝุ่นจะเกิดการขัดสีกัน เมื่อฝุ่นเกิดการขัดสีกันแล้วก็จะเกิดประจุไฟฟ้าขึ้นแต่ละตัว ลมก็จะพัดฝุ่นที่มีประจุไฟฟ้าขึ้นไปถึงบริเวณส่วนโค้งสังกะสี (B) เมื่อฝุ่นมาถึงบริเวณนี้แล้วฝุ่นจะถ่ายเทประจุไฟฟ้าให้กับส่วนโค้งสังกะสี แต่ระหว่างส่วนโค้งสังกะสีกับทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมฟอยล์ จะมีสายไฟต่อกันอยู่จึงทำให้ประจุไฟฟ้าเคลื่อนที่ไปอยู่ที่บริเวณผิวทรงกลมซึ่งจะเป็นที่เก็บสะสมประจุไฟฟ้าไว้ เมื่อฝุ่นถ่ายเทประจุไฟฟ้าแล้วลมก็ยังคงพัดฝุ่นต่อไปยังท่อพลาสติกทรงสี่เหลี่ยมลงมาที่บริเวณ (C) และจะเคลื่อนที่ต่อไปยังทรงกระบอกสังกะสีบริเวณ (D) เข้าสู่พัดลมหอยโข่งทางช่องดูดอากาศ บริเวณ (D) จะต่อเป็นสายดินไว้ ฝุ่นจะเคลื่อนที่ดังขั้นตอนตลอดการทดลอง

4.4.1.3 ขั้นวัดศักย์ไฟฟ้าบริเวณบนผิวทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมฟอยล์ ขั้นตอนนี้ใช้วิธีการวัดในหัวข้อที่ 3.3 เรื่องทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดความต่างศักย์สูงโดยอาศัยสนามไฟฟ้า ในบทที่ 3 ซึ่งได้อธิบายรายละเอียดไว้แล้ว เมื่อทำการวัดเรียบร้อยแล้วก็บันทึกข้อมูลไว้ทำการวิเคราะห์อีกต่อไปดังรายละเอียดในบทที่ 5

4.4.1.4 ขั้นการปิดเครื่อง เมื่อทดลองเสร็จแล้วก็ปิดพัดลมหอยโข่ง ฝุ่นที่กำลังเคลื่อนที่ในระบบจะหยุด แต่บนผิวทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมฟอยล์ยังคงมีประจุไฟฟ้าสะสมอยู่เป็นบางส่วนก็ต้องทำให้เป็นกลางโดยต่อสายดินก่อนที่จะทำการทดลองครั้งต่อไป ฝุ่นเมื่อหยุดการเคลื่อนที่แล้วก็ยังคงอยู่ในระบบถ้าทำการทดลองโดยเปลี่ยนฝุ่นใหม่เช่น ในการทดลองนี้ใช้เม็ดโฟมก่อนขึ้นอลูมิเนียมฟอยล์ก็ต้องทำความสะอาดก่อนโดยการนำเอาฝุ่นเดิมออกให้หมดก่อนและทำความสะอาดส่วนประกอบของเครื่องมือทุกส่วนให้สะอาดแล้วจึงใส่ฝุ่นชนิดใหม่ลงไป

4.4.2 ทดลองโดยใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่นเมื่อใช้ระบบไซโคลน ซึ่งมีขั้นตอนในการทดลองดังต่อไปนี้

4.4.2.1 ขั้นเตรียมเครื่องมือ นำส่วนประกอบต่าง ๆ ในหัวข้อ 4.3.2 มาประกอบกันเป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าสถิตโดยใช้การพัดของกระแสฝุ่น ดังรูปที่ 4.21 สำหรับการทดลองโดยใช้ระบบไซโคลนนี้วัสดุขัดสีใช้เม็ดโฟมเพียงอย่างเดียว นำเม็ดโฟมใส่ลงไปในระบบพอประมาณ

4.4.2.2 ขั้นการทำงานของระบบ เปิดพัดลม (จุด C) ในรูปที่ 4.21 ให้ทำงานกระแสลมจะพุ่งขึ้นไปในท่อพลาสติกใสลมจะพาเม็ดโฟมขึ้นไปด้วยซึ่งจะอธิบายรายละเอียดได้ดังนี้คือเมื่อเม็ดโฟมถูกลมพัดพาขึ้นไปภายในท่อพลาสติกก็จะเกิดการขัดสีไปในระหว่างการเคลื่อนที่ทำให้เกิดประจุไฟฟ้าบนเม็ดโฟม ต่อจากนั้นลมก็จะพาเม็ดโฟมขึ้นไปยังข้องอ พี.วี.ซี.ซึ่งตรงข้อต่อระหว่างข้องอกับท่อพลาสติกนี้จะมีมุ้งลวดต่อสายไฟไปยังทรงกลมตัวนำอลูมิเนียม เมื่อเม็ดโฟมเคลื่อนที่มาถึงก็จะถ่ายเทประจุไฟฟ้าไว้ให้ส่วนนี้ประจุไฟฟ้าก็จะถ่ายเทไปเก็บสะสมบนผิวของทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมต่อจากนั้นเม็ดโฟมก็จะเคลื่อนที่เข้าสู่บริเวณไซโคลนระหว่างข้อต่อไซโคลนส่วนล่างกับท่อแก้วใสจะมีมุ้งลวดต่อสายไฟไปยังทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมเพื่อให้เม็ดโฟมมาถ่ายเทประจุเป็นครั้งสุดท้ายก่อนเคลื่อนที่ลงไปภายในท่อแก้วใส สุดท้ายเม็ดโฟมจะเคลื่อนที่ไปยังส่วนสุดท้ายคือข้องอ พี.วี.ซี. ท่อนล่างปลายหัวและท้ายจะมีมุ้งลวดต่อสายไฟไว้เป็นสายดินเม็ดโฟมจะเคลื่อนที่ดังขั้นตอนข้างต้นตลอดการทดลอง

4.4.2.3 ขั้นวัดศักย์ไฟฟ้าบนผิวทรงกลมตัวนำอลูมิเนียม ขั้นตอนนี้ใช้วิธีการวัดในหัวข้อที่ 3.3 เรื่องทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดความต่างศักย์สูงโดยอาศัยสนามไฟฟ้า ในบทที่ 3 ซึ่งได้อธิบายรายละเอียดไว้แล้ว เมื่อทำการวัดเรียบร้อยแล้วก็บันทึกข้อมูลไว้ทำการวิเคราะห์อีกต่อไปดังรายละเอียดในบทที่ 5

4.4.2.4 ขั้นการปิดเครื่อง เมื่อทดลองเสร็จแล้วก็ปิดพัดลม เม็ดโฟมที่กำลังเคลื่อนที่ในระบบจะหยุด แต่บนผิวทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมฟอยล์ยังคงมีประจุไฟฟ้าสะสมอยู่เป็นบางส่วนก็ต้องทำให้เป็นกลางโดยการต่อสายดินก่อนที่จะทำการทดลองครั้งต่อไป

## 4.5 วิธีการทดลองโดยการพ่นประจุไฟฟ้า

สำหรับการทดลองโดยวิธีนี้ใช้กับชิ้นอลูมิเนียมเพียงอย่างเดียว ซึ่งมีขั้นตอนในการทดลองดังต่อไปนี้

4.5.1 ขั้นเตรียมเครื่องมือ เหมือนกับขั้นเตรียมเครื่องมือในหัวข้อที่ 4.4.1 แตกต่างกันตรงที่ท่อพลาสติกส่วนขั้นท่อนแรกมีบริเวณสำหรับพ่นประจุไฟฟ้าซึ่งทำด้วยเข็มและใบมีดคัทเตอร์ดังที่อธิบายไว้แล้วในหัวข้อที่ 4.3.1.2 (ก) และ (ข) ต่อจากนั้นก็ใส่ชิ้นอลูมิเนียมฟอยล์เข้าไปในระบบเพื่อเตรียมพร้อมสำหรับทดลอง

4.5.2 ขั้นการทำงานของระบบ เปิดพัดลมหอยโข่งให้ทำงานกระแสลมจะพาเอาชิ้นอลูมิเนียมฟอยล์ขึ้นไปในท่อพลาสติกสี่เหลี่ยม ผุ่นอลูมิเนียมฟอยล์จะเคลื่อนที่เข้าไปในบริเวณสนามไฟฟ้าที่สามารถควบคุมโวลเตจได้ ซึ่งมีวงจรควบคุมดังรูปที่ 4.16 และหัวข้อที่ 4.3.1.5 เรื่องส่วนพ่นประจุไฟฟ้า ผุ่นอลูมิเนียมฟอยล์จะได้รับศักย์ไฟฟ้าจากบริเวณนี้แล้วก็จะเคลื่อนที่ต่อไปยังส่วนโค้งสังกะสี (B) ดังรูปที่ 4.22 ผุ่นอลูมิเนียมฟอยล์จะไปถ่ายเทประจุไฟฟ้าไว้ที่ส่วนนี้ต่อจากนั้นประจุไฟฟ้าก็จะถ่ายเทไปยังทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมฟอยล์ที่ครอบส่วนนี้อยู่เมื่อผุ่นอลูมิเนียมฟอยล์ถ่ายเทประจุไฟฟ้าไว้แล้วก็จะเคลื่อนที่มายังท่อพลาสติกทรงสี่เหลี่ยม (C), ทรงกระบอกสังกะสีและเข้าพัดลมหอยโข่งทางช่องดูดอากาศตามลำดับ ผุ่นอลูมิเนียมฟอยล์จะเป็นกลางที่ทรงกระบอกสังกะสีและที่ตัวพัดลมหอยโข่งเพราะในการทดลองต่อเป็นสายดินไว้ผุ่นอลูมิเนียมฟอยล์จะเคลื่อนที่ดังขั้นตอนข้างต้นตลอดการทดลอง

4.5.3 ขั้นวัดศักย์ไฟฟ้าบนผิวทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมฟอยล์ ขั้นตอนนี้ใช้วิธีการวัดในหัวข้อที่ 3.3 เรื่องทฤษฎีเกี่ยวกับการวัดความต่างศักย์สูงโดยอาศัยสนามไฟฟ้า ในบทที่ 3 เมื่อทำการวัดเรียบร้อยแล้วก็บันทึกข้อมูลไว้ทำการวิเคราะห์อีกต่อไปดังรายละเอียดในบทที่ 5

4.5.4 ขั้นการปิดเครื่อง เมื่อทดลองเสร็จแล้วต้องปิดวงจรควบคุมโวลเตจก่อนโดยการลดโวลเตจให้เป็นศูนย์เสียก่อนแล้วจึงปิดพัดลมหอยโข่ง เมื่อปิดวงจรควบคุมโวลเตจแล้วต้องระวังอันตรายเพราะตัวเก็บประจุไฟฟ้าที่ใช้ในวงจรยังคงมีประจุไฟฟ้าสะสมอยู่ ฉะนั้นควรทำให้เป็นกลางเสียก่อน โดยการต่อสายดิน และทำนองเดียวกันทรงกลมตัวนำอลูมิเนียมเก็บประจุไฟฟ้าก็ยังคงมีประจุไฟฟ้าสะสมอยู่ก็ต้องทำให้เป็นกลางโดยการต่อสายดินด้วยก่อนที่จะทำการทดลองครั้งต่อไป