ปีการศึกษา 2532

ELECTROSTATIC PRECIPITATOR

โดย

นายอุทาน เศรษฐกิจ

29.1308

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.ดร. แดเนียล บรีน

026882

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2532

เรื่อง ELECTROSTATIC PRECIPITATOR

ผู้จัดทำ

นาย อุทาน เศรษฐกิจ 29.1308

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ. ดร. แดเนียล บรีน)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

026882

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ELECTROSTATIC PRECIPITATOR

นาย อุทาน เศรษฐกิจ 29.1308
อ.ที่ปรึกษา
อ.ดร. แดเนียล บรีน
ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

ฝุ่นควัน หรือสิ่งแปลกปลอมเหล่านี้เป็นสิ่งที่ไม่พึงปรารถนาแก่ทุกคน เพราะมันอาจก่อให้เกิดโรคทางเดินระบบหายใจได้ หรือ อาจจะก่อให้เกิดความรำคาญได้ โครงงานครั้งนี้ได้ศึกษาวิธีการทำให้อนุภาคเหล่านี้ออกไปจากอากาศที่เราหายใจ โดยใช้วิธีการทำให้อนุภาคมีประจุเสียก่อนแล้วให้มันประพฤติตัวภายใต้สนามไฟฟ้าซึ่งก็สามารถแยกอนุภาคเหล่านี้ออกไปจากอากาศได้ วงจรที่ใช้ในการให้ประจุและสร้างสนามไฟฟ้าแรงดันสูงในที่นี้เราใช้วงจรทวีแรงดันโดยอาศัยไดโอดและตัวเก็บประจุต่อกันแบบครึ่งคลื่นและได้ทดลองภายในกล่องสี่เหลี่ยม โดยมีภาครับและส่งแสงเป็นตัววัดปริมาณอนุภาคภายในกล่องนี้ การศึกษาเรื่องนี้เป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

สารบัญ

บทที่ 1 บทนำ ---------- 1

บทที่ 2 BASIC PRINCIPLE AND PRACTICE ---------- 3

บทที่ 3 การทำประจุบนตัวอนุภาค ---------- 8

บทที่ 4 ส่วนประกอบของ ELECTROSTATIC PRECIPITATOR ---------- 14

บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง และสรุป-วิจารณ์ ---------- 20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1 บทนำเบื้องต้น

ในการแยกอนุภาคออกจากอากาศที่มีอนุภาคแขวนลอยอยู่มีหลายวิธีการ เราได้อธิบายวิธีการต่างๆ ดังนี้ เราได้อาศัยคุณสมบัติต่างๆคือ ความหนาแน่น (DENSITY) ความตึง (TENSILE STRENGTH) ค่าไดอิเลคตริก (DIELECTRIC) และแรงยึดเกาะระหว่างอนุภาค

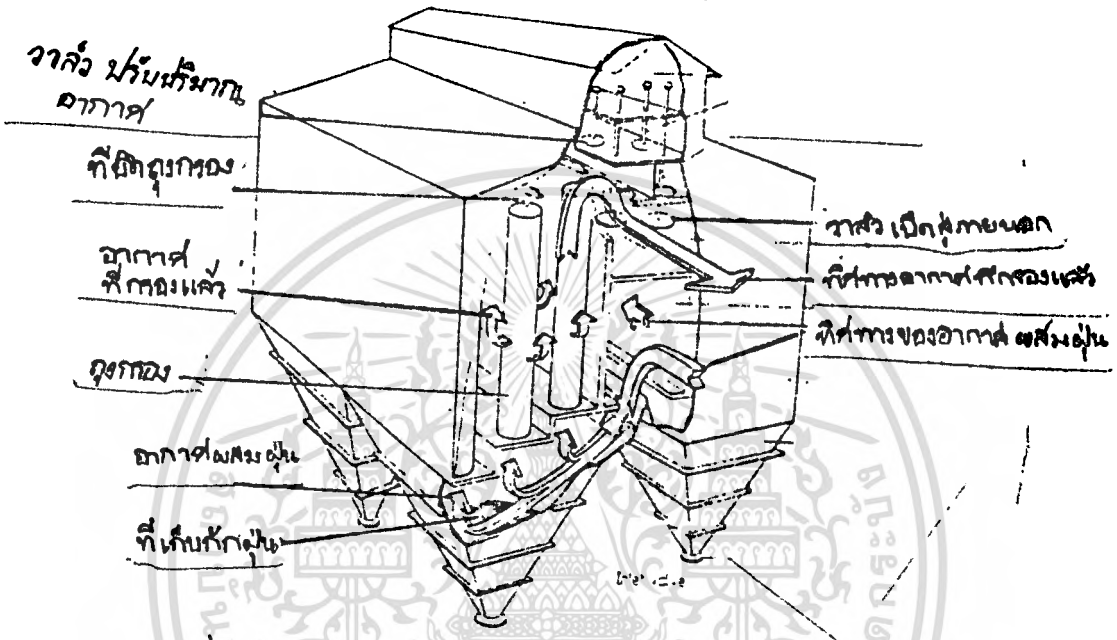
ความหนาแน่น (DENSITY) คือคุณสมบัติหนึ่งที่สำคัญที่อนุภาคมีอยู่ หากอนุภาคมีขนาดใหญ่พอ เราเพียงแต่เอาอากาศที่มีอนุภาคใส่ในเครื่องเหวี่ยงที่ภายในมีท่อ VASSEL อยู่แล้วคอยจนกว่าอนุภาคจแยกออกไปจากอากาศ โดยอาศัยหลักการมีความเร็วที่ต่างกัน เครื่องมือที่ใช้ก็ได้แก่ CYCLONES

TENSILE STRENGTH หรือเราเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า CAPILLARY ATTRACTION ในบางครั้งเราสามารถแยกอนุภาคออกไปได้โดยใช้ของเหลวฉีดพ่นเข้าไปก็ได้แต่อย่างไรก็ตามวิธีการนี้อาจจะทำให้เครื่องมือเกิดการผุกร่อนได้ ในทางปฏิบัติเรามักจะใช้ถุงกรองแทน โดยเราจะผ่านอากาศเข้าไปในถุงที่มีหลายๆชั้นขึ้นอยู่กับความเร็วของอากาศที่พ่นเข้าไป ดังแสดงได้ดังภาพที่ 1.1

สำหรับวิธี ELECTROSTATIC PRECIPITATOR นั้นทำได้โดยสร้างความแตกต่างของคุณสมบัติทางไฟฟ้าระหว่าง อากาศและ อนุภาค ความแตกต่างในที่นี้ก็คือค่า DIELECTRIC นั่นเอง จะทำให้พวกมันเกิดประจุขึ้นมาแล้วแยกออกจากกันโดยใช้สนามไฟฟ้าแรงสูง ซึ่งแรงที่กระทำต่ออนุภาคโดยสนามไฟฟ้าจะมีค่ามากกว่าแรงดึงดูดของโลกมากหลายเท่าตัว

เราจะใช้วิธีการใดก็ได้ที่ได้กล่าวมาข้างต้นขึ้นอยู่กับความเหมาะสมและขนาดของอนุภาค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ภาพที่ 1.1 แสดงการจัดภายในของ เครื่องฟอกอากาศ แบบใช้ ถุงกรอง
โดยอาศัยความดัน ภายใน ทำให้ วาล์ว เปิด-ปิด ได้ ตามจังหวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2 BASIC PRINCIPLE AND PRACTICE

2.1 ทฤษฎีเบื้องต้น

ELECTROSTATIC PRECIPITATOR สามารถแยกอนุภาคปลอมปนโดยใช้สนามไฟฟ้า ประการแรกอนุภาคเหล่านี้จะต้องมีประจุไฟฟ้าเสียก่อน ซึ่งโดยปกติแล้วตัวที่ใช้สร้างสนามไฟฟ้าและตัวที่ทำให้เกิดประจุจะเป็นตัวเดียวกัน โดยใช้ไฟกระแสตรงแบบลบที่มีขนาดหลายๆพันโวล์ท ต่อเข้ากับสิ่งที่เรียกว่า DISCHARGE ELECTRODE ภายใน ELECTROSTATIC PRECIPITATOR และส่วนที่ใช้เป็นอีกข้วหนึ่งเราเรียกว่า COLLECTING ELECTRODE ซึ่งต่อกับ EARTH เอาไว้

โดยปกติเราจะใช้ ELECTROSTATIC PRECIPITATOR ที่มีอยู่สองชนิดด้วยกันคือ ELECTROSTATIC แบบ TUBE-TYPE และแบบ PARALLEL-PLATE-TYPE ดังมีรายละเอียดดังนี้

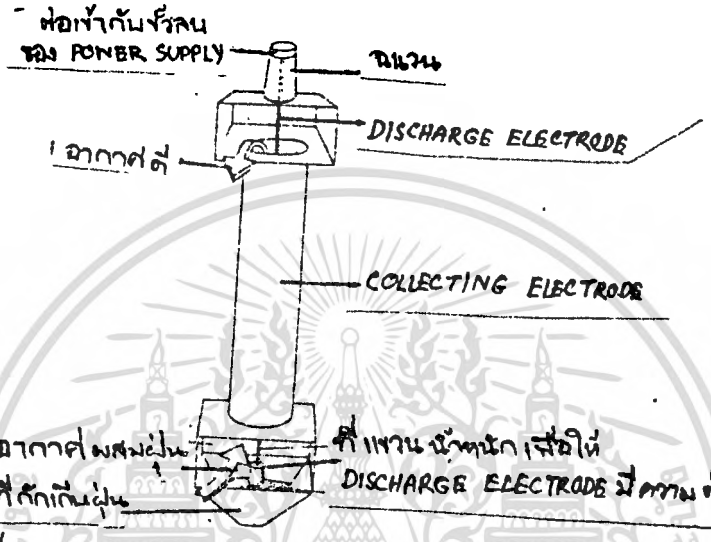
2.1 TUBE-TYPE

ELECTROSTATIC แบบ TUBE-TYPE นี้ส่วนของ COLLECTING ELECTRODE จะมีลักษณะเป็นท่อซึ่งโดยปกติจะตั้งตรงโดยมี DISCHARGE ELECTRODE แขวนตลอดความยาวของท่อ อากาศที่จะทำความสะอาดจะถูกส่งผ่านเข้าไปยังส่วนด้านล่างของท่อดังรูปที่ 2.1 ทำให้อนุภาคที่ปลอมปนเข้ามาเกิดการประจุขึ้นจากความต่างศักดิ์แบบลบที่ DISCHARGE ELECTRODE อนุภาคเหล่านี้เมื่อได้รับการประจุจะประพฤติตัวภายใต้สนามไฟฟ้าและกระโดดเข้าหาผนังของ COLLECTING ELECTRODE-อย่างรวดเร็ว

ภาพที่ 2.1 แสดง ELECTROSTATIC PRECIPITATORC แบบ TUBE-TYPE แบบหลอดเดียว เราสามารถหลอดหรือ ส่วนของ COLLECTING ELECTRODE หลายๆหลอด มาต่อกันแบบขนานได้โดยจะมีลักษณะคล้ายรวงผึ้งดังแสดงในภาพ 2.2

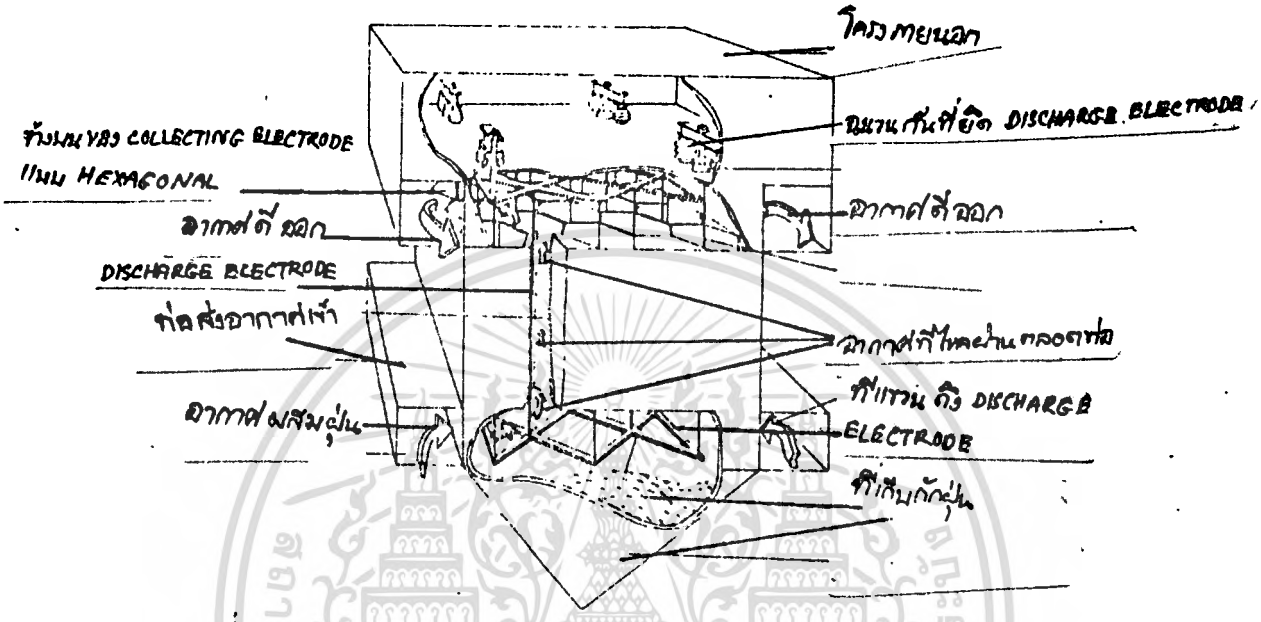
ELECTROSTATIC PRECIPITATOR แบบ TUBE-TYPE นี้มีลักษณะเด่นคือ มีละกษณะง่ายๆ มีประสิทธิภาพใช้ได้ แต่ก็มีขีดจำกัดเช่นกัน เนื่องจากอากาศที่ถูกส่งผ่านเข้าจะพุ่งจากส่วนล่างขึ้นสู่ด้านบน ซึ่งเราไม่สามารถหลีกเลี่ยงการหลุดของอนุภาคที่ตอนแรกได้รับการประจุให้มีประจุและวิ่งเข้าไปเกาะติดกับผนังของ COLLECTING ELECTRODE ได้ เนื่องจากการพัดพาของอากาศที่พุ่งเข้าไป จึงทำให้อนุภาคเหล่านี้หลุดเข้าไปปลอมปนกับอากาศอีก ซึ่งก็เสมือนว่าอากาศที่ฟอกเสร็จยังไม่สะอาดพอ ดังนั้นประสิทธิภาพของ ELECTROSTATIC PRECIPITATOR แบบนี้จึงมีค่าอยู่ในช่วง 60-80% ขึ้นอยู่กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.1 แสดง ELECTROSTATIC PRECIPITATOR แบบ TUBE-TYPE แบบท่อเดี่ยว โดยมี COLLECTING ELECTRODE เป็นท่อ และมี DISCHARGE ELECTRODE แขวนอยู่ตรงกลางโดยมีน้ำหนักแขวนอยู่เพื่อความตึง และอากาศจะผ่านจากข้างใต้ฟุ้งขึ้นบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ภาพที่ 2.2 แสดง ELECTROSTATIC แบบ MULTI-TUBE-TYPE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความยาวของท่อ และความเร็วของกาซที่ส่งเข้าไปในท่อ หากมีหลายๆท่อนำมาต่อกันแบบขนาน ก็จะสามารถลดข้อจำกัดนี้ลงไปได้ แต่ในทางปฏิบัติแล้วยุ่งยากมาก คือสร้างขึ้นมาได้ยากและแม้ว่าเราจะสร้างขึ้นมาได้ก็ตามมันก็เป็นการยากที่จะปอ้งกันไม่ให้อนุภาคเหล่านี้หลุดออกจากผนังท่อ หรือที่เราเรียกว่า COLLECTING ELECTRODE ได้

2.3 PARALLEL-PLATE-TYPE

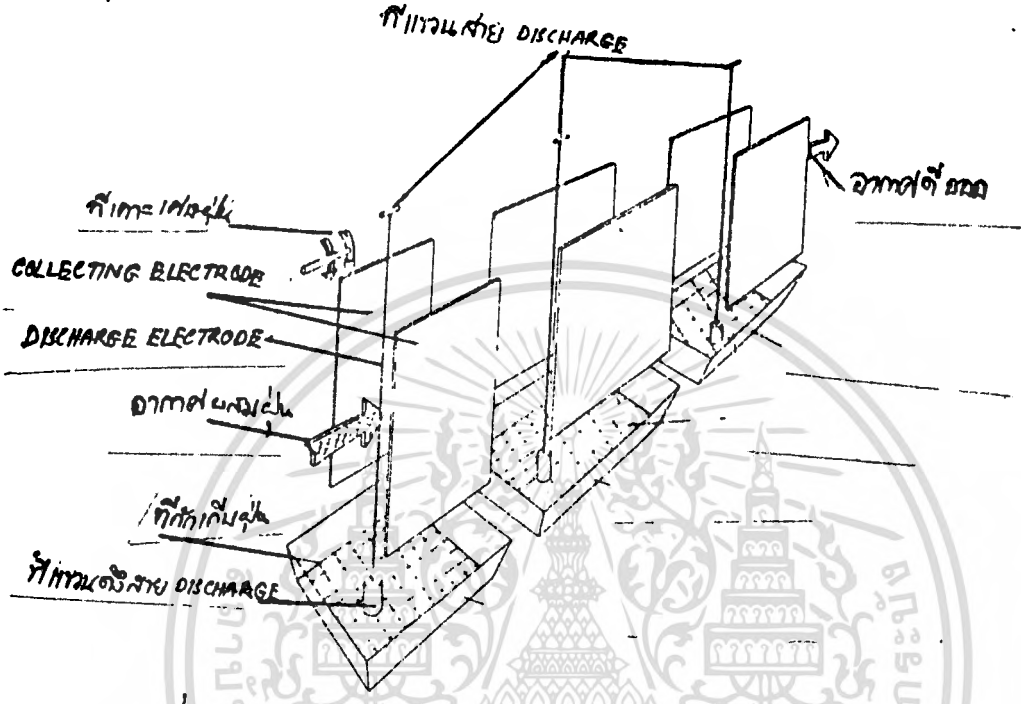
ELECTROSTATIC PRECIPITATOR แบบนี้มี COLLECTING ELECTRODE เป็นแผ่นสี่เหลี่ยมแขวนตั้งตรงเป็นคู่ๆ โดยเว้นช่องว่างระหว่างแผ่นคู่ขนานนี้ โดยปกติแผ่น COLLECTING ELECTRODE นี้มักจะทำจาก MILD STEEL หรืออาจจะใช้ STAINLESS STEEL หรืออย่างอื่นก็ได้ แต่หากอุณหภูมิของกาซต่ำเพียงพอ เราอาจจะใช้แผ่นพลาสติกที่เคลือบด้วยโลหะหรือสารนำไฟฟ้าเสียก่อน

และมี DISCHARGE ELECTRODE แขวนอยู่ระหว่างแผ่น COLLECTING ELECTRODE โดยที่อากาศที่จะถูกฟอกจะถูกส่งผ่านเข้าไปในแนวราบ ระหว่างแผ่น COLLECTING ELECTRODE และแผ่น DISCHARGE ELECTRODE โดยที่ใต้แผ่นเหล่านี้จะมีส่วนที่ใช้เป็นที่รองรับฝุ่นที่หลุดร่วงมาจาก แผ่น COLLECTING ELECTRODE ดังภาพที่ 2.3

ELECTROSTATIC PRECIPITATOR แบบ PARALLEL-PLATE-TYPE นี้สามารถลดข้อจำกัดบางประการของ ELECTROSTATIC PRECIPITATOR แบบ TUBE-TYPE ลงไปได้ โดยที่รองรับฝุ่นมีตาข่ายปิดไว้ซึ่งสามารถปอ้งกันการลอยตัวขึ้นของอนุภาคฝุ่นได้

ELECTROSTATIC PRECIPITATOR แบบนี้แทบจะไม่มีข้อจำกัดเรื่องประสิทธิภาพเลย และบางทีเราสามารถต่อแผ่นคู่ขนานนี้ออกไปอีกหลายๆคู่ดังภาพที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.3 แสดง ส่วนประกอบของ ELECTROSTATIC PRECIPITATOR แบบ PARALLEL-PLATE-TYBE ในรูป แสดง แบบ หนึ่ง ต่อ กัน 3 ตัว เพื่อให้ประสิทธิภาพ ดี ขึ้น. โดย แต่ละตัว อาจจะ มี ค่า ศักย์ไฟฟ้า หรือ ศักย์ไฟฟ้าต่างๆ กัน ออกไป.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3 การทำให้เกิดการประจุบนตัวอนุภาค

3.1 CORONA DISCHARGE

CORONA DISCHARGE เกิดขึ้นที่บริเวณ DISCHARGE ELECTRODE ซึ่งมีศักดิ์เป็นลบ ซึ่งมีกระแสอิเลคตรอนแบบสม่ำเสมอพุ่งออกจาก DISCHARGE ELECTRODE ไปยัง COLLECTING ELECTRODE

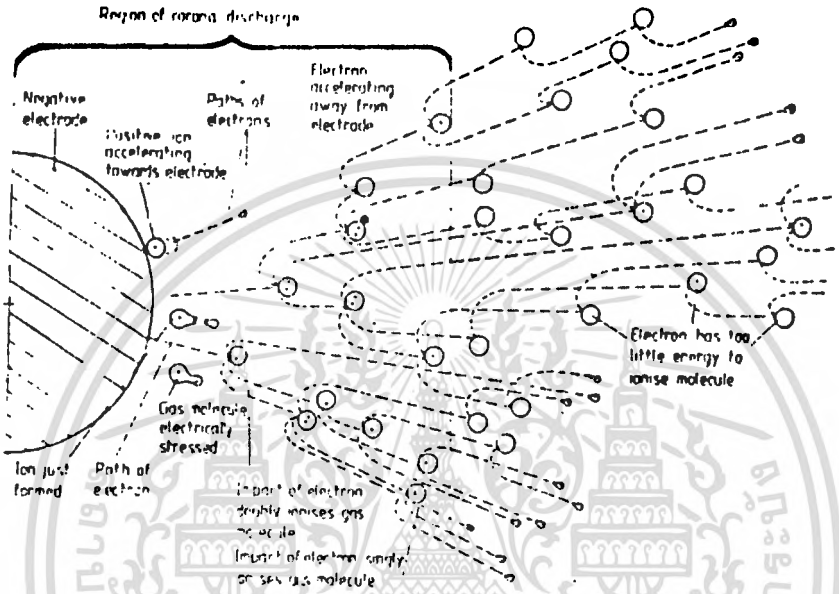
การ DISCHARGE เริ่มแรกเกิดขึ้นเมื่อโมเลกุลของอากาศที่อยู่ใกล้รอบๆบริเวณที่มีสนามไฟฟ้าที่มีความเข้มสูงคือส่วนที่ติดอยู่กับ DISCHARGE ELECTRODE นั่นเอง ได้มีการสูญเสียอิเลคตรอน และกลายสภาพเป็นประจุขึ้นมาดังภาพที่ 3.1 ปรากฏการณ์นี้เกิดขึ้นได้อย่างไรนั้นตอนนี้ก็ยังเป็นที่น่าสงสัยกันอยู่ ซึ่งบางทีอาจจะเกิดจากการกระตุ้นโดยรังสีคอสมิก หรือบางทีอาจจะเกิดจากโมเลกุลตัวหนึ่งวิ่งเข้าชนกับโมเลกุลอื่นๆ หรืออาจจะวิ่งชนกับผิวของ DISCHARGE ELECTRODE แต่อย่างไรก็ตามเมื่อเกิดการ DISCHARGE ขึ้น อิออนบวกจะวิ่งเข้าชนกับผิวของ DISCHARGE ELECTRODE ซึ่งบางทีอาจจะทำให้เกิดการ IONIZATION ของโลหะที่ใช้ทำ DISCHARGE ELECTRODE

อิเลคตรอนเหล่านี้จะถูกขับโดยสนามไฟฟ้าที่เราป้อนให้ ทำให้มีความเร่งออกจาก DISCHARGE-ELECTRODE อย่างรวดเร็วจนกระทั่งมันวิ่งเข้าชนโมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบๆหากสนามไฟฟ้ามีความแรงพอ อิเลคตรอนบางตัวจะทำการสะสมพลังงานที่มากเพียงพอตลอดการเกิดความเร่งเพื่อทำให้เกิดการ IONIZE ของโมเลกุลของอากาศของตัวต่อไปที่มันวิ่งเข้าชน ดังนั้นจะทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เราเรียกว่า การ AVALANCH ของอิเลคตรอนและทำให้เกิดอิออนขึ้นมาเรื่อยๆ ทำให้การดิชชาร์ท (DISCHARGE) แผ่ขยายวงกว้างออกไปจนกระทั่งถึงจุดที่สนามไฟฟ้ามีค่าไม่เพียงพอหรือมีค่าน้อยจนเกินไปที่จะทำให้เกิดอีเลคตรอนอิสระเพื่อที่จะไปทำการ IONIZE โมเลกุลของอากาศโดยการวิ่ง-เข้าชน (โดยที่ขนาดของสนามไฟฟ้ามีค่าลดลงแปรผกผันกับระยะทางกำลังสองจากผิวของ DISCHARGE -ELECTRODE)

อิเลคตรอนเหล่านี้เมื่อเจออนุภาคต่างๆที่แขวนลอยอยู่ในอากาศมันจะทำให้อนุภาคเหล่านี้มีประจุเสียก่อนแล้วพัดพาพุ่งตรงไปยัง COLLECTING ELECTRODE ซึ่งเราจะสังเกตเห็นได้ว่าจะมีลักษณะคล้ายๆกับมีลมพัดจาก DISCHARGE ELECTRODE ไปยัง COLLECTING ELECTRODE

CORONA DISCHARGE ที่เกิดขึ้นมีลักษณะรูปร่างที่ไม่แน่นอนหรือไม่เป็นระเบียบตลอดทั่วบริเวณผิวของ DISCHARGE ELECTRODE บางทีก็เกิดขึ้นเป็นปุยๆ หรือบางทีก็มีลักษณะเป็นประกายไฟกระโดดออกมา ในบางพื้นที่ที่มีขนาดความเข้มของสนามรุนแรง เมื่อมีปุกปุยเหล่านี้เกิดขึ้นมามาก หรือมีกระแส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.1 แสดง การทำงานของจุนนกับอนุภาคที่เกาะอยู่ในอากาศ โดยวิธีการของ CORONA DISCHARGE

026882

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CORONA CURRENT มากขึ้นปุกปุยเหล่านี้จะแผ่กระจายออกไปเป็นวงกว้าง อีเลคตรอน อิออนลบหรือ อนุภาคที่มีประจุจะพุ่งเป็นสายออกไปจาก DISCHARGE ELECTRODE วิ่งเข้าชนกับโมเลกุลของอากาศ และขับหรือผัดพาให้ไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งทำให้เกิดปรากฏการณ์ที่เรียกว่า ELECTRIC WIND ซึ่งเราจะสังเกตได้ว่าเสมือนมีลมพัดจาก DISCHARGE ELECTRODE ไปยัง COLLECTING ELECTRODE และจะมีดมเลกุลของอากาศส่วนหนึ่งวิ่งเข้าไปแทนที่อากาศที่ถูกผัดพาออกไปซึ่งจะเป็กำหนดขอบเขตของการแผ่ขยายวงแต่ละด้านของ DISCHARGE ELECTRODE ด้วย

3.2 FIELD CHARGING

FIELD CHARGING คือชื่อของปรากฏการณ์ หรือ ขบวนการที่อนุภาคที่เก็บสะสมประจุ หรือ อิออน หรืออีเลคตรอน พุ่งออกเป็นกระแสออกจาก DISCHARGE ELECTRODE และบางตัวก็เข้าชนหรือปะทะกับอนุภาคที่แขวนลอยอยู่ในอากาศและทำให้อนุภาคเหล่านี้มีการสะสมประจุขึ้นมาเรื่อยๆจนกระทั่งมันมีศักดิ์ไฟฟ้าที่มากเพียงพอก็จะเปรียบเสมือนว่าตัวมันเองได้สร้างสนามไฟฟ้าขึ้นมาซึ่งสนามไฟฟ้าที่สร้างขึ้นนี้จะมีทิศตรงกันข้ามกับสนามไฟฟ้าที่เราเข้าไปจึงทำให้มันสามารถหยุดอนุภาคตัวอื่นที่กำลังวิ่งเข้าหา COLLECTING ELECTRODE ไม่ให้วิ่งเข้าไปได้ เราอธิบายและแสดงได้ดังภาพที่ 3.2

สนามไฟฟ้าที่ผิวนอกของอนุภาค เกิดจากผลรวมของสนามไฟฟ้าที่เราป้อนเข้าไปกับสนามไฟฟ้าที่เกิดขึ้นเนื่องจากประจุสะสมบนตัวอนุภาค หากว่าสนามไฟฟ้าลัพธ์ที่จุดที่อนุภาคสามารถเข้าอยู่ใกล้กับ DISCHARGE ELECTRODE ได้มากที่สุดมีค่าเท่ากับศูนย์เราจะได้ว่าสนามไฟฟ้าที่เราป้อนให้กับสนามไฟฟ้าที่เกิดจากประจุสะสมบนตัวอนุภาคมีค่าเท่ากันนั่นก็คือ

สนามไฟฟ้าที่เราป้อนให้ $= E(1+2(k-1)/(k+2))$ .....(1)

สมมติว่าอนุภาคมีรูปร่างเป็นทรงกลมดังนั้น

สนามไฟฟ้าที่เกิดจากอนุภาค $= Q/4(3.14)eA^2$ .....(2)

ตามเงื่อนไขของเรานั่นคือสมการที่ (1) เท่ากับสมการที่ (2) จะได้ว่า

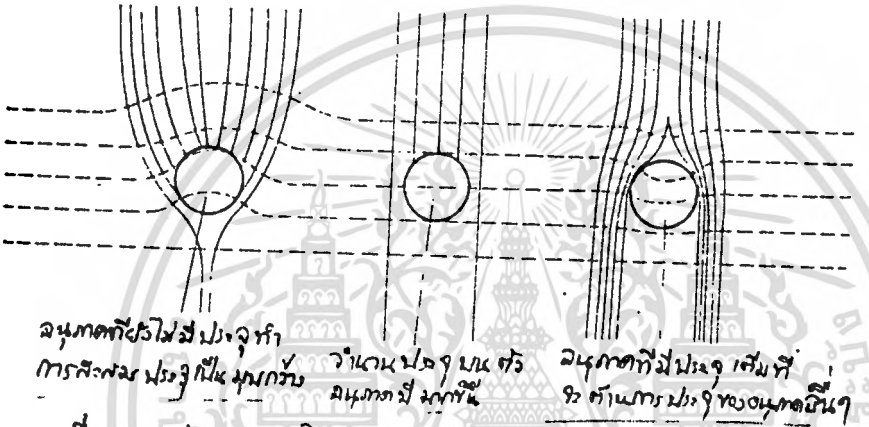
$$E(1+2(k-1)/(k+2)) = Q/4(3.14)eA^2 \quad \text{.....(3)}$$

โดยที่

E =สนามไฟฟ้าที่เราป้อนให้

e =PERMITTIVITY OF FREE SPACE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.2 แสดง การเกิด FIELD CHARGING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A =รัศมีของอนุภาค

Q =ค่าประจุบนตัวอนุภาค

k = ค่าคงที่ไดอิเลคตริกของอนุภาค

จากสมการที่ (3) เราจะได้ว่า

$$Q = 4(1+2(k-1)/(k+2))((3.14)eEA^2) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(4)$$

ดังนั้นจากสมการที่สี่เราจะเห็นว่าอัตราการให้ประจุแก่อนุภาคจะขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของกระแสในอากาศรอบๆอนุภาค และพื้นที่ผิวตัวอนุภาค โดยที่พื้นที่ผิวบนตัวอนุภาคจะมีผลต่อการเกิดประจุบนตัวอนุภาค

และเราสามารถแสดงได้ว่าการเกิดประจุบนตัวอนุภาคมีลักษณะทำนองที่ว่า

$$Q(t) = Q(s)/(1+T/t) \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(5)$$

โดยที่

Q(t) = ประจุที่เวลา t

Q(s) =ประจุอิ่มตัว

t =เวลาตั้งแต่การให้ประจุ (วินาที)

T = TIME CONSTANT (วินาที)

โดยที่

$$T = 4eEA/I \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots(6)$$

โดยที่

e = PERMITTIVITY OF FREE SPACE

E = สนามไฟฟ้าที่เราป้อนให้

A =พื้นที่ของ COLLECTING ELECTRODE

I =กระแส CORONA CURRENT

3.3 ION CHARGING OR DIFFUSION CHARGING

เหมือนกับโมเลกุลของอากาศที่ยังไม่มีประจุ โดยที่อิออนมีการเคลื่อนที่แบบสุ่ม (RANDOM) เนื่องอุณหภูมิภายใต้สนามไฟฟ้า การเคลื่อนที่แบบสุ่มเนื่องจากอุณหภูมินี้ อิออนมีทิศทางการเคลื่อนที่ทับกันไปมาตามทิศทางของสนามไฟฟ้า ความเร็วลอยเลื่อน(DRIFT SPEED)แบบนี้แปรผันตรงกับขนาดของสนามไฟฟ้าที่เราสร้างขึ้นและค่าประจุบนตัวอนุภาค ซึ่งบริเวณใกล้ๆ DISCHARGE-ELECTRODE ความเร็วลอยเลื่อนแบบนี้จะมีค่าค่อนข้างมากซึ่งมีค่ามากกว่าค่าเฉลี่ยของความเร็ว

เนื่องจากอุณหภูมิ ซึ่งในทางปฏิบัติเราอาจจะไม่นำความเร็วเนื่องจากอุณหภูมิอันนี้มาคิดด้วยก็ได้ ซึ่งก็ไม่ค่อยจะมีผลอะไร

หากอิออนมีการเคลื่อนที่อย่างทันทีทันใด ประจุของมันจะเกิดบนผิวของอนุภาคเนื่องจากมันมีโมเมนตัมที่มากนั่นเอง แต่ขณะเดียวกันกับที่อนุภาคมีค่าโมเมนตัมที่มากก็จะทำให้มันไม่สามารถเกาะติดอยู่กับ COLLECTING ELECTRODE ได้ทำให้หลุดออกมาปลอมปนกับในอากาศอีก

แต่อย่างไรก็ตามเนื่องจากอนุภาคมีความเร็วหลายทิศทาง ยังผลให้มีพลังงานบางส่วนทะลุอนุภาคออกไปแต่ในที่นี้ไม่ได้หมายความว่าประจุจะสามารถจับบนผิวอนุภาคได้อย่างไม่จำกัดตามความหมายนี้ เมื่อเราป้อนศักดิ์ไฟฟ้าคงที่ตลอดอนุภาคก็จะมีการคายกระแส CORONA ออกไปบ้าง ดังนั้นในภาวะสมดุลประจุที่คายออกจะเท่ากับประจุที่รับเข้ามา จึงทำให้ไม่มีการอิ่มตัวของประจุ

เทอมของ ION CHARGING OR DIFFUSION CHARGING คือกระบวนการที่อนุภาคได้รับประจุจากการชนกับอิออนที่เคลื่อนที่แบบสุ่มเนื่องจากอุณหภูมิและสำหรับเทอม "อุณหภูมิ" ในที่นี้ใช้แสดงถึงการกระจายความเร็วของอิออนซึ่งปกติก็เป็นชนิดเดียวกันกับโมเลกุลของอากาศที่อยู่รอบๆ

3.4 ประจุสมดุล

ประจุบนตัวอนุภาคจะเข้าหาจุดสมดุลเสมอ เวลาที่ใช้ในการทำให้ประจุเกิดการสมดุลขึ้นอยู่กับความหนาแน่นของกระแสภาย ELECTROSTATIC PRECIPITATOR ทฤษฎีได้อธิบายไว้ว่าอนุภาคจะได้รับการประจุจนเต็มเมื่อมันผ่านเข้ามาภายใน ELECTROSTATIC PRECIPITATOR ได้ประมาณหนึ่งเมตรแรก หรือมากกว่านั้น แต่ในทางปฏิบัติแล้ว เงื่อนไขนี้ยังไกลจากความจริงอยู่มาก ซึ่งก็ขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคด้วย หากขนาดของอนุภาคยิ่งเล็กลงเพียงใด การประจุก็ทำได้ยากเพียงนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ส่วนประกอบต่างๆของ ELECTROSTATIC PRECIPITATOR

4.1 BLOCK DIAGRAM

จาก BLOCK DIAGRAMเราจะเห็นว่าระบบของ ELECTROSTATIC PRECIPITATOR ที่ทำในโครงงานนี้จะประกอบไปด้วย กล่องที่ใช้บรรจุกาซหรืออากาศที่มีอนุภาคที่เราต้องการกำจัด และภายในกล่องก็จะประกอบด้วย ส่วนที่เป็นตัวหรือส่วนที่เรียกว่า DISCHARGE ELECTRODE และ COLLECTING ELECTRODE รวมทั้งมีภาครับส่งแสงติดอยู่กับฝากล่อง ดังแสดงในภาพที่ 4.1

4.2 กล่องบรรจุกาซ

เนื่องจากตามทฤษฎีแล้วกล่องนี้จะใช้สำหรับกำจัดอนุภาคหรือสิ่งปลอมปนออกจากอากาศโดยการผ่านอากาศเข้ามา แต่ในโครงงานครั้งนี้ เราเพียงแต่ศึกษาลักษณะของการกำจัดอนุภาคปลอมปนให้ออกจากอากาศเท่านั้นซึ่งเราจะใช้วิธีการกักอากาศให้อยู่ภายในกล่องแทน

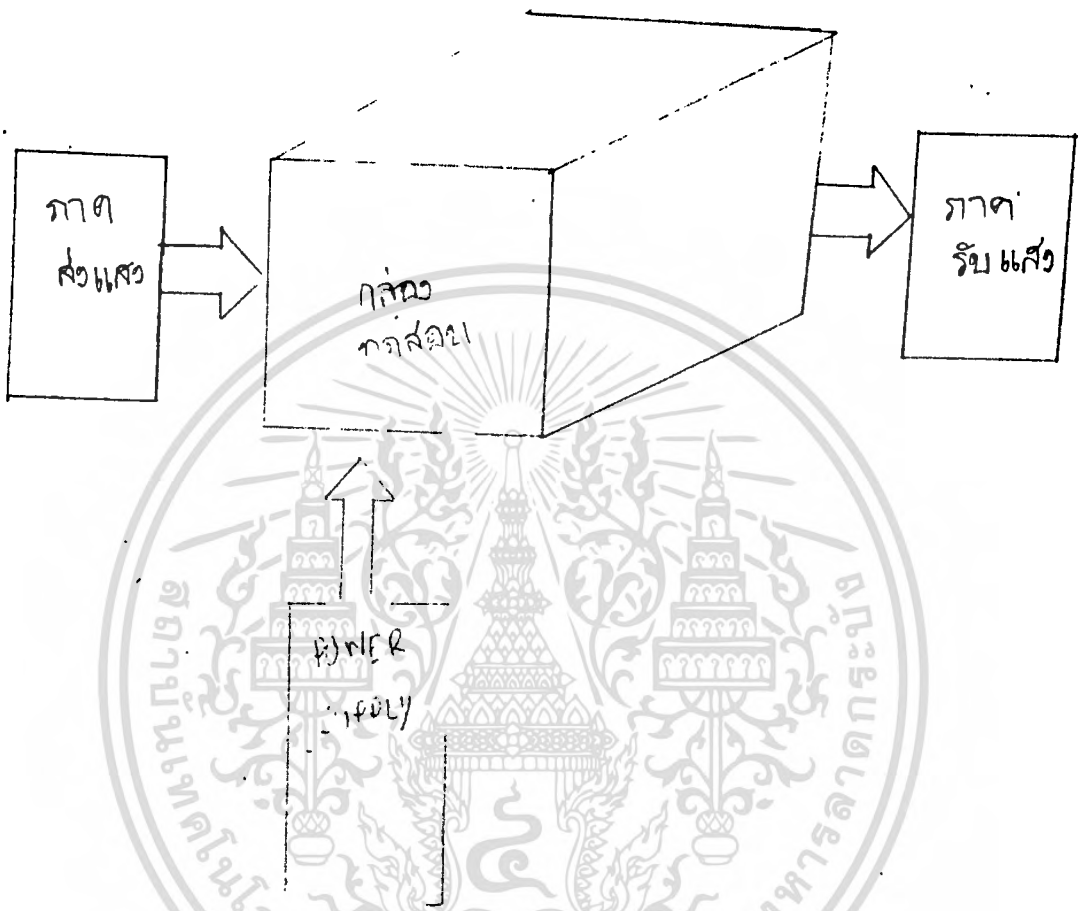
องค์ประกอบของกล่องแสดงได้ดังภาพที่ 4.2 ซึ่งจะมีส่วนประกอบที่ประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นโครงสร้างที่ให้ความแข็งแรงซึ่งในที่นี้เราจะใช้เหล็กรูปพับฉาก แล้วยึดน็อตเข้าด้วยกัน ส่วนที่ใช้เป็นฝาด้านข้างเราใช้ แผ่นพลาสติก ทั้งนี้ก็เพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นอันเนื่องมาจากการ INDUCE ของประจุไฟฟ้าเนื่องจากมีความต่างศักดิ์ที่มากนั่นเอง

4.3 ELECTRODE

องค์ประกอบที่สำคัญมากอีกตัวหนึ่งก็คือ ELECTRODE ซึ่งเป็นตัวที่ใช้สร้างสนามไฟฟ้าเพื่อจะทำการประจุให้กับอนุภาค ประกอบด้วย DISCHARGE ELECTRODE และ COLLECTING ELECTRODE อนึ่งสำหรับโครงงานนี้ เราจะเลียนแบบ ELECTROSTATIC PRECIPITATOR แบบ PARALLEL-PLATE-TYPE ซึ่งจะมีส่วน DISCHARGE ELECTRODE และ COLLECTING ELECTRODE แขวนตั้งตรงขนานคู่กันตามที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่ในที่นี้เราจะใช้แผ่น COLLECTING ELECTRODE เพียงด้วยเดียวเท่านั้น

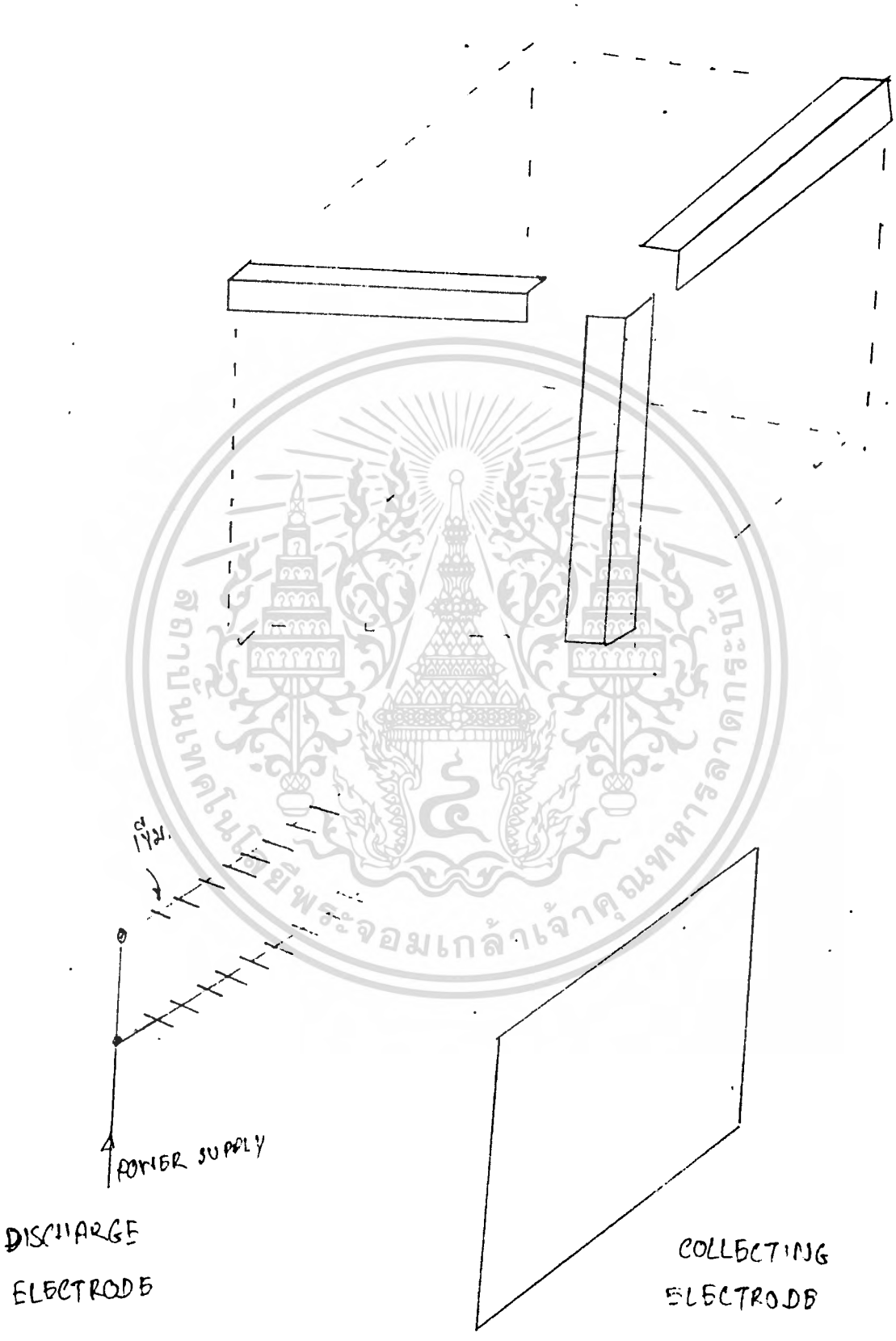
สำหรับ DISCHARGE ELECTRODE ตามทฤษฎีแล้วควรจะทำมาจากโลหะปลายแหลม ทั้งนี้ก็เนื่องมาจากอิเลคตรอนจะมาออยู่กันมากที่บริเวณปลายแหลมของโลหะ เมื่อเราป้อนไฟแบบปลดเข้าไปอิเลคตรอนก็จะ IONIZE ตัวเองออกมา ซึ่งหากเราไม่ใช้โลหะปลายแหลมปริมาณอิเลคตรอนที่ออกมาก็จะน้อยซึ่งไม่ตรงกับจุดประสงค์ของเรา สำหรับโครงงานครั้งนี้เนื่องความสะดวกและประหยัดเราจะใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายนั่นคือเราจะใช้ เข็มปลายแหลมยึดติดกับสายไฟหลายๆตัวผูกติดเข้ากับโครงโดยปลายด้านหนึ่งต่อกับไฟฟ้าแบบลบแรงดันสูงจาก POWER SUPPLY ที่เราสร้างขึ้นนั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่งานไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้



รูปที่ 4.1 แสดง BLOCK DIAGRAM
ของส่วนประกอบ ELECTROSTATIC PRECIPITATOR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 แสดงส่วนโครงสร้างกล่องทดลอง และส่วนให้ประจุ และสายไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วน COLLECTING ELECTRODE เราจะใช้แผ่นโลหะซึ่งทั้งนี้ตามทฤษฎีแล้วเราจะใช้อะไรก็ได้ที่มีความนำไฟฟ้าเสียก่อน แต่เพื่อป้องกันความยุ่งยากที่จะตามมาเราจะใช้แผ่นโลหะเลยโดยแผ่นโลหะจะมีขนาดพอดีใส่ลงในกล่องได้ และตามทฤษฎีแล้วแผ่น COLLECTING ELECTRODE จะต่ออยู่กับสายดินหรือ EARTH

4.4 POWER SUPPLY

สำหรับภาคนี้เราจะใช้สร้างส่วนของสนามไฟฟ้าเพื่อที่จะทำการประจุแก่อนุภาคดังที่ได้กล่าวมาแล้วแต่ต้น สำหรับโครงงานครั้งนี้เราใช้วงจรทวีแรงดัน(VOLTAGE MULTIPLY)แบบครึ่งคลื่นโดยใช้ตัวเก็บประจุ(CAPACITOR) และไดโอดต่อกันแบบสลับไปมาดังภาพที่ 4.4 แสดงการทำงานของวงจรหนึ่งชุดซึ่งชุดต่อไปก็จะมีลักษณะการทำงานคล้ายๆกัน

จากภาพที่ 4.4 ในครึ่งคลื่นแรกกระแสจะทำการ CHARGE ผ่านตัวเก็บประจุ C1 และไหลผ่านตัวไดโอด D1 ออกไปโดยมีไดโอด D2 ก็นไม่ให้กระแสไหลผ่านตัวเก็บประจุ C2 ต่อมาครึ่งคลื่นหลัง กระแสจะเข้า CHARGE ตัวเก็บประจุ C2 และไหลผ่านไดโอด D2 และผ่านตัวเก็บประจุ C1 ในลักษณะของการ DISCHARGE ยังผลทำให้เสมือนว่าตัวเก็บประจุ C1 กำลังทำการ DISCHARGE ออกเป็นสองเท่านั่นก็คือ VOLTAGE ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ C2 จะมีค่าเพิ่มเป็นสองเท่านั่นเองทั้งนี้แสดงได้ดังสมการ VOLTAGE ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุคือ

$$V = (1/C)\int_{0}^{t} i\,dt$$

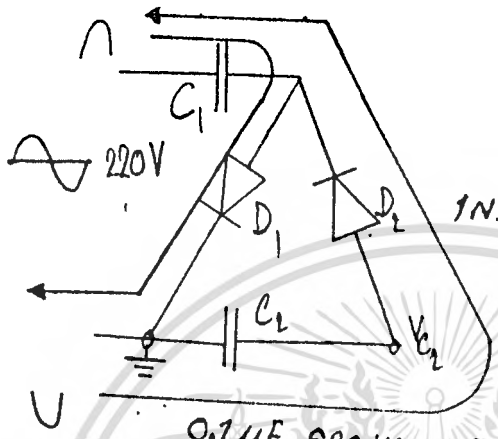
โดยที่ V = โวล์ทที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ (โวล์ท)

C = ค่าความจุของตัวเก็บประจุ (ฟารัส)

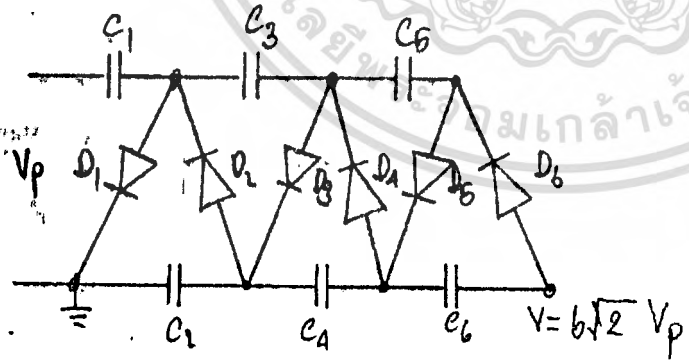
$\int_{0}^{t} i\,dt$ =จำนวนกระแสที่ไหลผ่านตัวเก็บประจุตลอดช่วงเวลา t

จากสมการเราจะเห็นได้ว่าเมื่อกระแสไหลผ่านตัวเก็บประจุมากขึ้นในเวลาที่เท่ากันค่าความต่างศักดิ์ตกคร่อมตัวเก็บประจุก็จะมากขึ้นตาม ดังนั้นเมื่อตัวเก็บประจุ C1 ทำการ DISCHARGE ออกเป็นสองเท่านั่นก็คือมันคายประจุออกเป็นสองเท่าหรือมีกระแสไหลผ่านตัวเก็บประจุ C2 เป็นสองเท่าเช่นกันจึงทำให้ศักดิ์ตกตร่อม C2 เทียบกับจุดกราวด์สมมติเป็นสองเท่าของ โวล์ทพีกที่เข้ามาคือโวล์ทพีกมีค่าเท่ากับ 220*1.414=310 VOLT ดังนั้นสองเท่าของมันก็คือ 2*310=620 VOLT ซึ่งเป็นที่น่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 วงจรทวีแรงดัน 1 ชุด



รูปที่ 4.4ก วงจรทวีแรงดัน 3 ชุดต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตว่า จำนวนตัวเก็บประจุหรือจำนวนตัวไดโอดจะมีค่าเท่ากับจำนวนเท่าของโวล์ทที่วัดได้ที่เป็นเท่าของ โวล์ทพีก

ดังนั้นหากเราทำชุดต่อไปที่มีลักษณะเหมือนกันมาต่อพ่วงเข้าไป โวล์ทที่ได้ก็จะมีค่ามากขึ้นเป็นจำนวนเท่าของตัวเก็บประจุหรือตัวไดโอดคูณกับโวล์ทที่เข้าทาง INPUT ครั้งแรกคือ 220*1.414 หรือ เป็นจำนวนเท่าของ 310*n โดยที่ n คือจำนวนไดโอดหรือ ตัวเก็บประจุ แสดงได้ดังภาพที่ 4.4a

ค่าความทน VOLTAGE ของตัวเก็บประจุจะต้องทนได้มากกว่าโวล์ทที่ตกคร่อมตัวมันขณะที่มันทำงานคือต้องมากกว่า 620 VOLT และหากมีค่าความจุยิ่งมากยิ่งดีเพราะจะทำให้กระแส CORONA ที่ได้มีค่ามากขึ้นซึ่งจะทำให้การกำจัดอนุภาคปลอมปนได้ดี แต่ในทางปฏิบัติแล้วตัวเก็บประจุที่มีขายกันในท้องตลาดมักจะมีค่าความจุน้อยมาก ส่วนตัวเก็บประจุที่มีค่าความจุมากก็มักจะทนแรงดันได้น้อย ซึ่งหากเรานำมาใช้งานย่อมทำให้เกิดความเสียได้

ส่วนตัวไดโอดก็เช่นเดียวกันจะต้องทนโวล์ทได้เช่นกับตัวเก็บประจุคือ มากกว่า 620 VOLT และต้องทนกระแสได้มากกว่ากระแสที่ไหลผ่านด้วยซึ่งในที่นี้ก็ไม่กี่มิลลิแอมป์

4.5 ส่วนรับและส่งแสง

จุดประสงค์ของการทำโครงงานครั้งนี้ก็คือการทดสอบการกำจัดอนุภาคภายในกล่องทดลองที่เราได้กล่าวเอาไว้แต่ต้น

เพราะว่าการทดสอบความหนาแน่นของอนุภาคในอากาศด่อนข้างจะลำบากหรือหากจะใช้เครื่องมือก็มีราคาแพงซึ่งไม่อาจจะหามาได้ เราจึงใช้หลักการส่องสว่างแทนด้วยหลักการนี้เราจะตรวจดูปริมาณแสงที่วัดได้จาก PHOTO TRANSISTOR ภาพที่ 4.5 แสดงวงจรที่ทำในภาครับส่งแสง

เมื่อมีปริมาณแสงมาตกกระทบส่วนขา BASE ของ PHOTO TRANSISTOR ซึ่งเป็นส่วน TRANSDUCER ลำแสงที่มาตกกระทบจะทำให้ TRANSISTOR ทำงานและมีกระแสไหลผ่าน R ซึ่งจะยังผลให้เกิดโวล์ทตกคร่อมตัว R โวล์ท ซึ่งเราจะสังเกตหรืออ่านได้จาก VOLTMETER ที่เราติดคร่อม R เอาไว้ แต่เมื่อเราปล่อยให้มีอนุภาค ในที่นี้เราจะใช้กลุ่มควัน มาบดบังแสงที่มาตกกระทบขา BASE ก็เปรียบเสมือนว่ากระแส BASE น้อยลงไปเป็นทำให้กระแส EMITTER น้อยลงไปเช่นกัน ทำให้โวล์ทที่อ่านได้มีค่าน้อยตาม แต่เมื่อเราทำการเปิดให้มีสนามไฟฟ้าขึ้นปริมาณของอนุภาคก็จะลดลง ทำให้ปริมาณแสงที่มาตกกระทบขา BASE มากขึ้น โวล์ทคร่อม R ก็มากตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 แสดงภาครับ-ส่งแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 การทดลอง ผลการทดลอง และสรุปผลและวิจารณ์

5.1 วิธีการทดลอง

เนื่องจากจุดประสงค์ของการทดลองก็คือ ดูประสิทธิภาพของการกำจัดอนุภาคเมื่อเทียบกับเวลาที่ผ่านไป ดังมีรายละเอียดดังนี้

1. เปิดให้ภาครับ-ส่งแสงทำงาน แล้วสังเกต VOLT ที่อ่านได้จาก VOLTMETER
2. ปล่อยควันเข้าไปในกล่องจนเต็ม แล้วอ่าน VOLT ที่ได้
3. เปิดให้ภาคที่สร้างสนามไฟฟ้าทำงาน จับเวลาพร้อมกับสังเกต VOLT ที่อ่านได้
4. ทดสอบเปรียบเทียบ เมื่อปล่อยควัน แล้วไม่เปิด POWER SUPPLY สังเกต VOLT ที่ได้

5.2 ผลการทดลอง

1. ขณะที่เปิดภาครับ-ส่งแสงให้ทำงานอ่าน VOLT ได้เท่ากับ....3.5.....VOLT
2. เมื่อปล่อยควันจนเต็มกล่องอ่านค่า VOLT ได้เท่ากับ ...2.....VOLT
3. ปล่อยให้ภาคสร้างสนามไฟฟ้าทำงานอ่านค่าได้ดังนี้

ครั้งที่ 1

เวลาผ่านไป(วินาที)	VOLT ที่อ่านได้ VOLT
10	2
30	2.3
60	2.4
120	2.7
180	2.5
240	2.9
300	2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครั้งที่ 2

เวลา (วินาที)	VOLTที่ผ่านได้ (VOLT)
0	1.8
30	1.9
45	2.0
60	2.2
75	2.3
90	2.5
120	2.6
135	2.7
150	2.8
165	3.0
180	3.1
195	3.3
210	3.6
225	3.8
240	4.0
270	4.2
300	4.3
360	4.4
420	4.4
480	4.4

ครั้งที่ 3

เวลา (วินาที)	VOLTที่ผ่านได้ (VOLT)
0	1.0
60	1.0
120	1.2
210	1.3
240	1.4
255	1.5
270	1.6
315	1.7
330	1.8
375	1.9
390	2.0
405	2.1
435	2.2
465	2.3
510	2.4
570	2.5
585	2.6
615	2.7
660	2.8
705	2.9
750	3.0
765	3.1
795	3.2
870	3.3

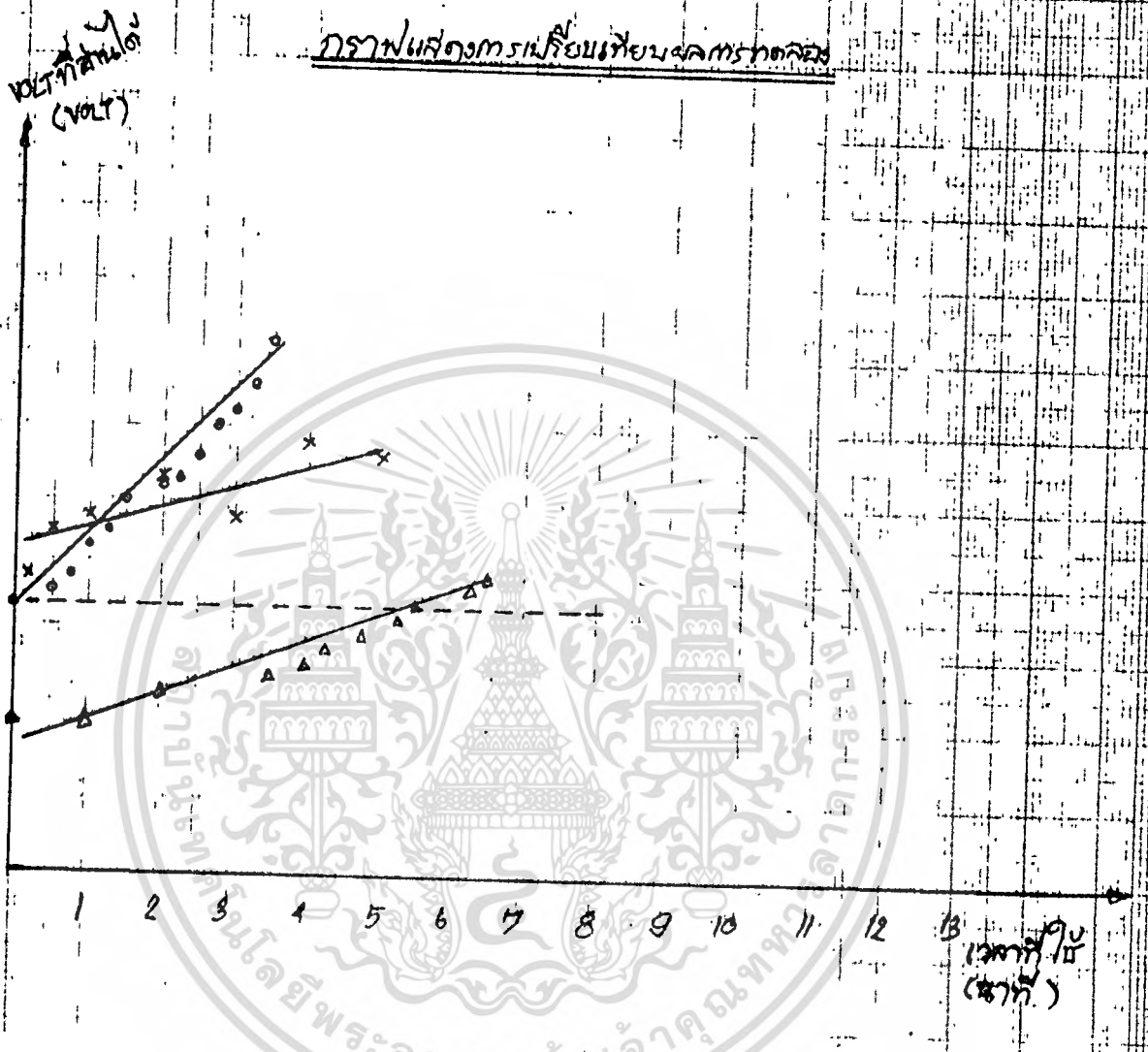
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทดสอบเปรียบเทียบ การปล่อยควัน แต่ไม่เปิด POWER SUPPLY เพื่อศึกษาดูว่า ควันจางหายไปเองหรือไม่

เวลา (นาที)	VOLT ที่ได้ (VOLT)
0	1.8
1	1.8
2	1.8
3	1.8
4	1.8
5	1.8
6	1.8
7	1.8
8	1.8
9	1.8
10	1.8
11	1.8
12	1.8
13	1.8
14	1.8
15	1.8
16	1.8
17	1.8
18	1.8

แสดงว่าโฆกสที่ควันจางหายไปเองเนื่องจากแรงดึงดูดของโลกมีค่าน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลองเราจะเห็นว่าอัตราการกำจัดควันไม่ค่อยจะได้ผลนัก ทั้งนี้เนื่องมาจากปริมาณ CORONA CURRENT จาก DISCHARGE ELECTRODE ยังมีค่าค่อนข้างน้อยอยู่ และเมื่อเราปล่อยเวลาให้ผ่านไปมากขึ้นปริมาณ VOLT ที่อ่านได้ก็จะมีค่าสูงตามทั้งนี้เนื่องจากจำนวนอนุภาคควันภายในกล่องได้ถูกกำจัดไปบ้างแล้ว

หากเราเพิ่มปริมาณ VOLTAGE จาก POWER SUPPLY ให้มากขึ้นจะทำให้อิเลคตรอนที่ปลายเข็มแตกตัวได้ง่ายขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม หากปริมาณกระแสน้อยเกินไปแม้ว่าโวล์ทจะสูงก็ตามปริมาณอิเลคตรอนที่แตกตัวออกมาก็จะมีเพียงน้อยนิดไม่เพียงพอต่อการให้ประจุแก่อนุภาค มันก็ทำให้การกำจัดอนุภาคเป็นไปได้ยาก

แต่หากเราทำ POWER SUPPLY ที่มีปริมาณกระแสสูงแต่โวล์ทที่ได้ต่ำมันก็จะทำให้อิเลคตรอนไม่สามารถแตกตัวออกมมาได้ ดังนั้นเราจึงพอจะสรุปได้ว่า POWER SUPPLY ที่ดีนั้นควรจะให้โวล์ทออกมาสูงเพียงพอทำให้อิเลคตรอนเกิดการแตกตัวได้ และประการสำคัญอีกอย่างหนึ่ง กระแสที่ให้ออกมาควรจะมีค่ามากพอที่จะทำการประจุแก่อนุภาคได้และยิ่งอนุภาคมีขนาดเล็กเพียงใดปริมาณกระแสย่อมตอ้งมากขึ้นเพียงนั้น

จากการทดลองเราจะเห็นว่าปริมาณการกำจัดอนุภาคควันที่ได้ยังน้อยทั้งนี้ก็เนื่องมาจากปัจจัยที่สำคัญอีกประการหนึ่งนั่นก็คือ ขนาดของอนุภาคเล็กเกินไปทำให้การประจุแก่อนุภาคเหล่านี้เป็นไปได้ยากซึ่งทั้งนี้หากเราดูกระแสจาก POWER SUPPLY ที่ได้ยังมีปริมาณน้อยเกินไปแม้ว่าจะจับตัวเก็บประจุมาต่อกันแบบขนานแล้วก็ตาม แต่ครั้นจะนำตัวเก็บประจุที่มีค่ามากกว่านี้มาทำก็หาไม่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โปรเจคครั้งนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดี ได้รับความร่วมมือจากบุคคลต่อไปนี้

1. คุณ กาญจนา นาสิทธิ์
2. คุณ เสถียรพงษ์ ธรรมสอน
3. อ. ดร. แดเนียล บรีน

และอีกหลายๆท่าน ข้าพเจ้าขอขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้