มลพิษทางอากาศและแนวทางการจัดการด้วยเทคนิคไฟฟ้าสถิต

ดร.พานิช อินต๊ะ

วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ

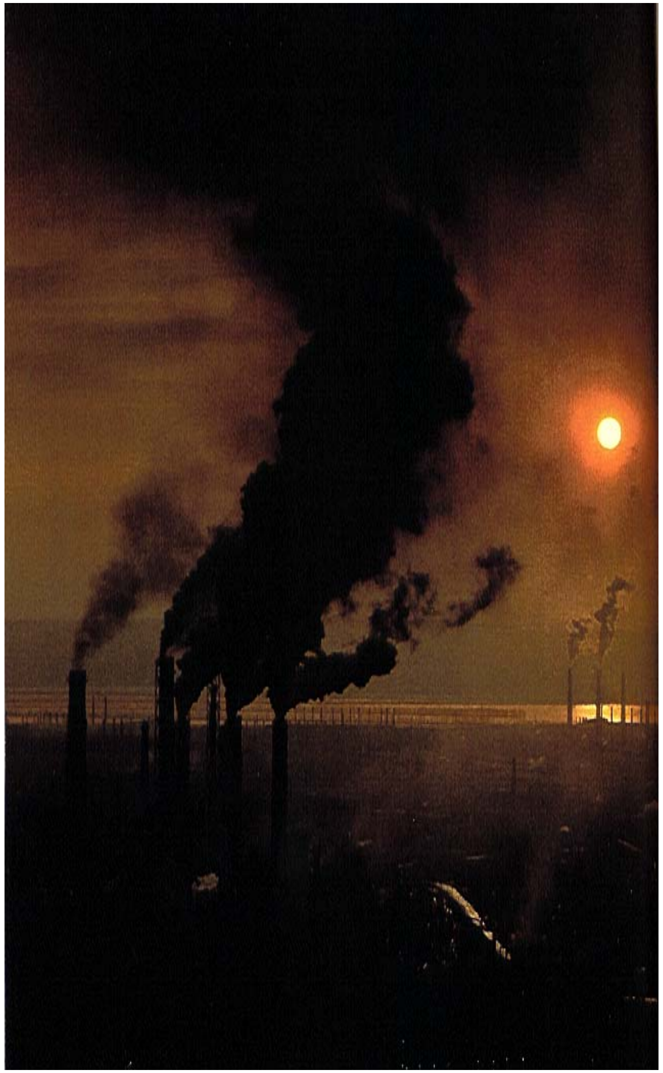
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

โครงสร้างการนำเสนอ

- คุณภาพอากาศและฝุ่นละอองในอากาศ
- กระบวนการทางไฟฟ้าสถิต
- การควบคุมฝุ่นละอองด้วยเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต
- การวัดและวิเคราะห์ฝุ่นละอองด้วยไฟฟ้าสถิต

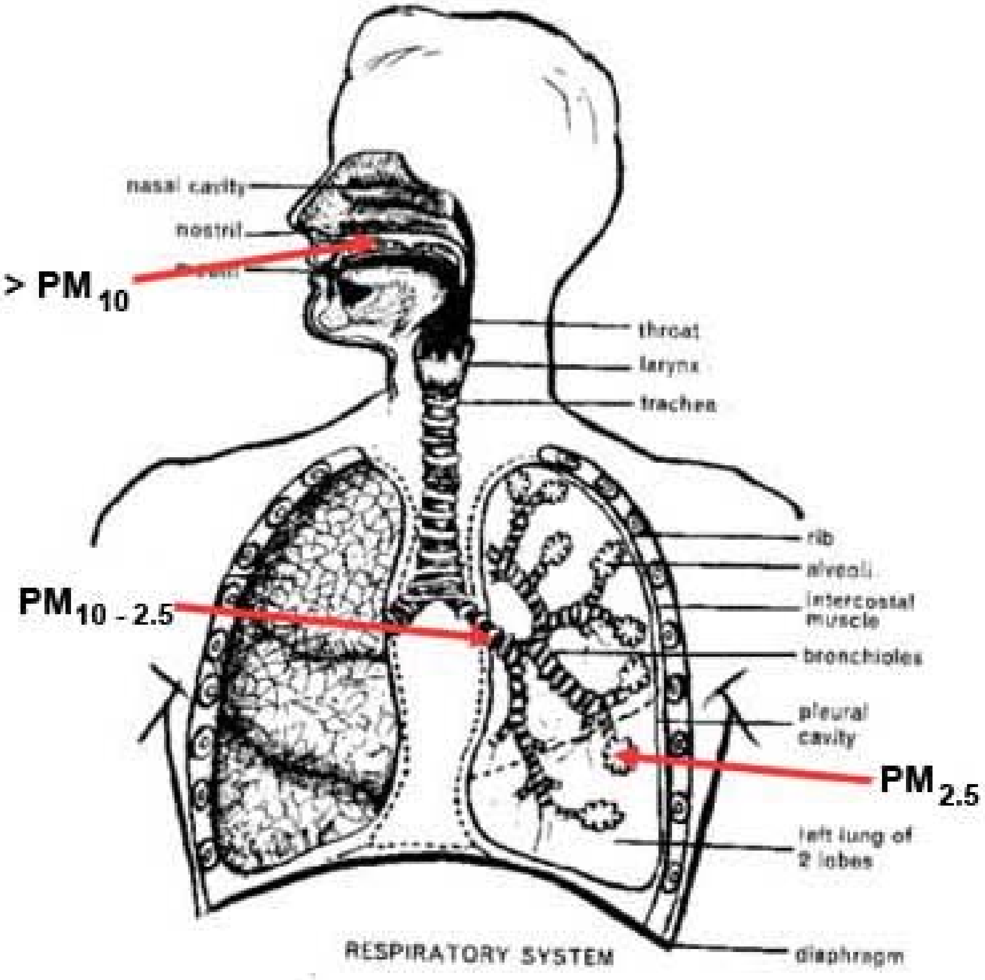
คุณภาพอากาศและฝุ่นละอองในอากาศ

- มลพิษทางอากาศที่เป็นปัญหาหลักในเมืองขนาดใหญ่
- ฝุ่นละอองขนาดเล็กที่ลอยอยู่ในอากาศมีผลกระทบต่อทัศนวิสัยอากาศตามฤดูกาล สุขภาพและคุณภาพชีวิตของประชากร และในกระบวนการในอุตสาหกรรมมากมาย
- จึงจำเป็นที่จะต้องมีการวัด วิเคราะห์ และควบคุมปริมาณการแพร่กระจายของฝุ่นละอองลอยในอากาศ



ผลกระทบของฝุ่นละอองต่อสุขภาพ

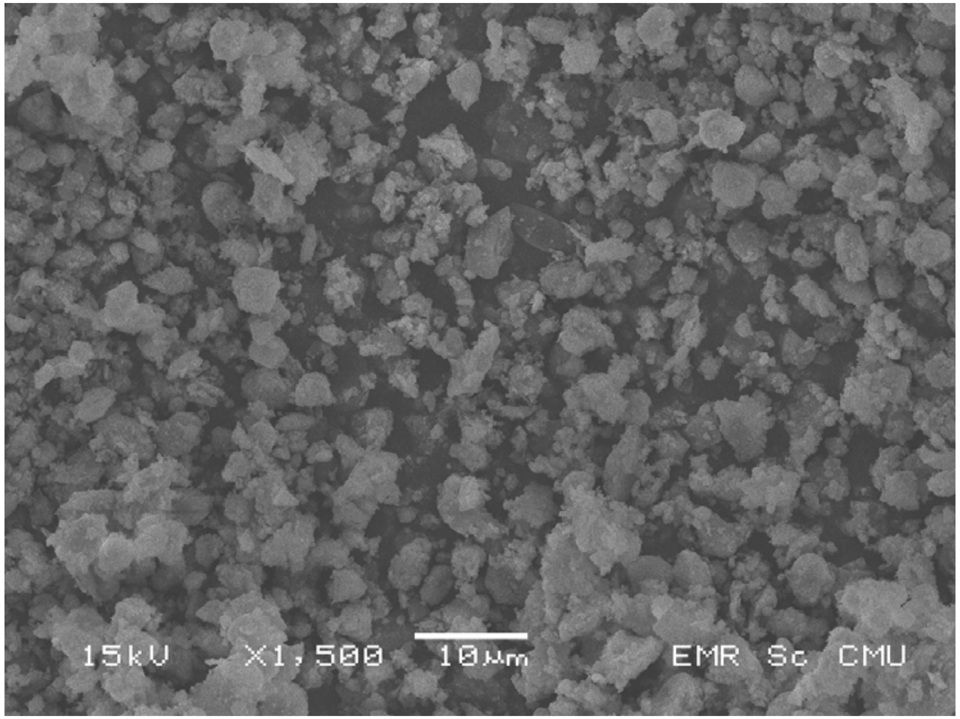
- อนุภาคที่มีขนาดเล็กกว่า 1 ไมครอน จะสามารถทะลุเข้าไปสู่ในส่วนลึกระบบทางเดินหายใจ
- ทำให้เกิดการอักเสบหรือโรคภูมิแพ้ เช่น ไอ เจ็บคอ การหายใจผิดปกติ ตลอดจนทำให้โรคหัวใจกำเริบได้
- อนุภาคบางตัวอาจมีสารเคมีที่เป็นสารก่อมะเร็งหรือสารก่อกลายพันธ์
- สามารถเร่งให้เกิดการสร้างอนุมูลอิสระทำให้เกิดการทำลายเม็ดเลือดขาวในปอด ส่งผลให้เกิดความเสียหายอย่างฉับพลันต่อปอดทำให้ปอดอักเสบ



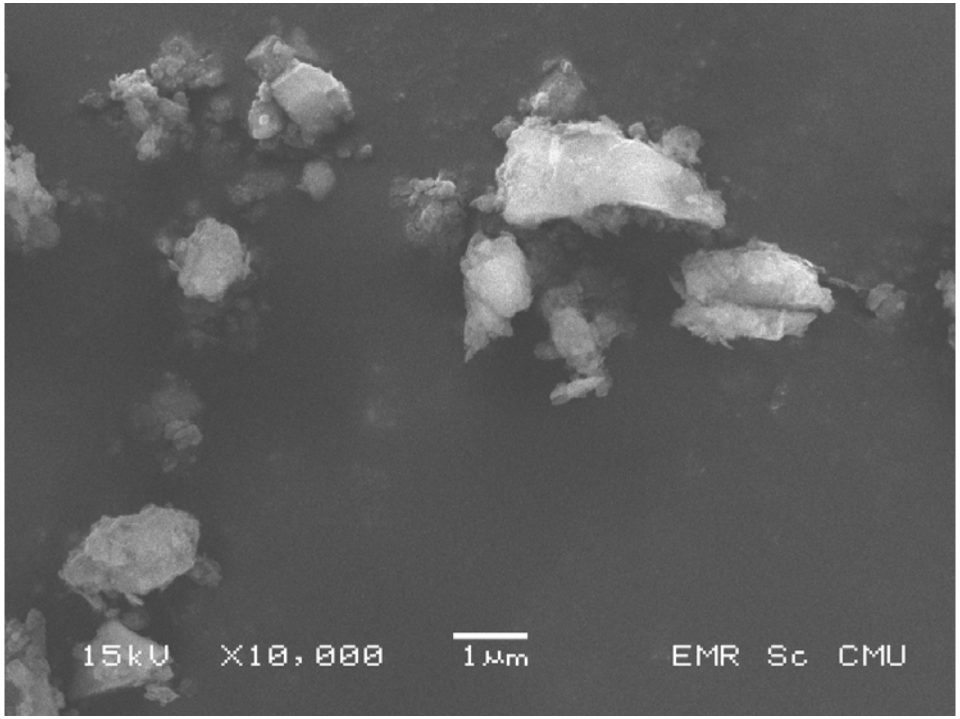
(ที่มา: http://www.pca.state.mn.us/air/woodsmoke/healtheffects.html)

ลักษณะของฝุ่นละอองในอากาศ

- ฝุ่นละอองในอากาศคืออนุภาคที่เป็นของแข็งหรือของเหลวหรือเป็นการรวมกันของทั้งสองสถานะที่แขวนลอยในแก๊สหรืออากาศโดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางอยู่ในช่วงระหว่าง 1 นาโนเมตร และ 100 ไมโครเมตร



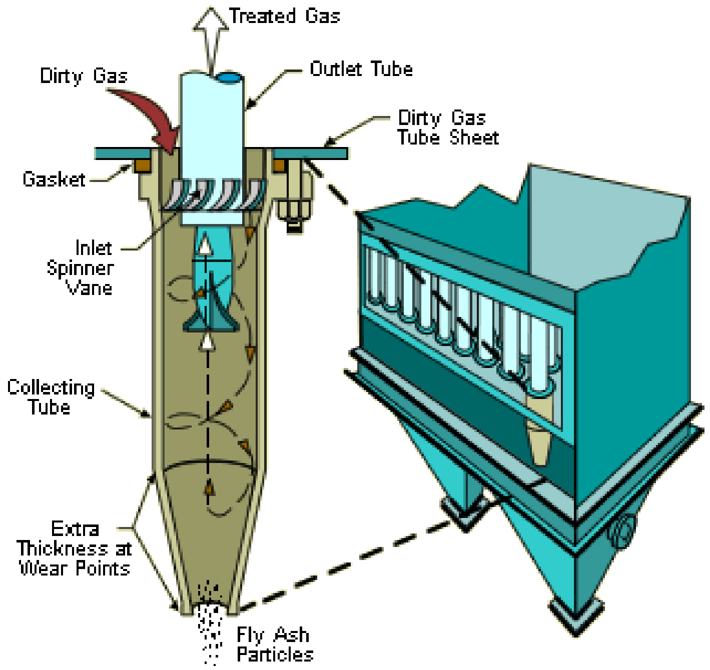
PM10

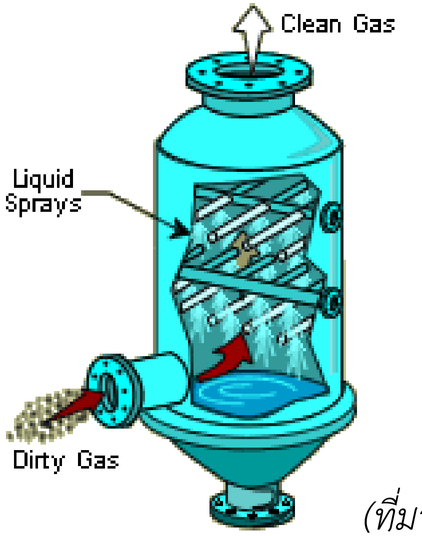


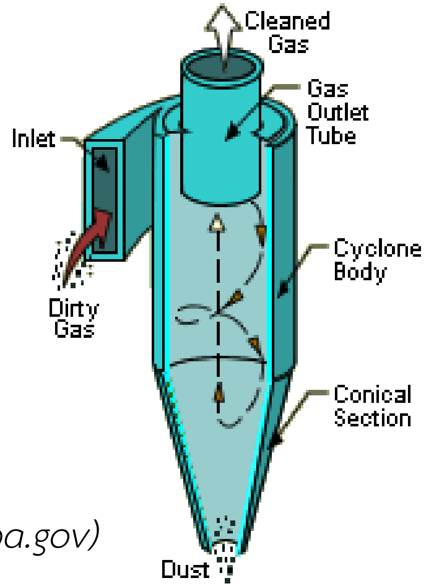
PM2.5

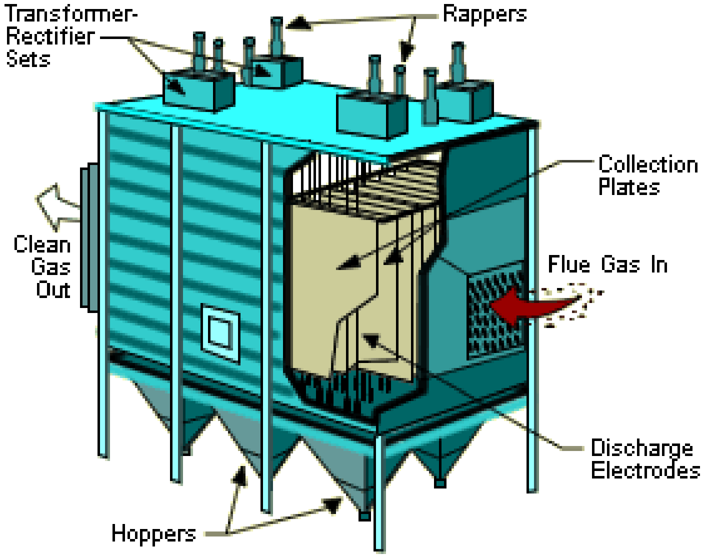
วิธีการควบคุมปริมาณฝุ่นละออง

- ไซโคลน
- ผ้ากรอง
- การตกตะกอนแบบเปียก
- การตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต





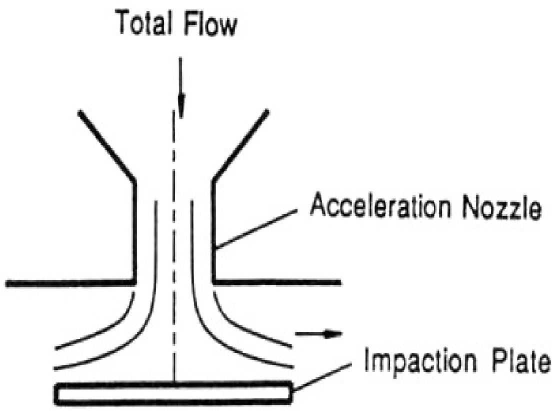


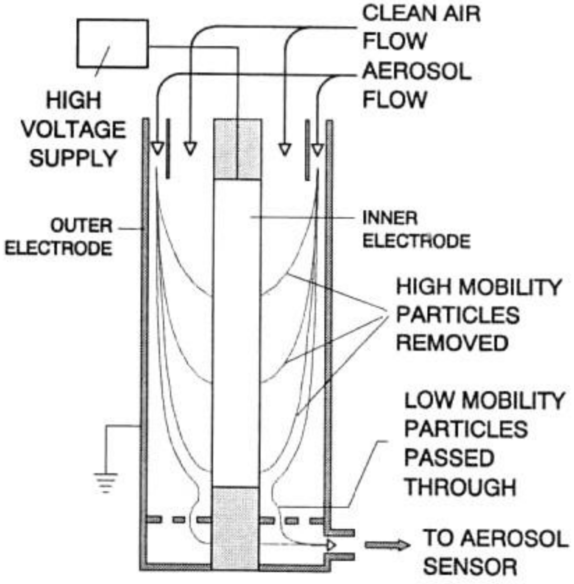


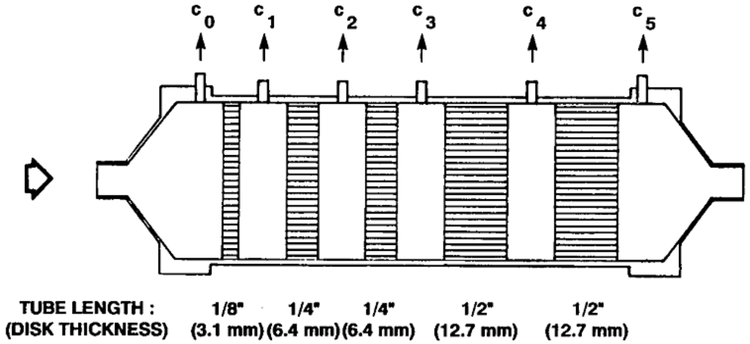
(ที่มา : www.epa.gov)

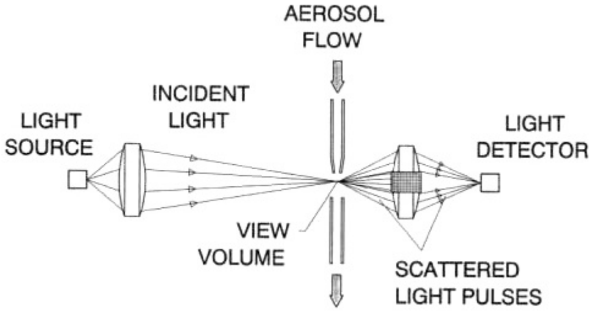
วิธีการวัดและเก็บตัวอย่างฝุ่นละอองในอากาศ

- วิธีความสามารถในการแพร่
- วิธีการตกกระทบด้วยความเฉื่อย
- วิธีการกรอง
- วิธีการทางแสง
- วิธีการทางไฟฟ้าสถิต

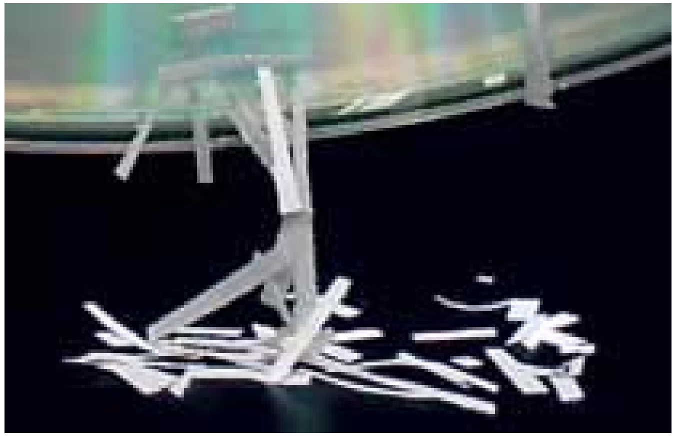




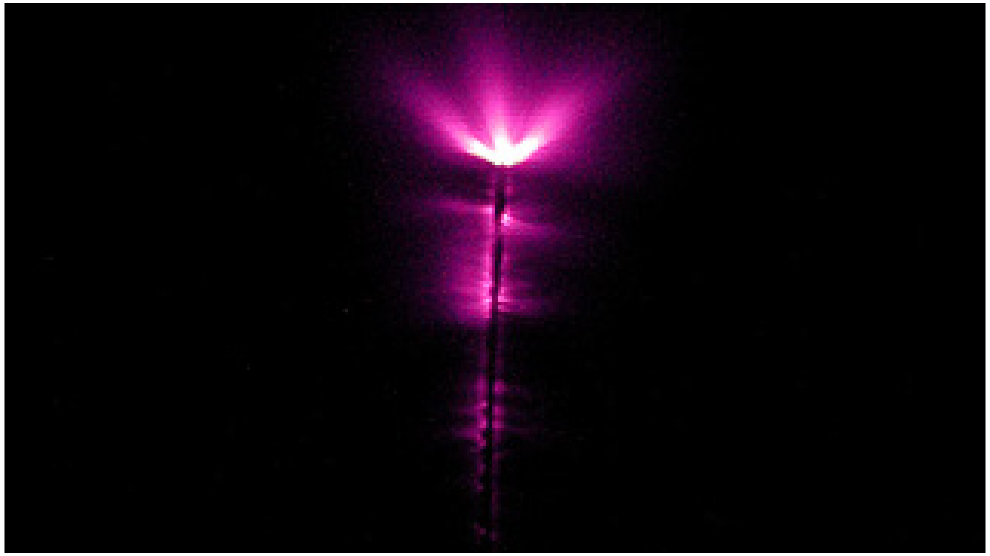


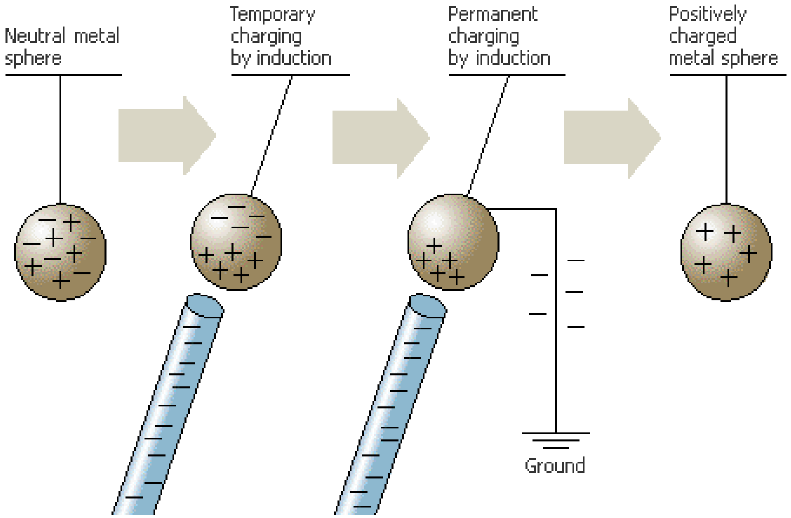


ไฟฟ้าสถิต



- ไฟฟ้าสถิต (static electricity หรือ electrostatics) เป็นปรากฏการณ์ที่ปริมาณประจุไฟฟ้า (electric charge) ขั้วบวกและขั้วลบบนผิววัสดุมีไม่เท่ากัน
- ปกติจะแสดงในรูปการดึงดูด การผลักกัน และเกิดประกายไฟ

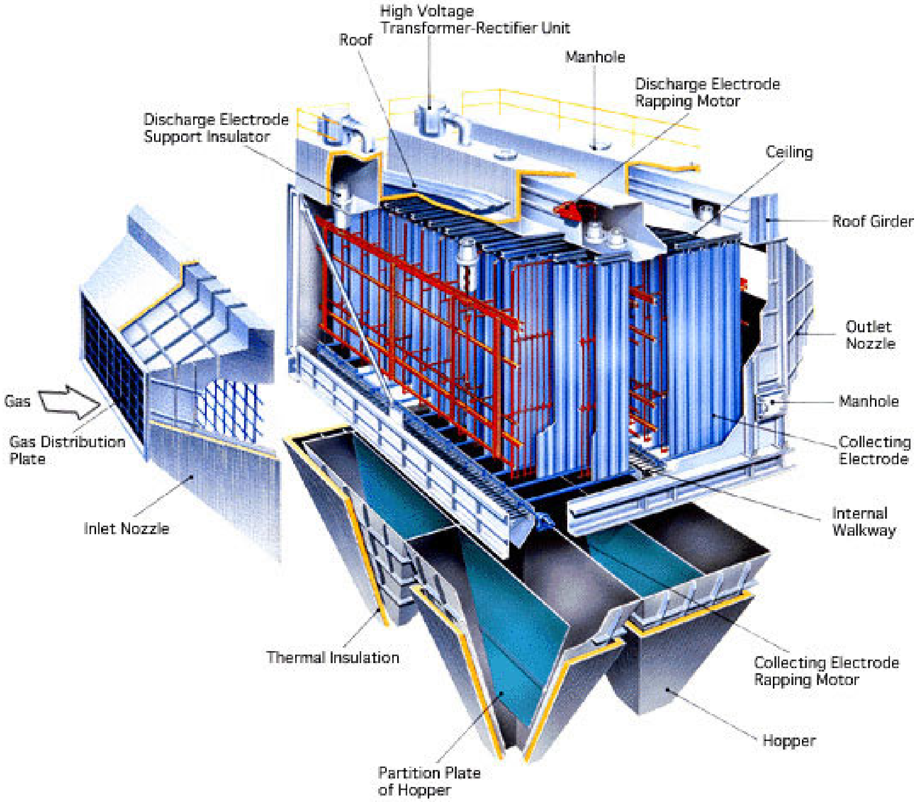




การประยุกต์ไฟฟ้าสถิตเพื่ออากาศสะอาด

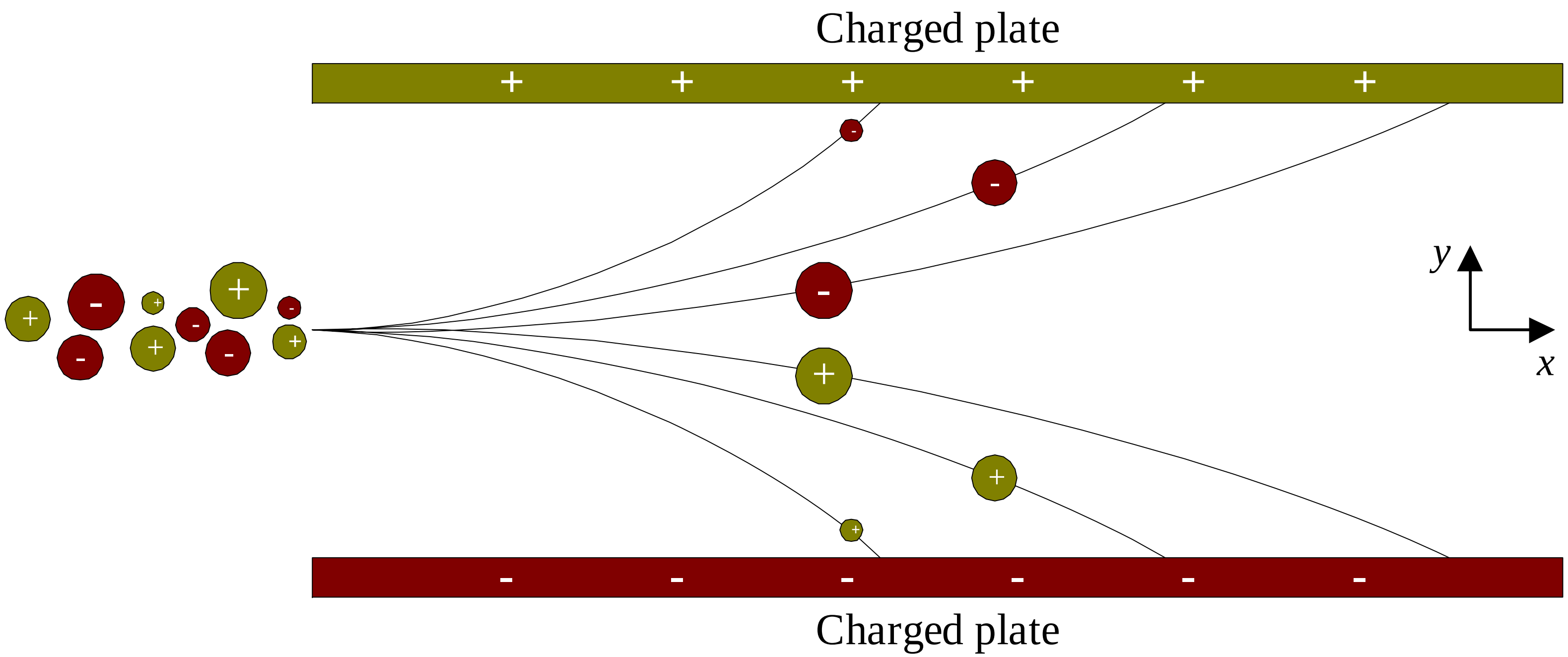
- เครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต (electrostatic precipitator)
- เครื่องวิเคราะห์ขนาดอนุภาค (particle analyzer)

(ที่มา: www.tsi.com)



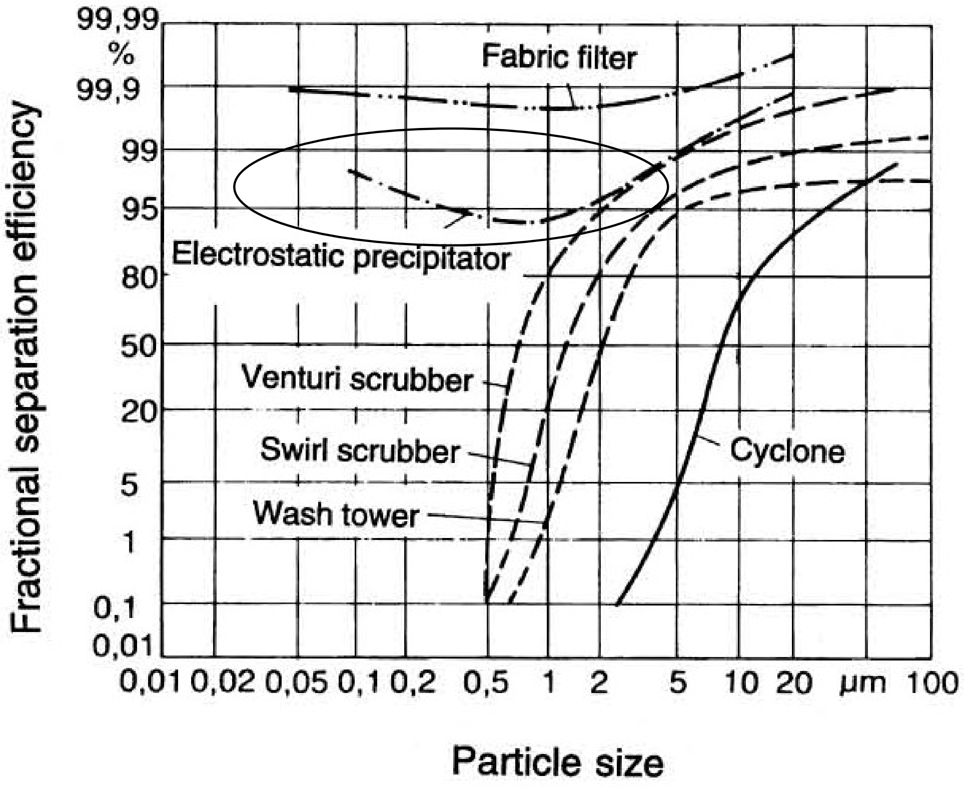
(ที่มา: http://www.flipsindia.com)

หลักการตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต



$$m\frac{dw}{dt} = n_p eE - 3\pi\mu d_p w$$

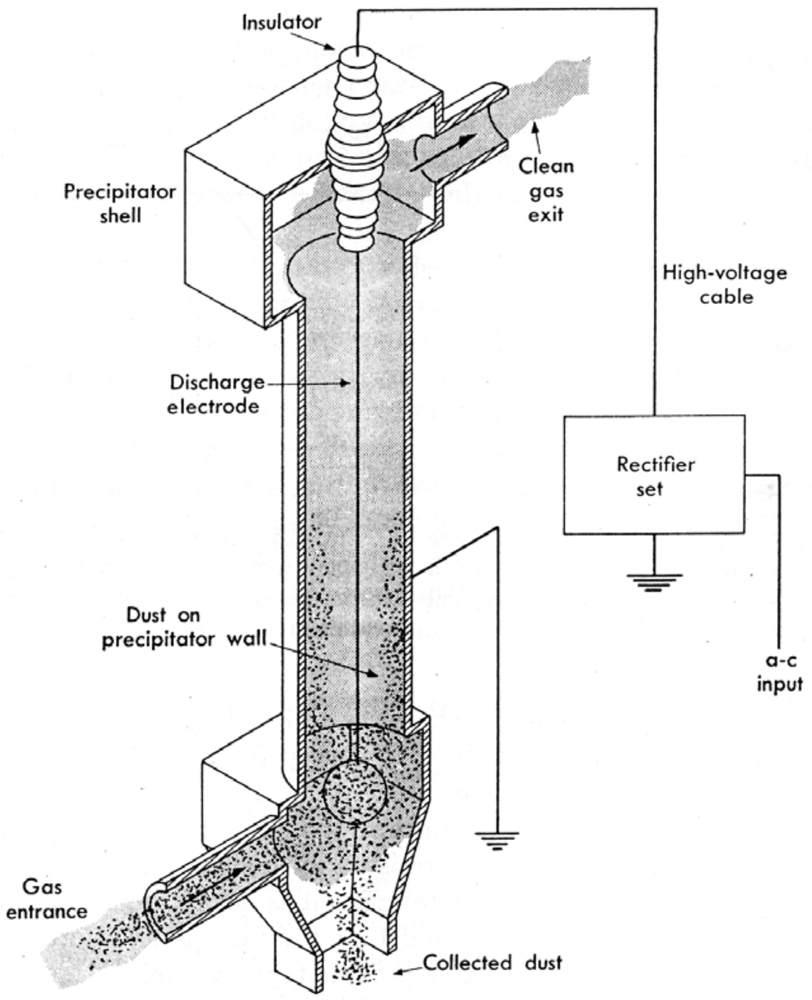
เครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต



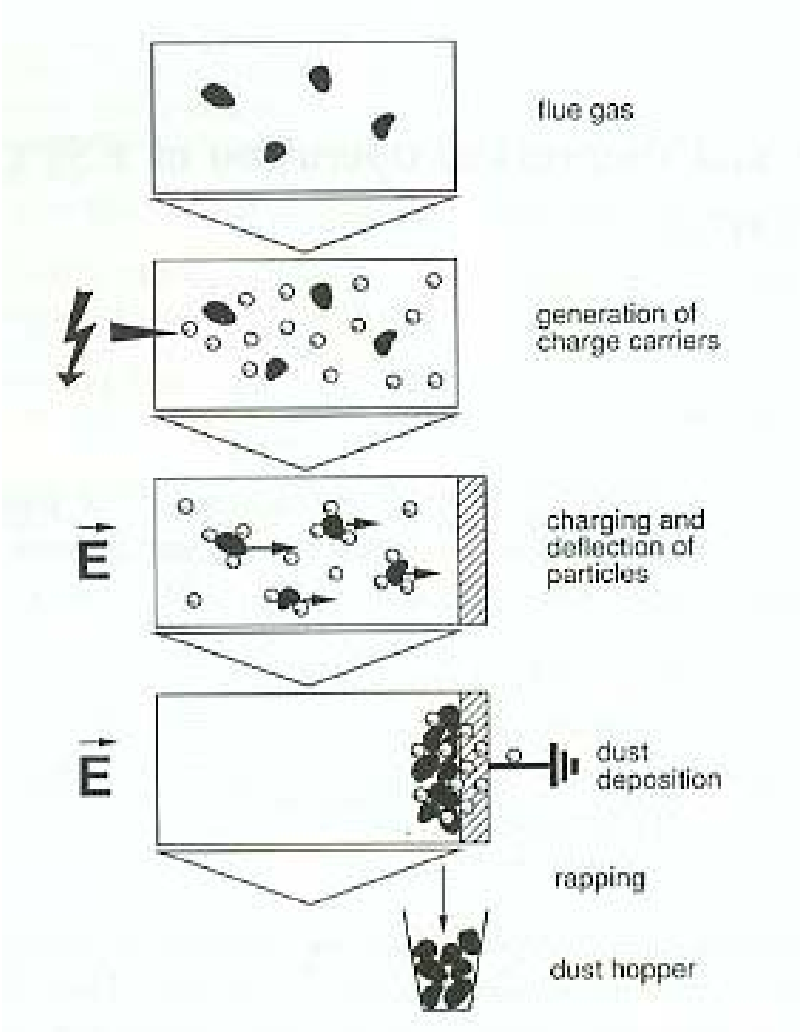
(ที่มา: Haslerm and Nussbaumer, 1999)

- ให้ประสิทธิภาพการตกตะกอนสูงถึง 99.9 เปอร์เซ็นต์
- เหมาะสำหรับอนุภาคทุกช่วงขนาด
- การสูญเสียความดันน้อย
- การบำรุงรักษาต่ำ
- อายุการใช้งานยาวนานถึง 20 ปี
- สามารถกำจัดอนุภาคที่ทั้งแบบแห้งและแบบเปียก

หลักการเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต



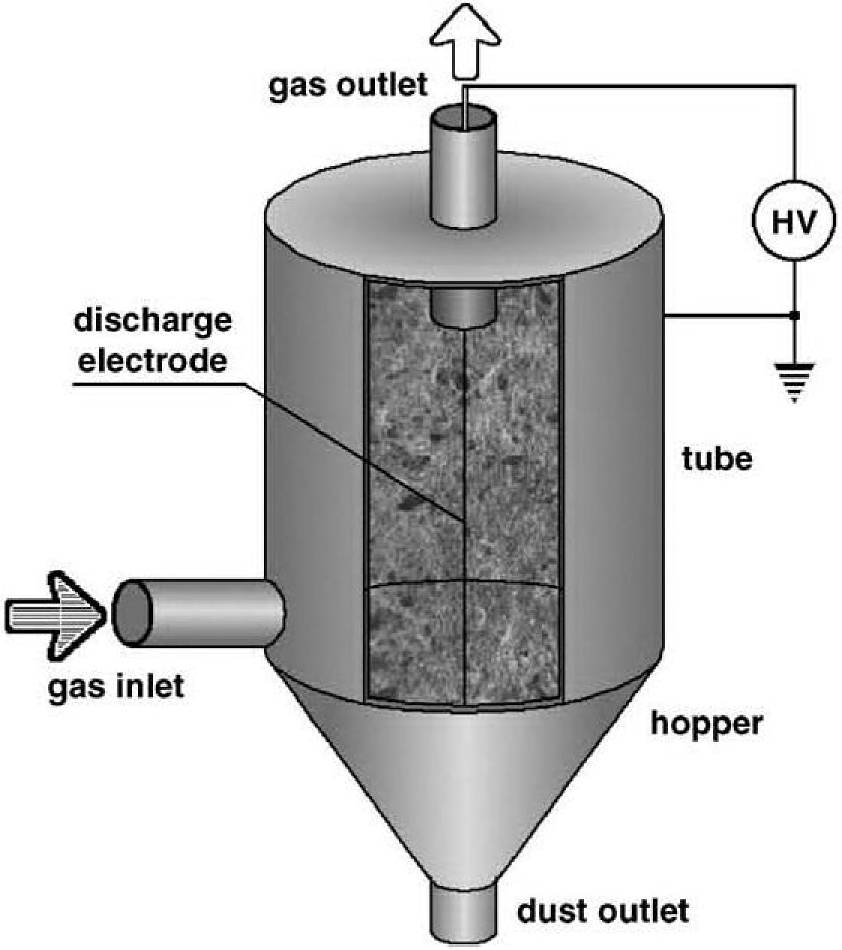
(ที่มา: White, 1963)



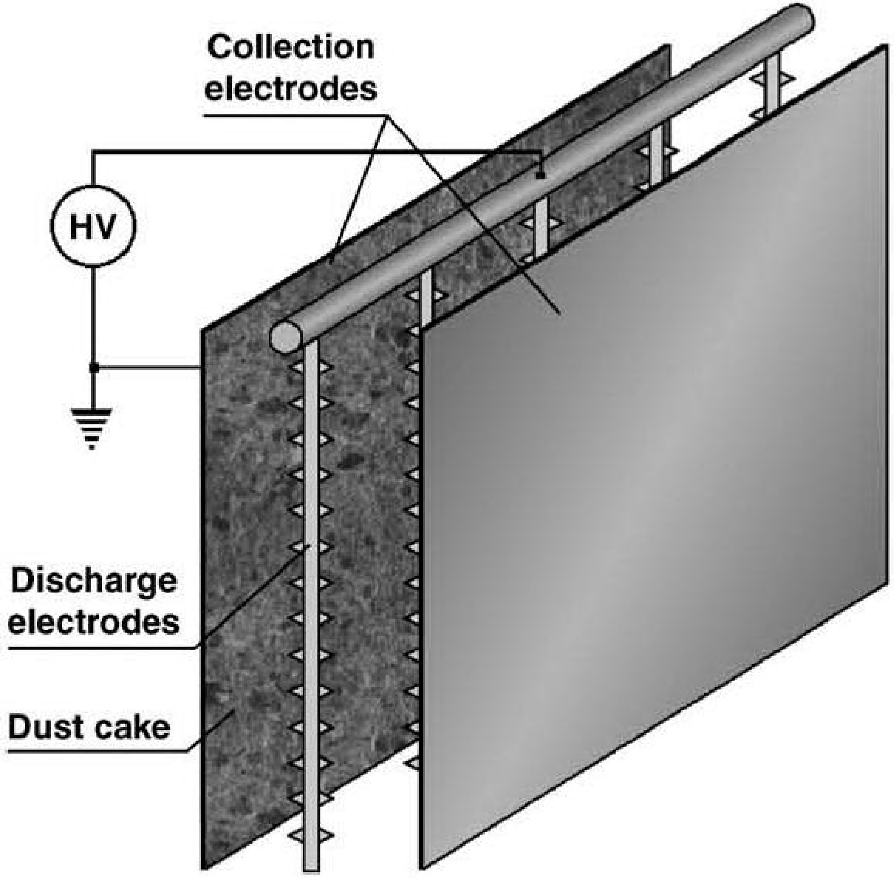
(ที่มา: Parker, 1997)

ชนิดเครื่องตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต

แบบท่อทรงกระบอก

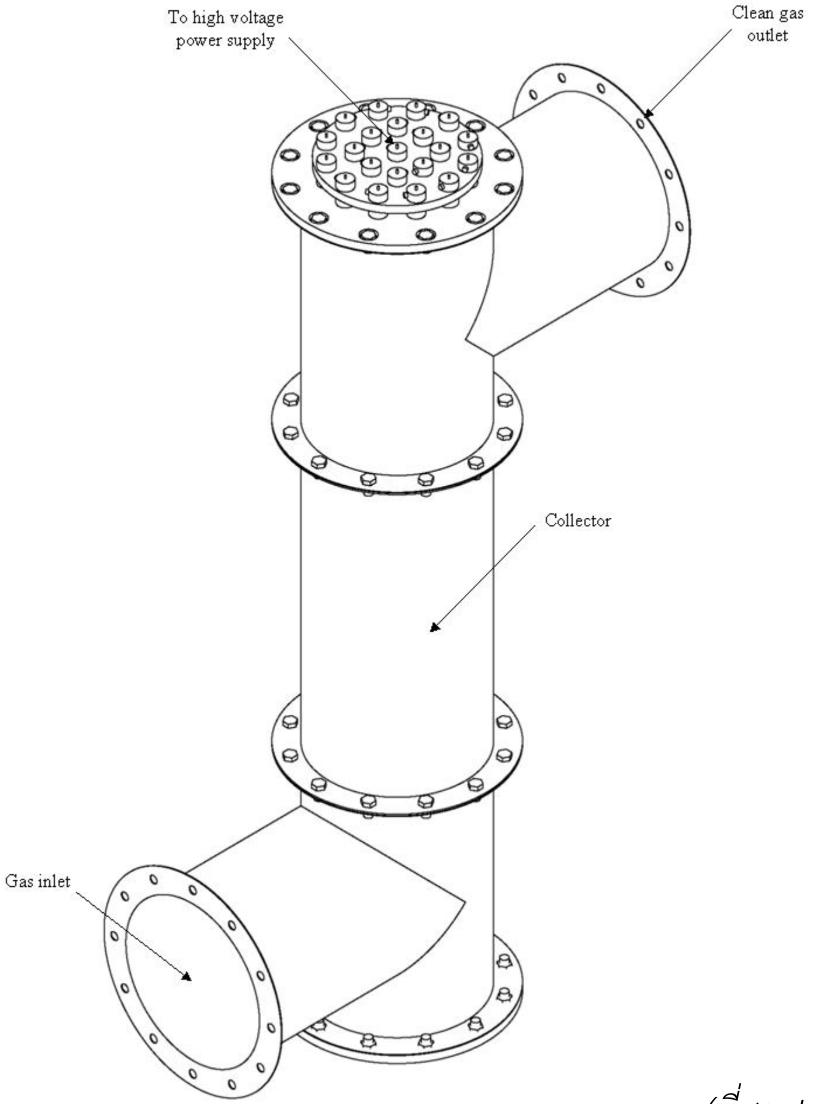


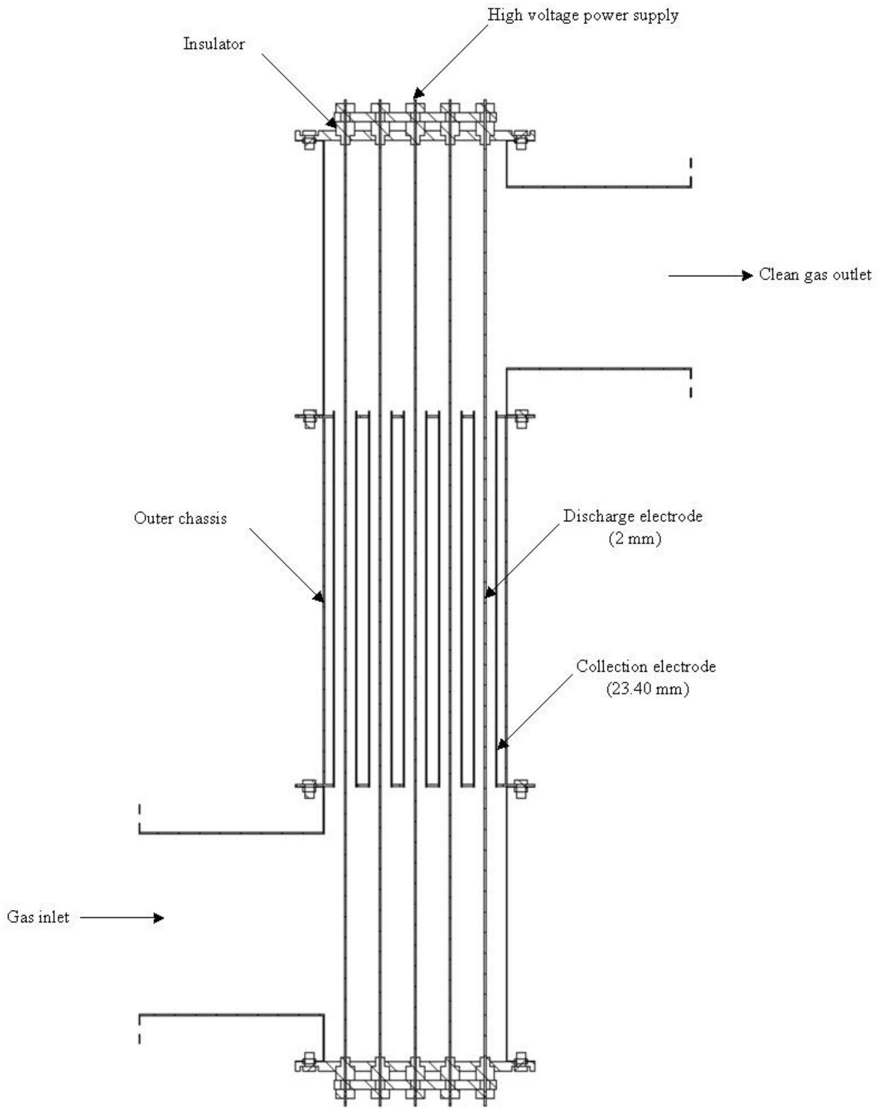
แบบแผ่นบาง



(ที่มา: Jaworek et al., 2000)

ระบบกำจัดอนุภาคแขวนลอยจากเตาเผาชีวมวลด้วยเทคนิคการตกตะกอนเชิงไฟฟ้าสถิต





(ที่มา: *Intra et al., 2010*)

การทดสอบเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต

ควันที่เกิดจากการเผาไหม้

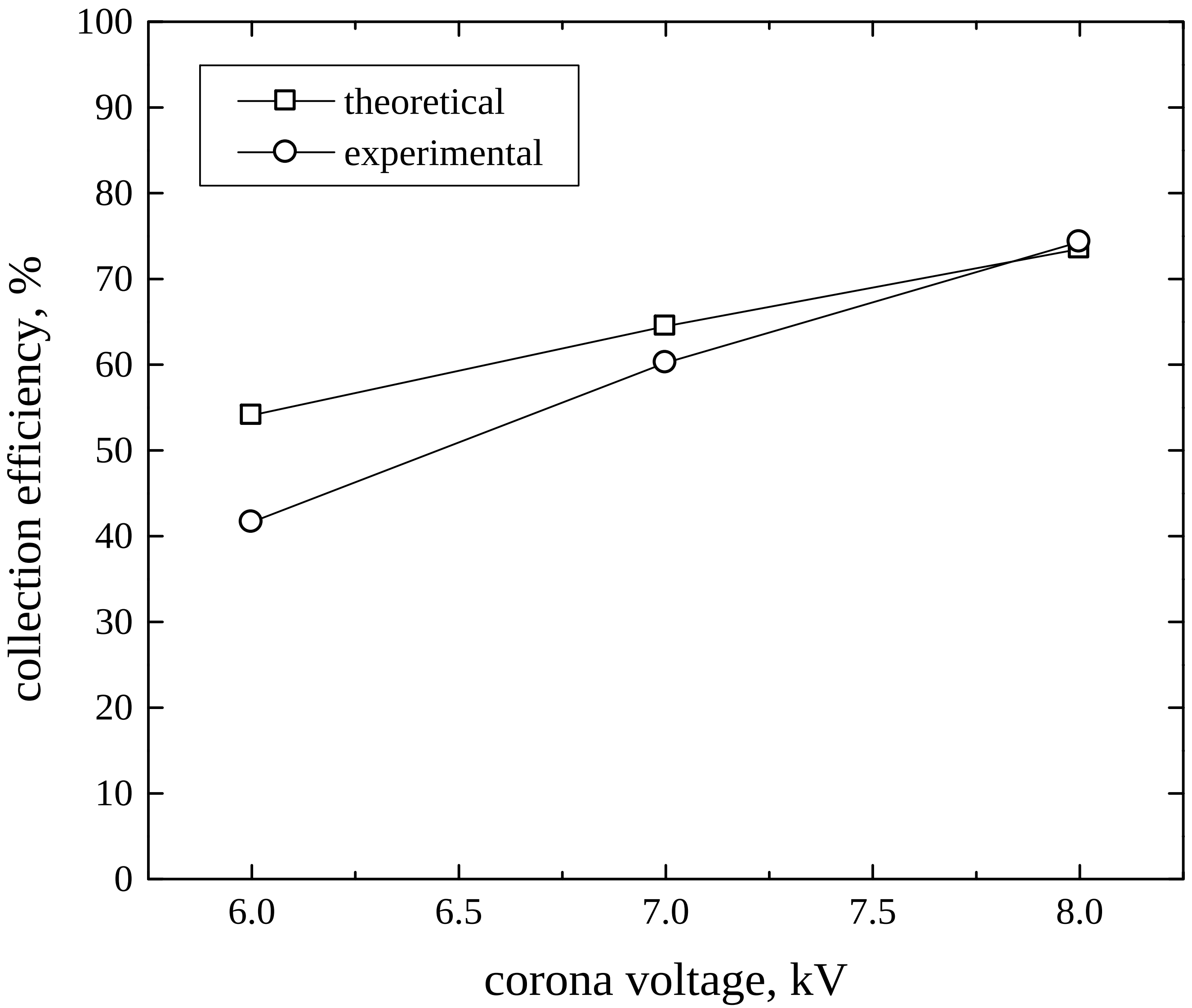
ควันขณะที่เครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิตทำงาน

การทดสอบเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต

ก่อนผ่าน

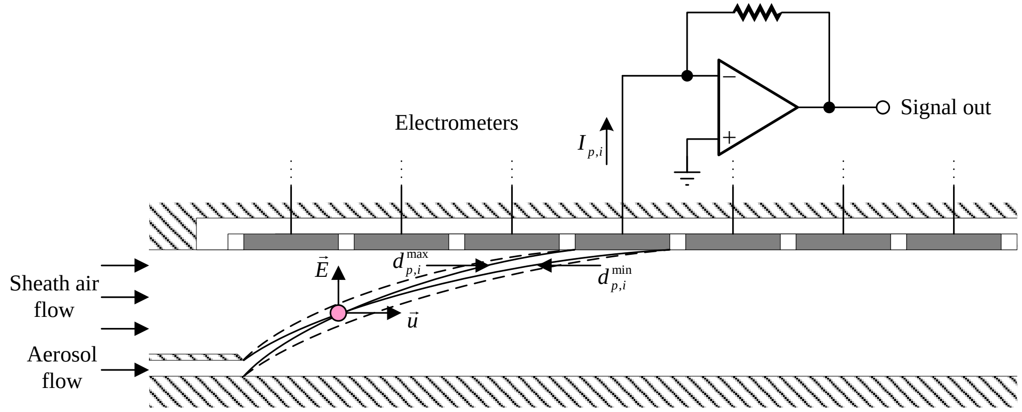
หลังผ่าน

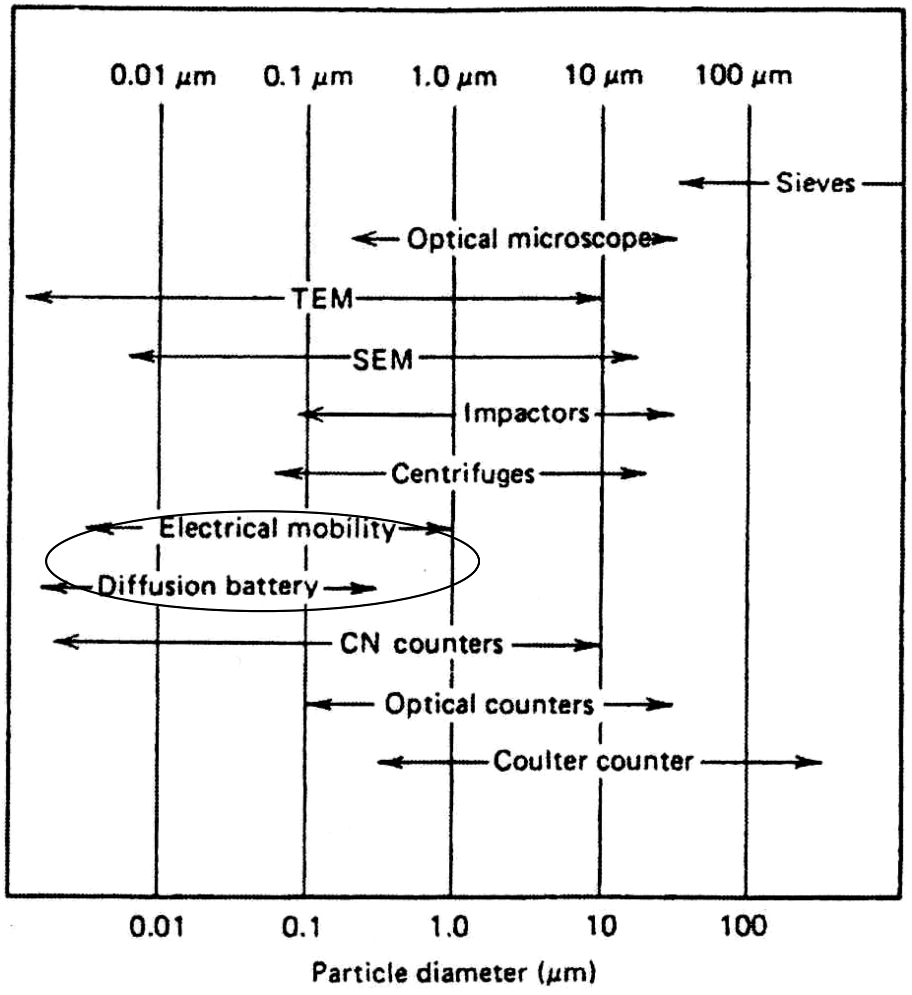
การทดสอบเครื่องตกตะกอนไฟฟ้าสถิต



การวัดฝุ่นละอองด้วยไฟฟ้าสถิต

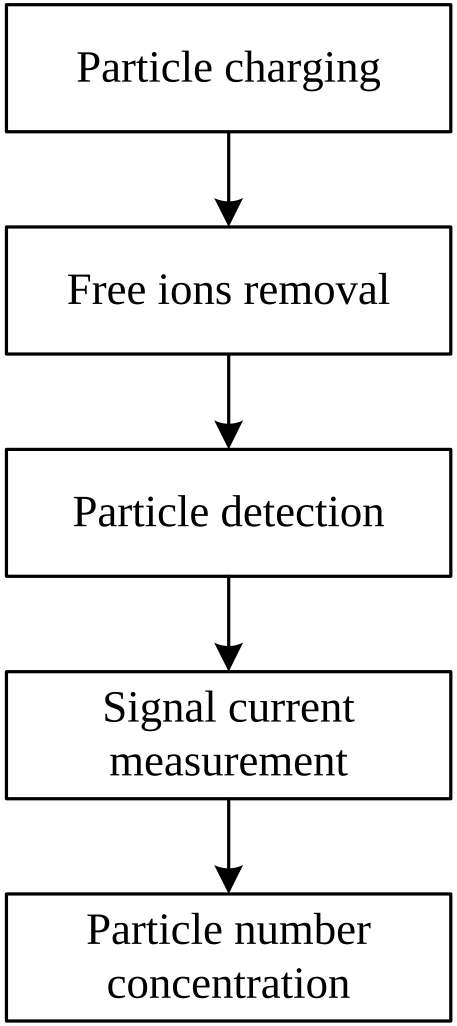
- อาศัยหลักการพื้นฐานของคุณสมบัติทางไฟฟ้าสถิตของอนุภาคฝุ่นละออง
- เหมาะสำหรับอนุภาคฝุ่นละอองในช่วงขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางระดับนาโนเมตร หรือเล็กกว่า 1 ไมโครเมตร
- ให้ความไวในการวัดสูงกว่า





(ที่มา: Hinds 1999)

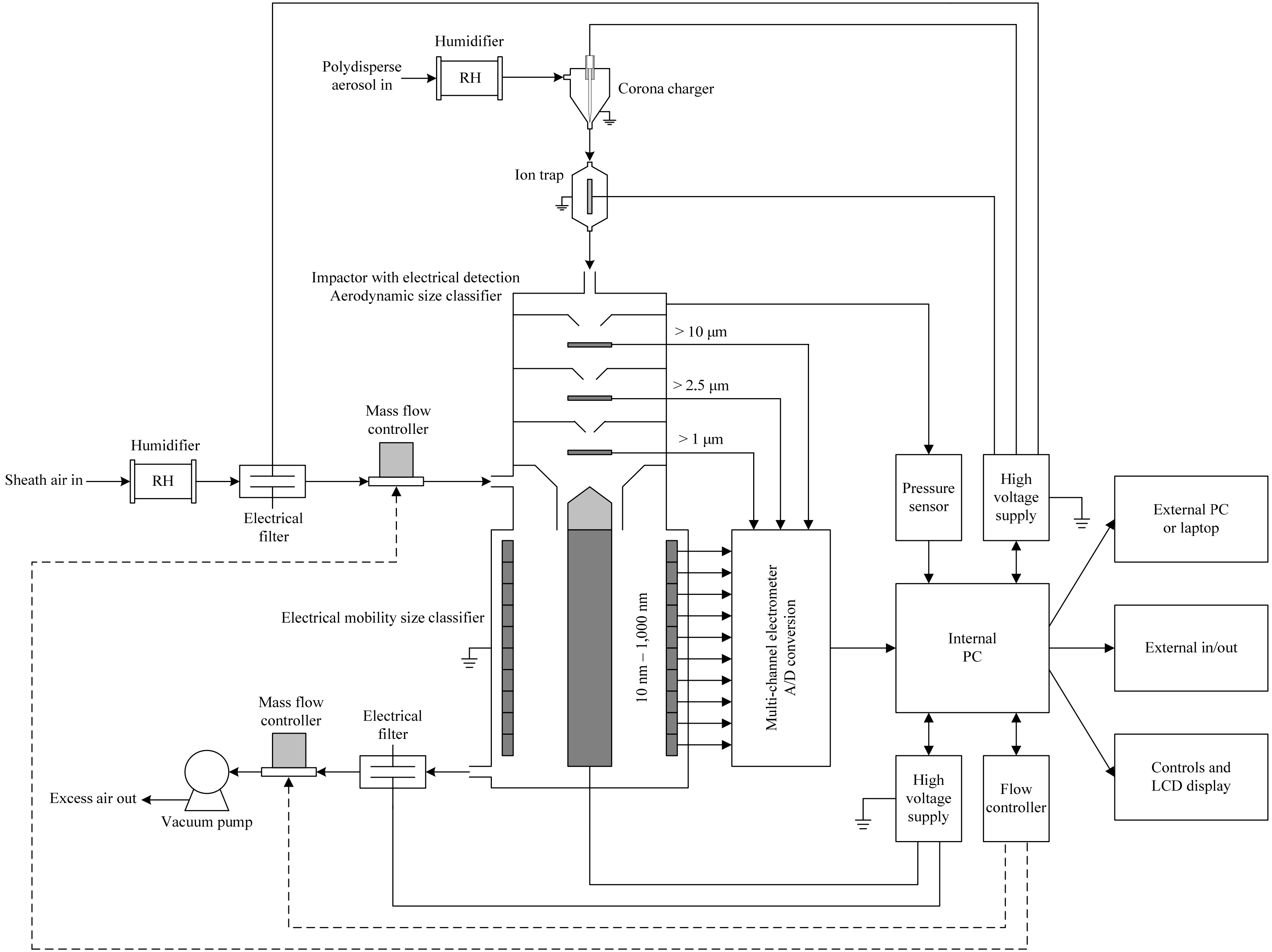
การวัดฝุ่นละอองด้วยไฟฟ้าสถิต



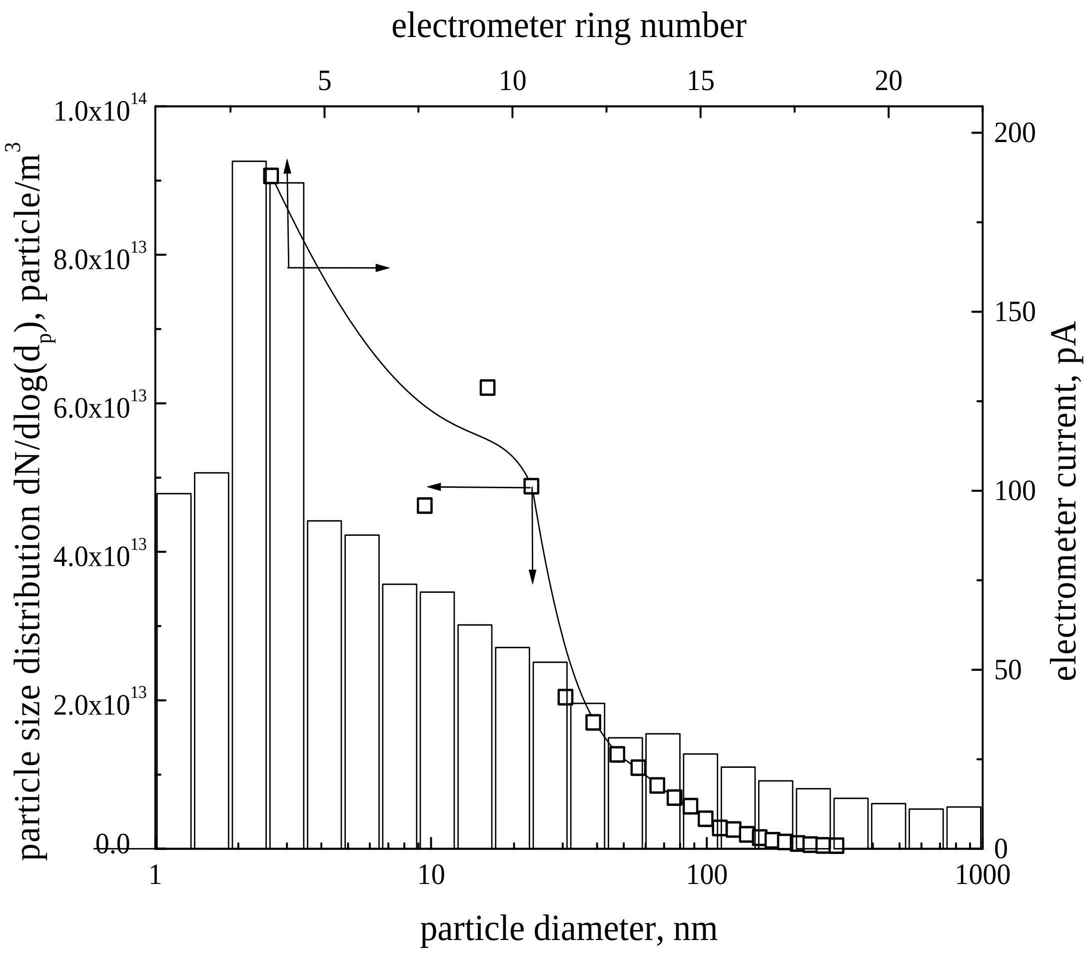
- คัดแยกอนุภาคที่มีขนาดใหญ่กว่าช่วงขนาดที่ต้องการวัดออก
- การใส่ประจุอนุภาคฝุ่นละออง
- การกำจัดไอออนอิสระที่มีความสามารถในการเคลื่อนตัวทางไฟฟ้าสูงเจือปนมากับอนุภาคที่มีประจุออก
- การตรวจจับอนุภาคด้วยลูกถ้วยฟาราเดย์
- การตรวจวัดสัญญาณด้วยวิธีการวัดระดับประจุไฟฟ้า
- การแสดงผลปริมาณของอนุภาค

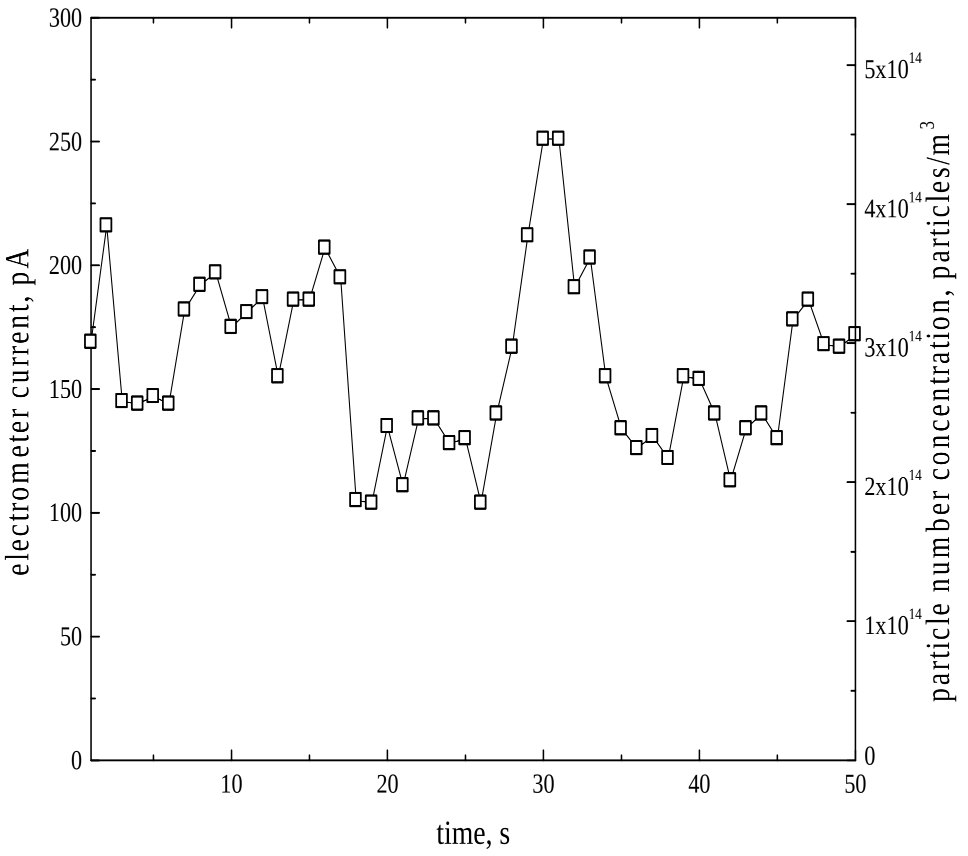
Electrical Mobility Spectrometer

Electrical Mobility Spectrometer



ผลการวัดกับฝุ่นละอองจากการเผาไหม้





รายละเอียด	คุณสมบัติ
เทคนิคการวัด	ผสมผสานระหว่างการเคลื่อนตัวทางไฟฟ้าและการตกกระทบเนื่องจากความเฉื่อย
ขนาด	10 นาโนเมตรถึง 10 ไมโครเมตร
ความเข้มข้น	10^{8} ถึง 10^{13} อนุภาค ต่อ ลูกบาศก์เมตร
เวลาการประมวลผล	น้อยกว่า 1 วินาที
วิธีการอัดประจุ	การอัดประจุแบบสนามและแพร่กระจาย
จำนวนช่องวัด	13
การตรวจจับอนุภาค	อิเล็กโทรมิเตอร์
อัตราการไหลของละอองลอย	5 ลิตร ต่อ นาที
อัตราการไหลของอากาศ	25 ลิตร ต่อ นาที
ความดัน ณ จุดทำงาน	25.25 กิโลปาสคาล
แรงดันไฟฟ้าที่อิเล็กโทรด	0.5 ถึง 5 กิโลโวลต์
ความยาวคอลัมน์วัด	150 มิลลิเมตร
รัศมีด้านใน	10 มิลลิเมตร
รัศมีด้านนอก	25 มิลลิเมตร

จุดเด่นของเครื่องวิเคราะห์ฯที่พัฒนาขึ้น

- ใช้วัสดุ อุปกรณ์ และเทคโนโลยีการผลิตส่วนใหญ่ ภายในประเทศ
- ทำงานได้ถูกต้องแม่นยำ สามารถวิเคราะห์ขนาดอนุภาคได้ในช่วง 10 nm – 10 μm
- เป็นระบบการวัดแบบหลายช่องวัดในครั้งเดียว สามารถวัดและรู้ผลในเวลาอันสั้น
- ราคาต่ำกว่า เครื่องมือลักษณะเดียวกันที่ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ
- ระบบอัตโนมัติที่ควบคุมและประมวลผลการวัดด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์
- ระบบมีความปลอดภัย ไม่เป็นอันตราย ไม่ใช้แรงดันไฟฟ้าสูงมาก
- สะดวกต่อการขนย้ายได้เหมาะสำหรับงานภาคสนาม

การนำไปใช้งาน

- การตรวจวัดมลพิษทางอากาศ
- การศึกษาเกี่ยวกับละอองลอยจากการเผาไหม้ และมลพิษ
- การทดสอบประสิทธิภาพของตัวดักกรองอนุภาคหรือเครื่องตกตะกอนอนุภาค
- การศึกษาวิจัยพฤติกรรมของละอองลอยระดับนาโน

ศูนย์วิจัยเทคโนโลยีละอองลอย

ฝ่ายวิจัยและบริการวิชาการ

วิทยาลัยเทคโนโลยีและสหวิทยาการ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

Contact us:

Dr.Panich Intra

Particle Research Unit,

College of Integrated Science and Technology,

Rajamangala University of Technology Lanna,

Chiang Mai 50300, THAILAND

+66-897-551-985