

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์

การออกแบบเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนที่ทางไฟฟ้า
ของอนุภาค

ผู้เขียน

นายจิรภัท ธิติโยธิน

ปริญญา

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมเครื่องกล)

อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

อ. ดร. นคร ทิพย์วงส์

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบเครื่องวิเคราะห์การเคลื่อนที่ทางไฟฟ้าของอนุภาค ซึ่งประกอบด้วยสองส่วน คือ เครื่องชาร์จประจุไฟฟ้า และเครื่องคัตขนาดอนุภาค เครื่องชาร์จประจุได้ออกแบบเป็นการชาร์จประจุแบบสนามและแบบแพร่ โดยทำการสร้างประจุบวกด้วยวิธีโคโรนาแบบเข็ม และให้อนุภาคในละอองตัวอย่างไหลผ่าน ดังนั้นอนุภาคที่ได้จึงมีสภาพเป็นบวก ส่วนเครื่องคัตขนาดอนุภาค มีลักษณะเป็นทรงกระบอกแกนร่วม ทรงกระบอกด้านในเป็นขั้วบวก ทรงกระบอกด้านนอกเป็นขั้วลบ และที่ทรงกระบอกด้านนอกมีวงแหวนเรียงซ้อนกันใช้เป็นอิเล็กโทรดรับอนุภาค เพื่อนำไปหาขนาดของอนุภาค มีอากาศไหลเข้าสองชั้น ชั้นในเป็นละอองตัวอย่าง (Q_0) ซึ่งประกอบด้วยอนุภาคและอากาศ ส่วนชั้นนอกเป็นอากาศสะอาด (Q_{in}) ซึ่งในการออกแบบเครื่องคัตขนาดอนุภาค ได้ใช้โปรแกรม CFDRC™ วิเคราะห์ลักษณะการไหลของอากาศ และลักษณะของสนามไฟฟ้าภายในเครื่องคัตขนาดอนุภาค ซึ่งผลจากโปรแกรม CFDRC™ พบว่าลักษณะการไหลของอากาศเป็นการไหลแบบราบเรียบที่อัตราการไหลต่ำกว่า 55 ลิตรต่อนาที และลักษณะของสนามไฟฟ้าค่อนข้างสม่ำเสมอ นอกจากนี้ได้ใช้สมการทางคณิตศาสตร์ทำนายลักษณะการเคลื่อนที่ของอนุภาค ผลกระทบเนื่องจากอัตราการไหลของอากาศ ผลกระทบเนื่องจากความเข้มของสนามไฟฟ้า ค่าความสามารถในการเคลื่อนที่ทางไฟฟ้า และช่วงของขนาดของอนุภาคในแต่ละชั้นวงแหวน ซึ่งผลจากสมการทางคณิตศาสตร์ และการทดลอง ที่ทำโดยการบันทึกภาพขนาด และรูปร่างของอนุภาคด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนพบว่า อนุภาคเคลื่อนที่จากชั้นของละอองตัวอย่างโค้งออกหาทรงกระบอกด้านนอก และตกกระทบบนวงแหวนอิเล็กโทรด สามารถวิเคราะห์อนุภาคได้ในช่วง 50 – 500 นาโนเมตร โดยระยะเวลาตกกระทบของอนุภาคในแนวแกนของทรงกระบอก

แปรผันตามอัตราการไหลของอากาศ และแปรผกผันกับแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้กับทรงกระบอกด้าน
ใน และพบว่าอัตราส่วนของอัตราการไหลของละอองตัวอย่างต่ออัตราการไหลของอากาศสะอาด
เหมาะสมที่สุดที่อัตราส่วน 1 ต่อ 10



ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Design of a Differential Mobility Analyzer
Author	Mr. Jirapus Titiyotin
Degree	Master of Engineering (Mechanical Engineering)
Thesis Advisor	Lect. Dr. Nakorn Tippayawong

ABSTRACT

This research aims to design a differential mobility analyzer, consisting of two components: charger and particle size classifier. The charger using needle corona, was of diffusion and field charging types. As the aerosol flow passed through the charger, the particles in the flow become positively charged. The size classifier consisted of two concentric cylinders. The inner cylinder was used as positive electrode while the outer cylinder was grounded. There were a number of rings on the outer cylinder, to measure different particle sizes. The inlet flow consists of two concentric layers. The inner layer is for aerosol (Q_a) and the other layer is for sheath clean air (Q_{sh}). The aerosol flow carries particles of various sizes to be analyzed. A computational fluid dynamic software package (CFDRC™) was used to analyze the flow field and the electric field in the differential mobility analyzer. The results from CFDRC™ showed a laminar flow regime in the differential mobility analyzer when the flow rates were less than 55 liter/min and the electric field was found to be uniform. Mathematical models were developed to predict particle trajectory, flow effect, electrical effect, particle electrical mobility and range of particle size in each electrode rings. From modeling and experiment, the particles were found to move from inner flow layer to outer electrode and deposit on the electrode rings. The differential mobility analyzer was capable of classifying particles in the range between 50 – 500 nanometers. The axial displacement of the particle from the entrance was found to vary with mass flow rate and was inversely proportional to electric field strength. As expected the smaller particles deposited closer to the entrance and the larger particles deposited farther down the analyzer tube. The rings with deposited particles were examined using electron microscope. It was found that the most appropriate flow rate ratio ($Q_a : Q_{sh}$) was 1:10.