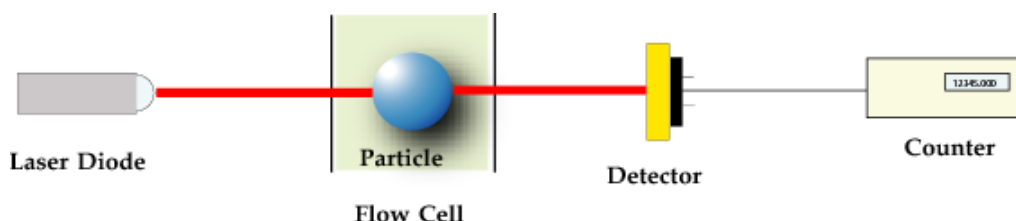


ทฤษฎีการวัดขนาดและปริมาณอนุภาค (Theory of Particle Counting)

การวัดขนาดและปริมาณของอนุภาค โดยทั่วไปจะแบ่งเป็น 2 ประเภท ได้แก่ การวัดอนุภาคในของเหลว (Liquid borne Particle Counting) และการวัดอนุภาคในอากาศ (Air borne Particle Counting) ในการวัดสิ่งที่เป็นหัวใจก็คือ Sensor โดยส่วนใหญ่เทคนิคของ Sensor จะใช้ลำแสงเลเซอร์ส่องผ่านอนุภาคแล้วทำการตรวจวัดแสงที่มากกระทบ (Scattering Mode) หรือตรวจวัดแสงที่ถูก Drop ไป (Extinction Mode) ซึ่งการจะเลือกใช้ Mode ไດจะขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาคกล่าวคือ

- ขนาดอนุภาค $< 1 \mu\text{m}$ ใช้ Scattering Mode
- ขนาดอนุภาค $> 1 \mu\text{m}$ ใช้ Extinction Mode

1. หลักการทำงานของเครื่องวัดขนาดและปริมาณอนุภาค



รูปที่ 1

จากรูป แหล่งกำเนิดแสง (Laser Diode) จะผลิตแสงที่มีความถี่หนึ่งออกมาแล้วถูกรวมแสงโดยเลนส์รวมแสง แล้วส่องผ่าน Flow cell ที่มี Particles ผ่านเข้าไป ซึ่งแสงจะถูกบังโดย Particles จากนั้นแสงที่เหลือจะถูก Detect ด้วย Detector ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (mV) ก่อนส่งผ่านไปยัง Counter ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ได้เป็นขนาดของ Particles (μm) เพื่อแสดงผลต่อไป

หลักการทำงานของ Sensor

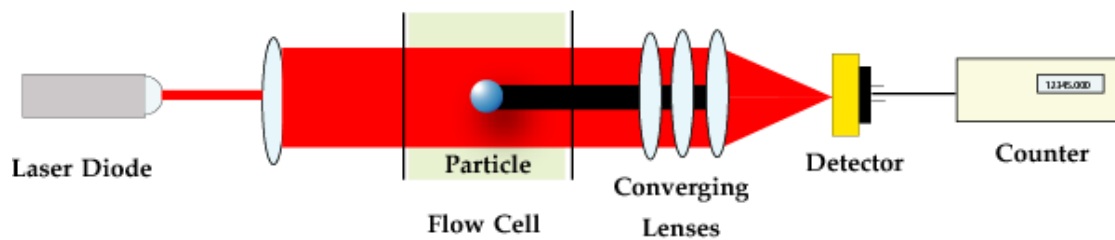
Sensor กับ Detector จะรวมอยู่ในชุดเดียวกันซึ่งในระบบ Counting จะเรียกรวมเป็น Sensor การทำงานของ Sensor จะแบ่งออกเป็น 2 Mode การทำงานคือ

1. Light Scattering Mode
2. Light Extinction Mode

1. Light Scattering Mode

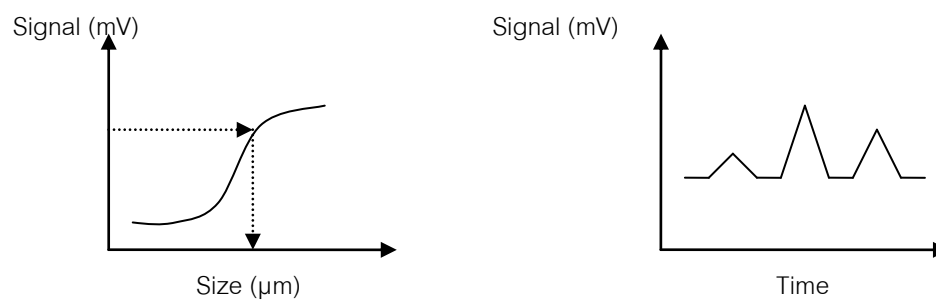
ในโหมดการทำงานนี้ ปริมาณของแสงที่ผ่านไปยัง Detector จะขึ้นอยู่กับขนาดของอนุภาค Particle ที่ผ่านเข้าไปยัง Flow cell กล่าวคือ ถ้าอนุภาค Particle มีขนาดใหญ่ ปริมาณของแสงก็จะน้อย ในทางกลับกัน ถ้า

อนุภาค Particle มีขนาดเล็ก ปริมาณของแสงก็จะมีมาก จากนั้นแสงจะถูกรวมด้วย Converging Lens ก่อนส่งผ่านไปยัง Detector เพื่อแปลงเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงก่อนส่งไปยัง Counter ดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 2

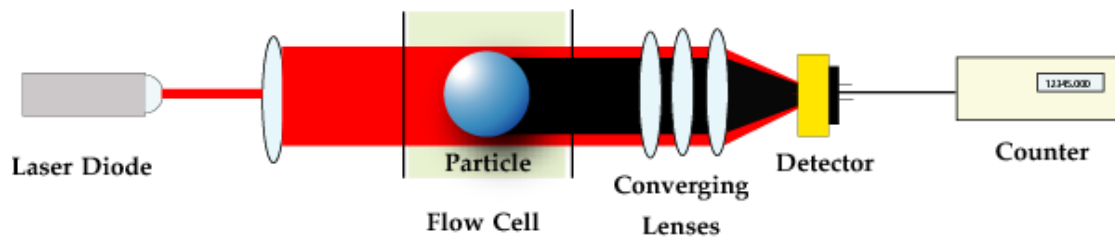
ความแตกต่างของขนาดของอนุภาค Particle จะขึ้นอยู่กับความแตกต่างของปริมาณของแสงจากนั้น Counter จะทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณที่ได้ซึ่งรูปของสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (mV) ให้อยู่ในรูปของขนาด Particle (μm) ดังรูปข้างล่าง



รูปที่ 3

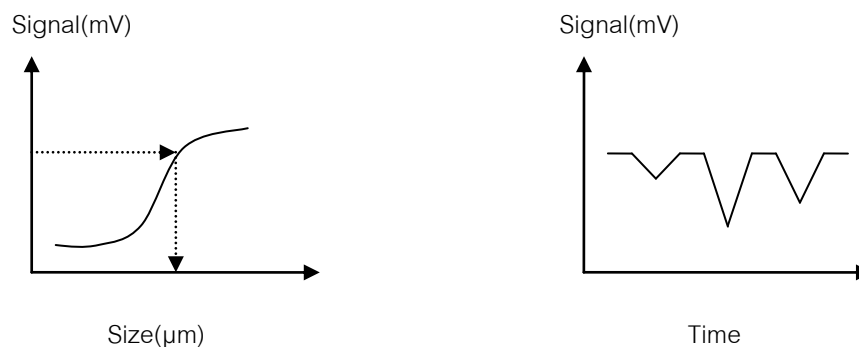
2.Light Extinction Mode

Light Extinction Mode มีลักษณะการทำงานคล้ายกันกับ Light Scattering Mode แตกต่างกันเพียง Light Scattering Mode Detector จะทำการ Detect ปริมาณของแสงที่ผ่าน Flow cell มาแล้วส่งผ่านไปยัง Counter โดยตรง ส่วน Light Extinction Mode Detector จะทำการวัดค่าของแสงที่ผ่าน Flow cell เพื่อคำนวณหาปริมาณแสงที่มากกกระทบ แต่เนื่องจากในโหมดนี้ แสงส่วนใหญ่จะถูกบัง (drop) ด้วยขนาดของอนุภาค ดังนั้นเพื่อความแม่นยำและเที่ยงตรงในการวัด Detector จะทำการส่งสัญญาณที่ถูกบัง (drop) ไปยัง Counter แทน ซึ่งบางครั้งเราเรียกโหมดการทำงานนี้ว่า **Light Blocking Mode** ดังแสดงในรูปที่ 4



รูปที่ 4

ความแตกต่างกันของขนาดอนุภาค (Particle) จะขึ้นอยู่กับค่าปริมาณของแสงที่ถูก Block หรือ Drop ซึ่งสัญญาณนี้จะถูกเปรียบเทียบค่าเป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (mV) และแปลงไปเป็นขนาดของอนุภาค (Particle) โดย Counter ดังแสดงในรูปข้างล่าง



รูปที่ 5

2. ส่วนประกอบของเครื่องวัดอนุภาค

ในระบบการวัดอนุภาค (Particle) ระบบจะต้องประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก คือ

1. Sampler
2. Sensor
3. Counter

2.1 Sampler

Sampler จะทำหน้าที่นำ Sample ที่ต้องการตรวจหาอนุภาค Particle ผ่านเข้าไปใน Sensor คุณสมบัติที่สำคัญของ Sampler ก็คือ Flow rate จะต้องมีความแม่นยำและเที่ยงตรง เนื่องจากรายงานอนุภาค Particle จะขึ้นอยู่กับองค์ประกอบนี้และปริมาตร (Volume) เป็นหลัก

2.2 Sensor

Sensor จะเปรียบเสมือน “ตา” ของระบบ ภายใน Sensor จะมี Flow cell ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับ Spectrophotometer เมื่อเราทำการ “On” ระบบ แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ จะส่องแสงผ่าน Flow cell รวบรวมไหลผ่านเข้ามาของอนุภาค Particle ส่วนของ Flow cell ของ Sensor จะมีความแตกต่างกันทั้ง

เส้นผ่าศูนย์กลาง และวัสดุที่ใช้ผลิต โดยจะขึ้นอยู่กับรุ่นของ Sensor และการ Compatibility กับ Solution ซึ่งจะเป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้งาน

2.3 Counter

Counter เปรียบเสมือน “สมอง” ของระบบ ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ได้จาก Sensor หรือ Detector เป็นขนาดและจำนวนของอนุภาค Particle เพื่อแสดงให้ผู้ใช้งานได้ทราบ

3. ระบบของเครื่องวัดอนุภาค

ระบบของเครื่องวัดอนุภาค ก็จะประกอบไปด้วย 3 ส่วนหลักดังที่กล่าวมาแล้ว ข้างต้น แต่จะมีความแตกต่างกันบ้างในการจัดส่วนประกอบดังกล่าวระหว่างการวัดอนุภาคในของเหลว (Liquid Particle Counter) กับ การวัดอนุภาคในอากาศ (Air Particle Counter)

3.1 ระบบของเครื่องวัดอนุภาคในของเหลว (Liquid Particle Counter)

ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ Sampler ,Sensor และ Counter โดยทั้งสามส่วนจะแยกอิสระต่อกันและจะทำงานร่วมกันโดยผ่านสายสัญญาณควบคุม (Communication Cable)

3.2 ระบบของเครื่องวัดอนุภาคในอากาศ (Air Particle Counter)

ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ Sampler ,Sensor และ Counter เช่นเดียวกัน แต่ทั้ง 3 ส่วนจะรวมอยู่ภายในตัวเดียวกันทั้งหมด

4. ข้อควรระวังและการบำรุงรักษาเครื่องมือ

4.1. กรณีระบบเป็น LPC (Liquid Particle Counter)

1.1 ไม่ควรให้เครื่องมือทำงานในขณะที่ไม่มี Sample หรือ Standard เนื่องจากจะทำให้เกิดการ Block ของฟองอากาศในระบบ ซึ่งจะทำให้เกิดความผิดพลาดในการวัด และหากทำเป็นเวลานานติดต่อกันอาจเกิดความเสียหายกับ Sensor ได้ ในกรณี Sampler เป็นรุ่น 3000,3000A และระบบ 9703 อาจทำให้ Seal ของ Plunger ใน Syringe เสียหายได้

1.2 การเก็บระบบหลังการใช้งาน ซึ่งมี 2 กรณี คือ

1.2.1 ยก Probe ขึ้นเหนือ Beaker

1.2.2 จุ่ม Probe ลงใน Beaker ที่บรรจุด้วยน้ำสะอาด (Deionized Reverse Osmosis หรือ Distill Water ซึ่งผ่านการกรองอนุภาค Particle มาระดับหนึ่งแล้ว)

การพิจารณาว่าจะใช้การเก็บระบบแบบไหนให้พิจารณาจากโอกาส การเกิด Contaminate ในระบบ เช่น ถ้าเรายก Probe ขึ้น Particle ในอากาศหรือสิ่งแวดล้อมรอบข้าง จะเข้าไป Contaminate ใน Probe ได้ หรือหากเราจุ่มในน้ำจะไม่มี การ Contaminate จากสิ่งแวดล้อม แต่จะเกิดจากแบคทีเรีย, ตะไคร่น้ำ ในกรณีที่จุ่ม Probe ให้นานๆ ซึ่งทางผู้ใช้งานจะต้องคำนึงและพิจารณาจากปัจจัยต่างๆ เหล่านี้เป็นสำคัญ

1.3 การเปิด-ปิด ระบบการทำงาน ควรทำการเปิด Sampler ก่อนรอจนกระทั่งเครื่องทำการ Initial ตัวเองเสร็จ แล้วจึงเปิด Counter ในกรณีที่ใช้ Software ก็เช่นเดียวกัน ให้เปิด Sampler ก่อนแล้วจึงเปิด

Computer ส่วนการปิดให้ทำกลับกันกับการเปิด เพื่อป้องกันการผิดพลาดของการ Communication ระหว่างเครื่องมือ

1.4 ควรใช้ UPS หรือ Stabilizer ในการควบคุมระบบไฟฟ้า เนื่องจากการ Spike ของไฟฟ้า จะทำให้เกิด Transient ในระบบ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องมือได้ โดยเฉพาะ Sensor ซึ่งมี Sensitivity สูงมาก

1.5 การ Cleaning ระบบที่สำคัญที่สุด ได้แก่ Sensor ซึ่งจะต้องศึกษาคู่มือของ Sensor ก่อนที่จะมีการใช้ Chemical ว่า Compatible กันหรือไม่ การ Clean-up โดยปกติทั่วไป จะใช้น้ำ Deionized หรือน้ำกลั่น ในการ Flow ผ่านระบบ โดยปริมาณที่ใช้จะขึ้นอยู่กับโอกาสการ Contaminate ของระบบว่าจะเป็นไปได้มากหรือน้อยเพียงใด เช่นเดียวกับการเลือกใช้ Chemical ในการ Cleaning จะต้องตรวจสอบว่าสารเคมี ใดสามารถชะล้างสิ่งสกปรกที่คาดว่าจะตกค้างจากการทำงานได้ดีที่สุด

4.2. กรณีเป็น Air Particle Counter

2.1 ระวังอย่าให้มีของเหลวผ่านเข้าไปใน Probe วัดโดยเด็ดขาด เพราะจะทำให้ Sensor ที่อยู่ภายในเสียหาย

2.2 กรณีมีการใช้ Software ควรทำการเปิด Counter ก่อนแล้วจึงเปิด Computer ส่วนการปิดให้ทำกลับกันกับการเปิด เพื่อป้องกันการผิดพลาดของการ Communication ระหว่างเครื่องมือ

2.3 ควรใช้ UPS หรือ Stabilizer ในการควบคุมระบบไฟฟ้า เนื่องจากการ Spike ของไฟฟ้า จะทำให้เกิด Transient ในระบบ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายแก่เครื่องมือได้ โดยเฉพาะ Sensor ซึ่งมี Sensitive สูงมาก

2.4 ห้ามเปิดเครื่องทำงานในขณะที่มีการ Capped ที่ Inlet ของ Tube เนื่องจากจะทำให้ pump ทำงานหนักเกินไป จนอาจเกิดความเสียหายได้

2.5 ห้ามต่อเครื่องวัดเข้ากับ Sample ที่เป็น Reactive Gas เช่น Hydrogen หรือ Oxygen โดยตรง ถ้าต้องการใช้งานใน Application ในลักษณะนี้ควรติดต่อบริษัทผู้ให้บริการ เพื่อขอข้อมูลเพิ่มเติม

ญัตติ ศรีสวัสดิ์

ห้างหุ้นส่วนจำกัด มายาเซนส์