

บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

6.1 สรุปผลการวิจัย

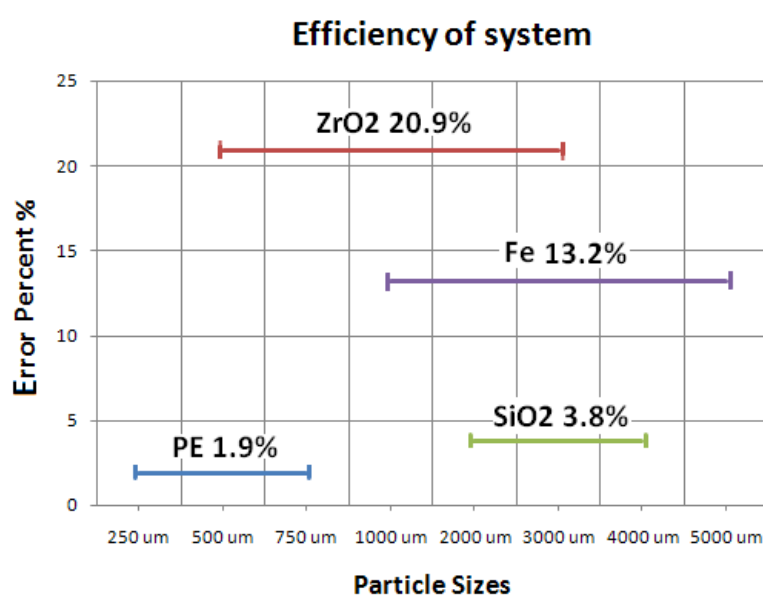
ในงานวิจัยนี้ได้เสนอวิธีการตรวจวัดหาสิ่งปนเปื้อนและอนุภาคแต่ละชนิดที่มีขนาดต่าง ๆ กันอยู่บนพื้นผิวของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ด้วยหลักการกระเจิงแสง โดยอาศัยทฤษฎีการกระเจิงแสงและหลักการกระเจิงแสงของ BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function) ใช้แบบจำลอง MIST (Modeled Integrated Scatter Tool) เพื่อคำนวณหารูปแบบการกระเจิงแสงของอนุภาคแต่ละชนิดในแต่ละขนาดที่ต้องการโดยเปรียบเทียบกับผลการทดลองจริงของงานวิจัยอื่นๆ ที่ผ่านมาแล้ว นำผลที่ได้มาวิเคราะห์เพื่อออกแบบสร้างต้นแบบที่สามารถตรวจวัดหาอนุภาคแต่ละชนิดที่มีขนาดต่าง ๆ กันอยู่บนพื้นผิวของส่วนประกอบฮาร์ดดิสก์ และได้ทำการทดลองจริงกับอนุภาคชนิดต่างๆ จำนวน 4 ชนิด คือ

1. Steel (Fe) ขนาด 1000, 2000, 3000, 4000 และ 5000 ไมโครเมตร (μm)
2. Silica gel (SiO_2) ขนาด 2000, 3000 และ 4000 μm
3. Zirconium dioxide (ZrO_2) ขนาด 500, 2000 และ 3000 μm
4. Polyethylene (PE) ขนาด 250, 500 และ 750 μm

พร้อมเปรียบเทียบกับแบบจำลองของ MIST เพื่อยืนยันความถูกต้องของผลการทดลองจริงที่ได้จากระบบนี้ ปรากฏว่า เครื่องต้นแบบนี้สามารถวัดหาค่าความเข้มการกระเจิงแสงและให้รูปแบบที่แสดงถึงชนิดและขนาดของอนุภาคได้ในช่วง 250 จนถึงขนาด 5000 μm โดยในการทดลองนี้ใช้ 2 ปัจจัยซึ่งได้มาจากทฤษฎีการกระเจิงแสงและหลักการกระเจิงแสงของ BRDF คือ ปัจจัยแรก ได้แก่ แหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ที่มีความยาวคลื่น 0.6328 μm อีกปัจจัย คือ มุมตกกระทบ (θ_i) และมุมการกระเจิง (θ_s) เท่ากับ 89° ที่มุมอิมพัท (ϕ_s) 0° ถึง 180° ซึ่งเป็นตัวกำหนดรูปแบบและวิธีการวัดหาชนิดและขนาดของอนุภาค ได้ผลการทดลองนำมาเปรียบเทียบกับผลจากแบบจำลอง MIST เพื่อยืนยันความถูกต้องว่าระบบทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

โดยมีหลักการทำงานของระบบ คือ เมื่อแสงจากแหล่งกำเนิดแสงเลเซอร์ตกกระทบมุมตกกระทบ (θ_i) เท่ากับ 89° ตกกระทบลงบนอนุภาคที่อยู่บนพื้นผิวเรียบที่มีตัวตรวจจับค่าความเข้มการกระเจิงแสงที่มุมการกระเจิง (θ_s) เท่ากับ 89° และมุมอิมพัท (ϕ_s) เริ่มต้นวัดค่าที่จุด 0° ถึงจุดสุดท้ายที่ 180° รวม 15 จุด ไปรอบๆ ชิ้นงานบนพื้นผิวเรียบที่มีอนุภาคที่ขนาดในช่วง 250 จนถึง

ขนาด 5000 ไมโครเมตร (μm) ค่าความเข้มการกระเจิงแสงที่วัดได้ในทุกๆมุมที่ 10° ซึ่งค่าเหล่านี้จะถูกส่งผ่าน Data acquisition board :DAQ ต่อไปยังระบบวิเคราะห์ข้อมูลและบันทึกข้อมูล ด้วยระบบแสดงผลและคอมพิวเตอร์ ซึ่งให้ค่าความเข้มการกระเจิงแสงอยู่ในรูปแบบ Geometric scattering โดยมีลักษณะค่าความเข้มการกระเจิงแสงในแต่ละมุมสามารถนำมาวิเคราะห์หาชนิดและขนาดอนุภาคต่างๆได้ และมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 9.95 ดังมีรายละเอียดดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.18 ประสิทธิภาพของระบบตรวจวัดหาชนิดและขนาดของอนุภาค

6.2 ข้อเสนอแนะ

ระบบที่ต้องการในอนาคต มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ คือ

1. ระบบขับเคลื่อนที่ต้องการความละเอียดสูงในระดับไมโครเมตร เพื่อขับเคลื่อนงานที่มีอนุภาคขนาดเล็กมากอยู่บนพื้นผิวเรียบ ซึ่งปัจจุบันการใช้ Voice Coil Motor: VCM เพื่อควบคุมตำแหน่งไม่มีความแม่นยำเพียงพอ จึงต้องอาศัยอุปกรณ์ที่เรียกว่า Micro-actuator ซึ่งสามารถทำงานได้ในระดับไมโครเมตรได้
2. แหล่งกำเนิดแสงที่ได้มาตรฐาน เช่น เลเซอร์ให้แสงสีฟ้า คือ Argon ion laser (35mW, 488 nm) ที่ให้ค่าความเข้มแสงคงที่และต่อเนื่อง พร้อมระบบหล่อเย็น เพราะค่าความยาวคลื่นแสงที่สั้นที่สุดที่สามารถหาได้ในปัจจุบันนี้อยู่ในช่วงนี้
3. ลำแสงเลเซอร์ที่มีขนาดเล็กโดยในปัจจุบันนี้อยู่ในช่วงประมาณ $5\mu\text{m}$ ถึง $8\mu\text{m}$

4. ตัวตรวจจับที่มีคุณภาพ เช่น Si photodetector /amplifier package (UDT sensors UDT-455/UV) ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร หรือ Photomultiplier tubes :PMT
5. ชนิดอนุภาคที่ได้มาตรฐานตามขนาดที่ต้องการ เช่น $0.2 - 0.6 \mu\text{m}$ บนพื้นผิวเรียบ
6. มีอุปกรณ์ชุดเลนส์ขนาด 75 mm เพื่อปรับลำแสงเลเซอร์ให้อยู่ในช่วง $5\mu\text{m}$ ถึง $8 \mu\text{m}$
7. แผ่นโพลาไรซ์เซอร์ที่สามารถหมุนปรับได้ทั้ง มุมที่ 0° และ 90° ทำหน้าที่เลือกทิศทางเข้า-ออก ของกระเจิงแสงเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการตรวจจับค่าความเข้มจากการกระเจิงเพียงอย่างเดียว
8. ระบบที่ปราศจากสิ่งปนเปื้อนจากภายนอกขณะทำการทดลอง
9. กล้อง Microscopeที่มีกำลังขยายที่ 3000 เท่า เพื่อดูตำแหน่งอ้างอิงชิ้นงานที่มีขนาดเล็กระดับไมโครเมตร