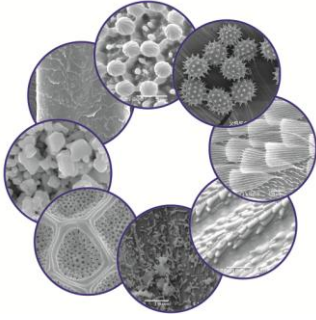


กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดและแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน



ยุพดี เผ่าพันธ์

นักวิจัย

ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์

สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด (scanning electron microscope) เป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นสูงที่มีความสำคัญต่อการวิจัยตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน นิยม เรียกสั้นๆว่า SEM ถูกสร้างขึ้นครั้งแรกเมื่อปี ค.ศ. 1938 โดย Manfred Von Ardenne นักฟิสิกส์ และนักประดิษฐ์ชาวเยอรมัน กล้อง จุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดทำงานโดยควบคุมให้ลำอิเล็กตรอนกราดไปบนพื้นผิวของตัวอย่างที่ต้องการศึกษา โดยเฉพาะอย่างยิ่งการศึกษา ลักษณะสัณฐานวิทยา เช่น ลักษณะรูปร่าง ลวดลายบนพื้นผิว และขนาดของตัวอย่าง ซึ่งภาพที่ได้เป็นภาพสามมิติสามารถศึกษาได้ทั้งตัวอย่างทางชีวภาพ และตัวอย่างทางด้านวัสดุศาสตร์ กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเป็นกล้องจุลทรรศน์ที่มีกำลังขยายสูง จึงมีบทบาทต่อการศึกษาและวิจัยด้านต่าง ๆ มากมาย เช่น ในงานด้าน พฤษศาสตร์ สัตวศาสตร์ จุลชีววิทยา ใช้ศึกษาลักษณะทางสัณฐานวิทยาและการจัดจำแนกสิ่งมีชีวิต ด้านอุตสาหกรรมเกษตรใช้ในการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพของอาหาร และตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ และบรรจุภัณฑ์ต่างๆที่ประดิษฐ์คิดค้นขึ้น การศึกษาทางเคมี ฟิสิกส์และวิศวกรรม เช่นการผลิตท่อนาโน ซีเมนต์ ดิน และการตรวจสอบอนุภาคต่างๆที่สังเคราะห์ขึ้น ด้านการแพทย์ การผลิตยา รวมถึงการศึกษาความเปลี่ยนแปลงทางด้านปฐพีวิทยา เช่น ศึกษาความเปลี่ยนแปลงของพื้นที่ต่างๆในอดีตเกิดการเปลี่ยนแปลงอย่างไรบ้าง อาทิ เคยเป็นทะเลมาก่อน หรือการศึกษาลักษณะของหิน แร่ต่างๆ หรือศึกษาปัจจัยที่ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของดิน และหิน เช่น น้ำ และลม เป็นต้น การศึกษาฟอสซิลต่างๆเพื่อบ่งชี้ถึงวิวัฒนาการการเปลี่ยนแปลงของโลกในยุคต่างๆ นอกจากนี้ยังมีความสำคัญต่องานด้านนิติวิทยาศาสตร์และการตรวจสอบทางด้านศิลปะ เช่นการตรวจสอบสี หรือวัสดุ ต่างๆที่ใช้ในงานจิตรกรรมอีกด้วย จากที่ได้กล่าวมาข้างต้นจะเห็นได้ว่ากล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดเป็นเครื่องมือวิทยาศาสตร์ขั้นสูงที่ใช้ประโยชน์ในด้านต่างๆมากมาย ดังนั้นผู้วิจัยจึงควรทำความเข้าใจถึงความแตกต่างของกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราดซึ่งมีหลายชนิดอันจะก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อผู้วิจัยในการเลือกใช้งานได้ตรงตามวัตถุประสงค์ในการศึกษารายละเอียดของตัวอย่างต่อไป ทั้งนี้สามารถแบ่งตามความแตกต่างของแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนมีผลให้กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแต่ละชนิดมีสมรรถนะในการการศึกษารายละเอียดของตัวอย่างแตกต่างกันไป แหล่งกำเนิดอิเล็กตรอน (Electron Source) หรือปืนยิงอิเล็กตรอน (Electron Gun) มี 3 ชนิด ด้วยกัน

1. Tungsten Hairpin Electron Gun

ปลดปล่อยอิเล็กตรอนโดยใช้ความร้อน เราเรียกว่า thermionic emission ภายในจะประกอบด้วย tungsten filament ซึ่งมีลักษณะเป็นเส้นลวด tungsten ที่งอเป็นรูปตัววี (V) ต้องทำงานที่ความดันสุญญากาศสูงประมาณ $10^{-4} - 10^{-5}$ torr มีอายุการใช้งานประมาณ 30-100 ชั่วโมง

2. Lanthanum hexaboride (LaB₆) Electron Gun

ปลดปล่อยอิเล็กตรอนโดยใช้ความร้อนเช่นเดียวกัน ผลึกของ LaB₆ จะให้ความสว่างของอิเล็กตรอนสูงกว่าชนิด tungsten และมีอายุการใช้งานนานกว่า ต้องทำงานที่ความดันสุญญากาศสูงประมาณ 10⁻⁶-10⁻⁷ torr บริเวณปลายของผลึกมีขนาดเล็กกว่าหลอด tungsten จึงทำให้สามารถแจกแจงรายละเอียดของภาพได้ดีกว่า

3. Field Emission Gun

ใช้สนามไฟฟ้าเหนี่ยวนำอิเล็กตรอนจากปลายโลหะแหลมให้หลุดออกมา ทำจากผลึกของ tungsten มีการปลดปล่อยอิเล็กตรอนที่เกิดจากการดึงอิเล็กตรอนออกมาจากผลึกด้วยสนามไฟฟ้าตรงบริเวณปลายซึ่งมีรัศมีประมาณ 100 นาโนเมตร หรือน้อยกว่า ทำงานที่ความดันสุญญากาศสูงประมาณ 10⁻⁹-10⁻¹⁰ torr ซึ่งลักษณะดังกล่าวมีผลให้สามารถแจกแจงรายละเอียดของภาพได้สูงกว่า LaB₆ และ tungsten



กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
Conventional Scanning Electron Microscope
(Jeol: JSM 5600 LV)



กล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด
Field Emission Electron Microscope
(Hitachi: SU8020)

เอกสารอ้างอิง

อุไรวรรณ ดิลกคุณานันท์. 2531. เทคนิคทางกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนเบื้องต้น. ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์กลาง
บางเขน สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. 74 น.

Goldstein, J.I. et al. 1992. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis. New York: Plenum
Press. 820 p.

Goodhew, P.L. 1975. Electron Microscopy and analysis. The Wykeham Science Series.191 p.

Michael T. Postek et al. 1980. Scanning Electron Microscopy a Student's Handbook. Ladd Research
Industries, Inc. 305 p.