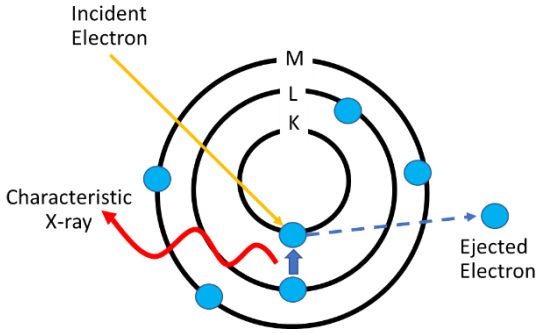
การวิเคราะห์ธาตุและองค์ประกอบด้วยเทคนิค

Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDS)



ดลฤดี โตเย็น

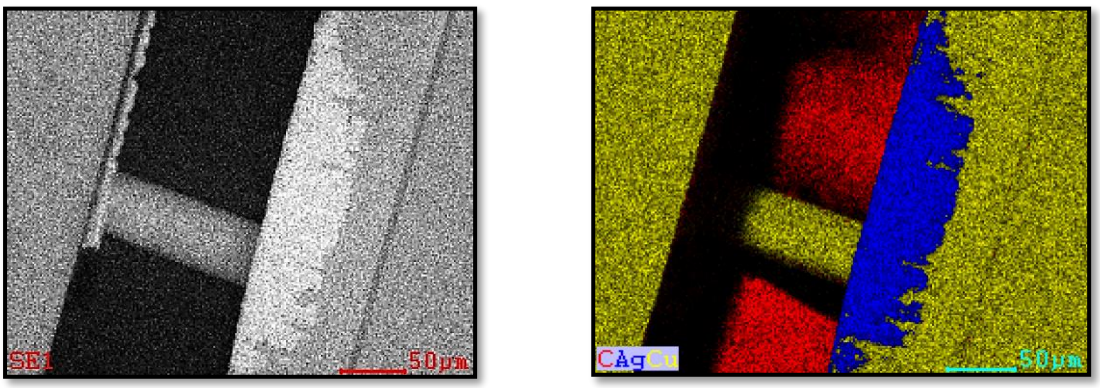
นักวิจัย

ฝ่ายเครื่องมือและวิจัยทางวิทยาศาสตร์

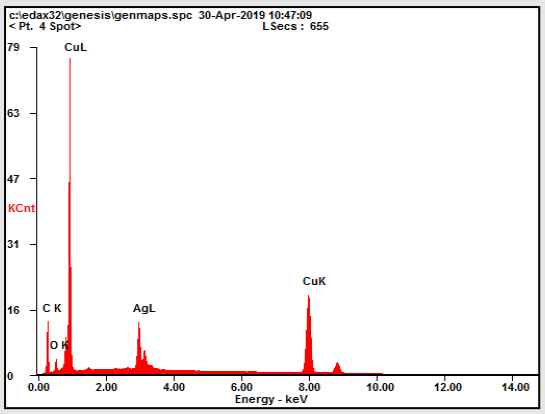
สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy (EDS) เป็นการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีด้วยสเปกโทรเมตรีรังสีเอกซ์แบบกระจายพลังงานที่ใช้ร่วมกับกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนแบบส่องกราด ซึ่งมีบทบาทสำคัญในปัจจุบันในการวิเคราะห์ธาตุทั้งทางด้านวัสดุศาสตร์ ด้านชีวภาพ กายภาพ และอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ที่มีชิ้นส่วนขนาดเล็ก

โดยหลักการของ EDS เมื่อตัวอย่างที่ต้องการศึกษาถูกชนด้วยลำอิเล็กตรอนทำให้สามารถเกิดการแตกตัวเป็นไอออน (Ionization) ด้วยการผลักให้อิเล็กตรอนของตัวอย่างให้หลุดออกจากอะตอม ดังนั้นเพื่อเป็นการรักษาเสถียรภาพ อิเล็กตรอนที่อยู่วงโคจรชั้นถัดไปจะลงเข้ามาแทนที่ และปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปรังสีเอกซ์ (X-ray) ซึ่งเรียกว่ารังสีเอกซ์แบบแคแรกเทอริสติก (Characteristic X-ray) โดยพลังงานของรังสีเอกซ์ชนิดนี้มีค่าเฉพาะตามชนิดของธาตุ จากนั้นเมื่อรังสีเอกซ์เข้าสู่หัววัดชนิด Silicon drift detectors (SSD) หัววัดจะสร้างสัญญาณไฟฟ้าซึ่งเป็นสัดส่วนโดยตรงกับพลังงานของรังสีที่ตกกระทบ และจะนำสัญญาณที่ได้มาวิเคราะห์หาความสูงของสัญญาณ ส่งไปยังระบบคอมพิวเตอร์เพื่อประเมินและรายงานผลเป็นค่าสเปกตรัมรังสีเอกซ์ต่อไป



ภาพที่ 1 การวิเคราะห์การกระจายตัวของธาตุแบบ Mapping analysis



ภาพที่ 2 สเปกตรัมจากการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค EDS

ซึ่งสเปกตรัม EDS ที่ได้นั้นจะแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แกน Y คือ จำนวนสัญญาณของรังสีเอกซ์ที่ตรวจวัดได้ และแกน X คือพลังงานของรังสีเอกซ์ในหน่วยของ keV ซึ่งพีคที่เกิดขึ้นจะบ่งบอกถึงธาตุที่เป็นองค์ประกอบในตัวอย่างที่ต้องการศึกษา ดังภาพที่ 2

Element	Wt%	At%
CK	25.05	62.70
OK	03.19	05.99
AgL	13.64	03.80
CuK	58.13	27.51

ตารางที่ 1 การวิเคราะห์เชิงปริมาณด้วยเทคนิค EDS

นอกจากเทคนิค EDS จะสามารถวิเคราะห์ธาตุในเชิงคุณภาพ (Qualitative element analysis) ว่าตัวอย่างที่ต้องการศึกษามีธาตุชนิดใดประกอบอยู่ ยังสามารถวิเคราะห์ธาตุในเชิงปริมาณ (Quantitative element analysis) ซึ่งสามารถบอก % ของธาตุที่วิเคราะห์ที่มีอยู่ได้เช่นกัน

สำหรับการวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอกซ์แบบ EDS สามารถวิเคราะห์ได้ 3 วิธี ดังนี้คือ

1. Point analysis เป็นการวิเคราะห์ที่ให้ลำของอิเล็กตรอนกระทบอยู่นิ่งบนพื้นผิวของตัวอย่างตรงจุดที่ต้องการวิเคราะห์เพื่อวัดค่าปริมาณรังสีเอกซ์เฉพาะจุดที่ต้องการ

2. Line scan analysis เป็นการวิเคราะห์โดยใช้ลำอิเล็กตรอนส่องกราดตามแนวบนตัวอย่างตรงตำแหน่งที่สนใจ ซึ่งนิยมใช้ในกรณีหาของเขตของรอยต่อหรือเฟสของโครงสร้าง

3. Mapping analysis ซึ่งเป็นการวิเคราะห์โดยใช้ลำอิเล็กตรอนส่องกราดบนพื้นผิวตัวอย่าง ซึ่งภาพที่ได้จากการวิเคราะห์จะเป็นภาพแสดงลักษณะการกระจายของธาตุบนพื้นที่นั้นๆ

เอกสารอ้างอิง

นวลฉวี รุ่งธนเกียรติ. 2545. วิทยาศาสตร์นิวเคลียร์. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

นวลฉวี รุ่งธนเกียรติ. 2547. พลังงานนิวเคลียร์เพื่อมนุษยชาติ. พิมพ์ครั้งที่ 1. สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

Joseph I. Goldstein. 1992. Scanning Electron Microscopy and X-ray Microanalysis. 2nd ed. New York: Plenum Press.