บทที่ 2
การวิเคราะห์ชั้นพาสซิเวชั่น

ในการวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาผลกระทบของการทำแอโนดิกทรีตเมนต์ ก่อนที่จะทำแคโทดิกทรีตเมนต์ที่มีต่อชั้นพาสซิเวชั่นของดีบุกโดยจะทำการพิจารณาองค์ประกอบทางเคมีและความหนาของชั้นพาสซิเวชั่น เนื่องจากชั้นพาสซิเวชั่นที่เกิดขึ้นบนผิวชิ้นงานดีบุกนั้นบางมาก ดังนั้นจะต้องใช้เทคนิคชั้นสูงในการวิเคราะห์ โดยจะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของชั้นพาสซิเวชั่นซึ่งอยู่ลึกจากผิว 2-3 ชั้นของอะตอม และจะทำการปาดชั้นของอะตอมที่ทำการวิเคราะห์แล้วด้วยการกระแทกด้วยอิออนของธาตุอาร์กอน

เพื่อที่จะทำการวิเคราะห์องค์ประกอบของชั้นพาสซิเวชั่นที่ระดับลึกลงไปจากผิวเพิ่มขึ้น โดยในการวิจัยครั้งนี้จะใช้วิธี อิเล็กตรอนสเปกโตรสโครปี้ ฟอร์เคมีคัลแอนาไลส์ซีส (Electron Spectroscopy for Chemical Analysis) ESCA หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า เอ็กเรย์โฟโต้อิเล็กตรอนสเปกโตรสโครปี (X-ray Photoelectron Spectroscopy) XPS เป็นวิธีที่ใช้ในการตรวจสอบองค์ประกอบพื้นฐานทางเคมี และองค์ประกอบของพื้นผิวบนของแข็ง โดยพิจารณาที่สเปกตรัมของโฟโต้อีเลกตรอน ซึ่งจะให้ข้อมูลเกี่ยวกับ พลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอน

การเปลี่ยนแปลงของพลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในอะตอมซึ่งเรียกว่า เคมีคัลชีฟ และ ความหนาแน่นขององค์ประกอบ ที่วิเคราะห์ได้ โดยจะนำมาใช้ในงานวิจัยอย่างกว้างขวาง สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับพื้นผิว

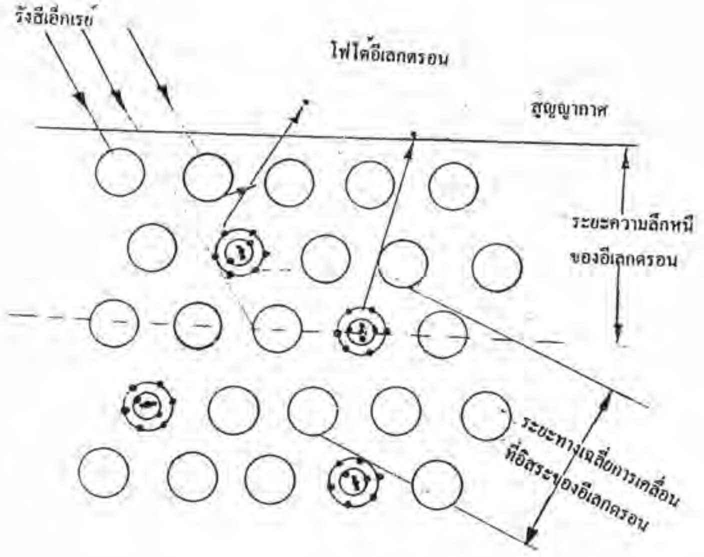
ดังนั้นเพื่อที่สามารถใช้ประโยชน์จากเครื่องได้อย่างมีประสิทธิภาพควรมีความรู้ในเรื่องของการวิคราะห์ผลและสามารถจะแปลผลของข้อมูลในรูปของ สเปกตรัมได้ โดยข้อมูลที่ได้จะแสดงให้เห็นถึง การเกิดเคมีคัลชีฟ ของโฟโต้อิเล็กตรอน ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการเกิดการเปลี่ยนแปลงขององค์ประกอบทางเคมี สเปกตรัมที่ได้จากการทดลอง ค่าตามแนวแกน (X) จะเป็นค่าของพลังงานยึดเหนี่ยว มีหน่วยเป็นอิเล็กตรอนโวลต์ โดยที่ค่าตามแนวแกน (Y) จะเป็นค่าจำนวนของโฟโต้อิเล็กตรอน หน่วยที่ใช้จะเป็นหน่วยในการเปรียบเทียบอ้างอิงกับค่ามาตราฐานของเครื่อง ESCA มาใช้ร่วมกับ ปืนอิเล็กตรอนซึ่งใช้ในการปาดชั้นอะตอมออกโดยการกระแทกด้วยอิออนของธาตุอาร์กอน สามารถทำการวิเคราะห์ องค์ประกอบของพื้นผิวที่ความลึกต่างๆ วิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี โดยพิจารณาจากการเกิด เคมีคัลชีฟ ซึ่งเกิดขึ้นเนื่องจาก การเปลี่ยนแปลงของสภาวะเคมีคัลบอนด์ ของอะตอมของธาตุ การเกิดโฟโต้อิเล็กตรอน และการเกิดเคมีคัลชีฟ จะกล่าวถึงอิเล็กตรอนที่ปลดปล่อยออกมาจากชิ้นงาน เมื่อชิ้นงานได้รับคลื่นทางแม่เหล็กไฟฟ้า เช่น รังสีอุลตร้าไวโอเลต หรือ รังสีเอ็กเรย์ อิเล็กตรอนที่ปลดปล่อยออกมานี้เรียกว่า โฟโต้อิเล็กตรอน

ขั้นตอนการเกิดโฟโต้อิเล็กตรอน ในชิ้นงานจะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนหลักคือ

ขั้นตอนที่ 1 รังสี เอ็กเรย์ จะถูกดูดกลืนในชิ้นงาน ซึ่งจะเป็นสาเหตุทำให้โฟโต้อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ ออกมาจากอะตอม

ขั้นตอนที่ 2 โฟโต้อิเล็กตรอน เคลื่อนที่มาที่ผิวของชิ้นงาน

ขั้นตอนที่ 3 โฟโต้อิเล็กตรอน เคลื่อนที่ออกจากผิวของชิ้นงานเข้าสู่ สูญญากาศ ในที่สุด



ภาพที่ 2.1 แสดงขั้นตอนต่างๆของโฟโต้อีเลกตรอนขณะที่เคลื่อนที่มาที่ผิวของชิ้นงาน

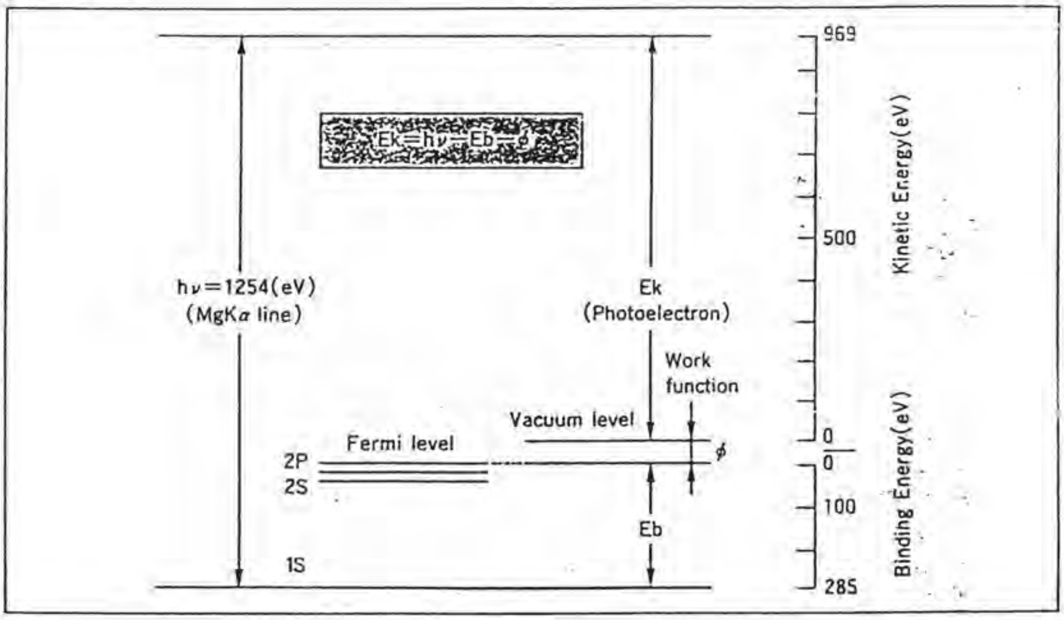
เมื่ออะตอมของชิ้นงานที่สถานะพื้นฐานดูดกลืนรังสี เอ็กเรย์ (ภาพที่ 2.1) จะทำให้เกิดประจุขึ้นโดยสามารถใช้กฎการทรงพลังงาน ระหว่างรังสีเอ็กเรย์ (hv) ที่ตกกระทบ และพลังงานของโฟโต้อีเลกตรอน(EK) โดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$Ek = h\nu - Eb - \phi \qquad (1)$$

พลังงานจลน์ของโฟโต้อีเลกตรอนมีค่า	=	Ek	eV.
โดยที่พลังงานของรังสี เอ็กเรย์ ที่ตกกระทบมีค่า	=	hv	eV.
พลังงานยึดเหนี่ยวของอีเลกตรอนในอะตอม	=	Eb	eV.
โดยฟังชั่นงานมีค่า	=	ϕ	eV.

เนื่องจากค่า พลังงานของรังสีเอ็กเรย์ ที่ตกกระทบ และ ฟังชั่นงาน มีค่าคงที่ ดังนั้นพลังงานจลน์ของโฟโต้อิเล็กตรอน สามารถหาค่าได้โดยมีค่าขึ้นกับ พลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอนในอะตอม ที่อยู่วงใน

ค่าพลังงานยึดเหนี่ยวจะเป็นสิ่งที่แสดงระดับพลังงานของอิเล็กตรอนในอะตอมและเป็นค่าเฉพาะสำหรับแต่ละองค์ประกอบ ดังนั้นจึงสามารถที่จะระบุองค์ประกอบต่างๆได้ โดยการวัดค่าพลังงานจลน์ของโฟโต้อิเล็กตรอน



ภาพที่ 2.2 แสดงระดับพลังงาน ของโฟโต้อิเล็กตรอนที่ปล่อยออกมาจากอะตอมคาร์บอน

ภาพที่ 2.2 จะแสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ของระดับพลังงานต่างๆที่เกิดขึ้นขณะที่ โฟโต้อิเล็กตรอนหลุดออกมาจากอะตอมคาร์บอนโดย

พลังงานของรังสีเอ็กเรย์ (hv) ที่ให้มีค่า 1254 eV

พลังงานจลน์ของอิเล็กตรอน (EK) มีค่า 969 eV

พลังงานยึดเหนี่ยวของอิเล็กตรอน (Eb) มีค่า 285 eV

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย