

Electropolishing & etching



microstructure examination
suranaree university of technology

Electropolishing & etching

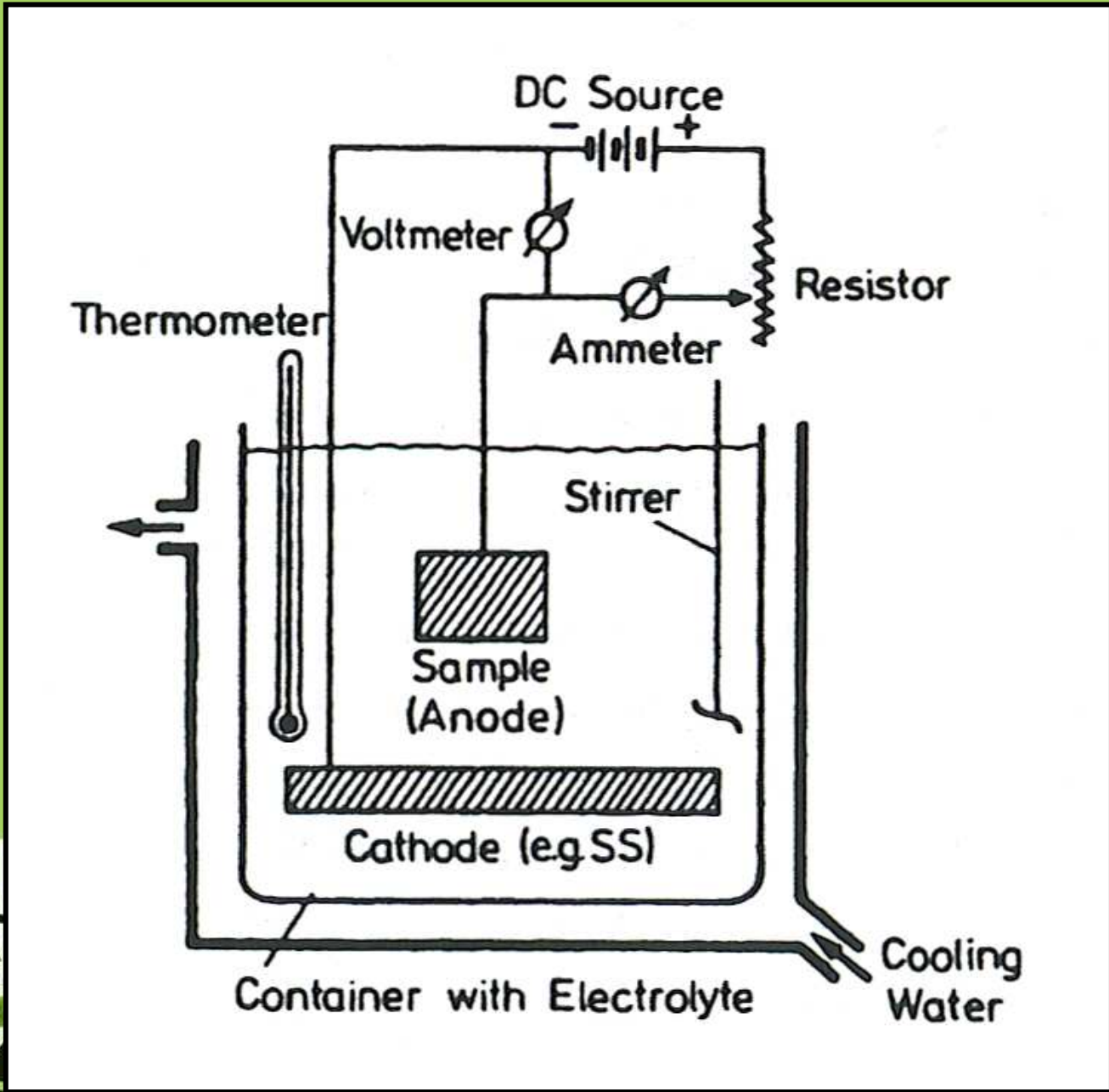
- เมื่อโลหะที่ต้องการตรวจสอบโครงสร้างจุลภาคมีความแข็งต่ำมาก หรือ เกิด plastic deformation ได้ง่ายมาก จะไม่สะดวกที่จะเตรียมตัวอย่างด้วยวิธีทางกล
- Electropolishing & etching สามารถใช้เตรียมตัวอย่างที่มีความแข็งต่ำมากได้เนื่องจากไม่ทำให้เกิด plastic deformation แต่อย่างใด
- หลักการของ electropolishing & etching คือ Electrochemical (เคมีไฟฟ้า)



Electropolishing & etching

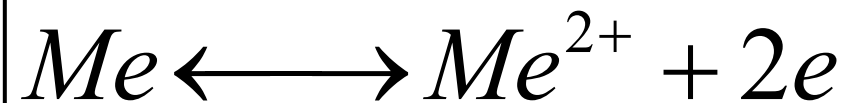
- องค์ประกอบของ electropolishing & etching ได้แก่ anode, cathode, electrolyte และแหล่งกำเนิดกระแสไฟฟ้า
- Anode ได้แก่ ชิ้นงานที่ต้องการเตรียม
- Cathode ได้แก่ โลหะที่มีความเสถียรทางศักย์ไฟฟ้าสูงกว่า anode ซึ่งการเลือก cathode จะเลือกจากชนิดโลหะ anode เป็นหลัก
- Electrolyte ต้องมีสมบัตินำไฟฟ้า ส่วนใหญ่ได้แก่ สารละลายของ perchloric acid, sulfuric acid, phosphoric acid ในน้ำหรือ แอลกอฮอล์



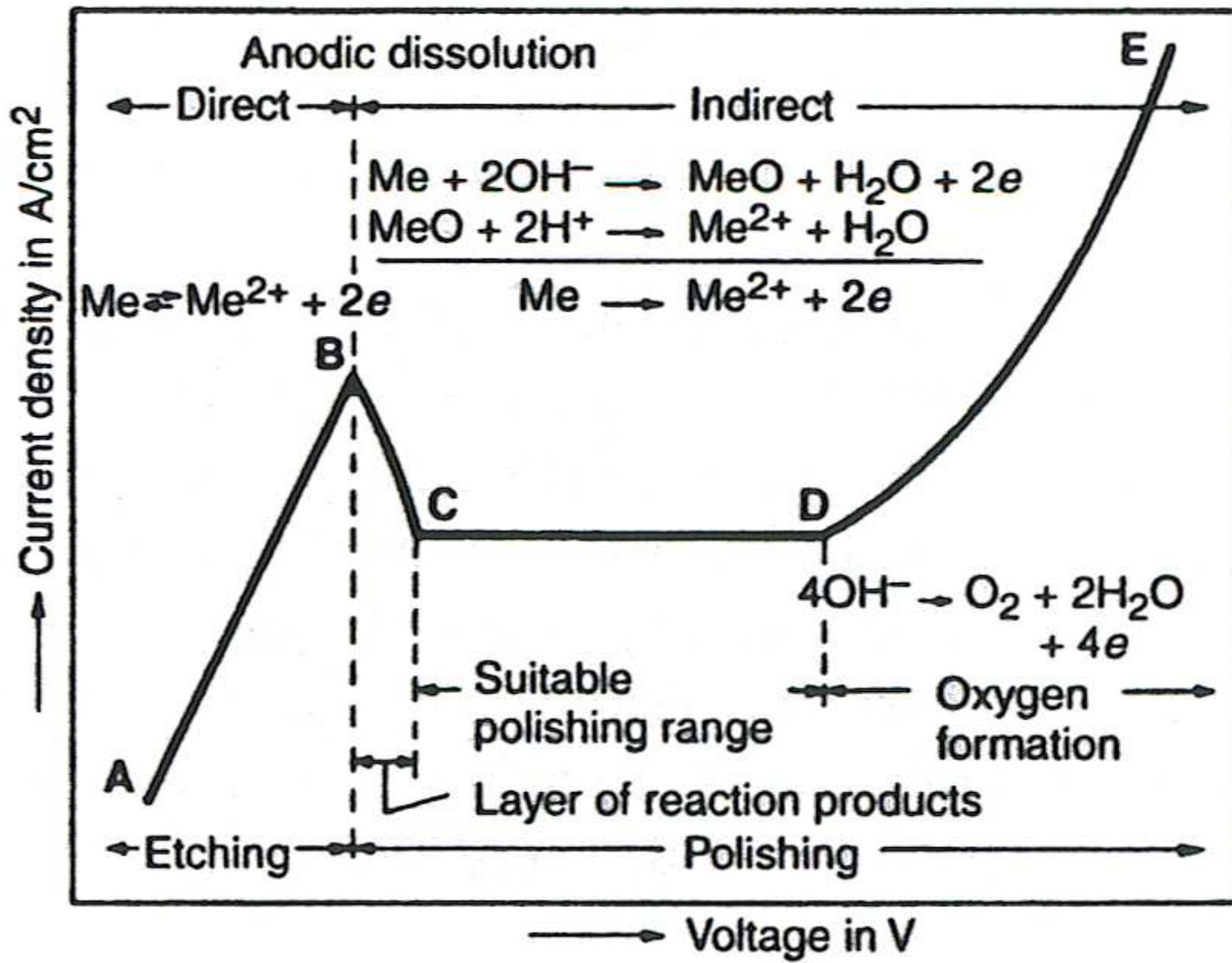


Electropolishing & etching

- เมื่อให้ voltage และ current ความสัมพันธ์ระหว่าง voltage และ current โดยทั่วไปจะสามารถแบ่งเป็นช่วงได้ดังภาพ
- ในช่วง A-B นั้น Anode จะ dissolution ลงไปใน electrolyte สมการทั่วไปคือ

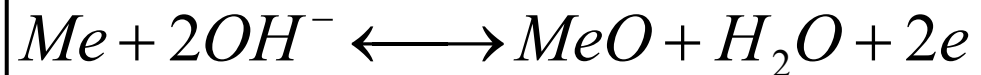


- ผลที่ได้ก็คือเนื้อโลหะบริเวณ grain boundary จะถูกละลายลงไปใน electrolyte ในขณะที่บริเวณอื่นจะละลายด้วยอัตราที่ต่ำกว่า ทำให้ที่ grain boundary ถูกทำให้เป็นร่อง ในช่วงนี้เหมาะสำหรับ “Electroetching”

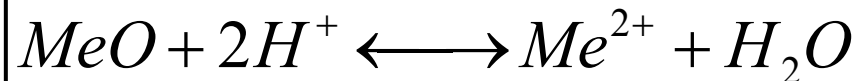


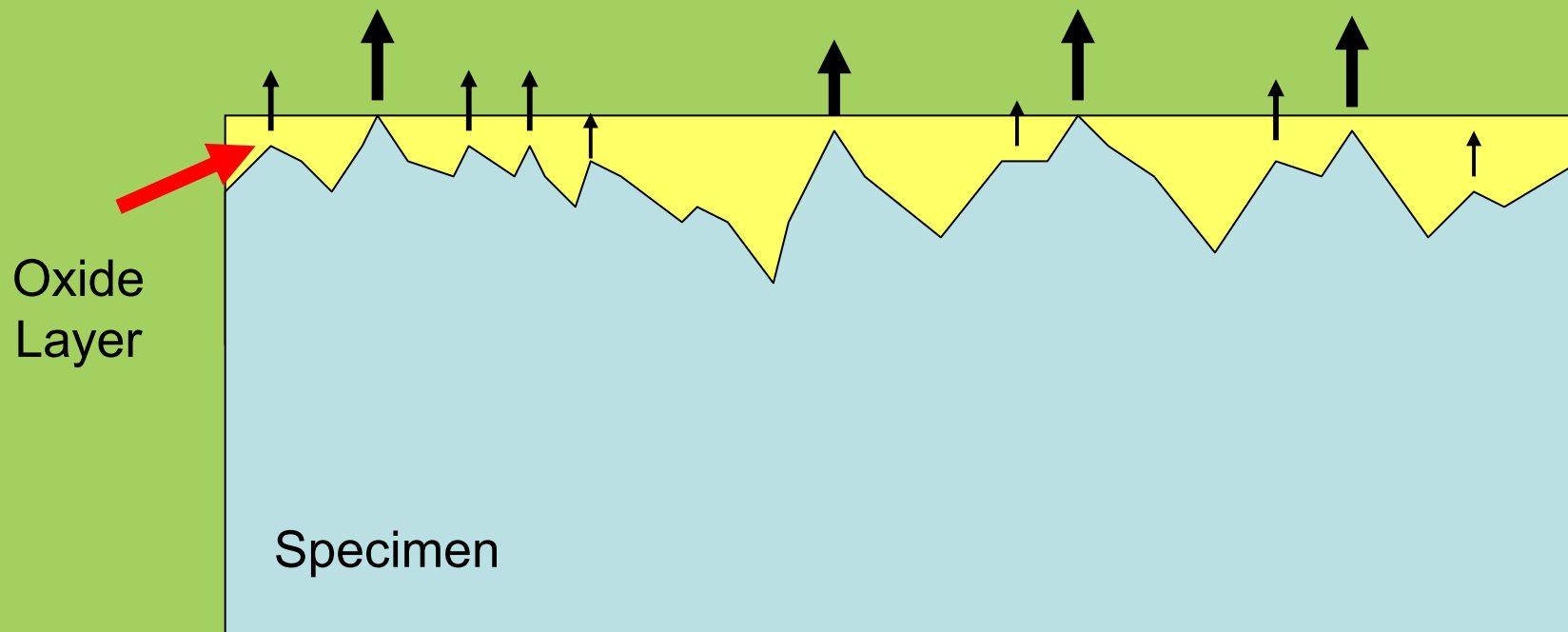
Electropolishing & etching

- เมื่อเพิ่ม voltage ต่อกันไปจนมากกว่าจุด B จะเกิดขึ้น oxide ที่ผิวของชิ้นงานจากปฏิกิริยา



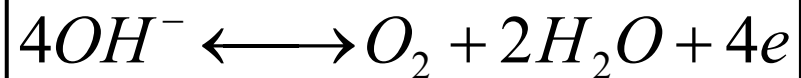
- ชั้น oxide ที่เกิดขึ้นจะเสถียรมากขึ้นในช่วง C-D หากชิ้นงานมีผิวที่ขรุขระ บริเวณที่เป็นยอดแหลมจะมีชั้น oxide ที่ค่อนข้างบางกว่าบริเวณอื่นและถูก electrolyte ละลายโลหะบริเวณนั้นออกมากกว่าบริเวณที่เป็นร่องลึก





Electropolishing & etching

- ด้วยเหตุนี้บริเวณที่เป็นยอดแหลมจะถูก electrolyte ไปมากและบริเวณที่เป็นร่องลึกจะไม่ถูกละลาย เมื่อปฏิกิริยาดำเนินไปเรื่อย ๆ จะทำให้ชิ้นงานมีผิวเรียบ ในช่วงนี้คือ “Electropolishing”
- เมื่อเพิ่ม voltage ขึ้นไปอีกจนถึงช่วง D-E จะเกิดฟองแก๊ส Oxygen ขึ้นที่ผิว anode



- ทำให้ชั้น oxide แตกออกเป็นบางส่วน ทำให้เกิด Pitting หรือหลุมขึ้นในบริเวณนั้น ทำให้ผิวหน้าชิ้นงานเสียหาย ดังนั้นจึงไม่มีการใช้งาน voltage ช่วงนี้ในการเตรียมตัวอย่าง

Electropolishing & etching


- รูป
 - ช่วง C-D ใช้สำหรับ Electropolishing
 - ช่วง A-B ใช้สำหรับ Electroetching



Electropolishing & etching

- ข้อได้เปรียบ
 - ไม่เกิด plastic deformation หรือ smeared surface
 - ใช้เวลาน้อยและสามารถทำซ้ำได้ดี
 - เกิดความร้อนน้อยจึงไม่ทำให้โครงสร้างเปลี่ยนแปลง
 - สามารถ polishing และ etching ได้ด้วยอุปกรณ์ชุดเดียวกัน
- ข้อเสียเปรียบ
 - มักจะทำให้เสียส่วนเหลี่ยมคมของชิ้นงานไป
 - หากชิ้นงานมีผิวที่ขรุขระมากจะไม่สามารถ polish ได้ ต้อง mechanical grinding มาก่อน
 - Intermetallic compound และ Inclusion ที่นำไฟฟ้าได้ไม่ดีจะไม่ถูกละลายลงไปใน electrolyte จึงปรากฏเป็นเฟสสูงสูงกว่าบริเวณอื่น

หนังสืออิเล็กทรอนิกส์	
ฟิสิกส์ 1(ภาคกลศาสตร์(ฟิสิกส์ 1 (ความร้อน)
ฟิสิกส์ 2	กลศาสตร์เวกเตอร์
โลหะวิทยาฟิสิกส์	เอกสารคำสอนฟิสิกส์ 1
ฟิสิกส์ 2 (บรรยาย(แก้ปัญหาฟิสิกส์ด้วยภาษา C
ฟิสิกส์พิศวง	สอนฟิสิกส์ผ่านทางอินเทอร์เน็ต
ทดสอบออนไลน์	วิดีโอการเรียนการสอน
หน้าแรกในอดีต	แผ่นใสการเรียนการสอน
เอกสารการสอน PDF	กิจกรรมการทดลองทางวิทยาศาสตร์
แบบฝึกหัดออนไลน์	สุดยอดสิ่งประดิษฐ์
การทดลองเสมือน	
บทความพิเศษ	ตารางธาตุ)ไทย1) 2 (Eng)
พจนานุกรมฟิสิกส์	ลับสมองกับปัญหาฟิสิกส์
ธรรมชาติมหัศจรรย์	สูตรพื้นฐานฟิสิกส์
การทดลองมหัศจรรย์	ดาราศาสตร์ราชมงคล
แบบฝึกหัดกลาง	
แบบฝึกหัดโลหะวิทยา	แบบทดสอบ
ความรู้รอบตัวทั่วไป	อะไรเอ่ย ?
ทดสอบ)เกมเศรษฐี(คดีปริศนา
ข้อสอบเอนทรานซ์	เฉลยกลศาสตร์เวกเตอร์
คำศัพท์ประจำสัปดาห์	
ความรู้รอบตัว	
การประดิษฐ์ของโลก	ผู้ได้รับโนเบลสาขาฟิสิกส์
นักวิทยาศาสตร์เทศ	นักวิทยาศาสตร์ไทย
ดาราศาสตร์พิศวง	การทำงานของอุปกรณ์ทางฟิสิกส์
การทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ	

 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 1 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. การวัด	2. เวกเตอร์
3. การเคลื่อนที่แบบหนึ่งมิติ	4. การเคลื่อนที่บนระนาบ
5. กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน	6. การประยุกต์กฎการเคลื่อนที่ของนิวตัน
7. งานและพลังงาน	8. การดลและโมเมนตัม
9. การหมุน	10. สมดุลของวัตถุแข็งเกร็ง
11. การเคลื่อนที่แบบคาบ	12. ความยืดหยุ่น
13. กลศาสตร์ของไหล	14. ปริมาณความร้อน และ กลไกการถ่ายโอนความร้อน
15. กฎข้อที่หนึ่งและสองของเทอร์โมไดนามิก	16. คุณสมบัติเชิงโมเลกุลของสสาร
17. คลื่น	18. การสั่น และคลื่นเสียง
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ 2 ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. ไฟฟ้าสถิต	2. สนามไฟฟ้า
3. ความกว้างของสายฟ้า	4. ตัวเก็บประจุและการต่อตัวต้านทาน
5. ศักย์ไฟฟ้า	6. กระแสไฟฟ้า
7. สนามแม่เหล็ก	8. การเหนี่ยวนำ
9. ไฟฟ้ากระแสสลับ	10. ทรานซิสเตอร์
11. สนามแม่เหล็กไฟฟ้าและเสาอากาศ	12. แสงและการมองเห็น
13. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ	14. กลศาสตร์ควอนตัม
15. โครงสร้างของอะตอม	16. นิวเคลียร์
 การเรียนรู้การสอนฟิสิกส์ทั่วไป ผ่านทางอินเทอร์เน็ต 	
1. จลศาสตร์ (kinematic)	2. จลพลศาสตร์ (kinetics)
3. งานและโมเมนตัม	4. ซิมเปิลฮาร์โมนิก คลื่น และเสียง
5. ของไหลกับความร้อน	6. ไฟฟ้าสถิตกับกระแสไฟฟ้า
7. แม่เหล็กไฟฟ้า	8. คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้ากับแสง
9. ทฤษฎีสัมพัทธภาพ อะตอม และนิวเคลียร์	

