

บทที่ 3

ระเบียบวิธีวิจัย

ประชากร

ประชากร เป็นลวดโลหะนิกเกิลไทเทเนียมชนิดส่วนโค้งสำเร็จรูปจากบริษัทยูนิเทค ชื่อทางการค้า Nitinol[®] ขนาด 0.016 นิ้ว

กลุ่มตัวอย่าง

กลุ่มตัวอย่าง เป็นลวดโลหะนิกเกิลไทเทเนียมชนิดส่วนโค้งสำเร็จรูปจากบริษัทยูนิเทค ชื่อทางการค้า Nitinol[®] ขนาด 0.016 นิ้วที่ได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (Purposive Sampling) จำนวน 60 ชิ้น

การรวบรวมข้อมูล

1. นำกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นลวดโลหะนิกเกิลไทเทเนียมชนิดส่วนโค้งสำเร็จรูป จากบริษัทยูนิเทค ชื่อทางการค้า Nitinol[®] ขนาด 0.016 นิ้ว (รูปที่ 16) ที่ได้จากการสุ่มแบบเฉพาะเจาะจง (purposive sampling) จำนวน 90 ชิ้นมาตัดปลายตรงด้านไกลกลางด้านหนึ่งความยาว 4 มิลลิเมตร (รูปที่ 17) จะได้ชิ้นตัวอย่างทั้งหมด 90 ชิ้น
2. บรรจุเกล็ดไทเทเนียมความบริสุทธิ์สูงมากกว่าร้อยละ 99 ในหลอดควอร์ตซ์ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ความยาว 25 มิลลิเมตร ลงไปก่อนให้มีความสูง 10 มิลลิเมตรแล้วนำชิ้นตัวอย่างทั้งหมด 90 ชิ้น มาบรรจุลงตามไป แล้วจึงบรรจุเกล็ดไทเทเนียมความบริสุทธิ์สูงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99.9 ทับลงไปอีกจนเต็มหลอด ดังรูปที่ 18 โดยเกล็ดไทเทเนียมความบริสุทธิ์สูงนี้ใส่ลงไปเพื่อจับกับออกซิเจนที่อาจเหลือมาจากการดูดอากาศของเตาเผาพอร์ซเลนสุญญากาศ
3. นำหลอดควอร์ตซ์ที่มีชิ้นตัวอย่างและเกล็ดไทเทเนียมความบริสุทธิ์สูงบรรจุอยู่เข้าอบชุบด้วยความร้อนขั้นตอนที่ 1 ในเตาเผาพอร์ซเลนสุญญากาศ Jelenko รุ่น LT II VPF ดังรูปที่ 19 ที่อุณหภูมิ 440 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 15 นาที
4. หลังจากอบชุบด้วยความร้อนขั้นตอนที่ 1 เป็นเวลา 15 นาทีแล้วนำชิ้นตัวอย่างมาทำการชุบแข็ง (quenching) ในน้ำเพื่อลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็ว แล้วทำให้แห้งโดยการผึ่งลม
5. แบ่งชิ้นตัวอย่างเป็นกลุ่ม 6 กลุ่มๆ ละ 15 ชิ้น โดยวิธีสุ่ม
6. นำชิ้นตัวอย่างแต่ละชุดมาทำการอบชุบด้วยความร้อนครั้งที่ 2 เป็นเวลา 10 นาทีที่อุณหภูมิที่แตกต่างกันดังนี้

กลุ่มที่ 1 ไม่ต้องทำการอบชุบความร้อนครั้งที่ 2 (กลุ่มควบคุม)

กลุ่มที่ 2 ทำการอบชุบความร้อนครั้งที่ 2 ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส

กลุ่มที่ 3 ทำการอบชุบความร้อนครั้งที่ 2 ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส

กลุ่มที่ 4 ทำการอบชุบความร้อนครั้งที่ 2 ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส

กลุ่มที่ 5 ทำการอบชุบความร้อนครั้งที่ 2 ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส

กลุ่มที่ 6 ทำการอบชุบความร้อนครั้งที่ 2 ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส

โดยจัดกระทำเช่นเดียวกับการอบชุบด้วยความร้อนขั้นตอนที่ 1

7. นำชิ้นตัวอย่างจากแต่ละกลุ่มมาบรรจุลงในจานใส่ตัวอย่างอลูมิเนียมสำหรับเครื่องดิฟเฟอเรนเชียล สแกนนิ่ง คาลอริมิเตอร์ขนาด 10 ไมโครลิตร (รูปที่ 20 ก.) จานละ 5 ชิ้น (เพราะเป็นจำนวนน้อยที่สุดที่จะให้กราฟที่สามารถอ่านได้ดี) ชั่งน้ำหนักสุทธิของชิ้นตัวอย่างแล้วนำไปปิดทับด้วยฝาอลูมิเนียมชนิดเดียวกันกับจาน จะได้กลุ่มละ 3 จาน
8. ป้อนค่าน้ำหนักสุทธิของชิ้นตัวอย่างแต่ละจานลงในส่วนประมวลผลของเครื่องดิฟเฟอเรนเชียล สแกนนิ่ง คาลอริมิเตอร์ก่อนทำการทดสอบ เพื่อให้เครื่องสามารถรายงานผลมาในรูปของปริมาณพลังงานต่อน้ำหนักได้
9. ทำการทดสอบหาค่าอุณหภูมิของการเปลี่ยนเฟสของชิ้นตัวอย่างด้วยเครื่องดิฟเฟอเรนเชียล สแกนนิ่ง คาลอริมิเตอร์ดังที่แสดงในรูปที่ 20 ข. โดยที่ช่วงในการทดสอบอยู่ระหว่าง -75 ถึง +80 องศาเซลเซียสโดยใช้ไนโตรเจนเหลวเป็นสารทำความเย็น และใช้จานใส่ตัวอย่างอลูมิเนียมเปล่าเป็นวัตถุอ้างอิง
10. ทำการวิเคราะห์กราฟที่ได้จากการทดสอบเพื่อหาค่าอุณหภูมิของการเปลี่ยนเฟสต่างๆโดยใช้ซอฟต์แวร์ที่อยู่ในส่วนประมวลผลของเครื่องดิฟเฟอเรนเชียล สแกนนิ่ง คาลอริมิเตอร์เพื่อหาค่าอุณหภูมิของการเปลี่ยนเฟสค่าต่างๆ
11. สุ่มลวดโลหะนิกเกิลไทเทเนียม Nitinol[®] ที่เหลือจากการตัดเป็นชิ้นตัวอย่างมาวิเคราะห์หาอัตราส่วนอะตอมของนิกเกิลต่อไทเทเนียมด้วยกล้องจุลทรรศน์อิเล็กตรอนชนิดส่องกราดที่มีระบบวิเคราะห์ธาตุด้วยรังสีเอ็กซ์เรย์แบบ อี ดี เอส

ตัวแปรในการวิจัย

ตัวแปรอิสระ

ตัวแปรอิสระในการวิจัยครั้งนี้คือ อุณหภูมิของการอบชุบด้วยความร้อนขั้นตอนที่ 2 ที่แตกต่างกันดังนี้

1. ไม่ผ่านการอบชุบด้วยความร้อนขั้นตอนที่ 2
2. อบชุบด้วยความร้อนขั้นตอนที่ 2 ที่อุณหภูมิ 400 องศาเซลเซียส

3. ออบซุบด้วยความร้อนชั้นตอนที่ 2 ที่อุณหภูมิ 450 องศาเซลเซียส
4. ออบซุบด้วยความร้อนชั้นตอนที่ 2 ที่อุณหภูมิ 500 องศาเซลเซียส
5. ออบซุบด้วยความร้อนชั้นตอนที่ 2 ที่อุณหภูมิ 550 องศาเซลเซียส
6. ออบซุบด้วยความร้อนชั้นตอนที่ 2 ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส

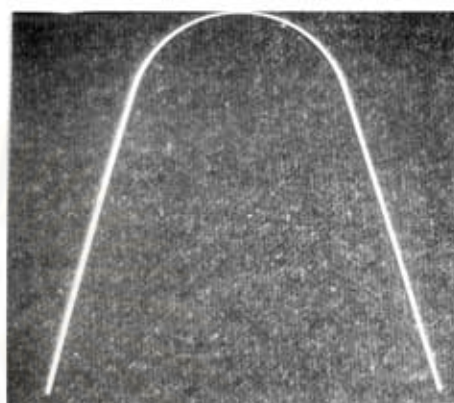
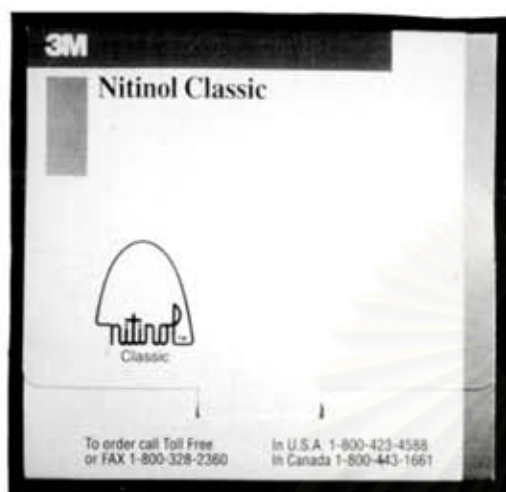
ตัวแปรตาม

ตัวแปรตามในการวิจัยครั้งนี้ คือ อุณหภูมิของการเปลี่ยนเฟส อันประกอบด้วยอุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนเฟสเป็นเฟสมาร์เทนไซต์, อุณหภูมิที่การเปลี่ยนเฟสเป็นเฟสมาร์เทนไซต์สิ้นสุด, อุณหภูมิที่เริ่มเปลี่ยนเฟสเป็นเฟสออสเทนไนท์ และอุณหภูมิที่การเปลี่ยนเฟสเป็นเฟสออสเทนไนท์สิ้นสุด ที่ทำได้โดยวิธีดีฟเฟอเรนเชียล สแกนนิ่ง คาลอริเมทรี อันเป็นตัวบ่งชี้ถึง อุณหภูมิของการเปลี่ยนเฟส

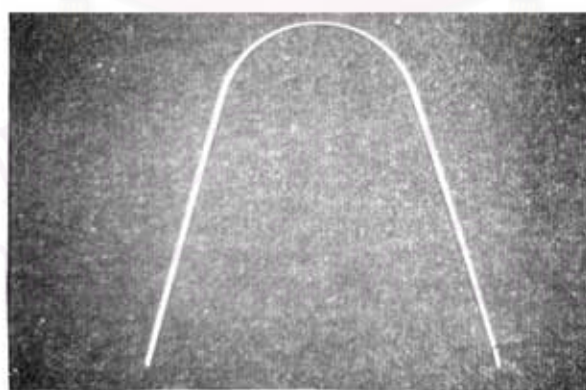
การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การทดสอบค่าความแตกต่างของค่าอุณหภูมิของการเปลี่ยนเฟสที่อุณหภูมิการอบซุบด้วยความร้อนชั้นตอนที่ 2 ที่ต่าง ๆ กัน เปรียบเทียบกับกลุ่มควบคุมที่ผ่านอบซุบด้วยความร้อนชั้นตอนเดียว โดยใช้ค่าสถิติที-เทสต์ที่ระดับนัยสำคัญทางสถิติ 0.05
2. ทดสอบความสัมพันธ์ของค่าอุณหภูมิของการเปลี่ยนเฟสแต่ละค่ากับอุณหภูมิการอบซุบด้วยความร้อนต่าง ๆ โดยใช้ค่าสถิติ เพียร์สัน ไพรดักท์โมเมนต์

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 16 ลวดโลหะนิกเกิลไทเทเนียมชนิดส่วนโค้งสำเร็จรูปจากบริษัทยูนิเทค
ชื่อทางการค้า Nitinol[®] ขนาด 0.016 นิ้ว



รูปที่ 17 ลวดโลหะนิกเกิลไทเทเนียมชนิดส่วนโค้งสำเร็จรูปที่ถูกตัดปลายยาว 4 มม.



ก.



ข.



ค.

รูปที่ 18 ก. หลอดควออร์คซ์ที่ใช้บรรจุชิ้นตัวอย่าง
 ข. แสดงการบรรจุชิ้นตัวอย่างเพื่อทำการอบชุบด้วยความร้อน
 ค. เกสส์ไทเทเนียมความบริสุทธิ์สูงไม่ต่ำกว่าร้อยละ 99.9



ก.



ข.

รูปที่ 19 แสดงเตาเผาพอร์ซเลนสูญญากาศ ก. ขณะเปิดเตา ข. ขณะเปิดเตาเพื่อใส่วัสดุที่จะเผา



รูปที่ 20 ก. งานโต้วอย่างขนาด 10 ไมโครติตร (บน)
 ข. เครื่องดีฟเฟอเรนเชียล สแกนนิ่ง คาลอริมิเตอร์ขณะทำการทดสอบ (ล่าง)

