บทที่ 1 บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันโลหะไทเทเนียมผสมได้รับความสนใจนำมาใช้งานทางการแพทย์มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการนำมาใช้เป็นวัสดุปลูกถ่ายอวัยวะในร่างกายมนุษย์ เช่น ข้อเข่า ข้อสะโพก นอกจากนี้ยังได้นำไปใช้ทำรากฟันเทียม วัสดุดัดฟันในทางทันตกรรม เป็นต้น ทั้งนี้เนื่องจากสมบัติเด่นของไทเทเนียมด้านการต้านทานการกัดกร่อนที่ดี สมบัติการเข้ากันได้ทางชีวภาพ สูงกว่าโลหะทางการแพทย์กลุ่มอื่นๆ ซึ่งเป็นปัจจัยสำคัญที่จะต้องคำนึงถึงเป็นอันดับต้นๆ ในการเลือกใช้ หรือพัฒนาวัสดุต่างๆ เพื่อนำมาใช้งานทางการแพทย์ [1-2]

วัสดุโลหะทางการแพทย์ (Metallic-biomedical Material) ที่นำมาใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยเฉพาะกลุ่มวัสดุปลูกถ่ายในร่างกาย โลหะไทเทเนียมผสมที่นิยมนำมาใช้อย่างแพร่หลายคือ Ti-6Al-4V แต่มีรายงานว่าธาตุอะลูมิเนียมและวาเนเดียมมีความเป็นพิษต่อเนื้อเยื่อ จึงทำให้มีความต้องการที่จะวิจัยและพัฒนาโลหะผสมไทเทเนียมชนิดใหม่ขึ้น เพื่อนำไปใช้ในอนาคต โดยได้พัฒนาไทเทเนียม ผสมกลุ่มบีตา เนื่องจากยุคแรกเป็นการพัฒนาไทเทเนียม ผสมกลุ่มแอลฟา+บีตา แต่ได้พบปัญหาด้านความเข้ากันได้ทางชีวภาพไม่ดีนัก จึงได้มีการพัฒนาไทเทเนียมผสมกลุ่มบีตา พบว่ามีสมบัติความเข้ากันได้ทางชีวภาพดีขึ้น [3-4] จากงานวิจัยของ Wang และคณะ [5] ได้ศึกษาและรวบรวมข้อมูลของไทเทเนียมผสมที่มีการพัฒนาเพื่อนำมาใช้แทนที่โลหะไทเทเนียมผสม Ti-6Al-4V โดยมุ่งเน้นที่ไทเทเนียมผสมกลุ่มบีตา เนื่องจากโลหะผสมกลุ่มนี้จะเติมธาตุที่ไม่เป็นพิษต่อร่างกาย คือ ไนโอเบียม แทนทาลัม โมลิบดินัม เซอร์โคเนียม ดีบุก ธาตุเหล่านี้เมื่อเติมเข้าไปทำให้เพิ่มความแข็งแรงให้กับโลหะผสมบีตาไทเทเนียมและสามารถลดค่ายังส์มอดูลัสให้มีค่าต่ำกว่าโลหะผสม Ti-6Al-4V ได้อีกด้วย งานวิจัยของ Ho และคณะ [6] ศึกษาโครงสร้างและสมบัติของไทเทเนียมผสมเมื่อเติมโมลิบดินัมปริมาณต่างกัน คือร้อยละ 6, 7.5, 9, 10, 12.5, 15, 17.5 และ 20 โดยน้ำหนัก พบว่าเมื่อเติมโมลิบดินัมจนถึงร้อยละ 10 โดยน้ำหนัก เฟสของไทเทเนียมผสมเปลี่ยนเป็นเฟสบีตาทั้งหมด และค่ามอดูลัสมีค่าใกล้เคียงกันเมื่อเติมร้อยละ 7.5, 12.5 และ 15 โดยน้ำหนัก อยู่ในช่วง 55-80 จิกะพาสคัล และจากงานวิจัยของ Xu และคณะ [7] ศึกษาและทำการตรวจสอบคุณลักษณะของไทเทเนียมผสมเฟสบีตาของ Ti-10Mo-xNb (x= 3, 7 และ 9) เพื่อใช้งานทางชีวภาพ ผลงานวิจัยพบว่าค่ายังมอดูลัสมีค่าลดลงเมื่อปริมาณการเติมไนโอเบียมเพิ่มขึ้น สามารถนำมาใช้ในทางการแพทย์ได้ และมีค่ามอดูลัสต่ำกว่า Ti-6Al-4V ปัจจุบันการวิจัยและพัฒนาโลหะผสมไทเทเนียมมีทิศทางด้านการปรับปรุงส่วนผสมทางเคมีสำหรับวัสดุที่ใช้ในร่างกาย เช่น วัสดุสำหรับงานทันตกรรม รากฟันเทียมต้องการค่ามอดูลัสประมาณ

55-85 จิกะปาสคัล ความต้านทานแรงดึงสูงสุดประมาณ 550-1,000 เมกกะปาสคัล ซึ่งวัสดุที่ทำรากฟันเทียมปัจจุบันใช้ Ti-6Al-4V มีค่ามอดูลัส 110-114 จิกะปาสคัล ความต้านทานแรงดึงสูงสุดมีค่า 895-930 เมกกะปาสคัล ซึ่งเห็นได้ว่ามีแนวโน้มในการพัฒนาวัสดุใหม่ๆขึ้นมาทดแทนได้ [8] โดยธาตุที่นำมาเติมลงไปเพื่อปรับปรุงสมบัติของโลหะไทเทเนียมเลือกจากสมบัติ 2 ประการคือ มีสมบัติในการเป็น β Stabilizer และไม่เป็นพิษต่อร่างกายมนุษย์ เช่น Nb, Zr, Ta, Sn และ Mo สามารถเป็นตัวเลือกในการผลิตโลหะผสมที่ใช้ในทางการแพทย์ได้ [9]

ดังนั้นงาน โครง วิจัยครั้งนี้มุ่งพัฒนาไทเทเนียม ผสม กลุ่มบีตา ที่ไม่มีส่วนผสมของธาตุที่เป็นพิษต่อเนื้อเยื่อมนุษย์ในกลุ่มโลหะผสมระบบ Ti-12.5Mo-nNb (n= 0, 5, 10, 15 และ 20) พร้อมทั้งปรับปรุงสมบัติทางกลโดยการทำกรรมวิธีทางความร้อน เพื่อศึกษาอิทธิพลของไนโอเบียมที่มีผลต่อโครงสร้างและสมบัติทางกลของไทเทเนียมผสมระบบ Ti-12.5Mo และเพื่อให้ได้องค์ความรู้ใหม่สำหรับใช้เป็นแนวทางในการทำวิจัยและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในงานที่เหมาะสมกับสมบัติของโลหะผสมที่ได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อศึกษาอิทธิพลของปริมาณไนโอเบียมที่มีผลต่อโครงสร้างและสมบัติทางกลของไทเทเนียมผสม
2. เพื่อปรับโครงสร้างและสมบัติทางกลของไทเทเนียมผสมโดยการทำกรรมวิธีทางความร้อน

1.3 ขั้นตอนการดำเนินงานวิจัย

1. ศึกษาข้อมูลเบื้องต้น ทฤษฎี และผลงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. จัดหาวัตถุดิบที่จะใช้ได้แก่ ไทเทเนียม โมลิบดินัม ไนโอเบียม
3. หลอมวัตถุดิบเพื่อผลิตเป็นอินกอตโดยวิธีการอาร์คภายใต้บรรยากาศก๊าซอาร์กอน
4. วิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี ศึกษาโครงสร้างจุลภาค โครงสร้างผลึก วัดค่าความแข็งของอินกอต
5. รีดชิ้นงานเป็นแผ่นบาง และทดสอบแรงดึง
6. ทำกรรมวิธีทางความร้อนของชิ้นงานที่ผ่านการรีด โดยใช้วิธี Solution Treated and Aged (STA) ทำการอบละลายเฟสที่ อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จุ่มในน้ำเย็นแล้วทำการอบบ่ม ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นตัวในน้ำเย็น
7. วิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี ศึกษาโครงสร้างจุลภาค โครงสร้างผลึก วัดค่าความแข็ง และทดสอบแรงดึง ของชิ้นงานที่ผ่านกรรมวิธีทางความร้อน
8. วิเคราะห์ สรุปผลการทดลอง เผยแพร่ผลงานวิจัย และจัดทำรูปเล่มวิทยานิพนธ์

1.4 ขอบเขตของงานวิจัย

1. โลหะไทเทเนียมผสมที่จะศึกษา มีส่วนผสมดังนี้ Ti-12.5Mo-nNb (n= 0, 5, 10, 15 และ 20 หน่วยเป็นร้อยละโดยน้ำหนัก)
2. วัตถุดิบที่ใช้เพื่อหลอมอินกอตเป็นธาตุบริสุทธิ์ ไทเทเนียม โมลิบดินัม ไนโอเบียม โดยวิธีการอาร์คภายใต้บรรยากาศก๊าซอาร์กอนบริสุทธิ์ 99.995 เปอร์เซ็นต์
3. วิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมี ศึกษาโครงสร้างจุลภาค โครงสร้างผลึก วัดค่าความแข็งของอินกอต
4. รีดชิ้นงานเป็นแผ่นบางลดความหนามีค่าประมาณร้อยละ 90 โดยเครื่องรีดชนิด 2 ลูกรีด
5. ทดสอบแรงดึงของชิ้นงานรีด ศึกษาโครงสร้างจุลภาค วัดความแข็ง
6. การทำกรรมวิธีทางความร้อนของชิ้นงานรีด โดยใช้วิธี Solution Treated and Aged (STA) ทำการอบละลายเฟสที่อุณหภูมิ 850 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จุ่มในน้ำเย็นแล้วทำการอบบ่ม ที่อุณหภูมิ 600 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 2, 4, 6 และ 8 ชั่วโมง แล้วทำให้เย็นตัวในน้ำเย็น
7. การศึกษาโครงสร้างผลึกของชิ้นงานหลังทำกรรมวิธีทางความร้อน ด้วยเครื่องวิเคราะห์การเลี้ยวเบนของรังสีเอ็กซ์ (XRD)
8. ศึกษาโครงสร้างจุลภาคของชิ้นงานหลังทำกรรมวิธีทางความร้อน และศึกษาด้วยกล้องจุลทรรศน์แสง
9. การทดสอบความแข็ง จุลภาค ของชิ้นงานด้วยเครื่องวัดความแข็งจุลภาคสเกลวิกเกอร์ส ใช้น้ำน้ำหนักกด 200 กรัมเป็นเวลา 10 วินาที
10. วิเคราะห์ส่วนผสมทางเคมีโดยใช้เทคนิค X-ray Fluorescence Spectrometry (XRF) และ Energy Dispersive Spectrometer (EDS)
11. การทดสอบแรงดึงโดยใช้เครื่องทดสอบแรงดึง ตามมาตรฐาน ASTM E8-04
12. วิเคราะห์และสรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบอิทธิพลของปริมาณไนโอเบียมที่มีผลต่อโครงสร้างและสมบัติทางกลของไทเทเนียมผสม
2. สามารถปรับปรุงโครงสร้างและสมบัติทางกลของไทเทเนียมผสมโดยการทำกรรมวิธีทางความร้อนที่เหมาะสม
3. เป็นแนวทางในการวิจัยและพัฒนาสมบัติทางกลของไทเนียมผสม