บทที่ 1

บทนำ

ในช่วงระยะเวลาการพัฒนาประเทศที่ผ่านมา เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเศรษกิจของประเทศอย่างมาก อัตราการเจริญเติบโตด้านอุตสาหกรรมเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นเหตุให้เทคโนโลยีทางด้านอุปกรณ์เครื่องจักรกลมีการพัฒนาที่รุดหน้า สามารถช่วยให้การทำงานสะดวกรวดเร็วมีความคล่องตัวสูงขึ้น แรงผลักดันเบื้องหลังที่สำคัญประการหนึ่ง คือ เทคโนโลยีด้านวัสดุซึ่งมีบทบาทต่อการเกิดนวัตกรรมทางด้านเทคโนโลยี และการที่ประเทศไทยจะสามารถเป็นประเทศอุตสาหกรรมใหม่ได้นั้น การสร้างขีดความสามารถในการพึ่งพาตนเองทางด้านเทคโนโลยีหรือลดการพึ่งพาทางเทคโนโลยีในรูปแบบครบวงจรจากต่างประเทศให้น้อยลงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่ง

ปัจจุบันการวิจัยและพัฒนาในลักษณะการวิจัยประยุกต์เกิดขึ้นมาก เพราะภาคอุตสาหกรรมไม่สามารถรับการถ่ายทอดเทคโนโลยีในรูปแบบครบวงจรจากต่างประเทศได้เพียงอย่างเดียว การพัฒนาเทคโนโลยีด้านวัสดุก็ควรมีลักษณะเช่นเดียวกัน ความก้าวหน้าด้านเครื่องมือและอุปกรณ์มีประสิทธิภาพสูงขึ้นประกอบกับการใช้เทคโนโลยีชั้นสูง เช่น เทคโนโลยีวัสดุผง สามารถก่อให้เกิดแนวทางการผลิตวัสดุงานวิศวกรรมที่ต้องการคุณภาพสูงหรือมีมูลค่าสูงได้ ในประเทศที่พัฒนาแล้ว เช่น สหรัฐอเมริกาและญี่ปุ่น มีการใช้ชิ้นส่วนที่ผลิตโดยเทคโนโลยีวัสดุผงในอุตสาหกรรมยายนต์ เครื่องจักรกล และอื่น ๆ ค่อนข้างสูง เนื่องจากเทคโนโลยีดังกล่าวมีความเหมาะสมต่อการผลิตชิ้นงานที่มีรูปร่างซับซ้อน มิติมีความถูกต้อง แม่นยำสูง โดยไม่จำเป็นต้องผ่านขั้นตอนการใช้เครื่องจักรในการตกแต่งรูปร่างผลิตภัณฑ์ภายหลัง ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้มีเนื้องานสม่ำเสมอทุกส่วน และยังเป็นวิธีที่เหมาะกับการผลิตวัสดุประเภทจุดหลอมเหลวสูงหรือมีปริมาณวัสดุเจือในจำนวนร้อยละสูง ๆ ซึ่งไม่สามารถผลิตได้โดยการใช้กระบวนการดั้งเดิม เช่น กระบวนการหล่อ เป็นต้น (MONITOR, 1990)

วัสดุที่มีขีดความสามารถในการใช้งานด้านวิศวกรรมมีหลายชนิด ซิลิคอนไนไตรด์เป็นวัสดุประเภทหนึ่งที่มีลักษณะคุณสมบัติโดยรวม คือ มีกำลังวัสดุสูงที่อุณหภูมิสูง มีความต้านทานต่อความเค้นที่เกิดจากความร้อนได้ดี เพราะสัมประสิทธิ์การขยายตัวมีค่าต่ำ และต้านทานต่อการเกิดออกซิเดชันได้ดี คุณสมบัติต่าง ๆ ดังกล่าวทำให้สามารถเพิ่มอุณหภูมิการใช้งานได้สูงขึ้น นอกจากนี้ซิลิคอนไนไตรด์มีค่าความหนาแน่นต่ำ คือประมาณ 3.2 กรัมต่อลูกบาศก์

เซนติเมตร (ประมาณร้อยละ 40 ของความหนาแน่นของซุปเปอร์อัลลอยด์) ทำให้ชิ้นส่วนมีน้ำหนักน้อย เป็นประโยชน์ต่อการใช้งานที่อุณหภูมิสูง ความสามารถในการใช้งานวัสดุซิลิคอนไนไตรด์มีหลายรูปแบบ เช่น ชิ้นส่วนเครื่องยนต์กาซโซลีนและดีเซล อุปกรณ์แลกเปลี่ยนความร้อน ชิ้นส่วนเทอร์ไบน์ และอุปกรณ์ประเภทงานตัด เป็นต้น (Ziegler และ Heinrich, 1987)

ในระยะเวลากว่า 10 ปีที่ผ่านมา เทคโนโลยีด้านวัสดุซิลิคอนไนไตรด์ได้รับการศึกษาและพัฒนาอย่างมาก สามารถผลิตได้ทั้งในรูปของวัสดุความหนาแน่นสูง โดยใช้กระบวนการกดอัดด้วยความร้อน (Hot Pressing) ซินเทอริง (Sintering) และ Hot Isostatic Pressing (HIP) การผลิตเชิงธุรกิจอุตสาหกรรมในต่างประเทศ เช่น การผลิตอุปกรณ์ประเภทงานตัดที่มีขนาดเล็ก เช่น มีดเล็บ (inserts) ด้วยวัสดุผงซิลิคอนไนไตรด์นั้น เฉพาะในประเทศญี่ปุ่นเพียงแห่งเดียวมีการจดทะเบียนลิขสิทธิ์เทคโนโลยีด้านการผลิตด้วยกระบวนการ HIP อย่างน้อยกว่า 20 แบบ ปริมาณความต้องการของตลาดในประเทศญี่ปุ่น อเมริกา และยุโรป ในช่วงระยะปี ค.ศ. 1980-1990 เพิ่มขึ้นกว่าร้อยเปอร์เซนต์ ทุก ๆ ระยะ 5 ปี (NIKKISO, 1992) สำหรับประเทศไทยนั้น การผลิตในเชิงธุรกิจของภาคอุตสาหกรรมยังไม่เกิดขึ้น คงมีแต่การนำเข้าจากต่างประเทศเท่านั้น จึงเป็นมูลเหตุจูงใจให้เกิดการศึกษาและพัฒนาเพื่อเป็นข้อมูลทางเทคนิคเบื้องต้นสำหรับการวิจัยและพัฒนาในเชิงพาณิชย์ต่อไปภายหน้า

เทคโนโลยี Hot Isostatic Pressing (HIP) สามารถใช้ขึ้นรูปวัสดุประเภท hard metal, ferrite, piezoelectric, ออกไซด์ (ZrO_2, Al_2O_3, BeO) ไนไตรด์ (TiN, Si_3N_4, BN) และคาร์ไบด์ (SiC) เป็นต้น คุณสมบัติทางฟิสิกส์และคุณสมบัติเชิงกลของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีคุณภาพดีขึ้น ประกอบกับค่าใช้จ่ายการดำเนินการเริ่มลดลงเมื่อเปรียบเทียบกับกระบวนการดั้งเดิม เช่น การกดอัดด้วยความร้อน (Hot Pressing) นอกจากนั้นระยะเวลาที่ผ่านมา อุปกรณ์ HIP ได้รับการพัฒนาให้สามารถทำงานได้ที่อุณหภูมิสูงมากกว่า 1700 องศาเซลเซียส และมีความดันสูงเท่ากันทุกทิศทาง ทำให้คุณสมบัติของผลิตภัณฑ์ที่ได้มีลักษณะไอโซโทรปิค (isotropic) และมีความสม่ำเสมอเท่ากันตลอดชิ้นงาน (homogeneous) ประการที่สอง คือ ปัจจุบันสามารถพัฒนาเทคโนโลยีให้สามารถใช้ความดันได้สูงถึง 300 เมกกะปาสคาล ซึ่งมากกว่าวิธีกดอัดด้วยความร้อน จึงสามารถผลิตผลิตภัณฑ์ซิลิคอนไนไตรด์โดยการใช้สารปรับปรุงสมบัติ (additive) น้อยลงได้ ประการที่สามคือ ผลิตภัณฑ์มีกำลังวัสดุ (strength)ได้สูงขึ้น เพราะโครงสร้างมีความสม่ำเสมอและขนาดเกรนเล็กละเอียด คุณสมบัติดังกล่าวทั้งหมดทำให้ผลิตภัณฑ์ที่ผลิตได้จากวิธี HIP สามารถใช้งานในภาวะอุณหภูมิสูงได้ดี

1.1 วัตถุประสงค์และขอบเขตงานวิจัย

1.1.1 ศึกษาการเตรียมซิลิคอนไนไตรด์ความหนาแน่นสูง ที่มีรูปทรงเรขาคณิตแบบง่าย คือ ทรงกระบอกแบน (cylindrical pellets) ให้มีความหนาแน่นมากกว่าร้อยละ 95 ของความหนาแน่นทางทฤษฎี

1.1.2 ศึกษาลักษณะเฉพาะของวัสดุตั้งต้น ผลิตภัณฑ์ระหว่างกระบวนการเตรียมและผลิตภัณฑ์สุดท้าย

1.1.3 ศึกษาลักษณะกลไกการทำงานและตัวแปรควบคุมที่สำคัญของกระบวนการ Hot Isostatic Pressing (HIP)

1.1.4 ศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่มีต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์สุดท้าย

1.2 ความสำคัญหรือประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.2.1 ทราบถึงข้อมูลเกี่ยวกับการเตรียมและศึกษาสมบัติเฉพาะของผลิตภัณฑ์ซิลิคอนไนไตรด์ที่มีสมบัติเชิงกลสูง

1.2.2 เป็นแนวทางในการผลิตวัสดุงานวิศวกรรมที่ต้องการคุณภาพสูง และ/หรือมีมูลค่าสูงโดยอาศัยเทคโนโลยีวัสดุผง

1.2.3 เป็นข้อมูลเบื้องต้นสำหรับการวิจัยและพัฒนาในเชิงพาณิชย์ เพื่อลดการนำเข้าหรือลดการพึ่งพาเทคโนโลยีรูปแบบครบวงจรจากต่างประเทศให้น้อยลง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย