บทที่ 6

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

การขึ้นรูปหัวฉีดน้ำมันรีแอกชันบอนด์ซิลิคอนไนไตรด์สามารถสรุปได้ดังนี้

6.1 สรุปผลการทดลอง

6.1.1 การอัดขึ้นรูปชิ้นงานต้นแบบ Silicon compact ขนาด $\varnothing$ x h = 57 x 30 มิลลิเมตร ได้โดยไม่แตกร้าว ใช้ปริมาณผง 230-240 กรัม และแรงกด 10 ตัน ได้ความสูงชิ้นงาน 43 - 44 มิลลิเมตร

6.1.2 ชิ้นงานที่ผ่านการอัดขึ้นรูปมีความหนาแน่นเฉลี่ย 1.34 g/cm^3 ภายหลังการ CIP ที่ 300 MPa มีความหนาแน่นเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 1.58 g/cm^3 และภายหลังการเผาผนึกขั้นต้นเป็นเวลา 10, 12, 14 และ 16 ชั่วโมงมีความหนาแน่นเฉลี่ยเพิ่มขึ้นเป็น 1.616, 1.618, 1.620 และ 1.638 g/cm^3 ตามลำดับ

6.1.3 ความหนาแน่นและสมบัติทางกล ได้แก่ ความแข็ง โมดูลัสของยังและความเหนียวต่อการแตกหักแปรผันตามเวลาแช่ในการเผาผนึกขั้นต้น ความหนาแน่นที่สูงขึ้นเป็นผลให้ได้ความเรียบผิวที่ดีขึ้นตามลำดับ

6.1.4 ความสามารถในการเจาะและกลึงขึ้นอยู่กับความแข็งของชิ้นงานผงซิลิคอนอัดเป็นหลัก ความแข็งสูงสุดที่เหมาะสมต่อการขึ้นรูปมีค่าอยู่ในช่วง 72-95 HV ที่เวลาแช่ชิ้นงานในการเผาผนึกขั้นต้น 14 ชั่วโมง

6.1.5 การกลึงหัวฉีดน้ำมันซิลิคอนใช้มีดกลึงทังสเตนคาร์ไบด์ กลึงด้วย speed 330 rpm, feed 0.111 mm/rev สำหรับการกลึงองศา feed ต้องเดินมือ

6.1.6 การเจาะหัวฉีดน้ำมันซิลิคอนใช้ดอกสว่านทังสเตนคาร์ไบด์ขนาด 3.5, 3.8 และ 5.1 มิลลิเมตร มุมจิกมาตรฐาน 60 องศา เจาะด้วย speed (rpm) / feed rate (mm/min) 1200/100 , 1000/100 และ 800/80 ตามลำดับ

6.1.7 Model ของงานกลึงและงานเจาะช่วยในการทำนายความสำเร็จของการขึ้นรูปชิ้นงานซิลิคอนที่ความเรียบผิวแตกต่างกัน ซึ่งต้องพิจารณาค่าความแข็งของชิ้นงานให้อยู่ในระดับที่ใกล้เคียงกับ Model ที่สร้างไว้

6.1.8 ขนาดและความหนาแน่นของชิ้นงานภายหลังการเผาผนึกขั้นต้นมีผลต่อความหนาแน่นภายหลังการไนไตรเดชันและการเกิด depth ของ Si_3N_4 ที่เวลาไนไตรเดชันต่าง ๆ โดยการแพร่ของไนโตรเจนเข้าสู่ชิ้นงานที่มีความหนาแน่นของการเผาผนึกขั้นต้นมีค่าต่ำเป็นไปได้ง่ายกว่าที่ชิ้นงานที่มีความหนาแน่นของการเผาผนึกขั้นต้นที่มีค่าสูง

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 การ CIP ที่แรงดัน 300 MPa ทำให้ความหนาแน่นชิ้นงานซิลิคอนภายหลังการเผาผนึกขั้นต้น (ρ_g) มีค่าสูง การไนไตรเดชันที่สมบูรณ์เป็นไปได้ลำบาก จึงควรปรับลดแรงดันในการ CIP โดยให้มีค่า ρ_g น้อยกว่า 1.60 g/cm^3

6.2.2 การเจาะทะลุ ชิ้นงานมีโอกาสบิ่นหรือแตกบริเวณปากรูเจาะได้ มีแนวทางแก้ไขหรือลดความรุนแรงได้ 2 วิธี คือ

1. การเผื่อเนื้องานให้การเจาะทะลุมากกว่าที่แบบกำหนด แล้วกลึงส่วนที่เผื่อไว้หรือเกินออก
2. การเผื่อเนื้องานเจาะให้มากกว่าที่แบบกำหนด ซึ่งการเจาะนี้จะไม่เจาะทะลุแต่จะเจาะให้ปลายดอกสว่านใกล้บริเวณปากรูเจาะ แล้วกลึงส่วนที่เผื่อไว้หรือเกินออก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย