บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลงานวิจัย

จากการออกแบบและสร้างเครื่องไมโครอาร์คพลาสมา พร้อมทั้งนำมาทดสอบการทำงานของระบบพบว่า

5.1.1 การใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสวิตช์แทนแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบเชิงเส้น สามารถลดขนาดและน้ำหนักลงได้มาก ทำให้เครื่องไมโครอาร์คพลาสมามีขนาดเล็กลงและน้ำหนักเบาลงซึ่งเป็นไปตามเป้าหมายที่ต้องการ โดยที่แหล่งจ่ายไฟฟ้าที่สร้างขึ้นนี้มีน้ำหนักรวมทั้งกล่องเหล็กประมาณ 6 kg และการใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตช์นี้ทำให้การปรับกระแสขณะลัดวงจรให้คงที่เป็นไปได้โดยง่ายสามารถกำหนดให้กระแสลัดวงจรต่ำได้ถึงประมาณ 0.5 A ซึ่งแหล่งจ่ายไฟฟ้าของเครื่องเชื่อมแบบดั้งเดิมไม่สามารถทำได้ ปกติต่ำที่สุดได้ประมาณ 5 A แต่ข้อเสียของแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบสวิตช์ที่สร้างขึ้นนี้คือ มีราคาที่สูงกว่าประมาณ 3 - 5 เท่าเนื่องจากโครงสร้างซับซ้อนกว่า วัสดุอุปกรณ์ที่มีในประเทศยังราคาสูง

5.1.2 เครื่องจุดอาร์คความถี่สูงศักดาสูงที่ออกแบบและสร้างโดยดัดแปลงมาจากวงจรจุดระเบิดของรถยนต์สามารถทำให้การสร้างความถี่สูงศักดาไฟฟ้าสูงเป็นไปได้โดยใช้วงจรที่สามารถหาชิ้นส่วนได้ง่ายในท้องตลาดและราคาไม่สูง จากการคำนวณประมาณได้ว่าศักดาสูงประมาณ 10 kV และความถี่ 7 MHz ในงานวิจัยนี้ยังไม่สามารถนำส่วนของเครื่องจุดอาร์คความถี่สูงศักดาสูงมาอยู่ในกล่องเหล็กกล่องเดียวกับส่วนของแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงแบบสวิตช์ได้เนื่องจากยังไม่สามารถออกแบบการป้องกันการรบกวนที่เกิดมาจากคอยส์เทสลา (Tesla coil) ของเครื่องจุดอาร์คความถี่สูงศักดาสูงได้ การรบกวนนี้มีผลทำให้เกิด cross induction รบกวนสัญญาณควบคุม power MOSFET มีผลให้ power MOSFET นำกระแสพร้อมกันเกิดลัดวงจรขึ้นและระเบิดเสียหายทันที ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงแยกทั้งสองส่วนอยู่คนละกล่องโดยทั้งสองกล่องนี้สามารถวางติดกันหรือวางซ้อนกันได้

5.1.3 จากการทดลองใช้ IGBT ที่มีขนาดศักดาไฟฟ้า (V_{CE}) และกระแสคอลเลคเตอร์ (I_C) เท่ากับขนาดศักดาไฟฟ้า (V_{DS}) และกระแสเดรน (I_D) ของ power MOSFET แทนกันทำงาน ในวงจรสวิตช์ที่ออกแบบให้ทำงานที่ความถี่ 20 kHz นี้สามารถใช้แทนกันได้โดยไม่ต้องปรับแก้วงจรและ IGBT จะให้ผลดีกว่าตรงที่มีศักดาไฟฟ้าตกคร่อมที่วงจรทางออกขณะนำกระแสน้อยกว่า power MOSFET จึงทำให้การสูญเสียกำลังไฟฟ้าน้อยกว่า

5.1.4 จากผลการทดสอบคุณลักษณะศักดาไฟฟ้าทางออกและกระแสทางออกของวงจรแหล่งจ่ายกระแสคงที่ที่พัฒนาขึ้นพบว่าสามารถรักษากระแสทางออกให้คงที่ได้จาก 0.5 A ถึง

20 A แต่ศักดาไฟฟ้าทางออกลดลงต่ำกว่าศักดาไฟฟ้าทางออกเปิดวงจรมาก ซึ่งเป็นผลจากการบีบความกว้างของพัลส์ในวงจรควบคุมกระแสซึ่งทำให้ผิดไปจากคุณลักษณะของศักดาไฟฟ้าทางออกในทางทฤษฎีของงานเชื่อม จำเป็นต้องมีการชดเชยการทำงานให้มีการควบคุมศักดาทางออกให้สูงขึ้น

5.1.5 การทดลองกำเนิดอาร์คพลาสมาด้วยหัวเชื่อม TIG กระแสสูงพบว่า สามารถกำเนิดลำอาร์คพลาสมาที่กระแสประมาณ 10 A ขึ้นไป ในขณะที่แหล่งจ่ายกระแสของเครื่องที่พัฒนาขึ้นสามารถปรับให้ต่ำได้ถึง 0.5 A ทั้งนี้เนื่องจากคุณลักษณะของศักดาไฟฟ้าทางออกของแหล่งจ่ายที่พัฒนาขึ้นเมื่อปรับให้ทำงานที่กระแสต่ำศักดาไฟฟ้าจะลดลงไม่สามารถรักษาอาร์คได้ ประกอบกับหัวเชื่อมที่ใช้งานที่กระแสต่ำควรจะเป็นหัวเชื่อมแบบไมโครอาร์คซึ่งใช้ลวดทังสเตนขนาด 0.6 มิลลิเมตรและมีแกสไหลรอบนอกคลุมลำพลาสมาจะได้ลำพลาสมายาวกว่าหัวเชื่อมแบบ TIG แต่หัวเชื่อมที่เหมาะสมนี้ไม่สามารถหาได้ในประเทศจึงไม่สามารถทดสอบได้

จากการทดสอบอาร์คพลาสมาที่กระแส 10 A ในการทดลองนี้พบว่าสามารถเชื่อมแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิมเบอร์ 18 ได้ แต่รอยเชื่อมไม่สมบูรณ์นัก การจะให้รอยเชื่อมเป็นระเบียบจะต้องใช้เครื่องควบคุมการเคลื่อนของหัวเชื่อมให้สม่ำเสมอและรักษาระยะห่างระหว่างหัวเชื่อมและชิ้นงานให้คงที่

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากผลการออกแบบและสร้างเครื่องไมโครอาร์คพลาสมาทำให้ได้ข้อมูลที่จะเสนอแนะสำหรับงานพัฒนาต่อไปให้มีความสมบูรณ์ขึ้นดังนี้

5.2.1 การจัดวางอุปกรณ์ในวงจรแผ่นพิมพ์ การเดินสาย การวางชิ้นส่วนต่างๆในวงจรสวิตช์กระแสสูง จะต้องคำนึงถึงการรบกวนจากการเหนี่ยวนำสนามแม่เหล็ก ทำให้รูปสัญญาณสวิตช์ผิดเพี้ยนหรือเกิดการนำกระแสพร้อมกันของชิ้นส่วนสวิตช์กำลังเป็นจุดอ่อนการทำงานของเครื่อง ดังนั้นจึงต้องหาแผ่นกั้นหรือสายให้สั้นเพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกัน

5.2.2 การประกอบระบบจุดอาร์คความถี่สูงศักดาสูงไว้รวมกับโครงบรรจุอุปกรณ์เดียวกันจะต้องศึกษาวิธีการป้องกันสนามแม่เหล็กไฟฟ้ารบกวนจากคอยส์เทสลา (Tesla coil) และป้องกันการรบกวนการสปาร์กของวงจรสร้างความถี่ฮาร์มอนิก ไม่ให้กระจายออกมารบกวนวงจรสวิตช์ของแหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้า

5.2.3การควบคุมศักดาไฟฟ้าให้ได้คุณลักษะของเครื่องกำเนิดอาร์คที่สมบูรณ์จะต้องออกแบบวงจรควบคุมศักดาไฟฟ้าทางออกเพื่อชดเชยการทำงานของวงจรสวิตช์แบบ PWMด้วย

5.2.4 การกำเนิดอาร์คพลาสมานั้นสิ่งสำคัญอยู่ที่การปรับกระแสและอัตราการไหลของแกส เพื่อให้มีขนาดลำพลาสมาและความร้อนสูงพอเหมาะกับชิ้นงานและความเร็วในการเคลื่อนหัวเชื่อมบนชิ้นงานจะต้องเหมาะพอดีกับการหลอมรวมของตะเข็บรอยไม่เกิดการทะลุ