บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

ในงานวิจัยนี้ พบว่า ระบบไมโครเวฟพลาสมาที่สร้างขึ้นสามารถกำเนิดคลื่นไมโครเวฟได้ เมื่อมีแรงดันหม้อแปลงด้านปฐมภูมิมีค่าอยู่ระหว่าง 150 ถึง 220 โวลต์ หรือมีแรงดันสูงสุดที่ตกคร่อมหลอดแม็กนีตรอนเท่ากับ -4,000 โวลต์ ช่วงดังกล่าวจะให้กำลังคลื่นไมโครเวฟได้ตั้งแต่ 10 ถึง 730 วัตต์ และการควบคุมการส่งกำลังคลื่นไมโครเวฟจะทำโดยควบคุมแรงดันหม้อแปลงด้านปฐมภูมิ ด้วยตัวปรับแรงดันให้มีการปรับค่าอยู่ระหว่าง 150 ถึง 220 โวลต์

การทดลองการเกิดเรโซแนนซ์ของโพรงเรโซแนนซ์ โดยพิจารณาจากการเรืองแสงของพลาสมาอาร์กอน ที่เกิดจากระบบไมโครเวฟพลาสมา ความถี่ 2.45 จิกะเฮริตซ์ ที่ความดันก๊าซ 1.5 ทอร์ จากการวัดความเข้มของการเรืองแสงด้วยหัววัดความเข้มแสง เมื่อปรับความยาวของโพรงเรโซแนนซ์พบว่า บริเวณที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งเกิดการเรโซแนนซ์ของคลื่นไมโครเวฟ จะมีความเข้มของการเรืองแสงสูงกว่าบริเวณอื่นๆ แสดงว่าตำแหน่งที่เกิดการเรโซแนนซ์นี้จะมีการส่งผ่านพลังงานได้สูงสุด ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันที่จ่ายให้กับหม้อแปลงด้าน ปฐมภูมิกับความเข้มของการเรืองแสง เมื่อปรับความยาวของโพรงเรโซแนนซ์พบว่า ความเข้มของการเรืองแสงจะมีค่าสูง เมื่อแรงดันที่จ่ายให้กับหม้อแปลงด้านปฐมภูมิมีค่าสูง และมีความเข้มของการเรืองแสงสูงในบริเวณที่ใกล้เคียงกับตำแหน่งเกิดการเรโซแนนซ์

การทดลองวัดอุณหภูมิของอิเล็กตรอน และความหนาแน่นของพลาสมาอาร์กอน ไฮโดรเจน และไฮโดรเจนกับมีเทน ที่เกิดจากระบบไมโครเวฟพลาสมา ความถี่ 2.45 จิกะเฮริตซ์ ที่ความดันก๊าซ 0.3 ถึง 0.9 ทอร์ และกำลังคลื่นไมโครเวฟ 730 วัตต์ จากการทดลองด้วยเทคนิคหัววัดลางมัวร์พบว่า อุณหภูมิของอิเล็กตรอนมีค่าอยู่ในช่วง 4.00 ถึง 5.50 อิเล็กตรอนโวลต์ และความหนาแน่นของพลาสมาอยู่ในช่วง 8×10^{10} ถึง 1.8×10^{11} ต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ซึ่งค่าพารามิเตอร์ที่ได้นี้มีค่าใกล้เคียงกับค่าพารามิเตอร์ของเครื่องกำเนิดพลาสมาด้วยความถี่ไมโครเวฟในอุตสาหกรรม และในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิของอิเล็กตรอนและความหนาแน่นของพลาสมา กับการเปลี่ยนแปลงความดันก๊าซและชนิดของก๊าซพบว่า เมื่อความดันเพิ่มขึ้น อุณหภูมิของอิเล็กตรอนจะลดลง แต่ความหนาแน่นของพลาสมาจะมีค่าเพิ่มขึ้น

5.2 ข้อเสนอแนะและงานที่สามารถทำต่อได้

ระบบไมโครเวฟที่สร้างขึ้นมานี้ ใช้หลอดแม็กนีตรอนเป็นแหล่งกำเนิดคลื่นไมโครเวฟ ซึ่งได้ถอดออกมาจากเตาไมโครเวฟ หากทำการทดลองนานประมาณ 1 ชั่วโมง ที่กำลัง 730 วัตต์ จะเห็นว่าหลอดแม็กนีตรอนจะร้อนมาก ทำให้หลอดแม็กนีตรอนไม่สามารถกำเนิดคลื่นไมโครเวฟตามกำลังที่ต้องการได้ ซึ่งสังเกตเห็นได้จากการวัดความเข้มของการเรืองแสงของพลาสมา เมื่อเปิดหลอดแม็กนีตรอนเป็นเวลานาน ความเข้มของการเรืองแสงจะต่ำลง และไม่ต่อเนื่องกับค่าก่อนหน้า หรืออาจจะสังเกตได้จาก ในการวัดกำลังของคลื่น กำลังของคลื่นที่วัดได้จะมีค่าต่ำกว่าค่าที่ทำการวัดขณะหลอดแม็กนีตรอนยังไม่ร้อน ดังนั้นการเลือกใช้หลอดแม็กนีตรอนที่มีการระบายความร้อนด้วยน้ำจะเป็นทางแก้ปัญหาที่เกิดจากความร้อนของหลอดแม็กนีตรอนได้ ในการนำระบบไมโครเวฟพลาสมาดังกล่าวไปใช้ในการปลูกฟิล์มบางพหุผลึกคล้ายเพชร คิดว่าการออกแบบวงจรน่าจะออกแบบให้เป็นสัญญาณทวีแรงดันลบแบบเต็มคลื่น เพื่อให้สัญญาณมีความต่อเนื่อง ซึ่งคาดว่าน่าจะทำให้ฟิล์มบางที่ปลูกมีความสม่ำเสมอขึ้น

ในการทดลองวัดระบบไมโครเวฟพลาสมาด้วยเทคนิคหัววัดลางมัวร์ จะเห็นว่าการหาค่าอุณหภูมิของอิเล็กตรอนจากส่วนกลับของความชันในช่วงการเปลี่ยนแปลงของ ln(I) กับ V หากความชันมีการเปลี่ยนแปลงเล็กน้อย จะทำให้ค่าอุณหภูมิของอิเล็กตรอนเปลี่ยนแปลงมาก ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของการทดลองสูง ซึ่งถ้าหากค่าอุณหภูมิของอิเล็กตรอนมีความคลาดเคลื่อนก็จะทำให้ความหนาแน่นของพลาสมามีความคลาดเคลื่อนตามไปด้วย การแก้ปัญหาตรงนี้น่าจะมีการสอบเทียบหัววัดลางมัวร์ และค่าอุณหภูมิของอิเล็กตรอนที่ได้

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย