บทที่ 6
สรุปผลและข้อเสนอแนะ

บทนี้เป็นการสรุปผลการทดสอบหัวเผาพลาสมาต้นแบบที่ได้จากการดำเนินงานตามขั้นตอนดังแสดงไว้ในบทที่ 4 และข้อเสนอแนะต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยเนื้อหาและรายละเอียดดังนี้

6.1 สรุปผล

6.1.1 อุณหภูมิเปลวพลาสมา

การศึกษาครั้งนี้ได้ทำการออกแบบหัวเผาพลาสมาความร้อนต้นแบบที่ใช้หลักการอาร์คของไฟฟ้ากระแสตรงระหว่างขั้วอิเล็กโทรดเพื่อสร้างสนามไฟฟ้ากำลังสูง ใช้อากาศที่มีอัตราการไหลเชิงมวลเท่ากับ 0.006 kg/s เป็น Carrier Gas และปรับค่ากระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขั้วอิเล็กโทรดเท่ากับ 30 A , 40 A และ 50 A (DC) ตามลำดับ ที่แรงดันไฟฟ้าคงที่ 380 V ทำการวัดค่าอุณหภูมิที่จุดต่างๆของเปลวพลาสมาได้ผลดังนี้

(1) หัวเผาพลาสมาต้นแบบสามารถสร้างพลาสมาความร้อนที่มีความยาวเฉลี่ยในแนวแกน (Axial Position) ของเปลวพลาสมาเท่ากับ 10 cm และความกว้างเฉลี่ยในแนวรัศมี (Radial Position) ของเปลวพลาสมาเท่ากับ 3.0 cm ในทุกค่ากระแส (A) ที่ใช้ในการทดสอบ

(2) อุณหภูมิในแนวแกน (Axial Position) และแนวรัศมี (Radial Position) ของเปลวพลาสมามีค่าสูงสุดที่ปากทางออกของหัวฉีด (Nozzle) ในทุกค่ากระแส (A) ที่ใช้ในการทดสอบ โดยอุณหภูมิจะลดลงตามระยะห่างจากปากหัวเผาที่เพิ่มขึ้น

(3) อุณหภูมิสูงสุดของเปลวพลาสมาเท่ากับ 1210 K เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขั้วอิเล็กโทรดเท่ากับ 50 A (DC) ที่แรงดันไฟฟ้าคงที่ 380 V ที่อัตราการไหลเชิงมวลของอากาศที่ใช้เป็น Carrier Gas เท่ากับ 0.006 kg/s

(4) หัวเผาพลาสมาต้นแบบสามารถสร้างพลาสมาที่มีอุณหภูมิสูงสุดเท่ากับ 1210 K สูงกว่าอุณหภูมิ Microwave Plasma ซึ่งใช้อากาศเป็น Carrier Gas เพียงชนิดเดียวของBang et al. (2006) ที่มีอุณหภูมิพลาสมามาเท่ากับ 600 K

(5) การใช้แบบจำลองการถ่ายเทความร้อนของกระแสก๊าซร้อน (Hot Jet Flow) ไม่สามารถทำนายผลการถ่ายเทความร้อนของเปลวพลาสมาได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

6.1.2 การเผาทำลายขยะอิเล็กทรอนิกส์

หัวเผาพลาสมาต้นแบบสามารถสร้างอุณหภูมิสูงสุดในห้องเผาจำลองได้ 1099 K และใช้เวลา 2 นาทีในการเผาทำลายแผงวงจรคอมพิวเตอร์ขนาด 200 g ที่ใช้เป็นขยะอิเล็กทรอนิกส์ตัวอย่างให้เป็นเถ้า (Ash) ที่สามารถนำไปฝังกลบในกระบวนการกำจัดขยะอุตสาหกรรมได้ หัวเผาพลาสมาจึงเป็นอีกหนึ่งทางเลือกในการเผาทำลายขยะอิเล็กทรอนิกส์ในปัจจุบัน

6.2 ข้อเสนอแนะ

6.2.1 แนวทางการทำวิจัยต่อ

งานวิจัยนี้ทำการทดสอบหัวเผาพลาสมาต้นแบบด้วยการใช้อากาศเป็น Carrier Gas เพียงชนิดเดียว ซึ่งข้อบกพร่องหรือปัญหาของการใช้อากาศเป็น Carrier Gas คือ อากาศมีองค์ประกอบส่วนใหญ่เป็นก๊าซไนโตรเจน (N_2) ที่มีพลังงานพันธะสูง จึงต้องใช้พลังงานมากในการทำให้อากาศแตกตัวเป็นพลาสมา และการทำให้อากาศแตกตัวเป็นพลาสมานั้นมีความจำเป็นจะต้องทำให้อากาศที่จ่ายเข้าสู่หัวเผามีความดันสูงเพื่อเป็นการเร่งปฏิกิริยาการเกิดพลาสมา จึงทำให้เกิดปัญหาในการหาแหล่งจ่ายอากาศความดันสูงอีกด้วย ด้วยปัญหาที่พบระหว่างดำเนินการวิจัยจึงเป็นความท้าทายที่นำไปสู่แนวทางวิจัยในระยะต่อไป ดังนี้

(1) การเปลี่ยน Carrier Gas เป็นก๊าซที่ง่ายต่อการสร้างพลาสมา เช่น ก๊าซไฮโดรเจน (H_2) ที่มีพลังงานพันธะต่ำกว่าก๊าซไนโตรเจน (N_2) มากจึงแตกตัวเป็นพลาสมาได้ง่าย หรือ อาจใช้ก๊าซชนิดต่างๆ กันในการวิจัยต่อไป

(2) การปรับเปลี่ยนลักษณะทางออกหัวเผาหรือลักษณะการจ่าย Carrier Gas เพื่อให้ได้ความยาวเปลวพลาสมามากขึ้น

6.2.2 แนวทางการปรับปรุงอุปกรณ์

งานวิจัยนี้เป็นการออกแบบหัวเผาพลาสมาต้นแบบขนาดเล็กที่ทำการทดสอบในระดับห้องปฏิบัติการ การออกแบบเพื่อการใช้งานจริงจะต้องทำการปรับปรุงดังนี้

(1) ปรับปรุงระบบระบายความร้อนออกจากขั้วอิเล็กโทรดและโครงสร้างของหัวเผาเพื่อให้สามารถใช้งานอย่างต่อเนื่องได้เป็นเวลานานๆ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(2) หากต้องการอุณหภูมิของพลาสมาที่สูงขึ้นจะต้องมีการปรับเปลี่ยนวัสดุที่ใช้ทำส่วนประกอบของหัวเผา โดยขั้วอิเล็กโทรดทั้งสองขั้วจะต้องทำจากวัสดุที่ทนความร้อนสูงเป็นพิเศษ เช่น โลหะทังสเตน เป็นต้น

(3) หากต้องการเพิ่มกำลังไฟฟ้าที่จ่ายให้กับขั้วอิเล็กโทรดเพื่อเพิ่มอุณหภูมิของพลาสมาให้สูงขึ้นจะต้องคำนวณระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรดทั้งสองขั้วให้สามารถสร้างการอาร์คได้อย่างต่อเนื่องและมีพลังงานมากพอที่จะสร้างพลาสมาได้ โดยการคำนวณระยะห่างระหว่างขั้วอิเล็กโทรดทั้งสองขั้วผู้วิจัยได้เสนอไว้ในภาคผนวก

(4) การกำหนดชนิดหรือปริมาณการจ่าย Carrier Gas ที่เหมาะสมจะต้องคำนวณจากพลังงานที่จ่ายสู่ขั้วอิเล็กโทรดทั้งสองขั้ว เพื่อให้ Carrier Gas แตกตัวเป็นพลาสมาได้นั้น พลังงานที่จ่ายให้ขั้วอิเล็กโทรดทั้งสองขั้วจะต้องสูงกว่าพลังงานไอออไนเซชัน ลำดับที่ 1 ของธาตุต่างๆ ที่ประกอบอยู่ใน Carrier Gas นั้นๆ หากต้องการเปลี่ยนชนิดหรือปริมาณการจ่าย Carrier Gas ก็ต้องมีการคำนวณพลังงานที่จะจ่ายให้กับขั้วอิเล็กโทรดทั้งสองขั้วด้วย โดยการคำนวณพลังงานที่ใช้ในการสร้างพลาสมาซึ่งพิจารณาจากอัตราการไหลเชิงมวลของ Carrier Gas ผู้วิจัยได้เสนอไว้ในภาคผนวก

6.2.3 ความปลอดภัย

(1) เนื่องจากหัวเผาพลาสมาที่ได้ทำการออกแบบเป็นหัวเผาที่ใช้พลังงานไฟฟ้าสูง จึงอาจเกิดอันตรายรุนแรงจากไฟฟ้าลัดวงจร ในการออกแบบเพื่อใช้งานจริงจะต้องเพิ่มระบบความปลอดภัยทางด้านไฟฟ้าตามระเบียบของการใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูง

(2) เนื่องจากพลาสมาที่ได้จากหัวเผาพลาสมามีอุณหภูมิสูงมาก ทำให้เกิดการลุกติดไฟที่วัสดุต่างๆ ได้อย่างรวดเร็ว ในการใช้งานจริงจึงต้องคำนึงถึงความปลอดภัยทางด้านอัคคีภัย

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved