บทที่ 1
บทนำ

การพัฒนาเทคโนโลยีในเชิงอุตสาหกรรม มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการพัฒนาประเทศในปัจจุบัน ในแง่ของการลดต้นทุนการผลิต โดยได้มีการพัฒนาการออกแบบเครื่องมือต่างๆ ที่ใช้ในการผลิตให้มีประสิทธิภาพสูงสุด รวมไปถึงการพัฒนาเทคโนโลยีที่ช่วยในการปรับปรุงคุณภาพวัสดุของชิ้นส่วนที่ใช้ในเครื่องมือต่างๆ เหล่านั้นให้มีอายุการใช้งานยาวนานขึ้น เช่น การชุบสีของโลหะเพื่อป้องกันสนิม เป็นต้น เทคโนโลยีการเคลือบฝังไอออน (Ion implantation technology) ก็เป็นอีกหนึ่งเทคนิคที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพเชิงผิวของวัสดุของเครื่องมือกลให้มีความทนทานต่อการใช้งานมากขึ้น เช่น ช่วยลดอัตราการสึกหรอของดอกสว่าน และมีดกลึง ซึ่งเป็นกระบวนการที่อาศัยหลักการยิงอนุภาคที่มีประจุหรือไอออนที่มีพลังงานสูงให้ลงไปฝังตัวใต้ผิวของวัสดุ ภายใต้ความดันสูญญากาศ โดยกระบวนการที่เกิดขึ้นนี้เป็นปฏิกิริยาทางฟิสิกส์ (physical reaction) ทำให้สามารถเปลี่ยนแปลงลักษณะทางโครงสร้างและสมบัติเชิงผิวของวัสดุในระดับอะตอม ในขณะที่ไม่ทำให้ขนาดและรูปร่างของวัสดุไม่เปลี่ยนแปลงไป และปัจจุบันห้องปฏิบัติการโซลิดสเตทและอิเล็กทรอนิกส์ ภาควิชาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ มีเครื่องกำเนิดไอออนไนโตรเจน (Nitrogen Implanter) ขนาด 150 kV, 1 mA[1] สามารถผลิตไอออนของก๊าซไนโตรเจนสำหรับงานประยุกต์ในเชิงอุตสาหกรรมได้

อย่างไรก็ตามเครื่องกำเนิดไอออนชนิดดังกล่าวยังมีข้อจำกัดอีกมาก เช่น สามารถผลิตไอออนได้เฉพาะธาตุที่มีสมบัติเป็นก๊าซในธรรมชาติเท่านั้น กระแสไอออนที่ได้มีค่าค่อนข้างต่ำทำให้ไม่สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับชิ้นงานขนาดใหญ่ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าชิ้นส่วนที่เคลือบฝังไอออนด้วยไนโตรเจนนี้ไม่สามารถนำมาใช้งานที่อุณหภูมิสูงได้ เช่น การตัดโลหะที่อุณหภูมิสูง เนื่องจากโครงสร้างจุลภาคที่เกิดจากไนโตรเจนหรือเหนี่ยวนำขึ้นจากไนโตรเจนนั้นไม่เสถียรในโลหะผสมเฟอร์รัส (ferrous alloys) ที่อุณหภูมิสูง[2-3] ทางห้องปฏิบัติการโซลิดสเตทและอิเล็กทรอนิกส์ จึงได้ออกแบบและพัฒนาเครื่องกำเนิดไอออนชนิด "เอ็ม อี วี วี เอ หรือ Metal Vapor Vacuum Arc (MEVVA)" หมายถึงเครื่องกำเนิดไอออนชนิดอาร์คในสูญญากาศของโลหะสำหรับให้ประยุกต์ใช้กับชิ้นงานต่างๆ ได้กว้างขวางยิ่งขึ้น ซึ่งการเคลือบฝังด้วยไอออนโลหะนี้จะให้ผลดีกว่าในแง่การเพิ่มความต้านทานต่อการสึกหรอและลดสัมประสิทธิของแรงเสียดทาน และจากการศึกษาข้อมูลเบื้องต้น[4-6] พบว่า เครื่องกำเนิดไอออน MEVVA นี้ สามารถผลิตไอออนของธาตุได้แทบทุกชนิดที่พบในตารางธาตุ เช่น ตารางในภาคผนวก ก เป็นต้น กระแสไอออนที่ได้เป็นชนิดพัลส์มีค่าค่อนข้างสูงในเรือนแอมแปร์ และมีประสิทธิภาพในการผลิตกระแสไอออนสูง ในขณะที่มีโครงสร้างไม่ซับซ้อนมาก ทำงานโดยอาศัยการให้พลังงานปริมาณมากเป็นเวลาสั้นบนพื้นที่เล็กๆ ในเรือนไมครอน บนผิวโลหะบริสุทธิ์ ซึ่งเป็นวัสดุที่ต้องการผลิตไอออนให้เกิดการ

ขยายตัวและแตกตัวอย่างรุนแรง แต่เนื่องจากการกระตุ้นให้เกิดการอาร์คที่ผิวแคโทดด้วยความต่างศักย์สูงนี้ทำให้เกิดมีความร้อนขึ้นสูง เป็นผลทำให้มีอนุภาคขนาดใหญ่ (macroparticle)ปะปนออกมาด้วย[7-8] เช่น การทดลองโดยใช้สารตะกั่วที่มีจุดหลอมเหลวต่ำเป็นวัสดุแคโทด อิมพลานต์ลงบนวัสดุเป้าที่วางอยู่ในแนวเดียวกับแหล่งกำเนิดไอออนจะสามารถสังเกตเห็นอนุภาคขนาดใหญ่นี้ได้อย่างชัดเจนด้วยกล้องขยายกำลังสูง และในเบื้องต้นของการออกแบบและพัฒนา ทางห้องปฏิบัติการได้ใช้โลหะทองแดงบริสุทธิ์เป็นวัสดุที่ให้กำเนิดไอออน จากคุณสมบัติของทองแดง คือ มีจุดหลอมเหลวต่ำ ทำให้มีโอกาสที่จะเกิดอนุภาคขนาดใหญ่ได้ง่ายด้วย งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นไปที่การศึกษาอนุภาคขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นนี้ พร้อมกับการพัฒนานำท่อแม่เหล็กสำหรับกรองไอออน (magnetic duct filter) มาใช้ในการกรองไอออนที่ได้จากแหล่งกำเนิดมาช่วยในการกำจัดอนุภาคขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้น[9]

งานวิจัยนี้เริ่มต้นจากการศึกษาถึงกลไกการให้กำเนิดไอออนด้วยวิธีอาร์คในสูญญากาศเพื่อใช้เป็นหัวจ่ายพลาสมาในเครื่องกำเนิดไอออน สำหรับการทำ plasma immersion หรือ film deposition และจากกลไกการให้กำเนิดไอออนพบว่า การให้กำเนิดไอออนจำเป็นต้องอาศัยสนามไฟฟ้าแรงสูง จากภาคจ่ายไฟแรงดันสูง คือ ภาคจ่ายไฟทริกเกอร์และภาคจ่ายไฟอาร์ค ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงได้ออกแบบสร้างเครื่องจ่ายไฟทริกเกอร์และเครื่องจ่ายไฟอาร์คขึ้นใช้กับหัวจ่ายพลาสมา สำหรับใช้ในการสร้างสนามไฟฟ้าในหัวจ่ายพลาสหรือเครื่องกำเนิดไอออนที่ออกแบบขึ้น แล้วทำการทดสอบคุณสมบัติของเครื่องกำเนิดไอออนที่ได้สร้างขึ้น เช่น การวัดกระแสไอออนที่ผลิตได้ และการศึกษาถึงปัจจัยต่างๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับจำนวนอนุภาคขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้น ตลอดจนการนำท่อแม่เหล็กมาใช้ในการช่วยลดจำนวนอนุภาคขนาดใหญ่ที่เกิดขึ้นด้วย