ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ การพัฒนาระบบเคลือบฝังไอออนในพลาสมาที่ใช้เครื่องกำเนิดไอออนโลหะชนิดอาร์กในสุญญากาศ

ชื่อผู้เขียน นายปรีชา ตุ้มโท

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์ประยุกต์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

ผศ.ดร. บรรจบ ยศสมบัติ ประธานกรรมการ
ผศ.ดร. ธีรวรรณ บุญญวรรณ กรรมการ
รศ.ดร. สมชาย ทองเต็ม กรรมการ

บทคัดย่อ

ได้พัฒนาระบบวัดกระแส และระบบขับเคลื่อนกล เพื่อศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างกระแสอาร์ก กระแสพลาสมา และศักย์ไบอัสเป้า ของระบบเคลือบฝังด้วยพลาสมาที่ผลิตจากเครื่องกำเนิดพลาสมาโลหะชนิดอาร์กในสุญญากาศ(เอ็ม อี วี วี เอ) ได้ทำการวัดกระแสพลาสมาของธาตุที่มีความบริสุทธิ์สูงจำนวน 5 ธาตุได้แก่ คาร์บอน อะลูมิเนียม ไทเทเนียม เหล็ก และทองแดง ที่ระยะต่างๆ โดยแปรค่ากระแสอาร์กและศักย์ไบอัสเป้า พบว่ามีค่ากระแสไอออนอิ่มตัวอยู่ในช่วง 2 แอมแปร์ ถึง 6 แอมแปร์ เมื่อศักย์ไบอัสเป้ามีค่าเป็นลบมากกว่า –80 โวลต์ ยกเว้นคาร์บอน ซึ่งมีกระแสมากและไม่อิ่มตัว ณ ศักย์ไบอัสที่ใช้ทดสอบ ได้ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพในการเปลี่ยนกระแสอาร์กเป็นกระแสไอออน (ของโลหะแต่ละชนิด) พบว่าอัตราส่วนของกระแสไอออนต่อกระแสอาร์กมีค่าแปรผกผันกับค่าพลังงานไอออไนด์เซชันลำดับที่หนึ่งและมีค่าอยู่ในช่วง 1% - 2% ได้ทดสอบประสิทธิภาพของท่อลำเลี่ยงพลาสมาที่ระยะ 5 เซนติเมตร จากทางออกของท่อลำเลียงชนิดโซลินอยด์ที่มีจำนวนรอบทั้งหมด 40 รอบ ทั้งชนิดตรงและโค้ง 90 องศาซึ่งมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.7 เซนติเมตร ยาว 12 เซนติเมตร พบว่ากระแสที่ได้จากท่อโซลินอยด์ตรงมีค่ามากกว่าโซลินอยด์โค้ง 5 เท่า และได้ศึกษาเพื่อเพิ่มปริมาณการแตกตัว(ของไอออน) ของหัวกำเนิดพลาสมาโดยใช้แม่เหล็กถาวร รูปวงแหวน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางภายในและภายนอกเป็น 3.6 เซนติเมตรและ 8.0 เซนติเมตรตามลำดับ มีค่าสนามแม่เหล็กสูงสุดใน

แนวแกน 30 มิลลิเทสลา วางไว้บริเวณใกล้กับผิวหน้าแคโทด พบว่ากระแสที่ผลิตได้มีค่าสูงสุด เมื่อแกรเดียนสูงสุดในแนวแกนอยู่ ณ ตำแหน่งผิวหน้าแคโทดพอดี โดยมีค่าเพิ่มขึ้นถึง 3 เท่า จากระบบเดิม และเมื่อใช้แม่เหล็กถาวรร่วมกับท่อลำเลียงโซลินอยด์ตรง และโค้ง 90 องศา สามารถเพิ่มกระแสไอออนอิ่มตัวได้เป็น 1.2 เท่าและ 3.7 ตามลำดับ เมื่อเทียบกับระบบโซลินอยด์ก่อนใส่แม่เหล็กถาวร

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University

Thesis Title Development of Plasma Immersion Ion Implantation System Using Metal Vapor Vacuum Arc Ion Source

Author Mr. Preecha Tumto

M.S. Applied Physics

Examining Committee

Asst. Prof. Dr. Banchob	Yotsombat	Chairman
Asst. Prof. Dr. Dheerawan	Boonyawan	Member
Assoc. Prof. Dr. Somchai	Thongtem	Member

ABSTRACT

The current sensor and computational controllable mechanical system have been developed for studying the relationship between the arc current, plasma current and target (probe) bias voltage of the Plasma Immersion Ion Implantation (PIII) technique by Metal Vapor Vacuum Arc (MEVVA). The plasma current of five high purity elements C, Al, Ti, Fe and Cu has been measured at different cathode and target distances with various arc current and bias voltage. It was observed that the onset of saturation ion current starts at the negatively biased voltage of the order of -80V. And the fully saturation of ion current is obtained at voltage of –100V (except Carbon cathode, which the saturation was not observed). The ion current (fully saturation ion current) is almost in the range of 2 A and 6 A. The efficiency of our plasma source, (the ratio of the ion current to the arc current) for all cathode materials is in the range of 1% and 2%. We have found that the ion current is inversely proportional to the first ionization energy level of the cathode material. Furthermore, the efficiency of the straight and 90° curved magnetic ducts of 40 turns with diameter of 4.7 cm and the

length of 12 cm has been tested, when the charge collecting probe was positioned along the axis of magnetic duct at a distance of 5 cm from their outlet. It has been found that the current obtained from the straight magnetic duct is 5 times higher than that of the 90° curve duct. The effect of the magnetic field on the increasing of ionization of plasma was investigated by using a ring permanent magnet with inner diameter of 3.6 cm and outer diameter of 8 cm (magnetic field peak at its center is of 30 mT). The maximum ion current can be obtained when the maximum gradient of axial magnetic filed is positioned at the cathode surface. The maximum ion current obtained with the help of the permanent magnet is 3 times higher than that obtained by using a solenoid traditional. The current increases 1.2 time when the permanent magnet is used with straight solenoid and 3.7 time with the combination of the permanent magnet and curved solenoid.

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University