Thesis Title	High Intensity Focused Argon Ion Beam System
Author	Mr. Dheerawan Boonyawan
Ph.D.	Physics

Examining Committee

Assoc. Prof. Dr. Nara Chirapatpimol	Chairman
Assoc. Prof. Dr. Thiraphat Vilaithong	Member
Dr. Wirojana Tantraporn	Member
Assoc. Prof. Dr. Somsorn Singkarat	Member
Asst. Prof. Dr. Bunchob Yotsombat	Member

ABSTRACT

A focused ion beam of inert gas ions can be used for high-speed ion milling applications provided contamination can be avoided. Gallium from a liquid metal ion source is frequently encountered as a contaminant. Using a plasma as the beam source avoids beam contamination and would be superior if such a beam could be given a sharp focus and high brightness.

An rf multicusp ion source has been constructed and characterized. The Ar plasma simulation by a computer code, XOOPIC for distribution and density prediction was done. The simulated results indicate the need for a multicusp magnetic field which was verified by Langmuir probe measurements. Replacing the more expensive Sm-Co_5 permanent magnet with a 30 % stronger field Nd-

Fe-B magnet results in a 20 % increase in plasma density. This ion source can produce Ar plasma density up to 1.5 x 10^{18} m^{-3} at 500 W rf power uniformly (± 8 %) distributed over the radial axis. The electron temperature is found to be 2.5 eV for normal operating pressure at up to 500 watts rf power. Ar plasma can deliver current density up to 36 mA/cm^2. The beam properties such as the rms beam emittance from a triode extractor, at 9 kV extracting voltage is measured to be 32 ± 4 mm mrad. The accelerated Ar axial beam energy spread have been observed to vary from 3 to 5 eV for an extracting voltage decreasing from 4 to 0.5 kV. The use of an rf-choke of 1.2 mH in series with the extraction dc power supply eliminates interference from the rf voltage and reduces the axial energy spread of the beam.

The micron size beam profile monitor was developed with a promising minimum resolution of 0.5 μm.. Preliminary studies of both simulated and actual focused Ar beam demonstrate the need of Einzel lenses to control beam optics.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์ ระบบบีมโฟกัสความเข้มสูงของอาร์กอนไอออน

ชื่อผู้เขียน นายธีรวรรณ บุญญวรรณ

วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาฟิสิกส์

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

รศ. ดร. นรา จิรภัทรพิมล	ประธานกรรมการ
รศ. ดร. ถิรพัฒน์ วิลัยทอง	กรรมการ
ดร. วิโรจน์ ตันตราภรณ์	กรรมการ
รศ. ดร. สมศร สิงขรัตน์	กรรมการ
ผศ. ดร. บรรจบ ยศสมบัติ	กรรมการ

บทคัดย่อ

ระบบบีมโฟกัสจากไอออนก๊าซเฉื่อยสามารถใช้ในงานขุดเซาะร่องระดับไมโครเมตรแบบความเร็วสูงที่มีการปนเปื้อนต่ำกว่าจากระบบบีมโฟกัสแบบเดิมที่มีแกลเลี่ยมประกอบอยู่ เพื่อใช้หัวจ่ายไอออนจากพลาสมาทดแทน หัวจ่ายจึงต้องสามารถผลิตบีมไอออนกระแสสูงเพียงพอในระดับมิลลิแอมป์

งานวิจัยนี้ได้ทำการศึกษาคุณสมบัติของหัวจ่ายไอออนแบบสนามแม่เหล็กกลีบมะเฟืองกระตุ้นด้วยคลื่นวิทยุความถี่ 13.56 เมกกะเฮิร์ต ผลการวัดด้วยโพรบไฟฟ้าเทียบกับการผลการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์พบว่าพลาสมาของอาร์กอนที่ความดันก๊าซ 8 มิลิทอรร์ มีความสม่ำเสมอในแนวรัศมี ± 8 เปอร์เซ็นต์ มีอุณหภูมิอิเล็กตรอนเฉลี่ย 2.5 อิเล็กตรอนโวลท์ นอกจากนี้การใช้แม่เหล็กนีโอไดเมียมยังผลให้พลาสมาของอาร์กอน

มีความเข้มระดับ 1.5×10^{18} ต่อลูกบาศก์เมตร โดยเพิ่มขึ้น 20 เปอร์เซ็นต์ เทียบกับกรณีแม่เหล็กซามาเรียมที่มีความแรงน้อยกว่าแต่มีราคาแพงกว่า คุณสมบัติของบีมที่วัดได้จากหัวจ่ายที่กำลังกระตุ้น 500 วัตต์ มีค่าความหนาแน่นของกระแสอาร์กอนระดับ 36 มิลลิแอมป์ต่อตารางเซนติเมตร บีมอาร์กอนจากระบบดึงบีมชนิด 3 อิเล็กโทรดมีค่าอีมิตแตนท์ขนาด 32 ± 4 มิลลิเมตร มิลลิเรเดียน ที่แรงดันดึง 9 กิโลโวลท์ และมีความไม่แน่นอนเชิงพลังงานขนาด 3-5 อิเล็กตรอนโวลท์ ที่แรงดันดึงระหว่าง 4-0.5 กิโลโวลท์ โดยใช้ตัวเหนี่ยวนำขนาด 1.5 มิลลิเฮนรี่ ต่อแบบอนุกรมเพื่อกรองการรบกวนจากคลื่นวิทยุไว้ และได้พัฒนาระบบวัดขนาดบีมโฟกัสแบบลวดกวาดที่มีอำนาจจำแนกเชิงกลขนาด 0.5 ไมโครเมตร ขึ้นเพื่อให้สามารถใช้งานได้ในสภาพสุญญากาศ โดยมีการควบคุมและเก็บข้อมูลผ่านคอมพิวเตอร์

ผลการศึกษาในเบื้องต้น ทั้งโดยการจำลองด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์และจากผลการทดลองบ่งชี้ว่า มีความจำเป็นต้องใช้เลนส์ไฟฟ้าชนิดไอน์เซลช่วยควบคุมคุณสมบัติเชิงแสงของบีมอาร์กอน