

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การจำลองทางพลศาสตร์และการวัดสมบัติของลำ
อิเล็กตรอนจากปืนอาร์เอฟแบบโพโตแคโทด
ของห้องปฏิบัติการวิจัยเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระ
ณ มหาวิทยาลัยเกษตร

ผู้เขียน

นายกัณตภณ คำมินเสก

ปริญญา

วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษา

ผศ. ดร. ศาคร รีมแจ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก
ผศ. ดร. จิตรลดา ทองใบ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

เครื่องเร่งอิเล็กตรอนขนาดกะทัดรัดสำหรับการวิจัยทางวิทยาศาสตร์ ได้รับการพัฒนาขึ้น ณ สถาบันพลังงานขั้นสูง มหาวิทยาลัยเกษตร ประเทศญี่ปุ่น ระบบเครื่องเร่งประกอบด้วยปืนอาร์เอฟแบบโพโตแคโทด แม่เหล็กขีปนาวุธสำหรับบีบอัดหัวอนุภาค แม่เหล็กสี่ขั้วสำหรับการโฟกัสลำอิเล็กตรอน และแม่เหล็กอันดูลเตอร์สำหรับผลิตรังสี ระบบเครื่องเร่งนี้ได้รับออกแบบเพื่อใช้ในการผลิตลำอิเล็กตรอนที่มีพลังงานประมาณ 5 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ ซึ่งจะถูกใช้เป็นแหล่งกำเนิดของเลเซอร์อิเล็กตรอนอิสระในย่านเทราเฮิรตซ์สำหรับการประยุกต์ใช้ทางด้านวัสดุศาสตร์ วิทยานิพนธ์นี้มุ่งศึกษาการผลิตและการวัดสมบัติของลำอิเล็กตรอนที่ผลิตได้จากปืนอิเล็กตรอนแบบอาร์เอฟ โดยสมบัติของลำอิเล็กตรอนที่พิจารณา คือ ประจุของหัว พลังงานเฉลี่ย และค่าอิมิตแตนซ์ตามขวาง ในการศึกษาได้ใช้ถ้วยฟาราเดย์ในการวัดประจุของหัว ใช้แม่เหล็กสองขั้วและสถานีฉากในการวัดพลังงานของอิเล็กตรอน ส่วนการวัดค่าอิมิตแตนซ์ได้ใช้เทคนิคการสแกนแม่เหล็กสี่ขั้ว ผลการศึกษาแสดงให้เห็นว่า ปืนอาร์เอฟนี้สามารถผลิตลำอิเล็กตรอนที่มีพลังงานเฉลี่ยสูงสุดประมาณ 4.5 - 4.7 ล้านอิเล็กตรอนโวลต์ มีประจุของหัว 50 พิโคคูลอมป์ และมีค่าอิมิตแตนซ์ตามขวางประมาณ 0.6 - 0.8 มิลลิเมตร-มิลลิเรเดียน เมื่อใช้คลื่นอาร์เอฟที่มีกำลังประมาณ 9 ล้านวัตต์ ที่เฟสของเลเซอร์ 40 องศา และใช้พัลส์เลเซอร์ที่มีพลังงาน 20 ไมโครจูล รวมทั้งใช้สนามแม่เหล็กโซลินอยด์ 200 มิลลิเทสลา

Thesis Title	Dynamic Simulation and Measurement of Electron Beam Properties from Photocathode RF gun of Free-electron Laser Laboratory at Kyoto University
Author	Mr. Kantaphon Damminsek
Degree	Master of Science (Physics)
Advisory Committee	Asst. Prof. Dr. Sakhorn Rimjaem Advisor Asst. Prof. Dr. Chitlada Thongbai Co-advisor

ABSTRACT

A compact electron accelerator for using in the scientific research is developed at the Institute of Advanced Energy, Kyoto University, Japan. The accelerator system consists of a photocathode RF-gun, a chicane magnetic bunch compressor, focusing quadrupole magnets and an undulator magnet for radiation generation. This accelerator system is designed to produce electron beams with the energy of around 5 MeV, which will be used as a source of terahertz free-electron lasers (THz-FELs) for materials science applications. This thesis concentrates on study of the production of electron beam and the measurements of the beam properties produced from the RF electron gun. The considered electron beam properties are electron bunch charge, average energy and transverse emittance value. In this study, the electron bunch charge was measured by using a Faraday cup. The electron beam energy was measured by using a dipole magnet and a screen station. The beam emittance measurement was performed by using the quadrupole scan method. The study results show that the electron beam with an average energy of 4.5-4.7 MeV, a bunch charge of 50 pC and a transverse RMS emittance of around 0.6-0.8 mm-mrad can be produced from this RF-gun by using the RF wave with a peak power of 9 MW and a laser injection phase of 40 degree, a laser pulse energy of 20 μ J and a solenoid magnetic field of 200 mT.