Thesis Title	Generation of Far Infra-red Radiation from Relativistic Electron Beam
Author	Miss Sakhorn Rimjaem
Degree	Doctor of Philosophy (Physics)

Thesis Advisory Committee

Prof.Dr.Thiraphat Vilaithong	Chairperson
Prof.Dr.Helmut Wiedemann	Member
Assoc.Prof.Dr.Nara Chirapatpimol	Member

ABSTRACT

A femtosecond electron source has been developed as the SURIYA project at the Fast Neutron Research Facility (FNRF). The project goal is to generate femtosecond electron bunches and use them to produce coherent far-infrared (FIR) radiation. The main components of the system are an RF-driven electron gun for electron generation, an alpha magnet serving as a magnetic bunch compressor, a linear accelerator and some beam transport components. The primary goal of this thesis is to design and optimize the RF-gun to achieve electron bunch length in femtosecond scale. Starting from the Stanford SUNSHINE design, the RF-gun has been optimized and constructed. These studies were performed by numerical simulation using the codes SUPERFISH and PARMELA. Systematic simulation studies were carried out to investigate the fundamental and practical limits in reducing the electron bunch length. The numerical studies include bunch length dispersion due to focusing in the transport system leading to a final bunch length of some 53 fs with a bunch charge of 94 pCb giving a peak current of 707 A.

The RF-gun was constructed based on simulation results. Low-power RF measurements were performed and the results shows that the resonant frequency

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

of the RF-gun is 2855.3 MHz at 25°C in ambient air, which can be tuned to 2856 MHz by adjusting the RF-gun temperature, and the quality factor is 12979 with the RF-coupling coefficient of about 7.5. The RF-gun and other components have been installed at the SURIYA project. The experimental results show that the electron beam of 2-2.5 MeV maximum kinetic energy and a beam current up to 1 A can be obtained from the RF-gun with input power of 3.65 MW.

Electron bunches as short as 53 fs can be converted into broad band coherent radiation in the high-intensity far-infrared (FIR) regime at wavelengths of 50-1000 μm. To verify the simulation results, a transition radiation experimental station to produce FIR transition radiation has been installed. Recently, the FIR signal from transition radiation was successfully observed and verified for the first time at SURIYA laboratory by using room temperature pyroelectric detector.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การผลิตรังสีความถี่ใต้แดงย่านไกลจากลำอิเล็กตรอนเชิงสัมพัทธภาพ
ผู้เขียน	นางสาวสาคร ริมแจ่ม
ปริญญา	วิทยาศาสตรดุษฎีบัณฑิต (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์

ศ.ดร.ถิรพัฒน์ วิลัยทอง	ประธานกรรมการ
Prof.Dr.Helmut Wiedemann	กรรมการ
รศ.ดร.นรา จิรภัทรพิมล	กรรมการ

บทคัดย่อ

แหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนความยาวห้วงเฟมโตวินาที ได้รับการพัฒนาขึ้นภายใต้โครงการสุริยา ณ ศูนย์วิจัยนิวตรอนพลังงานสูง เพื่อสร้างแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนห้วงเฟมโตวินาทีสำหรับใช้ผลิตรังสีความถี่ใต้แดงย่านไกล โดยระบบผลิตมีส่วนประกอบหลักคือ ปืนอิเล็กตรอนแบบอาร์เอฟ แม่เหล็กแบบแอลฟาเพื่อทำหน้าที่บีบลำอิเล็กตรอน เครื่องเร่งอนุภาคเชิงเส้นและระบบลำเลียงอิเล็กตรอน วัตถุประสงค์หลักของงานวิทยานิพนธ์นี้คือ การออกแบบและสร้างปืนอิเล็กตรอนแบบอาร์เอฟ เพื่อผลิตลำอิเล็กตรอนที่สามารถบีบให้มีความยาวห้วงสั้นๆในเรือนเฟมโตวินาที การออกแบบได้เริ่มต้นจากแบบของปืนอิเล็กตรอนที่ใช้ในโครงการ SUNSHINE ณ มหาวิทยาลัยสแตนฟอร์ด ในการออกแบบได้จำลองการสร้างปืนอิเล็กตรอนและคำนวณผลโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ SUPERFISH และ PARMELA เพื่อหาเงื่อนไขและขอบเขตในการผลิตลำอิเล็กตรอนให้มีความยาวห้วงสั้นๆ จากผลการคำนวณพบว่าปืนอิเล็กตรอนที่ได้ออกแบบมาสามารถผลิตลำอิเล็กตรอนให้มีความยาวห้วงสั้นได้ประมาณ 53 เฟมโตวินาที และมีประจุต่อห้วง 94 พิโคคูลอมบ์ โดยมีกระแสสูงสุดของห้วงเท่ากับ 707 แอมแปร์

ปืนอิเล็กตรอนได้รับการสร้างขึ้น โดยอาศัยข้อมูลจากผลการจำลองแบบและคำนวณโดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ จากนั้นได้ทำการทดลองวัดคุณสมบัติอาร์เอฟของปืนอิเล็กตรอนและพบว่าปืนอิเล็กตรอนมีความถี่เรโซแนนท์ที่ 2855.3 เมกะเฮิรตซ์ ณ อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

โดยความถี่นี้สามารถปรับให้เป็น 2856 เมกะเฮิรตซ์ได้โดยการปรับอุณหภูมิของปืนอิเล็กตรอนในระหว่างที่ทำการทดลอง หลังจากที่ปืนอิเล็กตรอนและส่วนประกอบอื่นได้รับการติดตั้ง ณ ศูนย์วิจัยนิวตรอนพลังงานสูงแล้ว ได้ทำการทดลองผลิตและวัดคุณสมบัติของลำอิเล็กตรอนที่ผลิตได้ พบว่าเมื่อใช้คลื่นอาร์เอฟกำลังประมาณ 3.65 เมกะวัตต์ ปืนอิเล็กตรอนสามารถผลิตอิเล็กตรอนได้พลังงานจลน์สูงสุด 2.0-2.5 เมกะอิเล็กตรอนโวลต์ โดยที่มีกระแสสูงสุดประมาณ 1 แอมแปร์

ลำอิเล็กตรอนห้วงสั้นในเรือน 53 เฟมโตวินาทีนี้ สามารถนำไปผลิตรังสีความถี่ใต้แดงย่านไกลความเข้มสูงได้ในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 50-1000 ไมโครเมตร และเพื่อยืนยันผลการคำนวนได้ติดตั้งชุดการทดลองผลิตรังสีความถี่ใต้แดงย่านไกลด้วยวิธีผลิตรังสีแบบทรานสิชั่นจากการทดลองเบื้องต้นพบว่าสามารถผลิตและวัดรังสีความถี่ใต้แดงย่านไกลได้ โดยใช้หัววัดแบบไพโรอิเล็กทริกซ์ ซึ่งสามารถวัดรังสีความถี่ใต้แดงย่านไกล ณ อุณหภูมิห้องได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved