หัวข้อวิทยานิพนธ์	การหาสมบัติที่เหมาะสมของลำอิเล็กตรอนสำหรับการผลิตรังสีอันดูเลเตอร์ย่านเทราเฮิรตซ์แบบอาพันธ์ ณ ห้องปฏิบัติการวิจัย PBP-CMU Linac
ผู้เขียน	นายณัฐวุฒิ ใจสืบ
ปริญญา	วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต (ฟิสิกส์ประยุกต์)
คณะกรรมการที่ปรึกษา	ผศ.ดร.สาคร ริมแจ่ม อาจารย์ที่ปรึกษาหลัก ผศ.ดร.จิตรลดา ทองใบ อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

บทคัดย่อ

ในการศึกษานี้ได้ทำการหาสมบัติที่เหมาะสมของลำอิเล็กตรอน สำหรับการผลิตรังสีอันดูเลเตอร์ย่านเทราเฮิรตซ์แบบอาพันธ์ ณ ห้องปฏิบัติการวิจัยฟิสิกส์ของพลาสมาและลำอนุภาค โดยได้พิจารณาการผลิตรังสีด้วยการใช้แม่เหล็กอันดูเลเตอร์แบบแม่เหล็กไฟฟ้าที่ถูกออกแบบให้มีจำนวน 30 คาบ มีความยาวคาบเท่ากับ 64 มิลลิเมตรและมีความกว้างของช่องว่างระหว่างขั้วเท่ากับ 10.5 มิลลิเมตร ซึ่งทำให้มีค่าพารามิเตอร์ของอันดูเลเตอร์ที่สามารถปรับค่าได้ระหว่าง 0.3 - 1 โดยการปรับกระแสไฟฟ้าที่ให้กับขดลวดตัวนำ เพื่อศึกษาขอบเขตความสามารถในการผลิตลำอิเล็กตรอนของระบบเครื่องเร่ง PBP-CMU Linac และประเมินความเป็นไปได้ในการผลิตรังสีอันดูเลเตอร์แบบอาพันธ์ของเครื่องเร่งอนุภาคเชิงเส้นนี้ จึงได้มีการศึกษาและหาสมบัติที่เหมาะสมของลำอิเล็กตรอน อันได้แก่ ความยาวของลำอิเล็กตรอน ค่าประจุ ค่าอิมิตแตนซ์ตามขวาง พลังงานจลน์ และการกระจายพลังงานของลำอิเล็กตรอน โดยใช้โปรแกรม PARMELA และ ELEGANT ในการศึกษาพลศาสตร์ของลำอิเล็กตรอนในอุปกรณ์ต่าง ๆ ของเครื่องเร่งอิเล็กตรอนเชิงเส้น จากการศึกษาพบว่า เมื่อใช้เกรเดียนของแม่เหล็กแอลฟาเท่ากับ 209 เกาส์ต่อเซนติเมตร โดยมีการตัดพลังงานในแม่เหล็กแอลฟาที่พลังงานต่ำสุดเท่ากับ 2.1 เมกะอิเล็กตรอนโวลล์ และกำหนดเฟสการเร่งของคลื่นอาร์เอฟในท่อเร่งเชิงเส้นเท่ากับ 87 องศา จะทำให้สามารถผลิตลำอิเล็กตรอนที่มีความยาวสั้นที่สุดเท่ากับ 130 เฟมโตวินาที มีค่าประจุเท่ากับ 104 พิโคคูลอมป์ และมีค่าอิมิตแตนซ์ในแกนนอนและแกนตั้งเป็น 0.81 และ 0.65 มิลลิเมตร.มิลลิเรเดียน ตามลำดับ ซึ่งเมื่อนำลำอิเล็กตรอนที่มีสมบัติดังนี้ไปคำนวณการผลิตรังสีอันดูเลเตอร์ พบว่ากำลังเฉลี่ยของรังสีอันดูเลเตอร์สูงกว่ากำลังของรังสีทรานสิชันประมาณ 50 เท่า

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

Thesis Title	Optimization of Electron Beam Properties for Generation of Coherent THz Undulator Radiation at PBP-CMU Linac Laboratory
Author	Mr. Natthawut Chaisueb
Degree	Master of Science (Applied Physics)
Advisory Committee	Asst. Prof. Dr. Sakhorn Rimjaem Advisor Asst. Prof. Dr. Chitrlada Thongbai Co-advisor

ABSTRACT

Study on optimization of electron beam properties for generation of coherent THz undulator radiation was conducted at the Plasma and Beam (PBP) Physics Research Facility. The designed electromagnetic undulator used in this study has 30 periods with a period length of 64 mm and a pole gap of 10.5 mm. The undulator parameter can be varied from 0.3 to 1 by changing the electric current of the conducting coils. Optimizations of the electron beam properties, which include electron bunch length, bunch charge, transverse beam emittance, kinetic energy and energy spread, were performed to investigate the capability of electron production from the PBP-CMU Linac system. This is also to estimate the possibility to produce the coherent undulator radiation. Electron beam dynamics were studied by using programs PARMELA and ELEGANT to simulate electrons' motion in accelerator components along the beam transport line. The simulation results show that optimal operating parameters of the PBP-CMU Linac system that can provide the electron beam with high bunch charge, low energy spread and short bunch length are the acceleration with the linac RF phase of 87° with the alpha gradient of 209G/cm and the minimum energy filter of 2.1 MeV. The electron beam at the experimental station for the optimal operating parameters has the Gaussian fitting bunch length of 130 fs with the bunch charge of 104 pC and beam emittances of 0.81 and 0.65mm.mrad for horizontal and vertical directions, respectively. The calculation of the undulator radiation produced from the electron beam with these

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

properties shows that the average power of the coherent undulator radiation is about 50 times higher than the coherent transition radiation.

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved