บทคัดย่อ

ชื่อโครงการวิจัย การพัฒนาแหล่งกำเนิดรังสีเอ็กซ์ที่มีห้วงในเรือนเฟมโตวินาที

ผู้วิจัย ดร. จิตรลดา ทองใบ (เศรษฐกร) และ ศ.ดร. ถิรพัฒน์ วิลัยทอง

บทคัดย่อ

การพัฒนาแหล่งกำเนิดอิเล็กตรอนและโฟตอนห้วงเฟมโตวินาที มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการศึกษาทางด้านวิทยาศาสตร์ของปรากฏการณ์ที่เกิดในช่วงเวลาสั้น ทั้งนี้ อิเล็กตรอนห้วงสั้นดังกล่าวสามารถนำไปใช้ในการศึกษาเชิงไดนามิคของระบบในสเกลเฟมโตวินาที หรือนำไปใช้ผลิตรังสีแบบพัลส์ที่มีห้วงสั้นเช่นเดียวกับห้วงของอิเล็กตรอน ศูนย์วิจัยนิวตรอนพลังงานสูง มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ ได้พัฒนาระบบผลิตอิเล็กตรอนพลังงาน 15-17 ล้านอิเล็กตรอนโวลท์ ที่มีความยาวห้วงในเรือนเฟมโตวินาที ซึ่งระบบประกอบด้วย ปืนอิเล็กตรอนแบบอาร์เอฟ แม่เหล็กบีบแบบแอลฟา เครื่องเร่งอนุภาคเชิงเส้น และระบบลำเลียงอิเล็กตรอน ระบบผลิตดังกล่าวสามารถผลิตอิเล็กตรอนจากปืน ด้วยกระแสประมาณ 900 มิลลิแอมแปร์ ด้วยพลังงานสูงสุด 3 ล้านอิเล็กตรอนโวลท์ กระแสของลำอิเล็กตรอนที่ผ่านการกรองพลังงานในแม่เหล็กแบบแอลฟามีค่าประมาณ 400 มิลลิแอมแปร์ และจะได้กระแสประมาณ 150 มิลลิแอมแปร์ หลังจากผ่านเครื่องเร่งอนุภาค สามารถตรวจวัดสัญญาณของรังสีใต้แดงย่านไกลที่ผลิตจากลำอิเล็กตรอนในรูปของรังสีทรานสิชันแบบอาพันธ์ได้ ซึ่งผลดังกล่าวแสดงให้เห็นว่าความยาวของห้วงอิเล็กตรอนที่เป็นแหล่งกำเนิดของรังสีจะต้องสั้นพอ หรือน้อยกว่า 10 พิโควินาที

เมื่อนำลำอิเล็กตรอนพุ่งตรงออกจากหน้าต่างสแตนเลส มายังสถานีทดลองผลิตรังสีเอ็กซ์ ตรวจพบการเรืองแสงเนื่องจากรังสีเอ็กซ์ ของฉากเรืองแสง การวิเคราะห์สเปคตรัมของรังสีเอ็กซ์ในช่วง 1-30 กิโลอิเล็กตรอนโวลท์ ตรวจพบพีค K_α ของ นิเกิล L_α และ L_β ของ ตะกั่ว และ K_α ของโมลิบดินัม ที่น่าจะเกิดจากการกระตุ้นวัสดุในบริเวณห้องเครื่องเร่งให้อยู่ในสภาวะกระตุ้น ด้วยรังสีเอ็กซ์เบรมสตราลุงพลังงานสูงที่แผ่ออกมาจากอิเล็กตรอน

Abstract

Project Title Development of a femtosecond X-ray source.

Researchers Dr. Chitrlada Thongbai (Settakorn) and Prof. Dr. Thiiraphat Vilaithong

Abstract

Femtosecond electron and photon pulses are crucial for study dynamic study in ultrafast processes. Such short electron pulses can be used directly for femtosecond time-resolved experiments or used as a source to produce equally short electromagnetic radiation pulses via certain kind of radiation production processes. At the Fast Neutron Research Facility (FNRF), a femtosecond electron source has been developed. The system consists of a thermionic RF-gun, an alpha-magnet, a linear accelerator and beam transport components. Up to 900 mA of beam current with maximum energy of 3 MeV can be obtained from the RF-gun. The beam current ~ 400 mA is available obtained after the energy selection in the alpha magnet and ~ 150 mA was obtained after the beam was accelerated to 15-17 MeV.

At the transition radiation (TR) experimental station, TR was emitted when electrons passed through the interface between vacuum and Al-foil. Since high intensity coherent radiation was emitted at a wavelength longer than the electron-pulse-length, detectable TR signal in the far-infrared suggested that the electron pulses were shorter than 10 picosecond. The short electron pulses were then converted to X-ray pulses at the experimental station located at the end of the beam line. X-rays emitted from electrons were noticed by mean of observing the monitoring screen made from phosphor becoming fluorescent. Analyses of 1-30 keV X-ray spectra displayed characteristic X-ray peaks; K_α of nickel, L_α and L_β of lead and K_α of Molybdenum. These characteristic peaks are occurred as consequences of atomic exitation of surrounding materials by Bremsstrahlung X-ray emitted from the electron pulses.