

平成25年度卒業論文要旨

標題： LEENA電子ビームの高度化に向けたOTRモニターの開発

所属講座名： 物質科学科 ビーム物理学講座

指導教員名： 宮本 修治 教授・庄司 善彦 准教授・橋本 智 助教

学生番号： SB10M028 氏名： 小林花繪

近年テラヘルツ (THz) 光の研究・利用が盛んになってきている。THz波とは可視光と電波の間の周波数をもつ電磁波であり、物質を透過する、分子の振動の指紋領域を含む、人体に無害などの特徴がある。15MeV小型線形加速器LEENAでは電子ビームを用いたTHz光源として利用するために高度化を進めている。現在の目標はコヒーレントなTHz光の発生であり、その課題の一つに電子ビームの最適化がある。その為にはビームプロファイル (ビームの位置やサイズ、バンチ長など) を測定できるビームモニターを新しく設置する必要があった。本研究では金属薄膜を電子ビームが通過するとき放射される OTR (Optical Transition Radiation、可視光領域の遷移放射) を利用したビームモニターを開発し、LEENA電子ビームのプロファイル測定を行った。

【OTRモニターの設計、製作】 OTR光の特性の数値評価を参考に金属薄膜の材質をアルミニウム、厚みを $12\mu\text{m}$ とした。チェンバーは薄膜をビーム軌道中心に設置でき、OTR光を取り出すためビューポートを取り付けた。発生したOTR光はCCDカメラで撮影する。

【画像撮影・転送・解析システムの開発】 OTRモニターの開発にあたって①OTR (パルス光) の同期撮影、②放射線遮蔽トンネル内のカメラの遠隔操作と画像転送という課題があった。カメラの露光と画像転送をOTR光に同期したトリガー信号で制御し、制御室のPCとカメラの仲介をさせる組み込み機器をトンネル内に設置して転送システム構築することで以上の課題を解決した。また、LabVIEWで開発した画像解析プログラムにより、制御室のPCで画像を受信すると自動的にビームパラメータを評価できる。

【LEENA電子ビームのプロファイル測定】 OTRモニターを用いて15MeV電子ビームのプロファイル測定を行った結果、ビームサイズは 0.8mm (水平)、 0.24mm (垂直)、ビーム角度広がりが 52mrad (水平)、 150mrad (垂直)であった。これらの値から規格化エミッタンスは $13.2\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$ (水平)、 $11.5\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$ (垂直)となる。これらの値は設計値である $10\pi\text{mm}\cdot\text{mrad}$ とほぼ一致しており、今回開発したOTRモニターの結果は妥当であると考えている。

今後はOTRモニターを用いてより詳細なビーム計測を行い、ビーム位置やサイズの最適化を行う。

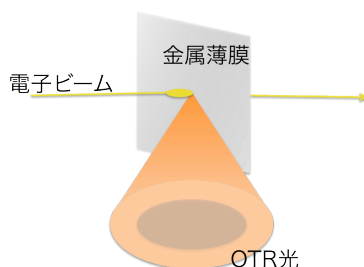


図1 OTR 光の発生原理

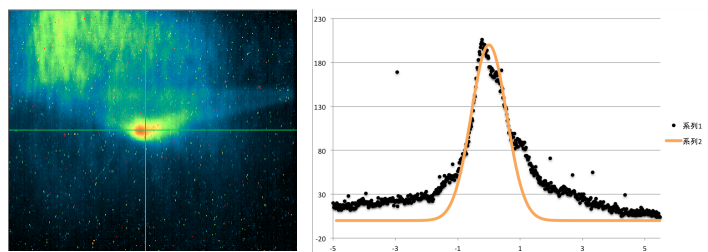


図2 OTRモニターで計測したビームスポット (左) とカーブフィットデータ (右)

指導教授： 宮本 修治 印