

平成 15 年度卒業論文

標題

ストリークカメラを用いたニュースバル蓄積リングのビーム診断

所属講座名

ビーム物理学講座

指導教官名

安東愛之輔教授 庄司善彦助教授 橋本智助手

学生番号

SB00M076 氏名 松原貴裕

要旨

電子蓄積リングは電子ビームを長時間に渡って貯蔵するための装置である。電子ビームを安定に蓄積するためには、蓄積リング中における電子ビームの振る舞いを正確に把握しておく必要がある。ストリークカメラは入射光の時間変化の様子を 500fs 以上の高い時間分解能で観測することが可能な測定器であり、電子ビームの診断に有効である。本研究では、このストリークカメラを主要測定器としてニュースバル蓄積リング中の電子ビームの診断を行い、さらに電子ビームを使用して蓄積リングのモーメントコンパクションファクターの測定を行った。

ストリークカメラを使用したビーム診断として、電子ビームのシンクロトロン振動、ベータトロン振動の観測、および線形加速器からの入射ビームの観測を行った。まず、シンクロトロン振動についてはビーム入射と測定開始のタイミングを同期させることによって観測を行い、ベータトロン振動についてはバンブ電磁石を使用してコヒーレントな振動を励起することで観測を行った。これによって、ビームに不安定性などが生じた場合にストリークカメラが有効であることが分かった。また、この応用として測定開始のタイミングを徐々に遅らせることでシンクロトロン振動およびベータトロン振動の減衰時間の測定を行った。シンクロトロン振動についての測定結果は理論値との一致がよかったが、ベータトロン振動に関しては測定の際の光量が弱く、光学系の変更などを行う必要があることがわかった。線形加速器からの入射ビームの観測に関しては、ストリークカメラを使用して同期、非同期時で入射ビームの様子が異なることの視覚的な確認をし、次いでニュースバルと線形加速器との間のエネルギー mismatch 量の測定、および入射ビームのエネルギー幅の測定を行った。これによって、線形加速器のビーム診断に蓄積リング側に設置したストリークカメラが使用可能であることが分かった。

ニュースバルのモーメントコンパクションファクター (α) は、加速電圧を変えながら同期位相の変化 ($\Delta\phi_s$) をストリークカメラによって測定し、同時にシンクロトロン振動数 (f_s) をスペクトラムアナライザによって測定することで、 f_s 、 $\Delta\phi_s$ に関する関係式を利用して測定した。また、同時にベクトルボルテージメータを使用して $\Delta\phi_s$ の測定を行い、測定結果の比較を行った。 α の測定精度として誤差 10% 以下を目標としていたが、2つの測定器による結果の一致はよく、また、他の方法での測定結果との一致もよかったことから、目標とする精度で α を求めることができたと考えられる。

指導教授名

印