

固体表面を利用した高速イオンの集束・偏向技術の開発

理工学部 生体医工学科

本橋 健次 教授 Kenji Motohashi



研究概要

固体表面を使って高エネルギーイオンの集束や偏向を簡便に実現するための方法を提案し、実証実験を行っています。イオンビームを用いた様々な機器を小型化・省電力化する新しい技術として期待されます。

研究シーズの内容

数 keV (キロエレクトロンボルト) から数 MeV (メガエレクトロンボルト) 程度のイオンビームは、微細領域の加工や分析に幅広く利用されており、今やマイクロ・ナノテクノロジー分野で不可欠な基幹技術となっています。このような高速イオンビームの制御には、ビームの集束や偏向のための装置が不可欠であり、従来から大型の電磁石が使われてきました。しかし、これらの電磁石は巻線コイルと鉄のヨークから成る重量物であり、かつ、電力消費量も大きいため、加速器の小型化・省電力化にとって大きな障害となっています。

本研究では、この問題点を克服するため、電磁石の代わりに固体表面散乱だけを利用した高速イオンビームの集束・偏向技術の開発を進めています。図1はガラス円筒凸レンズとガラス円筒凹レンズを1.2 mm のギャップを挟んで対向したガラスイオン流路を表しています。図2は入射穴(アパチャー)を取外した状態を正面から撮影した写真です。このガラスイオン流路に7.5 keV のアルゴンイオン(Ar^{3+})ビームを入射し、入射穴を通るZ軸の周りでガラスイオン流路をチルト角 θ だけ傾けたときの透過イオン強度を表しているのが図3です。この図から明らかなように、ガラスイオン流路を傾けるだけで高速イオンビームを偏向させることが可能です。しかも、偏向したイオンの速さは入射時の速さを保っていることも実験的に確認できました。さらに、4.0 MeV の炭素イオン(C^+ , C^{4+})ビームの集束も確認されています。これらはイオンビームがガラス曲面上で引き起こす帯電や表面すれすれの散乱に起因する現象と考えられ、現在、その物理的な機構の解明に取り組んでいます。

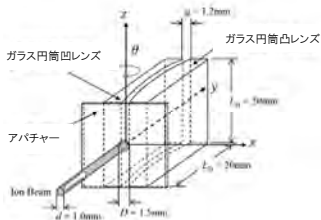


図1 ガラスイオン流路の構造



図2 ガラスイオン流路の正面写真

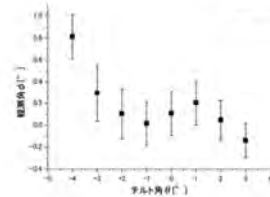


図3 ガラスイオン流路を通過した Ar^{3+} イオンビームのチルト角と観測角の関係

研究シーズの応用例・産業界へのアピールポイント

- ①電磁石不要の小型・省電力イオンビーム発生装置は様々な微細加工・分析装置に応用可能
- ②MeV 級の大型イオン加速器の小型化にも貢献できます

特記事項(関連する発表論文・特許名称・出願番号等)

- ①イオンビーム軌道制御装置(特許第 5550042 号)