

Title	高エネルギーイオンビームを用いた表面分析装置の開発研究
Author(s)	井上, 憲一
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37508
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

Osaka University

氏名・(本籍)	井 上 憲 一
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 9 5 1 5 号
学位授与の日付	平成 3 年 2 月 26 日
学位授与の要件	学位規則第 5 条第 2 項該当
学位論文題目	高エネルギーイオンビームを用いた表面分析装置の開発研究
論文審査委員	(主査)
	教授 難波 進
	(副査)
	教授 浜川 圭弘 教授 小林 猛 教授 蒲生 健次 助教授 高井 幹夫

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、高エネルギーイオンビーム分析装置に関する一連の研究の成果をまとめたもので、高エネルギービーム集束光学系の研究、コンパクト多機能イオン分析装置の開発研究、また応用分析技術の研究を含み、本文 7 章と謝辞から成っている。

第 1 章では現在の分析要求を概観し、現状の高エネルギーイオン分析技術の問題点を議論することで、本研究の目的・意義を明らかにした。

第 2 章では高エネルギーイオンと固体との物理的相互作用から、高エネルギーイオンを用いた代表的な分析方法：RBS, PIXE, ERDA などの原理と特徴を概説し、他分析手法と比較し、実用分析装置の仕様を導いた。

第 3 章では既設 1.5MeV マイクロビームラインを用いて、高エネルギーイオンの集束技術を研究し、最小ビーム径を決定する要因を明らかにした。イオン軌道追跡シミュレーションを開発、光学的収差の定量的評価を行った。リアルタイム・ビーム径測定技術を確立し、最小ビーム径 $2.2 \times 1.3 \mu\text{m}^2$ を達成した。

第 4 章ではサブミクロン・プローブの実現を目指したビーム集束光学系の開発研究を行った。3 次元磁場解析に基づいて磁極形状を最適化した低収差四重極レンズおよび円筒エッジをもった低散乱対物スリットを新たに開発し、収差要因を徹底的に排除した結果、最小ビーム径 400keV He^+ で $0.9 \times 0.7 \mu\text{m}^2$ を実現した。

第 5 章では、実用の高エネルギーイオン分析装置の開発研究を行った。マイクロビームによる顕微鏡機能、チャネリング測定のためのビーム・コリメーション機能、多サンプルの連続測定機能などの多機能化をはかるとともに、新しく考案した直線配置光学系を採用することで装置をコンパクト化し、従来

比 $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{5}$ のサイズを実現した。ビーム集束性能 ($0.75 \times 1.0 \mu\text{m}^2$) などを実測し、装置仕様の妥当性と有用性を証明した。

第6章では、多機能分析装置によって開拓される新しい画像化分析について考察、実証した。また、分析中の照射損傷について定量評価を行い、非破壊分析として許されうる最小ビーム径について検討した。

第7章では第3章から第6章までの研究成果をまとめ、本研究の目的である実用分析装置の実現を示した。

論文審査の結果の要旨

本論文は、電子デバイス材料の3次元非破壊分析測定を目的とした高エネルギーイオン分析装置の開発研究の結果をまとめたものである。

これまでの高エネルギーイオンビーム分析技術の問題点は、イオンビーム径が1mm程度と大きいとその分析領域が広く、高密度化、高集積化された電子デバイスやそのプロセス過程の材料を分析することが不可能な点にあった。これは、高エネルギーイオンビームの集束光学系の設計製作が容易でないためである。

本研究では、高エネルギーイオンビームの集束技術として、最小ビーム径を決定する要因を実験と計算機シミュレーションにより定量的に明かにし、その結果を基にして低収差の四重極レンズおよび円筒エッジを持つ低散乱スリットを新たに開発し、サブミクロンの高エネルギーイオンビームを形成する技術を確立した。さらに、このレンズ径を用いて従来では採用されていない直線配置光学系を開発し、サブミクロンのビーム径を持つ従来比で $\frac{1}{3}$ ~ $\frac{1}{5}$ のサイズの高エネルギーイオン分析装置を実現した。

これらの研究は、高エネルギーイオン分析技術が電子デバイス開発過程に用いられるための実用化の可能性を初めて実証したものであり、ビーム工学の発展に寄与するところ大である。よって工学博士論文として価値あるものと認める。