

二次電子イメージングを用いた
マイクロイオンビーム自動収束システムの開発
Development of the automatic micro-ion-beam focusing system
using the secondary electron imaging system

*鈴木 脩平¹, 石井 慶造¹, 松山 成男¹, 寺川 貴樹¹, 藤原 充啓¹, 関 大輝¹, 佐多 大地¹,
今泉 光太¹, 畠山 泰輔¹

¹東北大学大学院工学研究科量子エネルギー工学専攻

ビームスキャン及び二次電子情報から試料の形状画像を取得するシステムの開発を行った。これを用いた四重極電磁石の電流量を自動調整するフォーカシングシステムの開発について報告する。

キーワード：マイクロイオンビーム, 二次電子

1. 諸言

東北大学では、マイクロビーム用いてマイクロ PIXE 分析や RBS, X 線 CT などの応用研究が行われている。マイクロビーム形成について、これまではマイクロ PIXE 分析により取得した金属メッシュの画像から定性的にビーム径の大きさを判断し、二連四重極電磁石(Q レンズ)の電流量を変化させる操作を繰り返すことでビーム径を調整してきた。これには、調整にかかる時間や精度の問題点があるため、二次電子情報により試料の形状情報を取得可能なシステムを開発し、それを用いて Q レンズの電流量を自動調整することでマイクロビーム調整に要する時間を短縮させることを可能とするシステムの開発を目的とした。

2. 実験・結果

二次電子検出計数特性向上のため、高速での信号処理, I/O が可能で, LabVIEW 制御が可能なモジュールを用いた二次電子イメージングシステムを構築し、実験を行った。このシステムは、アナログ電圧信号をスキャナ電極に流しビームを任意の波形にスキャンし、二次電子検出器からの電流信号を IV コンバータでモジュールが読み取り可能な電圧信号へと変換し、その信号をトリガーとして二次電子の位置情報を取得している。また、金属グリッドを XY スキャンした際の収量曲線はビーム形状を示すため、得られた収量曲線とフィッティングパラメータを持った関数とを非線形レーベンバーグ・マーカート法によりフィッティングし、自動的にビーム径を計測するシステムを構築した。算出されたビーム径から Q レンズの電流量を自動変更するシステムを開発した結果、ビーム径は(x,y)=(1.3 μ m, 1.7 μ m)から(x,y)=(0.9 μ m, 1.3 μ m)まで収束した。また、収束にかかる時間はビーム径の再測定も含めて 40 分程度であり、1 時間以上かかっていた従来の手法よりも短時間で収束が可能となった。

3. 結論

自動ビーム収束システムの開発により、リアルタイムにビーム径が計測されることで定量的にビームの収束を判断することが出来、また、自動で Q レンズの電流量を変化させるため既存の手法の手順の煩雑さという問題も解消した。これにより、ビーム収束時間の短縮を達成した。

*Shuhei Suzuki¹, Keizo Ishii¹, Shigeo Matsuyama¹, Atsuki Terakawa¹, Mitsuhiro Fujiwara¹, Daiki Seki¹, Daichi Sata¹, Kota Imaizumi¹ and Taisuke Hatakeyama¹

¹Department of Quantum Science and Energy Engineering, Tohoku University