

小型イオンマイクロビーム装置の引出条件の改良によるビーム径縮小

Beam diameter reduction by improvement of an extraction condition in a compact ion microbeam system

*大久保 猛¹, 石井 保行¹

¹ 量子科学技術研究開発機構

数百 keV プロトンマイクロビームを形成する小型イオンマイクロビーム装置において、イオン源からのビーム引出部の電極間距離をこれまでより短くする改良を行った結果、ビーム径 1.8 μm を形成できた。

キーワード: マイクロビーム, 加速レンズ, PBW, PIXE

大型装置により形成される MeV 級プロトンビームによる加工及び分析技術は、1 μm レベルの空間分解能による微細構造体製作や微量元素分布計測を可能にし、Lab-On-Chip 製作や生物細胞の高空間分解能分析を通じて医療分野や食品衛生分野への貢献が期待されている。しかし、大型装置ではこれらの技術の普及は困難であることから、この解決策として、量研機構高崎研では数百 keV 級の小型イオンマイクロビーム装置の研究開発を行っている[1]。この装置では加速機能と集束機能を同時に発揮できる加速レンズとデュオプラズマトロン型イオン源を用いており、このレンズ系ではイオン源からの引出ビーム、即ち入射ビームのエネルギーをより小さくした方がより大きな縮小率を得ることができる[2]。しかし、イオン源の引出電圧を小さくすると、電場が弱くなることにより入射ビームの輝度が低下するため、最終的なマイクロビーム形成に必要である高品質なビーム成分が少なくなる問題があった。

そこで本研究では、イオン源のビーム引出に関与しているアノード電極と引出電極の間の距離をこれまでより短くすることで、より小さな引出電圧を印加しても同等の引出電場を生成できるようにした。これにより、入射ビームの輝度の向上を行い、加速レンズ系の縮小率を増強してビーム径の縮小を図った。放電耐圧等を考慮して電極間距離をこれまでの三分の二程度にした結果、図 1 に示すようにビーム径が 5.8 μm から 1.8 μm へとおよそ三分の一に縮小した。これは、入射ビームのエネルギーの縮小により想定される縮小率増大の効果を上回る結果である。その一つの要因として、電極間距離が短くなったことにより、ビームがそこを通る際に起こる中性ガスとの衝突が減少したことで、より高品質なビームが引き出されて最終的に形成するマイクロビームのハロー成分が小さくなったことが考えられる。詳細は当日発表する。

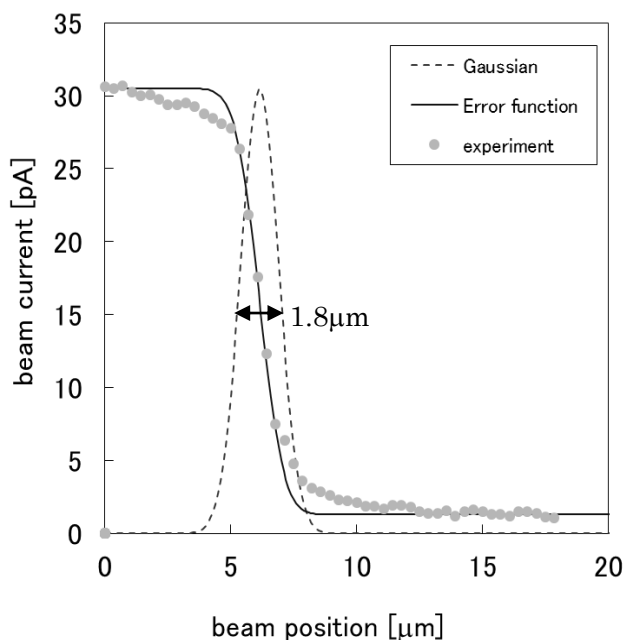


図 1 : ナイフエッジ法を用いたビーム径測定
データとフィッティングの結果

参考文献

[1] T. Ohkubo and Y. Ishii: Rev. Sci. Instrum., 86, 036102 (2015).

[2] T. Ohkubo, Y. Ishii, Y. Miyake and T. Kamiya: AIP Conf. Proc., 1525, 370 (2013).

*Takeru Ohkubo¹ and Yasuyuki Ishii¹

¹ National Institutes for Quantum and Radiological Science and Technology (QST)