

小型イオンマイクロビーム装置用 PIG イオン源の開発

Development of a PIG Ion Source for a Compact Ion Microbeam System

量研機構・高崎研¹, ㈱ビーム精工², [○]石井 保行¹, 大久保 猛¹, 三宅 善信²

QST Takasaki¹, Beam Seiko Instr. Inc.² [○]Yasuyuki Ishii¹, Takeru Ohkubo¹, Yoshinobu Miyake²

E-mail: ishii.yasuyuki@qst.go.jp

数 100keV から数 MeV のイオンマイクロビーム（以下、マイクロビーム）はイオンビーム分析や微細加工に利用され、その有効性が実証されている。このマイクロビームは現在、加速器、ビームライン及び集束レンズ装置からなる全長が 30m にも及ぶ大型の装置で形成されているが、マイクロビームの普及には小型の装置（2×2×3m³程度）の開発が必須となっている。

量研機構・高崎研究所では、静電加速器の主要部品の加速管によりビームの加速と集束が同時に行えることに着目し、これを積極的に利用して縮小率 500 以上と数 100keV のビームエネルギーが得られる 3 段加速レンズ及びこのレンズに適した低エネルギーで、高輝度なイオンビームを発生するデュオプラズマトロン型イオン源を開発し、300keV 小型イオンマイクロビーム装置（以下、小型マイクロビーム装置）を構築した。これまでに、120keV の水素イオンビームで 2.8μm 径を実験的に形成し、現在、更なる径縮小の研究を行っている。

並行して、小型マイクロビーム装置の実用化に向けた研究開発も行っている。この中でデュオプラズマトロン型イオン源は、フィラメントを使用しているため、頻繁な交換とともに、消費電力が大きく、熱流入部分の冷却が必要である。加えて、サイズも大きい。この装置の実用化には、小型及び小消費電力で、且つ長時間使用可能なイオン源が必要である。この候補の一つの PIG イオン源は簡便なプラズマ発生機構

からフィラメントが無く、加えて、大きさ、消費電力及び使用時間に関しても目的を満たす。しかし、一般的なものでは、前述のイオンビームの発生が困難である。そこで、本研究ではこのイオンビームの発生を可能とするため、高密度、且つ小プラズマ領域からイオンビームを発生するタイプの図 1 に示す電磁石型の PIG イオン源を設計・試作した。一般的な PIG イオン源は、永久磁石型が多く、消費電力は小さいが、本イオン源では、高輝度なビームを得るのに必要な磁場の強さを実験により求めるため、電磁石型とした。今回、試作した電磁石型 PIG イオン源から主に水素イオンビームを発生することで実験的に性能を評価した。この結果、消費電力（10W 以下）及びビームの輝度とも目的をほぼ満たした。発表では、設計・製作した PIG イオン源及び実験結果に関して報告する。

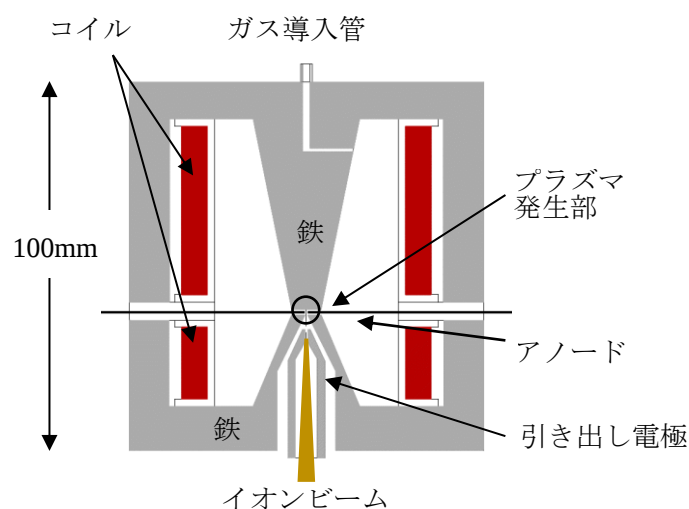


図 1 設計・試作した PIG イオン源の概略図