



Title	微細高輝度集束イオンビーム形成用光学系の開発研究
Author(s)	澤良木, 宏
Citation	大阪大学, 1991, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/37404
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。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏名・(本籍)	澤 良 木 宏
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 9 5 2 4 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	微細高輝度集束イオンビーム形成用光学系の開発研究
論文審査委員	(主査) 教授 難波 進
	(副査) 教授 浜川 圭弘 教授 山本 錠彦 教授 蒲生 健次
	助教授 高井 幹夫

論 文 内 容 の 要 旨

液体金属イオン源を使用した集束イオンビーム装置は、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の高輝度イオンビームの形成が可能で、今後半導体プロセスの中で重要な位置を示すであろうことが予想される。しかし、これまでに研究されてきた装置ではその処理速度と集束ビーム径の点において不十分であり、実プロセスの導入はまだ難しい。そこで、集束イオンビーム装置をより実用レベルに近づけるために、イオン光学系の開発研究を行った。

イオン光学系の理論的評価のために、電子光学系評価プログラムを作成した。このプログラムを用いて、静電集束偏向系のレンズと偏向器の位置の最適化を行った。その結果、最終レンズの前段に2つの偏向器を置き、それぞれに印加する偏向電圧の電圧比を調節することで低収差、広領域偏向が可能であることが判った。装置の試作、評価実験を行ったところ理論計算と同程度の結果が得られ、この方式によるイオン光学系により、処理速度の向上が期待できた。

つぎに、広いエネルギーの範囲で高集束イオンビームの形成が可能なイオン光学系についての研究を行った。広いエネルギー範囲で微細ビームを形成するために、減速電場型のレンズ系について考察し、この光学系を発展させ、マスフィルタを持つ3~70keVの集束イオンビーム装置を試作した。従来装置では11keVにて $5\mu\text{m}$ 、70keVにて $0.1\mu\text{m}$ 程度のビーム径しか得られなかったのに対して、本光学系を用いることにより11keVにて $0.1\mu\text{m}$ 以下、さらに69keVでは $0.025\mu\text{m}$ のイオンビームを形成する事が出来た。

エネルギーを変えて、レジスト露光、イオン注入、エッチングの応用実験を行い、これまでに述べたイオン光学系を用いることによって集束イオンビーム技術を実デバイス作成の一手法として応用できる

ことを示した。

論文審査の結果の要旨

本論文は微細高輝度集束イオンビーム（FIB）装置の開発のために、まず電子光学系評価プログラムを作成し、これを用いて集束イオンビーム装置を設計・製作し、集束特性を調べるとともに、種々の微細加工プロセスに適用してその有用性を実証した成果をまとめたものである。

FIB装置は、半導体プロセスを簡略化、高精度化および高信頼化し、またその場加工等の将来の電子デバイスプロセスに重要な新しい加工法をもたらすものとして期待されている。しかしそれが広く用いられるためには、低収差で広領域偏向が可能なイオン光学系や広いエネルギー範囲で微細ビームが得られる装置の開発が必要である。

本論文では、開発した電子光学系評価プログラムを用いて広領域、低収差偏向器の設計を行い、最終レンズの前段に2つの偏向器を用いる偏向系が優れている事を示すとともに、実際に装置を試作して実証している。広エネルギー化のために、減速電界型光学系について考察し、減速電界レンズの電極形状を最適化してビームエネルギー11keVで $0.1\mu\text{m}$ 以下、69keVで $0.025\mu\text{m}$ のFIBを実現している。このような広範囲にわたって $0.1\mu\text{m}$ 以下のFIBが得られる装置は、世界的にみて初めてのものと思われる。

さらに開発した装置を用いて、GaAs金属ゲート電界効果トランジスタ（MES-FET）用のサブミクロンゲートパターンの形成、イオン注入およびイオン照射損傷の評価を行い、半導体プロセス装置としての有用性を示している。

すなわち、本研究は、イオン光学系を考察して半導体プロセス装置としての低収差、広エネルギー微細集束イオンビーム装置を開発したもので、イオンビーム工学の進歩に大きく貢献しており、博士論文として価値あるものと認める。