

専攻		学籍番号		指導教官氏名	
申請者氏名	津 曲 隆				

論 文 要 旨

論文題目	微細集束イオンビーム形成用静電型集束偏向光学系に関する研究
------	-------------------------------

(要旨 1,200 字以内)

微細集束イオンビーム (FIB) は、半導体プロセスにおけるマスクレスイオン注入や超微細加工等への応用が期待されている。微細ビームを応用する場合、一般に問題となるのがスルーブットである。スルーブットの改善には、ビームの広領域偏向を実現することが有効である。本論文は、この問題を中心に議論したものであり、広領域偏向を可能とする新しい静電型集束偏向光学系について述べる。さらに、FIB光学系の特性評価のために開発した、いくつかの計算機シミュレーションシステムについても述べる。

第1章では、集束イオンビーム形成技術に関する研究の現状および問題点について述べ、本研究の目的とするところを明確にする。

第2章では、静電型光学素子(レンズ、偏向器、多重極子等)のポテンシャル分布の数値解析手法について論じる。よく知られているように、静電光学系の特性評価には、方位角方向に関するフーリエポテンシャル成分が重要な意味を持つ。本章では、軸対称場の解析に当り、従来利用されていた高速表面電荷法を、フーリエポテンシャルの解析へ応用することを提案し、この方法がフーリエポテンシャルの高精度計算に有効であることを、数値計算により明らかにする。また、本章では、計算時間を短縮するために、直線形状電極から誘起される軸上ポテンシャル関数の解析式を提案する。

第3章では、摂動特性関数を使って議論されている Sturrock の電子光学理論について詳細に解説した。そして、この理論を使って、静電光学系の三次幾何収差及び一次色収差、さらにこれらの収差係数

相互間の興味ある関係について考察する。 静電系の全ての収差係数を評価できる計算機援用システムを開発したことも述べる。

「ビームの電流密度分布はどのようになっているか」を知ることは集束ビームを応用する上で極めて重要である。 第4章ではこの問題を論じる。 液体金属イオン源を搭載した静電光学系のビーム特性が近軸軌道と色収差だけでほぼ決まることに着目した解析手法を提案する。 この方法を用いれば、従来に比べかなり短時間に電流密度分布を計算できることを示す。

第5章では、静電型集束偏向系の機械誤差の影響について考察し、機械誤差によって発生する機械的ポテンシャル及び機械的収差の一般的な解析理論を提案する。 一方、本研究の最終ターゲットである広領域偏向光学系では、偏向器の機械誤差の影響が重要になると考えられる。 この目的のために開発した、計算機プログラムといくつかの計算例を示す。

第6章では、広領域偏向FIB光学系の試作及びその評価結果について述べる。 計算機シミュレーションにより、約200 nmφのプロープ径で2×2 mm²と従来にない広領域への偏向が可能となる静電型光学系を得た。 この光学系は、2個のレンズと2個の八重極偏向器によって構成されている。 なお、2個の偏向器は、偏向色収差を除去するために、レンズ間に配置している。 この光学系を実際に試作し、その評価実験を行ったところ、実験結果とシミュレーションによる予想値とがほぼ一致することを確認した。 この結果、上記性能を満足する高性能FIB光学系を実現できる見通しが得られた。

第7章では、本研究で得られた成果のまとめと、FIB光学系に関する今後の展望及び課題等について考察する。