

Title	低加速電圧静電型高縮小高アナモルフィック電子光学鏡筒に関する研究
Author(s)	山崎, 裕一郎
Citation	大阪大学, 1994, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39203
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。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	やま ざき ゆう いら ふう 山 崎 裕 一 郎
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 1 5 2 4 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 6 年 8 月 3 日
学 位 授 与 の 要 件	学位規則第4条第2項該当
学 位 論 文 名	低加速電圧静電型高縮小高アナモルフィック電子光学鏡筒に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 西 原 浩 教 授 志 水 隆 一 教 授 藤 岡 弘

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、低加速電圧静電型高縮小高アナモルフィック電子光学鏡筒に関する研究をまとめたもので、8章から構成されている。

第1章は序論であり、本研究に関する関連分野のこれまでの研究経緯について述べ、本研究を始めた動機および目的と意義を明かにしている。

第2章では、電子放出面を楕円とし、アナモルフィック結像条件における電子電流密度の上限値、分布および輝度の理論上限値の表現式を導き、回転対称系との比較を行い、アナモルフィック結像系における楕円クロスオーバの輝度の理論上限値が回転対称系のそれと一致することを示している。

第3章では、等電位空間における楕円断面ビームを円形スポット集束する際の、空間電荷効果によるビーム径の増大の表現式を求め、ビーム開き角の縦横比およびビーム径の増大の関係を回転対称ビームの場合と比較し、空間電荷効果によるビーム径の増大が回転対称ビームに比べて低減できることを示している。

第4章では、二重および三重四極子レンズでの近軸特性の解析を行い、レンズの励起条件と電極の幾何学的配置を最適化することで、高縮小高アナモルフィック結像条件が得られることを示している。

第5章では、4章で求めた条件の下で、三重四極子レンズの開口および色収差特性の解析、および収差の補正の検討を行い、近軸特性と収差特性を含めたビーム特性を求め、 $0.1 \mu\text{m}$ 相当のスポットが形成できることを理論的に示している。

第6章では、静電型レンズの実用には欠かせない電子ビーム照射汚染の洗浄に関して、 O_2 と CF_4 の混合ガスをダウンフロー法により汚染物に導入して洗浄するドライ洗浄方法を示し、さらに、鏡筒から外部を取り外すことなく洗浄を行う、その場洗浄の基礎的実験を行い、その結果を検証している。

第7章では、高アスペクト比の矩形の電子放出面をもつLa B₆ 熱陰極電子銃および三重四極子レンズを設計・試作し、ビーム特性の評価を行っている。

第8章では、本研究で得られた成果を総括し、今後の問題点や残された課題を明かにしている。

論文審査の結果の要旨

最近の超 LSI の製造および評価過程では、マスクあるいはウェーハ全面を細く絞った電子ビームで走査する技術が活用されているが、その走査時間の短縮化が要求されており、そのため高空間分解能電子ビームの大電流化が重要な課題となっている。本論文は、これまでの回転対称電子光学系による達成値の壁を乗り越えるために、回転対称系でない電子光学系、すなわち高アスペクト比の電子放出面をもつ陰極を四極子電子レンズ系を組み合わせた新しい電子光学系を提案し、理論的・実験的に検討を行ったものである。得られた主要な成果を要約すると、次のとおりである。

- (1) 高アナモルフィック電子光学系において、陰極像を楕円と仮定し、回転対称系の Langmuir 上限値を楕円断面系に拡張して陰極像面での電流密度の理論上限値を明らかにしている。
- (2) 三重四極子電子レンズを組み合わせ、かつ開口収差補正および色収差低減を施すことにより、暫定目標ある $100\ \mu\text{m} : 10\ \mu\text{m}$ の高アスペクト比陰極像をビーム電流 100nA で $0.1\ \mu\text{m}$ 相当のスポットに結像する高縮小高アナモルフィック結像条件が達成できることを理論的に明らかにしている。
- (3) 静電型四極子電子レンズ系を安定に動作させるために必須となる電子ビーム照射汚染の洗浄について、新たに提案した反応性ガスの活性種を用いた洗浄法に関する基礎実験を行い、その洗浄効果を検証している。
- (4) 高アスペクト比の La B₆ 単結晶を用いた熱陰極電子銃と組み合わせた三重四極子レンズ系の設計および試作を行い、電子ビーム特性が理論計算とほぼ一致することを確認し、本研究の理論計算の妥当性を明らかにしている。

以上のように、本論文は、低加速電圧で動作する静電型の高縮小高アナモルフィックな電子光学鏡筒の設計・作製に関して多くの新しい知見を含んでおり、電子工学の発展に寄与するところが大きい。よって、本論文は博士論文として価値あるものと認める。