The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	一括図形照射式電子ビーム描画装置の高精度化の研究
Author(s)	早田, 康成
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44471
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、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

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

The University of Osaka

氏　　名　早田康成（そうだ やすなり）

博士の専攻分野の名称　博　士（工　学）

学位記番号　第　17985　号

学位授与年月日　平成15年3月25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　**一括図形照射式電子ビーム描画装置の高精度化の研究**

論文審査委員　（主査）
教　授　蒲生　健次

（副査）
教　授　奥山　雅則　　教　授　岡本　博明

論文内容の要旨

電子ビーム描画装置はパターン発生機能を持つリソグラフィ装置として微細加工技術を支えてきた。本論文は電子ビーム描画装置の高速高精度化を図るために考案された一括図形照射法を実現するための電子光学系の研究結果をまとめたものである。本研究の主要点はパターン状の電子ビームである一括図形ビームの試料上への高精度な形成方法に関するものであり、新たな開口形状やマスク構造及び電子光学的手法を提案することによりこれを実現している。

本研究のより具体的な目標は1）2桁以上の複数の一括図形ビームを可変成形ビームとともに高精度に形成する電子光学系を提案する、2）高精度を実現するための自動調整方法を提案する、3）ナノメータリソグラフィに対応するための一括図形開口形成の高精度化方法を提案する、4）クーロン効果による一括図形ビームの解像度劣化に対する方策を提案する、の4点である。

まず、2段図形選択偏向と逆励磁2段縮小の実用的な構造により21図形の転写を実現することを提案した。この電子光学系をもとに、21図形の位置測定による自動回転・倍率制御方法と、焦点変化に起因するビーム位置変化の測定と特殊な一括図形開口を用いることによるクロスオーバ像の自動制御手法を新たに提案し、高精度な一括図形ビーム形成を可能とした。以上の結果、複数の一括図形の高精度な転写を実現した。

次ぎに高散乱コントラストを利用したマスクの薄膜化の提案によりナノメータリソグラフィへの見通しを得ると同時に、変形マスクによる描画図形形状制御の可能性を明らかとした。更に動的焦点補正及びフィールド形状補正による平均的空間電荷効果の抑制と電流密度低減マスクの応用による確率的空間電荷効果の抑制により、クーロン効果への対処方法の指針を明らかにした。

これらの新たな手法の提案により一括図形照射法の高精度化を実現することができた。

論文審査の結果の要旨

電子ビーム露光法は、作成に多くの時間と費用がかかるマスクを用いる必要がなく、柔軟な超高集積回路素子のパターン描画法として期待されているが、高精度パターンの描画に時間がかかることが、実用化にとって大きなネックとなっている。本論文は高速高精度化を図るために考案された一括図形照射法を実現するための電子光学系、高精度微細パターンを一括図形照射法によって描画できる新しい散乱コントラストマスクを提案、試作してその電子光学的

特性と描画特性を評価するとともに、さらに電子間のクーロン反発力による解像特性の劣化、すなわちクーロン効果の影響とその低減についても検討して、一括図形照射式電子ビーム描画法の高精度化、高速化を実現した研究結果をまとめたものである。

高速化を図るには、多数の図形を持つマスクを使う必要がある。このため、必然的にマスクは大きくなり、図形選択のため電子ビームは広角偏向する必要が生じ、偏向収差や回転倍率誤差が大きくなって精度が劣化する。申請者はこの問題を、2段図形選択偏向と逆励磁2段縮小レンズ系および一括図形ビーム像位置の計測により解決できることを示した。また、微細化に伴って作成が困難になってくるマスクは、新しい薄膜ステンシルマスクによって解決でき、50 nm 以下のパターン形成ができる可能性を示した。さらに高速化のために大電流化することによって生じるクーロン効果は、変形図形マスクおよび動的焦点補正及びフィールド形状補正によって低減できることを示した。さらに、試作した装置を用いて実際に描画を行い 80 nm 以下のナノメートルパターンの高速高精度描画ができることを実証した。

このように本論文は、電子ビーム露光法の高速化高精度化に多大の成果をあげ、先端半導体プロセス技術の発展に大きく貢献しており、学位（工学）論文として価値あるものと認められる。