



Title	電子ビーム描画装置の性能向上に関する研究
Author(s)	榊原, 慎
Citation	大阪大学, 2019, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/72582
rights	
Note	やむを得ない事由があると学位審査研究科が承認したため、全文に代えてその内容の要約を公開しています。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

論文内容の要旨

氏 名 （ 榊原 慎 ）	
論文題名	電子ビーム描画装置の性能向上に関する研究
論文内容の要旨 本論文は、著者が2002年から現在まで、株式会社日立製作所在職中、ならびに、2014年4月から現在まで、大阪大学大学院情報科学研究科情報システム工学専攻博士後期課程在学中に行ってきた電子ビーム技術に関する研究のうち、電子ビーム描画装置の性能向上に関する研究をまとめたものである。 第1章では、本研究の背景および目的を記述する。まず、半導体プロセスにおける電子ビーム描画装置の変遷とその性能向上に必要な技術を説明する。その中でも最終的な描画の寸法精度や位置精度を決めるための、電子ビームの2次元プロファイル（形状）やその位置の計測の概要と高精度化に向けた課題について述べる。 第2章では、電子ビーム描画装置の高精度化および高速化を目指す際に、理論上の計測限界を決めるノイズの伝搬原理について述べる。まず、1次電子が試料に照射され、放出された電子が検出されるまでの信号品質の変化を述べた後、その検出限界と理想的な検出方法について論じる。複数のノイズの伝搬を検証するために、散乱回数に依存した信号品質の変化についても検討する。最後に、電子ビーム描画装置において電子を検出する際の理想的な構成について論じる。 第3章では、可変成形方式および一括図形方式の電子ビーム描画装置の性能向上に向けて、電子ビームの形状計測および位置計測の高精度化の取り組みについて述べる。2章で得られた知見から電子の散乱回数を減らすことを検討し、透過型薄膜マークを用いた透過信号検出方式を提案する。本方式の構成を設計し、電子ビーム描画装置の位置計測と形状計測の高精度化を検討する。また、従来の反射信号検出方式の計測精度を比較評価し、描画性能への影響について述べる。 第4章では、マルチビーム方式の電子ビーム描画装置において、ビームごとの照射量調整を可能にするための計測方法について述べる。開発したマルチビーム方式の電子ビーム描画装置は、1024本の電子ビーム（電流1 nA/本）を、100 MHzクロック（周期10 ns）でビームをON/OFFして照射する。この高周波かつ微弱なパルスビームの照射量を計測するシステムの構成について述べる。検出器の選定、計測の目標精度を達成するための計測アルゴリズムと、その精度を検証するために必要な単体評価装置について述べる。さらに、本計測システムをマルチビーム方式の描画装置に搭載し、複数本のパルスビームの動作を確認し、個々のビームの照射量を調整して描画した結果について述べる。	

論文審査の結果の要旨及び担当者

氏 名 (榊 原 慎)			
	(職)	氏 名	
論文審査担当者	主 査	教授	中前 幸治
	副 査	教授	尾上 孝雄
	副 査	准教授	三浦 克介
	副 査	特任教授	谷口 研二(大阪大学工学研究科附属オープンイノベーション教育研究センター)

論文審査の結果の要旨

本論文は、電子ビーム描画装置の性能向上に関する一連の研究をまとめたものである。得られた主な成果は次の通りである。

(1) 半導体プロセスにおける電子ビーム描画装置の性能向上の課題として、次の5項目にまとめている。

- ・装置の高精度化および高速化の理論上限を決めるショットノイズ伝搬
- ・電子ビームの2次元プロファイル(形状)計測
- ・ウェーハ上のアライメントマークに対する電子ビームの位置計測
- ・電子ビームを偏向制御した際の相対位置計測
- ・マルチビーム方式電子ビームの照射量制御とその計測

(2) 限界を決めるショットノイズ伝搬について、1次電子が試料に照射され、放出された電子が検出されるまでの信号品質(信号/ノイズ比)の変化を、複数の物理過程を考慮して検討し、実証している。これらの結果から、電子ビーム描画装置における理想的な電子検出方式を、具体的には、散乱回数を減らす透過型薄膜マークを用いた透過信号検出方式を提案している。さらに、従来の反射信号検出方式の計測精度と比較し、描画性能の向上につながることを検証している。

(3) 提案した透過型薄膜マークは、可変成形方式および一括図形方式の電子ビーム描画装置における電子ビームの形状計測、ウェーハ上のアライメントマークに対する電子ビームの位置計測、電子ビームを偏向制御した際の相対位置計測の高精度化につながることを検証している。

(4) マルチビーム方式の電子ビーム描画装置におけるビームごとの照射量調整を可能にするため、各電子ビームを高周波信号でオン・オフする照射方式、並びに、照射量の計測手法を設計・開発し、実証している。

以上のように、本論文は電子ビーム描画装置の性能向上に関して多くの新しい知見を含んでおり、情報システム工学の発展に寄与するところが大きい。よって、博士(情報科学)の学位論文として価値のあるものと認める。