

Title	高解像度露光シミュレーションに関する研究
Author(s)	長谷川, 晋也
Citation	
Issue Date	
Text Version	none
URL	<a href="http://hdl.handle.net/11094/37591">http://hdl.handle.net/11094/37591</a>
DOI	
rights	
Note	

*Osaka University Knowledge Archive : OUKA*

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

氏名・(本籍)	はせがわ しんや 長谷川 晋也
学位の種類	工 学 博 士
学位記番号	第 9616 号
学位授与の日付	平成 3 年 3 月 14 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	高解像度露光シミュレーションに関する研究
論文審査委員	(主査) 教 授 難波 進 (副査) 教 授 浜川 圭弘 教 授 小林 猛 教 授 蒲生 健次

### 論 文 内 容 の 要 旨

サブハーフミクロンレベルのパターン形成には、電子線露光、及び、X線露光が有望と考えられる。形成されたパターンの検査技術も、また、微細化を支える重要な技術である。パターンが微細化するに従って、露光・検査に及ぼす要因は多くなっており、これらを最適化するためには、シミュレーションの実用化が必須である。実用的なシミュレーションに要求されるものは、高速性と、自由度の高さである。電子線露光、及び、電子線を用いたパターン検査のシミュレーションには、統計的手法であるモンテカルロシミュレーションがよく用いられている。モンテカルロシミュレーションは、対象物の材質、構造、形状の設定の自由度が高い点で実用化の条件の1つを満たしている。しかし、統計的手法であるために高速性を満足することはできなかった。一方、X線露光のシミュレーションでは、統計的手法を用いなくてすむため高速性の点では問題がなかったが、自由度の点では、X線マスク吸収体形状、X線の位相の取扱いが不十分であった。

本研究では、電子線露光のシミュレーションにおいて、モンテカルロシミュレーションのベクトル化計算手法を開発し、100倍の高速化を実現した。さらに、電子線露光に用いられる多層レジストプロセスの適正化を行った。また、パターン検査のための形状測定において、モンテカルロシミュレーションによる測定信号と試料形状の対応づけを基に、線幅のみでなく試料断面形状を測定できる全波形比較法を開発した。この信号のシミュレーションでは、信号合成法も開発し、計算量を%に縮小することにより一層の高速化を行った。また、X線露光のシミュレーションにおいては、X線の強度、位相の両者を考慮した上で、X線マスク吸収体の側壁傾斜を取り扱えるシミュレーション手法を開発し、従来の垂直吸収体で解像性を損なっていたフレネル回折が吸収体側壁の傾斜によって低減されることを明らかにした。

## 論文審査の結果の要旨

本論文は、半導体集積回路のサブハーフミクロンレベルの高解像度露光シミュレーション技術に関する研究結果をまとめたものである。

半導体集積回路のパターンの微細化にともない、露光および検査の最適化のためのシミュレーションの高速化が望まれているが、電子線露光のための自由度の高い統計的な手法であるモンテカルロシミュレーションでは、その高速化が図られておらず、実用には至っていなかった。また、統計的な手法を必要としないX線露光のシミュレーションでは、マスク形状やX線の位相の取扱が不十分なため、その自由度が不足しており、実用化の域に達していなかった。

本研究では、電子露光のシミュレーションについて、モンテカルロ法のベクトル化計算手法を新たに開発し、100倍の高速化を実現し、多層レジストプロセスの最適化を高速に実現可能とした。さらに、パターン検査のための形状測定においても、モンテカルロシミュレーションによる測定信号と試料形状の対応づけにより、新しい信号合成法を開発し、計算量を $\frac{1}{2}$ とし、試料断面形状の測定の高速化を実現した。また、X線露光のシミュレーションについては、吸収体マスクの側壁傾斜を取り扱える手法を新たに開発し、吸収体側壁の傾斜を最適化することにより、解像性を損なわせるフレネル回折を低減できることを示した。

これらの研究は、半導体集積回路の露光および検査プロセスを飛躍的に高速化するものであり、半導体工学の発展に寄与するところ大である。よって工学博士論文として価値あるものと認める。