

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	Robust Lithographic Mask Generation For Advanced Technology Nodes
著者(和文)	AWAD Ahmed
Author(English)	Ahmed Awad
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:甲第10324号, 授与年月日:2016年9月20日, 学位の種別:課程博士, 審査員:高橋 篤司,上野 修一,一色 剛,原 祐子,中原 啓貴,児玉 親亮
Citation(English)	Degree:., Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:甲第10324号, Conferred date:2016/9/20, Degree Type:Course doctor, Examiner:,,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

(博士課程)

論文審査の要旨及び審査員

報告番号	甲第	号	学位申請者氏名		Ahmed Awad	
		氏名	職名		氏名	職名
論文審査 審査員	主査	高橋篤司	教授	審査員	中原啓貴	准教授
	審査員	上野修一	教授		児玉親亮	主務(東芝)
		一色剛	教授			
		原祐子	准教授			

論文審査の要旨 (2000 字程度)

本論文は、「Robust Lithographic Mask Generation For Advanced Technology Nodes (最先端技術世代のためのロバストリソグラフィマスク生成)」と題し、英文9章から成る。

第1章「Introduction(序論)」では、光リソグラフィ技術が集積回路の高集積化と製造コスト低減を支え続けているが、微細化の進展にともないマスクパターンがウエハ上にそのまま転写されないため、許容すべき製造条件の範囲内で設計パターンがウエハ上に形成できるよう予めマスクパターンを補正する光近接効果補正(OPC, Optical Proximity Correction)に関する要求が高まっていることを指摘するとともに、それら要求に対する本論文の成果を紹介している。

第2章「Previous Work(従来研究)」では、従来の様々なマスク設計手法を概観するとともに、それらの課題を指摘し、本論文の提案手法が従来手法に比べ優れていると述べている。

第3章「Preliminaries(準備)」では、マスク設計手法で用いる光学モデルを紹介するとともに、パターン忠実性、プロセス変動耐性、マスク製造容易性など、マスクおよびマスク設計手法の評価尺度について議論している。また、一般的な OPC エンジンの枠組みを紹介し、本論文の提案手法がこの枠組みに基づくとともに、全体として性能を発揮するよう新たな考えを導入することで個々の構成要素を従来手法から改良していると述べている。

第4章「Intensity Modeling(光強度モデリング)」では、ウエハ上の光強度をカーネル分解してモデル化した場合、あるマスクパターンの低次カーネルによる光強度分布は、類似マスクパターンの同次カーネルによる光強度分布とほぼ一致し、局所的なパターン密度の変化で補正することで十分な光強度見積もり精度が達成できることを示し、類似マスクパターンの低次カーネルによる光強度分布図を利用することで、マスク評価に必要なウエハ上のピクセルの光強度を高速に見積もる手法を提案している。実験により様々な条件で十分短い計算時間で十分な光強度見積もり精度が達成できていることを示し、提案見積もり手法の有効性を示している。また、異なる露光量条件を光強度閾値の差で表現することで露光量条件が異なる場合のマスクパターンの見積もり手法を提案している。

第5章「Pattern Fidelity Aware Mask Optimization(パターン再現性考慮マスク最適化)」では、少ない光強度シミュレーションでパターン忠実性を高めるために、光強度見積もり誤差が大きくなるように工夫しながらマスクパターンを修正する手法を提案し、実験により効果を確認している。

第6章「Process Variation Aware Mask Optimization(プロセス変動考慮マスク最適化)」では、プロセス変動の影響を抑えるための効果的な補助パターンの挿入法を提案し、プロセス変動時のパターン変動量が効果的に削減されていることを実験により確認している。

第7章「Mask Manufacturability Aware Post Processing(マスク製造性考慮後処理)」では、マスクパターン外周を構成する線分数を減らすことでマスク製造の容易性は一般に向上することを指摘し、再現性を大きく劣化させることなく外周を構成する線分数や間隔違反を減らす手法を提案し、再現性が高いマスクパターンに対する有効性を実験により確認している。

第8章「Effective OPC Engine Methodology(効果的な OPC 手法)」では、前章までに提案したマスク最適化、後処理を統合した OPC 手法を提案するとともに、提案手法が他の最新手法と比べ有効であることを実験により示している。

第9章「Conclusions and Future Work(結論と今後の課題)」では、各章で得られた結果を総括し、今後の検討課題を述べている。

以上を要するに、本論文は、許容すべき製造条件の範囲内で設計パターンがウエハ上に形成できるとともに製造コストが低いマスクを短時間で得るための手法を提案するとともに、その有効性を明らかにしたものであり、工学上、工業上貢献するところが大きい。よって我々は本論文が博士(工学)の学位論文として十分価値あるものと認める。

注意:「論文審査の要旨及び審査員」は、東工大リサーチポータル(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。