The University of Osaka
Institutional Knowledge Archive

Title	低エネルギー電子ビームを用いたLSI描画システムに関する研究
Author(s)	中杉, 哲郎
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44321
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

【102】

氏　　名	中杉哲郎（なかすぎてつろう）
博士の専攻分野の名称	博　士（工　学）
学位記番号	第　17889　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1項該当 工学研究科情報システム工学専攻
学位論文名	**低エネルギー電子ビームを用いたLSI描画システムに関する研究**
論文審査委員	（主査） 教授　藤岡　弘 （副査） 教授　村上　孝三　教授　白川　功　教授　西尾章治郎 教授　薦田　憲久　教授　赤澤　堅造　教授　下條　真司

論文内容の要旨

本論文は、低エネルギー電子ビームを用いたLSI描画システムに関する一連の研究についてまとめたものである。

第1章は序論であり、本研究の背景、目的ならびにその半導体工学上の意義、及び関連分野における本研究の位置付けについて述べ、また本論文の構成を説明した。

第2章では、電子ビーム描画システムについて概説した。先ず、現行技術とその問題点について述べ、スループット向上のための手法として低エネルギー電子ビームによるキャラクタプロジェクション描画方式を提案した。また、提案方式に関するスループット解析を行い、システムの目標仕様と技術課題について述べた。

第3章では、低エネルギー電子ビーム描画における微細レジストパターンの形成手法について述べた。先ず、化学増幅型レジストの概要と低エネルギー電子ビーム描画におけるレジストプロセス上の課題について述べ、次いで、それらの課題を解決するために開発した高性能化学増幅型ポジレジストと帯電防止手法について説明した。さらに、薄膜レジストプロセスを用いた微細パターンの形成手法を示し、最後に、パターン品質の観点から化学増幅型レジストにおける感度限界について説明した。

第4章では、レジスト表面を帯電させた際に生じる電位コントラストを利用した高精度な描画手法について述べた。先ず、本手法を用いたアライメントマークの検出手法を提案し、続いて、パターンの描画精度を描画装置内で計測する“その場”計測手法について述べた。さらに、その場計測手法が実質的な描画処理時間の削減に及ぼす効果について説明した。

第5章では、低エネルギー電子ビーム描画システムについて述べた。先ず、達成すべきシステムの機能について論じ、続いてシステムのハードウェア構成、及びソフトウェア構成について述べた。その後、本システムを70 nmノードに対応したデバイスパターン形成に適用した事例を示し、構築したシステムが有効であることを示した。

第6章では、本研究で得られた成果をまとめ、今後の課題について述べた。

論文審査の結果の要旨

本論文は、少量多品種生産を必要とする SoC デバイスに適用するための低エネルギー電子ビームを用いた LSI 描画システム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) 少量多品種の SoC デバイスの生産に有効な EB 描画方式について検討し、スループット解析により、スループット 5 枚/h 以上を達成するために必要な CP 描画方式を用いた低エネルギーEB 描画システムの仕様として、入射エネルギー：5 keV 以下、電流密度：1 A/cm^2 以上、レジスト感度：0.4 μC/cm^2 以上などの条件を導出している。

(2) 低エネルギーEB 描画に対しては、薄膜レジストプロセス（レジスト膜厚：150 nm 以下）が有効であり、高感度 CA レジストを適用することにより、入射エネルギー2 keV において、良好な断面形状を有する 100 nm L/S（ライン/スペース）パターンをドーズ量 0.2 μC/cm^2 の高感度で形成できることを明らかにしている。

(3) 高精度な低エネルギーEB 描画手法として、帯電コントラストを利用した描画手法と in-situ 計測手法を提案し、ビームエネルギー数 keV、ビーム電流数 nA で、平坦化された絶縁膜下のマークを数 ms の時間で検出できることを明らかにしている。

(4) 提案描画方式の検証を目的として、エネルギー分散 1 eV 以下の大口径 Zr/WO-TFE 電子銃を搭載する入射エネルギー5 keV の低エネルギーEB 描画システムを構築し、これを薄膜レジストプロセスに適用し、70 nm 以下の微細パターンを CP 描画によって形成可能なことを実証している。

以上のように、本論文は低エネルギー電子ビームを用いた LSI 描画システム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。よって本論文は、博士論文として価値あるものと認める。