

Title	半導体プロセスを応用した電子ビーム描画および測長装置の高精度化の研究
Author(s)	中山, 義則
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39534
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、 〈a href="https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed"〉 大阪大学の博士論文について 〈/a〉 をご参照ください。

Osaka University Knowledge Archive : OUKA

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

Osaka University

氏 名	中 山 義 則
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 2 2 0 号
学 位 授 与 年 月 日	平 成 8 年 1 月 3 0 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	半 導 体 プ ロ セ ス を 応 用 し た 電 子 ビ ー ム 描 画 お よ び 測 長 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 山 本 錠 彦 教 授 小 林 哲 郎

論 文 内 容 の 要 旨

本論文は、今後の半導体素子の高集積化に対応した超微細加工を実現するために、半導体プロセスを応用して行なった電子ビーム描画および測長装置の高精度化の研究をまとめたものである。

本論文は、全7章および謝辞からなり、第1章では、半導体素子の高集積化に大きく寄与してきている微細加工技術のトレンドと微細加工技術の核となる電子ビーム描画および測長装置の現在および今後の位置付けを展望する。

第2章では、電子ビーム描画装置と測長装置についての概説と半導体微細加工におけるそれぞれの課題について述べ、本研究の位置付けとその意義を明らかにする。

第3章では、電子ビーム描画技術の課題であった高速かつ高精度描画を実現する一括図形照射法の提案とその効果について述べ、一括図形照射法に不可欠な高精度転写マスクの設計を行なう。この設計に基づいた50kVの加速電圧の電子ビームに対し十分な遮蔽性と熱的安定性を満足するシリコン転写マスクの作製およびこれを用いて行なった0.2 μ m ULSIパターンの描画結果を示し、高精度シリコン転写マスクを用いた一括図形照射法が次世代の半導体超微細加工に対応できる高精度描画技術であることを示す。

第4章では、電子ビーム測長の精度を決定する電子ビーム径を高精度に計測できる新規測定法の提案およびこの測定法に不可欠な超格子試料の構造と作製法について述べる。さらにGaAlAs/GaAs超格子試料を用いた検証実験によりナノメートルレベルの高精度測定法としての有効性を示す。

第5章では、従来存在しなかった電子ビーム測長装置校正用寸法標準試料の開発とこれを用いた校正方法の確立について述べ、本研究で世界初のサブミクロン寸法標準として認定されたレーザ干渉露光法と湿式異方性エッチングによる回折格子試料を用いた高精度校正およびその評価結果を示す。さらに、異方性エッチングで作製した標準形状の試料を用いて高精度な測長を実現するための最適測長アルゴリズムを決定し、これらの測長高精度化技術がディープサブミクロン領域の半導体超微細加工プロセス評価に充分適応できることを示す。

第6章では、本研究で行なった電子ビーム描画および測長技術の高精度化の成果を、実際の半導体素子作製の超微細加工に適しプロセスの最適化を行なった具体例およびその結果を示す。

第7章では、次世代半導体超微細加工を実現するために不可欠な電子ビーム描画および測長装置の高精度化に関し第3章から第6章まで、半導体プロセスを応用した研究結果を総括する。

最後に、本研究を進めるにあたり、ご指導、ご鞭撻ならびにご協力ご援助を賜った方々への謝意を表し、本論文の稿を結ぶ。

論文審査の結果の要旨

超微細パターンの描画および高精度の測長技術は超LSIデバイスの超高密度集積化を実現する基盤技術として重要である。本論文は高精度加工ができる半導体プロセス技術を応用して、電子ビームリソグラフィおよび測長技術の高精度化を実現した成果をまとめたものである。

電子ビームリソグラフィは極微細ビームを計算機制御によって走査することにより極微細パターンを比較的容量に描画できるが、描画速度が小さいことが実用上大きな問題となる。これまで描画速度を上げるため種々の提案がなされてきたが、ここでは新しく一括図形照射法を考案し、将来の1Gビットメモリーの製作にも適用可能な高精度高速描画を実現している。一括図形照射法は繰り返し現れる基本的な図形パターンを転写マスクに作りつけ、これをウェハ上に電子ビームに転写する方法である。申請者は高精度マスクを高精度加工ができるSiプロセスに着目してSiウェハを用いて製作し、さらに電子ビームによるSiマスクの熱歪にともなう描画精度劣化の問題をマスク構造を工夫して解決することによって実現したものである。

高精度の電子ビーム測長を行うには装置校正用寸法標準試料が必要であるが、サブミクロン領域ではこれまで得られなかった。これをレーザ干渉露光法におよび異方性ウェットエッチングを用いることによって、世界初のサブミクロン寸法標準として認定された標準試料の作製に成功している。さらにこれを用いて高精度測長を行い、 $0.2\ \mu\text{m}/2\ \mu\text{m}$ の範囲において数ナノメートルの精度を得るとともに、さらに実際の半導体素子プロセスの評価に適用して高精度化を確認し、ディープサブミクロン領域の半導体超微細加工プロセスの評価に適用できることを示している。

このように本論文は電子ビーム用いたを超微細加工技術の高精度化を進展させ、半導体エレクトロニクス発展に大きく寄与するものであり、学位（工学）論文として価値あるものと認められる。