

Title	電子ビーム描画装置におけるビーム偏向高精度化技術の研究
Author(s)	伊藤, 博之
Citation	大阪大学, 2003, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/44541
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 伊 藤 博 之

博士の専攻分野の名称 博 士 (工 学)

学 位 記 番 号 第 1 7 9 8 8 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 2 項該当

学 位 論 文 名 電子ビーム描画装置におけるビーム偏向高精度化技術の研究

論 文 審 査 委 員 (主査)

教 授 蒲 生 健 次

(副査)

教 授 奥 山 雅 則 教 授 高 井 幹 夫

論 文 内 容 の 要 旨

半導体デバイスの微細化にともない、電子ビーム描画 (EB 描画) の高精度化が重要な課題となっている。本論文はビーム偏向高精度化を目的とした二つの研究課題で構成している。

第一の課題は EB 描画の高速化に有利な大角度偏向の高精度化技術と、その精度検証方法である。大角度偏向では偏向収差によるビームぼけと歪収差の増大を考慮する必要がある。そのため収差量をスケール則で解析し最小化する手法を用いたインレンズ型偏向系の偏向特性改善方法、更に 3 段偏向器による大角度偏向の高速化方法や、3 段焦点補正器による像面湾曲と 3 次歪収差の同時補正法を明らかにする。ビーム偏向精度の検証法としては、EB 装置の偏向歪計測機能を用いて従来は困難であった微小収差の分離測定方法、偏向軌道の安定性解析から変動一次成分を抽出して補正時間を短縮する変動補正方法を示す。

第二の課題は EB 描画で不可避なシリコン酸化膜とレジストにおける帯電現象の解明と対策法である。酸化膜で電子透過レンジ以下の膜厚では励起電子の導電化により酸化膜内の局所帯電は発生せず、基板全体の帯電が問題となることを明らかにする。基板帯電のリーク電流 (トシネル電流) や絶縁破壊にいたる現象を解析し、対策として基板の接地が有効であることを示す。一方、レジスト帯電は 3 層レジストに上層マークを形成して下層構造 (レジスト、重金属層) を変え、マーク計測誤差から帯電現象を解析する方法を示す。更にモンテカルロ法により電子帯電分布を計算し、下層導電部の誘導電荷との双極子電界強度がマーク計測誤差と一致することを検証する。その結果、高分子レジストの場合は、帯電対策として高加速化か薄膜化によりレジスト内の電子堆積を防止する必要があることを示す。

これらの開発研究により、5 mm 角の大角度偏向で半導体ノード 100 nm に対応可能な解像性と偏向精度を有するインレンズ型ビーム偏向系を実現した。

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

電子ビーム露光法は、半導体デバイスの超微細化、高密度集積化の進展とともに、高速化、高精度化が重要な課題となっている。本論文は、試料表面の所定の位置に電子ビームを照射するための偏向系の高速度化、高精度化と電子ビーム照射による試料の帯電による偏向歪について考察し、高速化に必要な大角度偏向に伴う歪の増大を抑制して高精度化を実現した成果をまとめたものである。

大角度偏向の高精度化については、先ず、スケール則を用いて収差量を評価してインレンズ偏向系の収差低減を図り、3段焦点補正器より像面湾曲と3次歪収差を同時に補正できることを明らかにしている。これらの結果、5 mmの大きな偏向フィールドで目標の精度を達成している。さらに電磁主偏向器と2つの多重極静電偏向器を用いた3段偏向系を用いることによって、従来の2段偏向系に比べて約5倍の高速化が実現できることも実証している。また従来は実測が困難であった微小偏向収差を、偏向歪の変化として定量化するビーム偏向精度の検証方法、加えて実用の観点から重要な偏向校正時間の短縮法も示している。

帯電の影響は、導電性レジストや導電膜の形成によって除去できるが、プロセス適合性やコストの面で問題があり、帯電現象の解明とその低減が望まれている。本論文では、レジストやSi酸化膜上の帯電による偏向歪を測定し、電子ビーム飛跡のモンテカルロシミュレーション結果と比較している。その結果、酸化膜厚が厚い場合は全体帯電が起き歪が発生すること、また、局所歪はないためアース針で酸化膜を通して接地することにより帯電歪は除去できることなどを示している。また、高分子レジストでは酸化膜に比べて帯電の影響が大きく、その低減には高エネルギービームの使用が有効であることなどを示している。

このように、本論文は電子ビーム露光装置の高精度、大角度偏向を実現しており、先端半導体プロセス技術の発展に大きく貢献するものであり、学位（工学）論文として価値あるものと認められる。