



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	<a href="https://hdl.handle.net/11094/44541">https://hdl.handle.net/11094/44541</a>
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">https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed</a> 大阪大学の博士論文について

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

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

The University of Osaka

氏名	いとうひろゆき
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第17988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帶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帶電は発生せず、基板全体の帶電が問題となることを明らかにする。基板帶電のリーク電流(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、レジスト帶電は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帶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帶電分布を計算し、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、帶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化、高精度化と電子ビーム照射による試料の帶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。