



Title	電子ビームリソグラフィにおける高精度化技術に関する研究
Author(s)	村井, 二三夫
Citation	大阪大学, 1996, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/39654
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

氏 名	村 井 二 三 夫
博士の専攻分野の名称	博 士 (工 学)
学 位 記 番 号	第 1 2 2 2 1 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	電子ビームリソグラフィにおける高精度化技術に関する研究
論 文 審 査 委 員	(主査) 教 授 蒲 生 健 次 (副査) 教 授 浜 川 圭 弘 教 授 小 林 猛

論 文 内 容 の 要 旨

半導体集積回路 (LSI) の高性能性, 高集積化を推進してきた技術の一つがリソグラフィ技術である。本論文は電子ビームリソグラフィ技術を将来の高密度 LSI の生産手段と位置づけ, 寸法精度, 位置精度をプロセス面から高精度化する技術に関する研究成果をまとめたものである。

電子ビームリソグラフィにおける近接効果現象は寸法精度上の大きな障害である。従来のソフトウェア方式では膨大な計算機処理を要し実用的でなかった。近接効果補正をハードウェア化するために, 新規な補正アルゴリズムを提案し, パターン面積密度マップを用いた方式を開発した。本方式はパターンの局所的な面積密度によって電子ビーム描画装置が露光量を自動的に補正する機能を有する。これにより従来のソフトウェア方式に比べて 100 倍以上の高速処理を可能とした。

位置精度の上ではプロセス面での問題であった帯電による電子ビームの位置ずれを扱う。帯電現象の解析と種々の基板での帯電電圧の測定より, 帯電にも位置ずれ防止の指針を得た。従来より多くの帯電防止法が提案されているがプロセス的にも最も負担が少なく効果的な手法は, 水溶性で電子導性のポリマーをレジスト最上層に塗布することである。このために新規にポリ (チエニルアルカンスルホン酸) を主成分とする水溶性導電ポリマーを開発した。これを用いた絶縁性基板である石英上でも高精度な描画が可能であることを示した。この結果位相シフトリソグラフィ用マスク製作へ電子ビーム描画の適用が可能となった。

電子ビームを用いたマスク描画の寸法精度を劣化させる要因は, 電子ビーム照射による温度上昇と近接効果が支配的であることを解析と実験で示した。電子ビームの加速電圧を 20kV に選ぶことで寸法精度とパターン品質に優れた描画が可能であることを明らかにした。

次にリソグラフィプロセスにとって重要なレジスト材料の方向づけと高コントラスト化手法について述べ, 電子ビームリソグラフィの応用例として 64Mb メモリー LSI の研究試作の結果を示す。

次に電子ビーム描画により製作した MOS トランジスタを DC ストレステストにより評価した。MOS のゲートをネガ型レジストでパターン形成した時が最も損傷が大きく露光量の依存性も大きいことが明らかになった。 $2 \mu \text{C}/\text{cm}^2$ 以

下の高感度レジストを用いることで損傷低減が可能であることを示した。

最後に論文のまとめと電子ビームリソグラフィの今後の課題について述べる。

論文審査の結果の要旨

超LSIデバイスの超微細化, 超高集積化のために電子ビームリソグラフィでは高精度化, 高速化が大きな課題となっている。本論文は, 電子ビーム描画精度を劣化させる近接効果を高速度で補正し, レジストの帯電を水溶性ポリマーを開発して解決し高速度, 高精度の描画を実現した研究成果をまとめたものである。

近接効果の補正では, 新しいテーブル参照法およびパターン面積密度マップを考案し, 補正速度が向上し有効であることを示している。特にパターン面積密度マップ法は, パターン面積密度に依存して露光量を補正する方式であるが, 従来のソフトウェア方式に比べて100倍以上の高速化を実現している。

高精度電子ビーム露光では, さらに帯電による位置ずれが問題となる。特に絶縁基板である石英を用いるホトマスクや, Si基板でも厚いレジストや厚いシリコン酸化膜でおおわれた場合の描画では問題となる。このため新しい水溶性導電ポリマーを開発し, 電子ビーム描画を行って位置ずれを $0.1\ \mu\text{m}$ 以下に低減できる事を確認し, 高精度のホトマスクの製作に適用できる事を示した。

さらに電子ビーム照射によって生じる温度上昇も, 特にホトマスクなどの熱伝導度の小さい基板では精度に影響を及ぼすことを確認し, さらに照射ビームエネルギー依存性を明らかにして, 20keVのビームエネルギーが最適であることを示している。

一方電子ビーム直接描画によって超LSIを作成する場合は損傷が懸念されるが, ビーム照射を受けないホトリソグラフィプロセスで製作したMOSトランジスタと比べて, ポジ形レジストまたは高感度ネガ形レジストを用いることによって素子寿命の劣化は起こらず, 高速度の直接描画によるデバイス製作が可能であることを示した。

このように本論文は, 超LSIデバイス製作技術の大きな課題であるリソグラフィ技術のうちで電子ビームリソグラフィ技術の高精度・高速度を実現するための新しい方法を提案し, その有用性を実証したものであり, 博士(工学)論文として価値あるものと認める。