



Title	電子ビーム描画および検査装置のマルチビーム化に関する研究
Author(s)	倉田, 明佳
Citation	大阪大学, 2011, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/58256
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、 https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 大阪大学の博士論文について https://www.library.osaka-u.ac.jp/thesis/#closed 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

論文内容の要旨

半導体の微細化を支えるリソグラフィの中で、電子ビーム描画装置は露光用マスクの描画、あるいはウェハの直接描画にてパターン発生機能を担ってきた。一方、製造プロセス管理や欠陥検査でも、近年電子ビームを用いた装置の重要性が高まっている。これら電子ビーム装置の第一の課題はスループットの向上である。本研究では、2つの描画方式と1つの検査方式の検討を通じて、マルチビーム化によるスループット向上の可能性を探った。

1. MPI (matrix pattern imaging) 方式による電子ビーム描画

MPI方式は、行列上に配置した電子源の個別制御によりパターン形状を持った電子ビームを発生させ、試料に縮小転写する描画方式である。電子源として選択したMIM電子源を搭載した電子銃を設計・試作し、試作した電子銃を用いてMIM電子源の描画用電子源としての性能を評価した。

2. BSA (beam splitting array) 方式による電子ビーム描画

BSA方式は、単一の電子源から放出された電子ビームを複数に分割し、個別に集束・ブランピングすることにより、所望の配列を持ったポイントビームを形成し、縮小光学系により試料上に転写する描画方式である。本方式にてマルチビームを形成するMSM (multi source module) はMEMS技術を応用した3種類の光学素子を組み合わせたものである。このMSMの性能が本方式の描画精度を決めるため、評価装置を製作し、MSMにより形成される1024本のビームの特性を全数測定した。

3. DIFA方式による電子ビーム検査

DIFA (distributed-axis, fixed-aperture system) システムは、フォトカソードから発生した複数の電子ビームを、一樣な磁場を用いて集束させ、複数のスポット状のビームを試料に照射する電子ビーム検査方式である。本方式の課題である二次電子の分離検出を目的とし、貫通孔付きのPIN型マルチチャネル検出器の評価を行った。また、試料近傍の電界分布を制御する電極の形状の検討と、二次電子検出の原理実験を行った。

論文審査の結果の要旨

本論文は、半導体集積回路のリソグラフィ用電子ビーム描画装置のスループット向上のためのマルチビーム化と電子ビームウェハ検査装置のためのマルチビーム化について、それぞれの課題点を解決し、実用化への指針を示している。

電子ビーム描画装置のマルチビーム化については、電子源のマルチソース型描画方式であるマトリックスパターンイメージング(MPI)方式と単一電子源を用いたビーム分割型であるビームスプリッティングアレイ(BSA)方式について、電子光学系を設計試作し、その可能性と課題点を明らかにしている。MPI方式では、個々の電子源にアドレス可能な6x6の金属・絶縁体・金属(MIM)電界放出電子源アレイを用い、放出電子の2次元広がりや抑制し、一樣に電子を引き出す制御電極を用いる事により、電子ビームのクロスオーバー位置およびビーム径を制御可能とした。これにより、加速電圧50 kVで電流密度2.5 mA/cm²、輝度1.3 x 10²¹ A/cm²/srが得られることを明らかにした。さらに、試料上で収差60 nmを許容した場合、6インチマスク1枚あたり1時間の高スループットが得られることを明らかにした。また、ウェハ直描には1~2桁以上のビーム輝度向上が必要となることを明らかにした。BSA方式では、単一電子源からの電子ビームを32x32のビームプランカーアレイにより分割し、個別のビームを集束し、さらに縮小光学系によりマルチビームを得ており、ウェハ直描で1枚あたり1時間以内のスループットを目指している。この方式により、個々のビーム径が設計仕様値である22.4 nmを満たすのが97%で配列歪みが20 nmを満たすのが74%であり、非点補正器によりさらに配列歪みを低減できることを明らかにした。

電子ビームウェハ検査装置のマルチビーム化としては、マルチビーム検査装置で問題となっているマルチビームで励起された複数箇所からの2次電子分離検出について、distributed-axis, fixed aperture (DIFA)方式で開発された貫通孔付きpinマルチチャネル検出器の評価と、これを用いた2次電子分離検出のための矩形開口電子光学系を用い、250 μm以内で形成されるビームにより試料から発生する2次電子を、1次ビーム収差9.7 nmのとき効率95%で分離検出できることを明らかにしている。

【131】

氏名	倉田(谷本)明佳
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第24616号
学位授与年月日	平成23年3月25日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当 基礎工学研究科システム創成専攻
学位論文名	電子ビーム描画および検査装置のマルチビーム化に関する研究
論文審査委員	(主査) 教授 高井 幹夫 (副査) 教授 岡本 博明 教授 糸崎 秀夫

以上の研究成果は、半導体集積回路の電子ビーム描画によるリソグラフィー技術と電子ビームによる半導体ウェハ検査技術のスループットを飛躍的に向上させるためのマルチビーム化の問題点を解決するものであり、半導体工学の発展に貢献するだけでなく、実用面においても大きな意義を持つものであり、博士（工学）の学位論文として価値のあるものと認める。