

課題番号 : F-16-TU-0034
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : 超並列電子線直接描画 (MPEBDW)
Program Title (English) : Massive Parallel Electron Beam Direct Write (MPEBDW)
利用者名(日本語) : 宮口裕, 池上尚克, 小島明
Username (English) : H. Miyaguchi, N. Ikegami, A.Kojima
所属名(日本語) : 東北大学マイクロシステム融合研究開発センター
Affiliation (English) : Micro System Integration Center, Tohoku University

1. 概要(Summary)

MPEBDW を開発する。ナノクリスタル・シリコン(nc-Si) 電子源の信頼性向上のためプロセス改良、小口径電子光学系の実現、電子源駆動 LSI の動作を確認した。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

芝浦スパッタ装置、両面アライナー式、Deep RIE 装置、アネルバ RIE 装置

【実験方法】

- ・ nc-Si 電子源の表面電極を Ti/Au から Graphene/Au に変更し、電子源の特性を測定した。
- ・ クリーンルーム 1F に設置した MPEBDW 用カラムを使用し電子光学系の性能確認実験を行った。
- ・ 電子源駆動 LSI に信号を供給し、動作を確認した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

電子源アレイからの並列電子線放出、コンデンサレンズ・アレイと縮小レンズでの電子線収束、電子光学収差補正、電子源駆動用アクティブマトリクス(100×100) LSI および制御システムを設計・製作し動作を確認できた。

電子源の表面電極に Graphene を使用することで駆動電圧を低減できることを実証し、信頼性向上の道筋を見出した。

電子光学系の実験結果がシミュレーション結果と対応することが確認でき、高スループットなマルチカラム化を実現可能な小型電子光学系($\phi 20\text{mm}$)の道筋を見出した。

電子源駆動 LSI に描画パターンを供給することで電子源に必要な駆動信号を確認し、電子源のアクティブマトリクス駆動の実現性を確認した。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

- (1) Miyaguchi M, *et al.*: Massive Parallel Electron Beam Direct Write (MPEBDW), IEEE NEMS2016, Paper-Id: 1144, 2016-04-18
- (2) 宮口 裕, 他: 17×17 並列電子源駆動システムの開発、電気学会論文誌. E, センサ・マイクロマシン部門誌, 136(9), 413-419, 2016-09
- (3) 小島 明, 他: 超並列電子線描画装置における電子光学系の小型化の検討、第 33 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム 25pm4-PS-018
- (4) Kojima A, *et al.*: Simulation analysis of a miniaturized electron optics of the Massively Parallel Electron Beam Direct-Write (MPEBDW) for Multi-column system. Proc. SPIE 10144, Emerging Patterning Technologies, 101440L (March 21, 2017); doi:10.1117/12.2257967
- (5) 小島 明, 他: グラフェン表面電極を有する nc-Si 弾道電子エミッタの電子放出特性の研究、第 64 回応用物理学会春季学術講演会 14p-424-14

6. 関連特許(Patent)

- (1) 特願 2017-37623: 電子ビーム発生装置、電子ビーム露光装置、および製造方法、小島 明, 他
- (2) 特許 6018386: 電子ビーム照射装置、マルチ電子ビーム照射装置、電子ビーム露光装置、および電子ビーム照射方法、江刺 正喜, 他
- (3) 特許 5914909: ナノクリスタルシリコン電子エミッタアレイ電子源の構造及びその製造方法、越田 信義, 他
- (4) 特許 5994271: 電子ビーム発生装置、電子ビーム照射装置、電子ビーム露光装置、および製造方法、江刺 正喜, 他