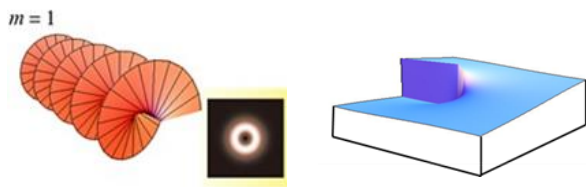


課題番号 : F-14-AT-0028
利用形態 : 技術補助
利用課題名(日本語) : 電子線用光学素子の開発
Program Title (English) : Development of electron beam optical devices
利用者名(日本語) : 内田正哉
Username (English) : M. Uchida
所属名(日本語) : 埼玉工業大学先端科学研究所
Affiliation (English) : Saitama Institute of Technology

1. 概要(Summary)

2010年、内田らにより、「軌道角運動量をもつ電子ボルテックスビーム」が世界で初めて実現された(Nature, 2010)(Fig. 1)。この電子ビームは電子が担うことができる新しい量子力学的自由度をもち、新しい研究分野、新しい分析装置の創出が期待されている。「軌道角運動量をもつ電子ボルテックスビーム」の生成にはらせん状位相板(Fig.2)や回折格子などの電子線用光学素子を用い、これら素子の作製には超微細加工技術が不可欠である。本研究では、(独)産業技術総合研究所ナノプロセッシング施設の有する最先端設備、高度な技術支援を用いて、電子線用光学素子の開発することを目的とした。具体的には、まず、電場型らせん状位相板の作製を行った。



(Left) Fig. 1 Electron vortex beams carrying orbital angular momentum.

(Right) Fig. 2 Spiral phase plate generating electron vortex beam.

2. 実験(Experimental)

・利用した主な装置

スパッタ装置、マスクレス露光装置、アルゴンミリング装置、集束イオンビーム加工観察装置(FIB)、プラズマアッシュャー、UV クリーナー、触針式段差計、短波長レーザー顕微鏡

・実験方法

スパッタ装置を使い、Si 基板(TEM 用メンブレン)上に Al/Pt 膜を成膜した。この膜に対し、マスクレス露光装置(あるいは FIB)を使い、膜厚がらせん階段状になるよう微

細加工を施した。膜厚の評価は、触針式段差計および短波長レーザー顕微鏡を用いて行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

短波長レーザー顕微鏡で観察した結果を Fig.3 に示す。今後、作製した電場型らせん状位相板を透過型電子顕微鏡に搭載し、光学素子の性能評価を行う予定である。

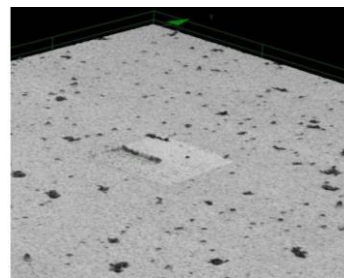


Fig. 3 Laser scanning microscope image of a nanofabricated spiral phase plate.

4. その他・特記事項(Others)

・参考文献

[1] M. Uchida and A. Tonomura, Nature, **464**, 737 (2010).

[2] K. Saitoh, Y. Hasegawa, N. Tanaka, and M. Uchida, Phys. Rev. Lett., **111**, 074801 (2013).

・本研究は科研費(基盤 B、課題番号:26287066、代表:内田、課題名:電子ビーム波動関数の操作による革新的ビーム制御技術の創成)の助成を受けたものである。

・山崎将嗣氏、郭哲維氏、松野賢吉氏、飯竹昌則氏をはじめとする産総研 NPF の方々にはご支援ご教授を賜りました。深く感謝いたします。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。