

課題番号 : F-20-WS-0175
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : ナノ光ファイバー共振器形成のための位相回折格子の作製
Program Title (English) : Production of phase diffraction grating to form optical nanofiber cavity
利用者名(日本語) : 内嶋康就¹⁾
Username (English) : Y. Uchijima¹⁾
所属名(日本語) : 1) 早稲田大学先進理工学部
Affiliation (English) : 1) School of Advanced Science and Engineering, Waseda University
キーワード/Keyword : 成膜・膜堆積、膜加工・エッチング、位相回折格子

1. 概要(Summary)

ナノ光ファイバーとは、加熱延伸により直径を $1\mu\text{m}$ 未満にした光ファイバーのことであり、共振器量子電気力学(cavity quantum electrodynamics; CQED)系の実験で利用されている。近年、位相回折格子を用いて、ナノ光ファイバー上へのフェムト秒パルスレーザーのアブレーションによりフォトニック結晶を形成し、共振器とする手法が報告された[1]。この手法は位相回折格子の1次回折光の強度分布を制御することにより更なる改善が期待される。そのため、非一様なデューティー比(格子定数に対する凸部の比)の分布を持つ位相回折格子による1次回折光のフラットトップ化を目指し、東京大学武田先端知ビルスーパークリーンルームと早稲田大学ナノテクノロジー研究センターの設備を用いて、位相回折格子の作製を行った。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

電子ビーム蒸着装置、ICP-RIE 装置、
FE-SEM(S-4800)

【実験方法】

武田先端知ビルクリーンルームでレジストパターンを形成済みの 20mm 角石英ガラス基板上に電子ビーム蒸着装置を用いて Ni 薄膜 (20nm) を蒸着した。リフトオフでレジストパターンを金属パターンに転写したのち、ICP-RIE 装置により格子定数 745.0nm 、深さ 425.5nm のパターンをエッチングした。最後に Ni 膜を塩酸で取り除き、位相回折格子とした。

位相回折格子のパターンは

- (i) 実現可能なデューティー比の範囲を確定するための観察用
- (ii) 1次回折光のフラットトップ化を狙った露光用の2枚を作製し、(i) は FE-SEM を用いて表面の観察を

行った。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

(i) の表面画像の例を Fig. 1 に、(ii) の写真を Fig. 2 に示す。

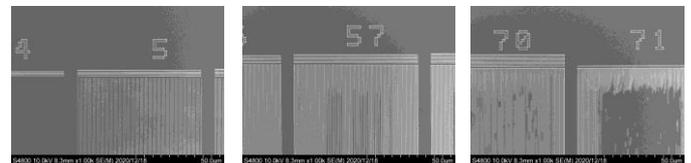


Fig. 1 SEM image of phase diffraction grating (i) in different duty cycles. Numbers above patterns means duty cycles of electron beam drawing.

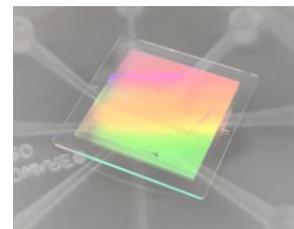


Fig. 2 Picture of phase diffraction grating (ii).

Fig. 1 の結果より作製可能なデューティー比の範囲は 0.07 から 0.64 まで(電子線描画のパターンでは 0.07 から 0.55 に対応)であることが判明した。

一方で、(ii) の位相回折格子で露光を行ったものの、1次回折光はフラットトップにならなかった。これは、溝の深さがローディング効果により設計通りにならなかったためであると考えられる。

4. その他・特記事項(Others)

- ・他のナノプラ実施機関利用: 東京大学
- ・参考文献:[1] J. Keloth, PhD thesis, The University of Electro-Communications, Tokyo, (2019).

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。