

フェムト秒レーザーを用いたナノ薄膜干渉加工法の開発 Development of laser interference processing of nanofilms using a femtosecond laser

東北大多元研 ○三輪 泰斗, 門口 尚広, 上杉 祐貴, 小澤 祐市, 佐藤 俊一

IMRAM, Tohoku Univ. ○Taito Miwa, Naohiro Kadoguchi, Yuuki Uesugi, Yuuichi Kozawa,
Shunichi Sato

E-mail: taito.miwa.q6@dc.tohoku.ac.jp

【緒言】近年、電子位相回折格子を利用する電子顕微鏡法や、フォトニック結晶を利用した光回路開発などの分野において、支持基板のない薄膜状構造体を加工・製造する技術の確立が求められている。そのような技術は従来、リソグラフィや集束イオンビーム法を駆使して実現されてきたが、工程数の多さや環境負荷、装置操作の難度が高いなど課題があった。本研究では、薄膜の新たな加工法として、フェムト秒レーザーを用いた干渉加工技術の開発に取り組んでいる。複数本のレーザーを試料上で干渉させることにより、自立したナノ薄膜を損傷することなく、様々な干渉パターンに沿った加工を瞬時に行うことができる。先行研究では、電子渦ビームを発生させるための電子位相回折格子を厚さ 35 nm の Si 自立膜に作製し、従来の電子回折格子より高い発生効率を達成した^[1]。また、より薄い厚さ 10 nm の SiN 製自立膜への回折格子状の加工にも成功している^[2]。

【実験方法】本技法の確立のために、光学系の操作性および安定性の向上と、二本以上の複数光束による二次元ホログラム加工に取り組んだ。加工用の光源には波長 520 nm、パルスエネルギー約 12 μ J のフェムト秒レーザーを用いた。反射型液晶空間光変調器 (LCOS-SLM) を用いてレーザーを任意に回折・分岐して、0 次と 2 次以上の回折光を取り除き、1 次回折光を薄膜上に集光し、干渉させた。そしてその加工痕を走査型電子顕微鏡 (SEM) で観察した。

【結果】複数光束干渉により、薄膜へ様々なパターンの二次元干渉加工を施すことに成功した (Fig.1)。また、厚さ 5 nm の SiN 自立膜試料への加工も成功した。講演ではこれらの詳細について報告する。

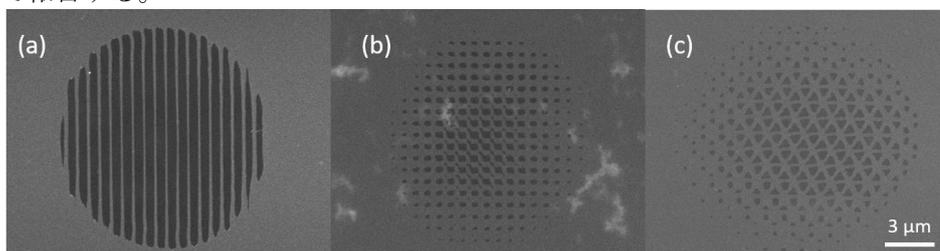


Fig. 1. SEM images of the processed SiN nanofilm by (a) two-, (b) four-, (c) and six-beam interference.

【謝辞】本研究の一部は JSPS 科研費 JP20H02647、天田財団 AF-2019203-B2、および名古屋大学未来材料・システム研究所における共同研究により遂行されたものです。

[1] Y. Uesugi, R. Fukushima, K. Saitoh, S. Sato, *Opt. Express* **27**, 20958 (2019).

[2] Y. Uesugi, R. Fukushima, Y. Kozawa, S. Sato, *Opt. Express* **28**, 26200 (2020).