

薄膜のシングルショットレーザー干渉加工による 電子ホログラムの作製

Fabrication of electron hologram by single-shot laser interference processing of thin membrane

東北大院工¹, 東北大多元研², 名古屋大未来研³

○福島 涼太^{1,2}, 上杉 祐貴², 齋藤 晃³, 佐藤 俊一²

Eng., Tohoku Univ.¹, IMRAM, Tohoku Univ.², IMaSS, Nagoya Univ.³

○Ryota Fukushima^{1,2}, Yuuki Uesugi², Koh Saitoh³, Shunichi Sato²

E-mail: ryota.fukushima.p2@dc.tohoku.ac.jp

電子顕微鏡内において電子 Vortex ビームを発生するために電子ホログラムを利用する手法が用いられている。我々のグループでは回折効率の高い厚さ数 10 nm の薄膜を用いた電子位相ホログラムを作製するために、波長 1040 nm のフェムト秒レーザーを用いた二光束干渉加工光学系の開発を行ってきた。この光学系ではシングルショットでホログラフィック加工を行うことができる。作製した電子ホログラムを透過型電子顕微鏡を用いて性能評価を行い、予期した通りに位相ホログラムとして機能することを確認している[1]。

現在、より複雑な構造をもった電子位相ホログラムを作製するために、加工分解能の向上を目指してレーザー加工系の改良に取り組んでいる。まず、第二次高調波発生による波長変換 (λ : 1040 nm $\rightarrow$ 520 nm) で干渉縞間隔を短くし、次に、空間光変調器に入射するレーザー径を液晶面に対して最大限まで広げて、位相変調の空間解像度の向上を図った。改良した光学系を用いて、厚さ 50 nm の Si_3N_4 薄膜に 2 つの平面波を入射して干渉加工を行った結果を Fig. 1 に示す。適切な加工条件に設定することにより、薄膜の損傷やスリットの折れを生じることなく均一な多重スリット構造を作製することができた。従来の光学系では、回折格子間隔は 1.5 μm であったが、今回作製したホログラムの回折格子間隔は 0.75 μm であり、短波長化による加工分解能の向上を確認することができた。

講演では上記の結果に加えて、トポロジカルジャージが 1~3 の光渦を用いた干渉加工の結果および厚さ 35 nm の Si 薄膜を用いて作製した電子ホログラムの結果についても報告する。

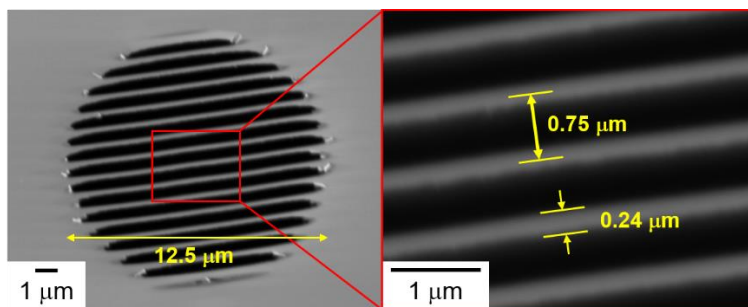


Fig. 1 Scanning electron microscope image of a fabricated electron hologram. The figure on the right is an enlarged view of the left. The processed sample is 50 nm thick Si_3N_4 membrane. The diameter of the hologram, grating spacing and grating width were 12.5 μm , 0.75 μm and 0.24 μm , respectively.

[参考文献]

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