F22103

フェムト秒レーザパルス誘起多光子吸収を利用した金属の光熱還元描画と
3D微細造形への応用Metal direct writing using photothermochemical reduction induced by femtosecond laser
multiphoton absorption and the application of 3D micro additive manufacturing○正 溝尻 瑞枝^{*1}Mizue MIZOSHIRI^{*1}^{*1} 長岡技術科学大学 Nagaoka University of Technology

Key Words : Cu-based 3D microfabrication, thermochemical reduction, Cu₂O nanospheres, reductive sintering, direct writing

フェムト秒レーザパルスを透明材料内部に集光すると焦点近傍のみで多光子吸収が誘起され、光化学反応が誘起される。これまでに、光重合やAuやAgなど貴金属材料の光還元析出を利用した3D微細造形法に応用されてきた[1,2]。しかしながら、光還元困難なCuの多光子吸収を利用した3D微細造形については報告されていない。そこで我々は、多光子吸収を利用したCu₂Oナノ粒子の光還元焼結やグリオキシル酸Cu錯体の熱還元析出によりCuの3D微細造形に取り組んできた[3]。本講演では、近赤外及びグリーンフェムト秒レーザパルスの誘起する多光子熱還元を利用し、Cu₂Oナノ粒子の還元焼結によるCuの3D微細造形について報告する。

原料のCu₂Oナノ粒子溶液は、ポリオール法を用いて合成したCu₂Oナノ粒子と還元剤2プロパノール、ポリビニルピロリドンを混合して調製した。原料溶液を基板の上に塗布し、フェムト秒レーザパルスを集光照射した。フェムト秒レーザ波長は、近赤外（波長780nm）とグリーン（波長515nm）の2種類を用い、それぞれパルス幅120fs, 100fs, 繰返し周波数80MHz, 40MHzとした。

Figure 1にCu₂Oナノ粒子溶液膜内部へ近赤外フェムト秒レーザパルスを集光照射し、造形した3D微細造形を示す。内部描画を利用したCu微細造形を実現した。更に、グリーンフェムト秒レーザパルスをCu₂Oナノ粒子溶液膜内部へ集光し、異なる焦点位置で2Dパターンを描画した結果を示す。レーザ描画直後の、Cu₂Oナノ粒子除去前には、焦点位置 $z = -4.5, -5.0 \mu\text{m}$ の位置で描画したパターンは見られなかったが(Fig.2(b)), 除去後にはパターンが現れた(Fig.2(c))。このように、近赤外及びグリーン両方のフェムト秒レーザパルスをCu₂Oナノ粒子溶液膜内部へ集光すると、焦点近傍のみで多光子熱還元が誘起され、3D微細造形が可能であることを明らかにした。当日は、Cu₂Oナノ粒子の多光子吸収特性を含めた詳細について報告する。

Fig. 1 3D microfabrication using near-infrared femtosecond laser pulses.

Fig. 2 (a) Schematic illustration of microfabrication inside Cu₂O nanosphere films. (b) before and (c) after removing of Cu₂O nanospheres.

文 献

- (1) S. Maruo, O. Nakamura, and S. Kawata, Opt. Lett., 22 (1997) 132.
- (2) S. Maruo and T. Saeki, Opt. Express, 16 (2008) 1174.
- (3) M. Mizoshiri and Y. Kondo, Opt. Mater. Express, 9 (2019) 2828