

光渦レーザー誘起前方転写法による高精細金ナノインクプリンティング High definition 2-D print of gold microdots with light field possessing orbital angular momentum

千葉大融合理工¹, 北大工², 大阪公立大³, 阪大基礎工⁴, 千葉大分子キラリティー⁵

○甲斐 清香¹, (D)川口 晴生¹, (M2)高橋 幹太¹, (M1)魏 榕¹, 山根 啓作², 柚山 健一³,
川野 聡恭⁴, 森田 隆二², 青木 伸之^{1,5}, 宮本 克彦^{1,5}, 尾松 孝茂^{1,5}

Chiba Univ.¹, Hokkaido Univ.², Osaka Metropolitan Univ.³, Osaka Univ.⁴, MCRC, Chiba Univ.⁵,
○Sayaka Kai¹, Haruki Kawaguchi¹, Kanta Takahashi¹, Rong Wei¹, Keisaku Yamane², Ken-ichi Yuyama³, Satoyuki Kawano⁴, Ryuji Morita², Nobuyuki Aoki^{1,5}, Katsuhiko Miyamoto^{1,5} and Takashige Omatsu^{1,5}

E-mail: omatsu@faculty.chiba-u.jp

螺旋波面を持つ光波の総称である光渦は、そのビーム断面内に軌道角運動量(OAM)を発生する。近年、光渦を液膜に照射すると、液膜から吐出した液滴が自転しながら長距離直線飛翔するスピンドレット現象が発見された。この現象を積極的に応用した光渦レーザー誘起前方転写法(OV-LIFT)は、多様な材料を高精細にパターンニングできる技術として注目を集めている[1,2]。

本研究では、プリンタブルエレクトロニクスへの応用が期待される金ナノ微粒子が高濃度に添加された金ナノインクをドナーとして OV-LIFT に適用し、ガラスレーザ基板にマイクロドットをプリントした。光源には可視ナノ秒パルスレーザー(波長 532 nm、パルス幅 2 ns)を使用し、レンズでドナー液膜上に集光した。使用した金ナノインク(金ナノ微粒子平均直径: 40 nm, 粘度: 10 mPa·s)は C-INK 社製で、液膜の膜厚は 40 μm であった。光渦照射後、液膜から吐出された単一液滴がガラスレーザ基板に転写されてドットを形成する過程を高速度カメラで観測した。

OV-LIFT によって転写したドットは、優れた真円性と均質性を示すとともに、高い二次元着弾精度を示した(Fig.1(a))。比較のためにガウシアンビーム照射によって転写した場合、金ナノ微粒子の抜けが多く均質性も悪いドットが形成され、着弾位置精度にもばらつきがみられた(Fig.1(b))。これらの結果は光渦の角運動量をもたらす液滴の回転運動が、液滴中での金ナノ微粒子の最密充填を誘導するとともに、液滴飛翔の指向性の向上をもたらしたと考えられる。

また、転写されたドットの直径は集光レンズの開口数(NA)に反比例し、最小ドット径は 8 μm であった(Fig. 2)。これは通常のインクジェットプリンターで印刷できる最小ドット径(~ 20 μm)よりはるかに小さい。

これらの実験結果は、プリンタブルエレクトロニクスにおける OV-LIFT の有効性を示す。詳細は当日報告する。

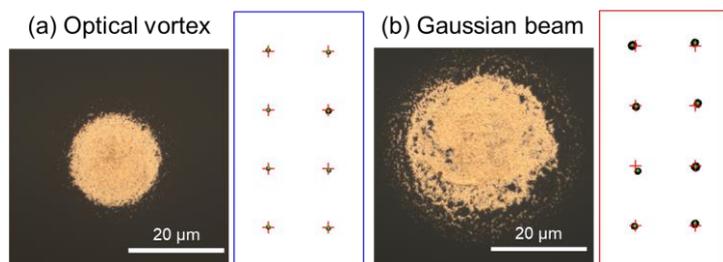


Fig.1 (a)光渦 (b)ガウシアンビーム照射によって転写されたドットの光学顕微鏡像と二次元パターンニングの着弾精度

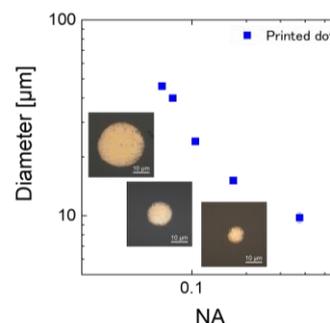


Fig.2 集光レンズの NA に対する転写されるドット直径

[1] R. Nakamura, H. Kawaguchi, M. Iwata, A. Kaneko, R. Nagura, S. Kawano, K. Toyoda, K. Miyamoto, and T. Omatsu, *Opt. Express* 27, 26, 38019 (2019).

[2] H. Kawaguchi, K. Umesato, K. Takahashi, K. Yamane, R. Morita, K. -I. Yuyama, S. Kawano, K. Miyamoto, M. Kohri, and T. Omatsu, *Nanophotonics*, 11, 4, 855, (2021).

[3] T. Omatsu, K. Miyamoto, K. Yuyama, K. Yamane, R. Morita, *J. Photochem. Photobiol. C* 100535 (2022).