光渦パルスによるSi ドロップレット飛翔の挙動観察

High-speed Observation of Sputtered Si Droplets Produced by Optical Vortex Pulse

九大シス情 [1]，　○(M1)大島 広暉 [1]，(M2)脇山 祐一朗 [1]，(B)川本 実季，
東畠 三洋 [1]，池上 浩 [1]，中村 大輔 [1]
Kyushu Univ. [1], °Hiroki Oshima[1], Yuichiro Wakiyama[1], Miki Kawamoto[1],
Mitsuhiro Higashihata[1], Hiroshi Ikenoue[1], Daisuke Nakamura[1]
E-mail: oshima@laserlab.ees.kyushu-u.ac.jp

1 はじめに

半導体微小球はその形状から微小光共振器や球状 Si 太陽電池など様々な応用が挙げられる。我々は大気中レーザアブレーション法により Si や ZnO を材料としたマイクロ結晶球の合成に成功している[1][2]。本手法は大気中で簡易に真球に近いマイクロ結晶球合成が可能であり、原理的に光吸収のある様々な物質において適用可能であると考えられる。ZnO マイクロ結晶球に関しては紫外 Whispering gallery mode レーザー発振を実現しており，センサ応用が期待される。一方，半導体微小球のデバイス応用を考える上でサイズや配置の制御が重要となる。そこで我々は光渦に着目した。光渦とは螺旋位相波面を持つ光波であり、螺旋波面に起因する軌道角運動量を有する。光渦照射された溶融ターゲットが照射痕中心に集められながら角運動量によってねじられることで、ニードル状構造体が作製され、先端からドロップレットが直線飛翔することが実証されている[3]。よって本研究では光渦を導入し、合成マイクロ結晶球の飛翔方向制御を目指した。

2 実験

実験ではNd:YAGレーザー（波長1064 nm、出力0.8 mJ）を使用した。レーザービームを螺旋位相板と1/4波長板を透過させ円偏光光渦へと変換した。この光渦1パルスを光軸垂直に設置したSi基板ターゲットに集光照射し、ドロップレット飛翔を横方向から高速度カメラ（撮影速度540,000 fps）を用いて観察した。Fig.1に撮影画像を示す。各画像左上の数値は照射されてからの経過時間である。光渦パルス照射により3つのSiドロップレットが照射痕中心から基板面に対してほぼ鉛直方向に飛翔している様子が観測された。各ドロップレット飛翔角度は飛翔速度の速いものからそれぞれ、約1.2 °、2.1 °、2.9 °と見積もられた。

3 まとめ

本研究では大気中レーザアブレーション法によるマイクロ結晶球合成に光渦を導入し、Si ドロップレットの直線飛翔を確認した。今後は補足を視野に入れた鉛直方向以外の飛翔制御についても検討・調査を行う予定である。

参考文献

[1] R. Tasaki *et al.*, Appl. Phys. A **124**:161 (2018)
[2] K. Okazaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **101**, 211105 (2012)
[3] F. Takahashi *et al.*, Sci. Rep. **6**, 21738 (2016)

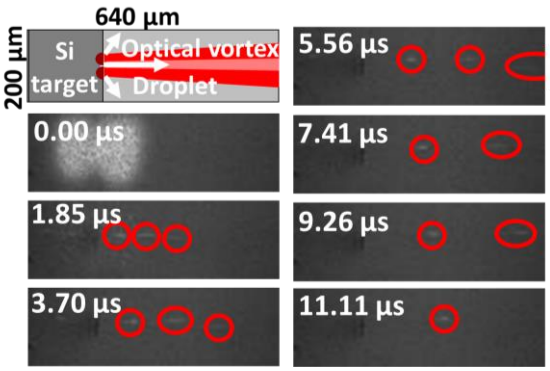

Fig. 1 High-speed camera images of Si droplets ejection after optical vortex laser irradiation.

© 2019年 応用物理学会