

大気中レーザーアブレーションによる半導体マイクロ球生成と制御

Synthesis and control of semiconductor microspheres by laser ablation in air

九大シス情¹, 九大ギガフォトンNextGLP 共同部門²,

○(M1)田崎 涼平¹, 東島 三洋¹, 中村 大輔¹, 諏訪 輝^{1,2}, 池上 浩^{1,2}

Graduate School of Information Science and Electrical Engineering, Kyushu University¹

Department of Gigaphoton Next GLP, Kyushu University²

°Ryohei Tasaki¹, Mitsuhiro Higashihata¹, Daisuke Nakamura¹, Akira Suwa^{1,2}, Hiroshi Ikenoue^{1,2}

E-mail: tasaki@laserlab.ees.kyushu-u.ac.jp

1. はじめに

我々は、大気中レーザーアブレーション技術を用いて半導体マイクロ結晶球合成技術を提案している。これまでに、高効率な紫外発光素子として強く注目されている酸化亜鉛 (ZnO) をターゲットとして ZnO マイクロ結晶球の合成に成功し、光励起によるウィスパーリングギャラリーモード (Whispering gallery mode: WGM) レーザー発振を実証している¹。大気中レーザーアブレーションではターゲットが熔融してドロップレットとして飛散する際に表面張力で球体形状を成し、凝固する際に形状を保ったまま結晶化することで結晶球が合成されと考えられる。さらに、Si ターゲットにおいても同様にマイクロ球の合成を確認している。近年、光渦レーザーを金属や半導体に照射することによるキラリティを持つナノ構造体の生成やドロップレットの直線飛翔が報告されている^{2,3}。そこで、本研究では結晶球のサイズ制御やオンデマンド合成を目的として、高速度カメラを用いた大気中レーザーアブレーションによって飛散するドロップレットの時間分解観察と光渦レーザーによる半導体のレーザーアブレーションを行った。

2. 実験と結果

ZnO 焼結体ターゲットに対し、Nd:YAG レーザー(波長 1064nm、繰り返し周波数 10Hz)の Q スイッチ動作 (パルス幅約 16 ns) と Long Pulse 動作 (緩和発振) をそれぞれ集光照射し、その様子を高速度カメラで観察した。Long Pulse 動作では 1 回のフラッシュランプ励起においてパルス幅 200 ns~2 μ s のパルス列が 10shots 程度出射される。このパルス列の繰り返し周波数は約 200 kHz に相当する。Q スイッチ動作 1shot と Long Pulse 動作 1 パルス列を同一エネルギー (20mJ) に調整して照射した結果、Q スイッチパルスではターゲット表面に熔融痕が見られたもののドロップレットの生成はほとんど確認されなかった。一方、Long Pulse 動作のパルス列を照射した際、多くのドロップレットが飛散することを確

認した。このことから、Long Pulse 動作において先に照射される数パルスがターゲットの熔融に寄与し、それ以降のパルスによってドロップレットが飛散していると考えられる。次に、同じレーザー光源を用いて螺旋位相板を挿入することにより光渦レーザーを生成しシリコンターゲットに照射した。Fig.1 にその際の高速度カメラの画像を示す。左の数値は経過時間を示している。1.85 μ s の画像で光渦レーザーが照射されており、その直後にドロップレットが直線飛翔する様子を捉えることに成功した。この結果から、光渦レーザーを用いたレーザーアブレーションにより結晶球の制御の可能性があり、現在は ZnO への適用を図っている。

参考文献

- 1) K. Okazaki *et al.*, Appl. Phys. Lett. **101**, 211105 (2012)
- 2) K. Toyoda *et al.*, Phys. Rev. Lett. **110**, 143603 (2013)
- 3) F. Takahashi *et al.*, Sci. Rep. **6**, 21738 (2016)

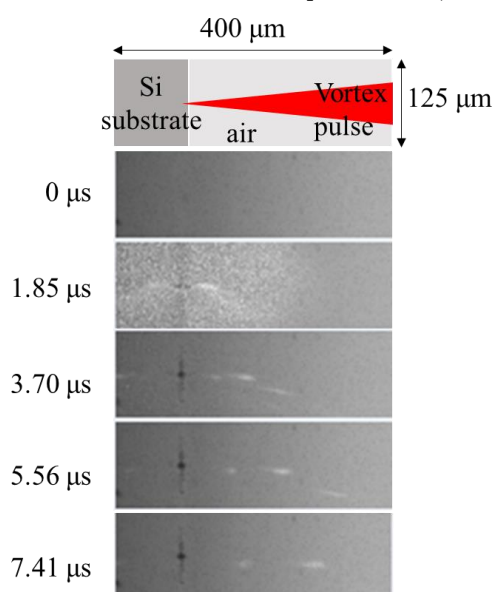


Fig1. High-speed camera images after optical vortex pulse irradiation.