

レーザーを用いた ZnO マイクロ結晶球合成における雰囲気圧力の影響

Influence of gas pressure on the fabrication of ZnO microspherical crystals

九大シス情[○](M1)川本 実季, (M2)大島 広暉, 東畠 三洋, 池上 浩, 中村 大輔

Grad. Sch. ISEE, Kyushu Univ., [○]Miki Kawamoto, Hiroki Oshima, Mitsuhiro Higashihata,

Hiroshi Ikenoue, Daisuke Nakamura

E-mail: kawamoto.miki.123@s.kyushu-u.ac.jp

ZnO は直接遷移型のワイドギャップ半導体であり, 安価で低環境負荷な近紫外発光材料として注目されている. 我々は, 大気中レーザーアブレーション法による ZnO マイクロ結晶球の合成と光励起による紫外 Whispering gallery mode (WGM)レーザー発振に成功している [1]. 本手法の合成メカニズムは, レーザーアブレーションによって融解した ZnO ターゲットがドロップレットとして飛散する過程で表面張力により球体形状となり, 冷却されることで結晶化することに基づく. 大気中で合成可能な簡便さが本手法の利点と言えるが, これまで合成される結晶球における雰囲気圧力の影響は未調査であったことから, 本研究では減圧雰囲気における結晶球合成を試みた.

実験では, ZnO 焼結体ターゲットを真空チャンバー内に設置し, Nd:YAG レーザー (1064 nm, 10 Hz, 300 mW)を緩和発振させ, 焦点距離 400 mm のレンズで集光照射した. このとき, ターゲットは 0.28 rad/s で回転させ, 常に未照射部分にレーザーが照射されるようにした. チャンバー内の圧力は, 760 Torr(大気圧), 300 Torr, 100 Torr, 50 Torr, 10 Torr の 5 通りにて実験を行った. その結果, すべての圧力条件において ZnO マイクロ結晶球が合成されることを確認した. Fig. 1 には 760 Torr と 10 Torr の圧力下におけるレーザー照射中の様子の写真を示す. この時のシャッター速度は 0.5 s であった. レーザー生成プラズマからの白色発光とともにオレンジ色の輝線が照射位置から伸びているのが確認できる. この輝線は溶融ターゲットが黒体放射により発光しながら飛散しているためであると考えられる. 大気圧では生成プラズマが 3 mm 程度の円錐状の白色発光であったのに対し, 10 Torr ではプラズマが 10 mm 以上に伸展して ZnO 起因と見られる青紫色の発光が確認された. 一方, いずれの圧力において

もマイクロ結晶球が合成されたことから, ターゲットの融解とドロップレット発生に関して緩和発振のレーザーパルスが主要因であると推測される. Fig. 2 には各圧力においてターゲットに単発照射した際の加工痕の Scanning electron microscope (SEM)像を示す. 圧力が低いほど, 照射痕周囲に溶けた ZnO が広がっているようにも見えるが大きな差はなかった. 一方, Zn と思われる黒色のススは低圧力時の方が顕著に付着していた. したがって, ナノサイズに分解された粒子の飛散分布は圧力依存が大きいと考えられ, 同時に合成されるドロップレットとの分離の観点で雰囲気圧力を有効利用できる可能性が示された.

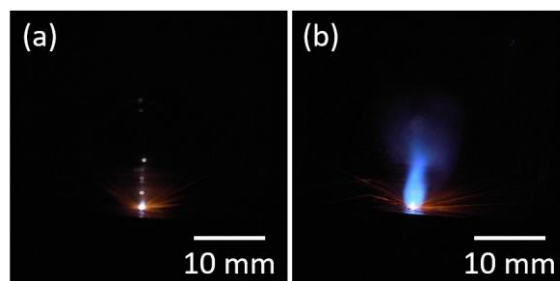


Fig.1 The photographs of the laser-produced plasma under (a) 760 Torr and (b) 10 Torr.

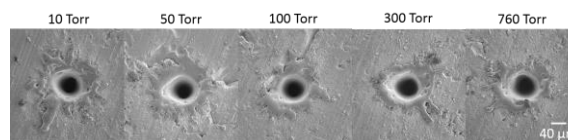


Fig.2 SEM images of the irradiated spots with different pressures.

Reference

- [1] K. Okazaki, T. Shimogaki, K. Fusazaki, M. Higashihata, D. Nakamura, N. Koshizaki, T. Okada, Appl. Phys. Lett., Vol.101, 211105 (2012).