

パルス発振フォトリック結晶レーザ上の微粒子の動的挙動

Behavior of photonic crystal laser-like fine particles under pulsed laser irradiation

横浜国大理工¹, 横浜国大工² 能勢 隆大¹, 西島 喜明^{*2}



Graduate school of Science and Engineering, Yokohama National Univ.¹, Faculty of Engineering, Yokohama National Univ.² Takahiro Nose¹, Yoshiaki Nishijima^{*2}

E-mail: nose-takahiro-tr@ynu.jp

【緒言】集光したレーザ光により、微粒子を始めとした微小な物質の捕捉技術が盛んに研究されている [1]。近年、プラズモニクスを始めとした近接場材料を用いた光捕捉が報告されている。[2]我々は、光捕捉の場として、フォトリック結晶ナノレーザに注目した。フォトリック結晶ナノレーザは欠陥モードに局在した光により、レーザ発振が発生する。その際に光圧を始めとして熱対流等の物質輸送が発生することが考えられる。フォトリック結晶ナノレーザは超高感度バイオセンサとしても利用されており、レーザ発振中における物質の動態を精緻に計測することは、バイオセンサの原理と感度を向上させるうえでも非常に重要である。[3-4]

【実験】フォトリック結晶ナノレーザは電子線リソグラフィ/ドライエッチングにより作製した[3]。光圧は蛍光微粒子溶液を用いて評価した[4]。サンプルに蛍光微粒子溶液を滴下し、蛍光微粒子の運動量がレーザ照射前、レーザ照射中、レーザ照射後での微粒子動態を観測した。

【結果】微粒子の動態解析を行うとレーザ照射点付近ではレーザ照射中は微粒子の速度が低下し、光圧により補足されている可能性を示唆する結果が得られた。また、レーザ照射後は微粒子の速度が上昇する結果が得られた。このことからフォトリック結晶レーザにより生じる力には、光圧とともに熱の発生がしていると推察される。

[1] Arthur Ashkin 他, "Optical trapping and manipulation of neutral particles using lasers," Physical review letters. 24, 26, 156-159 (1970)., "Optical trapping and manipulation of viruses and bacteria," Science. 235, 4795, 1517-1520 (1987)., "Trapping of atoms by resonance radiation pressure," Physical Review Letters, 40, 12, 729 (1978)., "Acceleration and trapping of particles by radiation pressure," Physical Review Letters. 24, 4, 156 (1970).

[2] Tatsuya Shoji, Yasuyuki Tsuboi, 他, "Optical tweezing and binding at high irradiation powers on black-Si," Scientific Reports, 1, 7, 12298 (2017).

[3] Kengo Nozaki, Shota Kita, Toshihiko Baba, "Room temperature continuous wave operation and controlled spontaneous emission in ultrasmall photonic crystal nanolaser," Optics Express, 15, 7506-7514(2011)

[4] Shota Kita, Kengo Nozaki, Shoji Hachuda, Hideki Watanabe, Yuji Saito, Shota Otsuka, Takeharu Nakada, Yoshiki Arita, Toshihiko Baba, "Photonic Crystal Point-Shift Nanolasers With and Without Nanoslots—Design, Fabrication, Lasing, and Sensing Characteristics" IEEE JSTQE, 17, 1632, (2011).,