Yb:FAP レーザーセラミックスのフッ素置換条件

Fluorine-substituted conditions for Yb:FAP laser ceramics

北見工大 [1]，東京医科歯科大 [2]， 物材機構 [3] ○(M1)加藤 大地 [1]，古瀬 裕章 [1]，
堀内 尚紘 [2]，森田 孝治 [3]，鈴木 達 [3]，金 炳男 [3]
Kitami Inst. Tech. [1], Tokyo Med. Dent. Univ. [2], NIMS[3]
°D. Kato[1], H. Furuse[1], N. Horiuchi[2], K. Morita[3], T.S. Suzuki[3] and B.N. Kim[3]
E-mail : m2153400084@std.kitami-it.ac.jp

はじめに

多くの利点を有するレーザーセラミックスの開発において，対象を非立方晶材料に拡大することは，新たな光源開発にも重要である．非立方晶材料でレーザーセラミックスを得るには，複屈折による粒界散乱の低減が必須である．粒界散乱がセラミックスを構成する結晶粒の大きさに比例することから，我々は，結晶粒の微細化による透明セラミック化に取り組んできた．そして，六方晶のフッ化アパタイト（$Ca_{10}(PO_4)_6F_2$: FAP）粉体の液相合成と，放電プラズマ焼結（SPS）を用いた低温焼結を組み合わせて，Nd:FAP のレーザー発振を実証した[1]．また，類似の作製法を Yb にも展開し，平均粒径 90 nm の Yb:FAP セラミックスの作製とレーザー発振に成功した[2]． その一方で，作製した Yb:FAP セラミックスの蛍光寿命が単結晶体の 3 分の 1 程度と短いことが課題として残されている．これは，作製過程における $OH^- \rightarrow F^-$への置換が不十分であり，残留 OH^-イオンへのエネルギー移譲による消光が原因と考えている．

本研究では， Yb:FAP セラミックスのレーザー特性向上を目指し，蛍光寿命を改善するためのフッ素置換条件を探索した．

実験方法と結果

初期原料に H_3PO_4, $Ca(OH)_2$, $YbCl_3 \cdot 6H_2O$ を用い，水酸アパタイト(Yb:HAP)前駆体を作製した．その後，前駆体にフッ素化合物を添加し，熱処理することでフッ素置換して，Yb:FAP 微粉末を得た．次に，SPS 装置を用いて Yb: FAP 粉体を 900℃で焼結した．得られた焼結体の両端面を光学研磨し，各種評価を行った．レーザー試験には，波長 910 nm の半導体レーザーと反射率 95%の出力ミラーを用いた．フッ素置換条件の探索では，フッ素化合物の量や熱処理回数を変化させ，蛍光寿命に与える影響を調査した．

図 1 に Yb:FAP の写真とレーザー入出力特性を示す．スロープ効率は 4.6%が得られた．図 2 に蛍光の減衰波形を示す．黒線がレーザー発振した焼結体（フッ素化処理 1 回），青線がフッ素化処理 2 回の測定結果である．処理回数を増やすことで蛍光寿命が 1.1 ms まで改善することを確認した．その一方で，処理回数を増やした焼結体は不透明であった．今後は，蛍光寿命と透光性を両立したセラミックスの作製手法を確立する予定である．

[1] H. Furuse *et al.*, *Sci. Rep.* **9**, 10300 (2019).
[2] H. Furuse *et al.*, *Opt. Mater. Express* **11**(6) 1756 (2021).

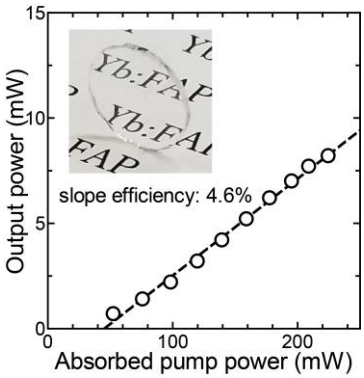

Fig. 1: Laser output power as a function of absorbed pump power.

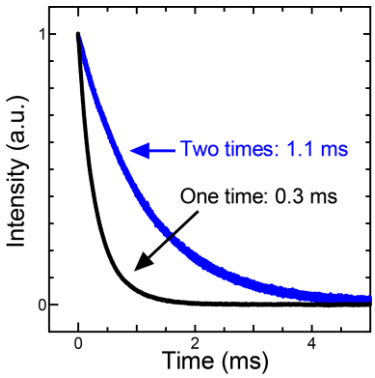

Fig. 2: Fluorescence time decay of each samples.