

透光性 Tm:C-FAP セラミックスの開発

Development of transparent Tm:C-FAP ceramics

北見工大¹, 物材機構² ○(B)望月 友輝¹, (M1)加藤 大地¹, 森田 孝治², 鈴木 達²,

金 炳男², 古瀬 裕章¹

Kitami Inst. Tech.¹, NIMS²

○Y. Mochizuki¹, D. Kato¹, K. Morita², T.S. Suzuki², B.N. Kim², H. Furuse¹

E-mail: f1812101621@std.kitami-it.ac.jp

はじめに

多くの利点を有する透光性セラミックスは、固体レーザー分野で幅広く利用されている。一方、非立方晶系材料では、結晶粒界での屈折率差による散乱により透光性が低下するため、レーザー材料として用いることは困難とされてきた。多くの光学材料は非立方晶系であることから、非立方晶材料の透明セラミック化技術を確認することは、材料開発の幅の拡大と応用展開において重要である。

我々はこれまで、六方晶系のフッ化アパタイト ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$: C-FAP) の透明セラミック化とレーザー実証を進めてきた。粒界散乱の大きさは結晶粒の大きさに比例し、また、光の波長の2乗に反比例する[1]。我々は、セラミックスを構成する結晶粒の微細化に着目し、希土類 (Nd, Yb) を添加した材料の開発を進めてきた[2,3]。これらの材料は $1\text{ }\mu\text{m}$ 帯でレーザー発振するが、対象波長をより長波長側に選定すれば、さらに散乱係数が小さくなると期待できる。このような背景から、本研究では波長 $2\text{ }\mu\text{m}$ 帯で蛍光する Tm イオンに着目し、Tm:C-FAP の透明セラミック化を試みた。

実験方法と結果

初期原料に、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$, H_3PO_4 , $\text{TmCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ を用いて、液相法により Tm:C-HAP ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$) 前駆体を作製した。その後、前駆体に $\text{C}_2\text{H}_2\text{F}_3\text{NO}$ 溶液を混合して熱処理することで水酸化物イオンをフッ化物イオンに置換し、Tm:C-FAP 粉体を作製した。次いで、Tm:C-FAP 粉体を放電プラズマ焼結装置を用いて真空中で焼成した。得られた焼結体の両面に光学研磨を施し、各種特性評価を行った。

図 1 に $300\text{--}2500\text{ nm}$ における Tm:C-FAP の直線透過率と試料の写真を示す。比較のため、フッ素置換せず透明化した Tm:C-HAP 試料の透過率も示している。波長 791 nm に Tm^{3+} の $^3\text{H}_6 \rightarrow ^3\text{H}_4$ 遷移による吸収ピークが見られた。図 2 に $4000\text{--}2500\text{ cm}^{-1}$ における Tm:C-FAP の吸光度を示す。 $3000\text{--}3500\text{ cm}^{-1}$ 付近に見られる OH 基の伸縮振動による幅広い吸収が小さくなっており、フッ素イオンに置換できていることを確認したが、 $2\text{ }\mu\text{m}$ の蛍光観測には至っていない。講演では、Tm:C-HAP との比較や、その他特性評価について、議論する予定である。

[1] R. Apetz *et al.*, *J. Amer. Ceram. Soc.*, **86**(3), 480–486 (2003)

[2] H. Furuse *et al.*, *Sci. Rep.*, **9**(1), 10300 (2019)

[3] H. Furuse *et al.*, *Opt. Mater. Express*, **11**(6), 1756 (2021)

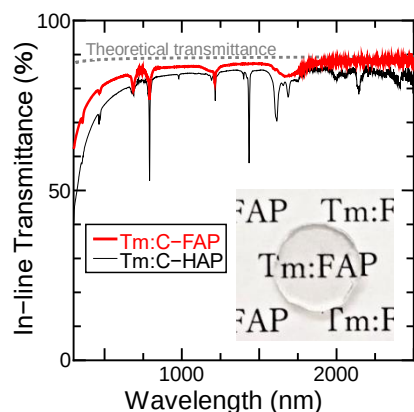


Fig. 1. In-line transmittance of Tm:C-FAP ceramics.

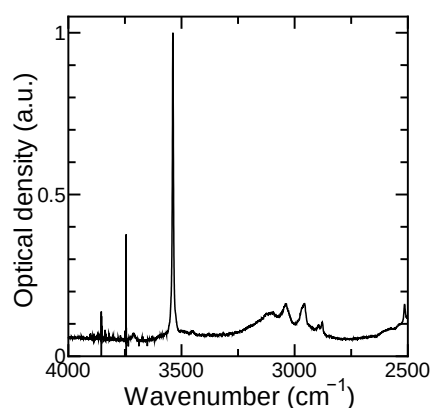


Fig. 2. FT-IR spectrum of Tm:C-FAP ceramics.