

究極のパワーレーザー材料を目指して

～阪大－原子力機構間のコンポジット型セラミックレーザー材料の開発～
 Ultimate composite ceramics for power laser

Objective

高平均出力（高ピーク強度、高繰り返し）レーザーQUADRAの開発では、高出力LD励起によって生じるレーザー媒質の発熱を速やかに除去できるコンポジット型のレーザーセラミック光学素子が不可欠である。この課題を解決するために、阪大レーザー研 (ILE) のセラミック形成技術¹⁾と原子力機構関西研のレーザー結晶接合技術²⁾を組み合わせ、双方の連携により究極の耐熱性、高効率と高品質を併せもつ光学材料を開発し、先進的レーザー開発を促進する。

Composite ceramic device that is enabling fast heat removal from a high-power LD pumped laser medium is essential for the development of a high-average-power (high-peak power and high-repetition rate) QUADRA lasers. We started the joint study for developing composite ceramics as ultimate laser materials with high optical quality, high efficiency and high heat resistance in combination with a ceramic fabrication technology in ILE of Osaka University and a bonding method of laser crystals in KPSI of JAEA.

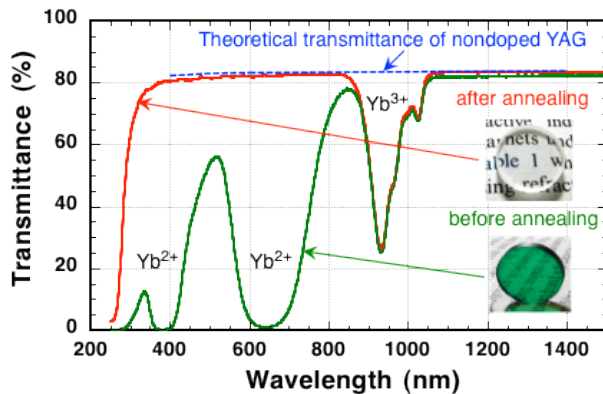


Fig. 1: Transmittance spectrum of low loss Yb (10mol%): YAG ceramics. Optimized annealing process can completely reduce Yb²⁺ valence state in the samples.

Achievement

- ILE のセラミック形成技術開発では、材料合成から高温真空炉を用いた焼成及びアニールまでの製作工程全般の最適化により、10mol%高濃度添加 Yb:YAG セラミックの透明化に成功し、理論透過率を達成している¹⁾ (Fig. 1)。
- 関西研のセラミック接合技術開発では、ドライエッチングによる表面活性化を用いた固相接合法 (Ar 高速原子ビーム照射) により、YAG と Nd:YAG、それらとサファイアのコンポジット化に成功している²⁾ (Fig. 2)。

- In progress of ceramics fabrication technology at ILE, quite low loss Yb(10mol%): YAG specimen was fabricated by optimizing precursor fabrication process, sintering process in high temperature vacuum furnace and annealing condition¹⁾ (Fig.1).
- In progress of ceramic bonding process at KPSI, a composite ceramic of non-doped YAG and Nd: YAG (17mm^φ x 3.5mm^l) and a hetero composite of non-doped YAG ceramic, Nd: YAG ceramic and sapphire have been succeeded by means of a solid-state bonding method which uses surface activation by a dry etching²⁾ (Fig. 2).

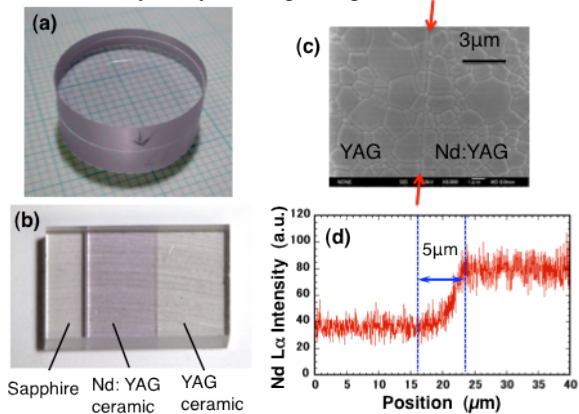


Fig. 2: (a): Composite ceramic of YAG/Nd:YAG (b): Hetero-composite of sapphire/Nd:YAG/YAG. (c): Electron microscope picture of bonded region of YAG/Nd:YAG composite. (d): Spatial profile of Nd L α measured by x-ray analysis using a field emission electron probe microanalyzer.

Reference

- 1) 藤岡加奈：「高強度レーザーのためのセラミックレーザー材料および非線形光学結晶に関する研究」大阪大学学位論文（2011）
- 2) 杉山 僚：「接合技術を用いたレーザー材料開発」レーザー研究 39（2011）326-331.