

Yb:YAG セラミックス熱伝導率のドーブ濃度および温度依存性

Concentration and temperature dependence of thermal conductivity of Yb:YAG ceramics

レーザー総研¹, 核融合研², 阪大レーザー研³ ○古瀬裕章¹, 安原亮², 岩本晃史², 河仲準二³
 ILT¹, NIFS², ILE Osaka³ ○H. Furuse¹, R. Yasuhara², A. Iwamoto², and J. Kawanaka³

E-mail: furuse-h@ile.osaka-u.ac.jp

近年、高出力かつ高効率動作が可能な低温冷却 Yb:YAG セラミックスが次世代大出力レーザー材料として注目を浴びている[1]。現在、上記材料を用いた大出力レーザーの開発や概念設計が国内外において進められており、加工産業、計測、高強度物理、医療用途等への展開が期待されている。大出力レーザーを設計する際には、レーザー材料内部の温度上昇値や温度勾配、また熱収差による波面歪等を見積もるため、レーザー材料の熱伝導率(K)、熱膨張係数(α)、熱光学係数(dn/dT)等の物性値が必須である。

本研究ではデータベース構築を目的に、ドーブ濃度の異なる Yb:YAG セラミックスの熱伝導率の温度依存性を測定している。Yb:YAG 単結晶は幅広い温度領域、ドーブ濃度で熱伝導率が測定されており[2]、20%程度まではドーブ濃度が増えるにしたがって低くなる傾向にある。また YAG 単結晶と YAG セラミックスの測定結果から、200 K 以下の低温領域においてセラミックスの熱伝導率は単結晶に比べ小さい。セラミックスはミクロンオーダーの結晶粒子(グレイン)による多結晶構造を持つため、不純物やグレイン境界によるフォノン散乱が熱伝導率低減の原因と考えられる[3]。すなわちセラミックスの熱伝導率はドーブ濃度、温度の他にグレイン径にも依存し、データベース構築のためには単結晶以上に多くのデータ収集が必要となる。

本研究では、ドーブ濃度 0%, 2%, 5%, 9.8%, 20%の Yb:YAG セラミックス(神島化学工業焼成、グレイン径約 1 μm)を準備し、熱伝導率の温度変化を測定した。本研究では核融合科学研究所所有の低温クライオスタット装置を利用し、熱伝導率の測定を行った。熱伝導率の測定には片方から定常的に熱を与え、試料に生じた温度勾配を温度センサで測定することにより熱伝導率を求める定常熱流法を採用した。

図 1 に本研究で測定した Yb:YAG セラミックス(9.8%, 5mm x 5mm x 15mm, 20 mm)の熱伝導率温度依存性を示す。図 1 から、熱伝導率は低温になるにしたがって向上することがわかる。厚さの異なる試料で測定データの値が若干異なるのは、測定ホルダと試料を設置する際に使用したエポキシ系接着剤(Stycast)による熱抵抗のためと考えている。今後は厚み 10mm の試料から接着剤の熱抵抗値を明らかにする予定である。またドーブ濃度の異なる試料で測定を行い、データ構築を行う予定である。講演ではそれらの結果に加え、YAG セラミックスの熱膨張係数や dn/dT の低温測定データについても報告する。

本研究は核融合科学研究所の一般共同研究(研究コード:NIFS11KBAH004)の助成を受けて行われた。

- 1) J. Kawanaka, *et al.*, Laser Phys. **20**(5), 1079 (2010).
- 2) T.Y. Fan, *et al.*, J. Sel. Top. Quantum Electron. **13**, 448 (2007).
- 3) H. Yagi, *et al.*, Ceramics International **33**, 711 (2007).

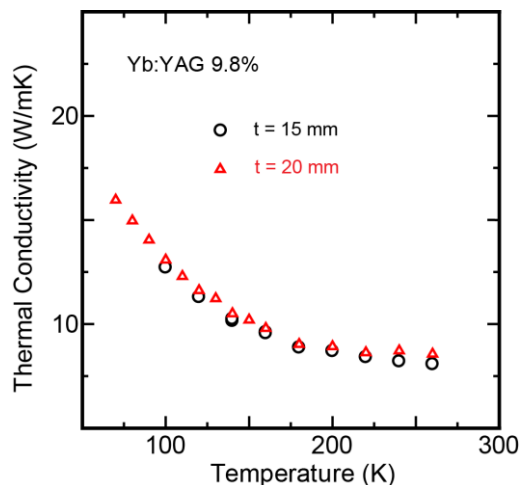


図 1 : 熱伝導率の温度依存性.