

常温接合を用いたレーザー結晶と金属ホルダとの原子レベル接合

Atomic bonding of a laser crystal and a metal holder by use of the room-temperature bonding

中央大理工 °松井 鵬樹, 若松 将吾, 庄司 一郎

Chuo Univ., °Tomoki Matsui, Shogo Wakamatsu, Ichiro Shoji

E-mail: a12.hchd@g.chuo-u.ac.jp

固体レーザーの高出力化を図るうえで放熱機構は極めて重要である。通常、レーザー結晶を銅のホルダに固定する際には、間にインジウムが挿入される。しかしながら、インジウムの熱伝導率(82 W/m・K)は銅(401 W/m・K)に比べて低いうえ、密着性が悪いと隙間に空気が混入し、インジウム部分が熱抵抗となる可能性がある。また、インジウムは融点が低いため(156.6°C)、高温になると外部に溶け出す可能性もある。そこで本研究では、レーザー結晶と金属ホルダとを原子レベルで接合し、排熱効率のより高いレーザーの開発につなげることを目的とする。

直接接合には熱膨張係数の異なる材料同士の接合も可能な常温接合(RTB: room-temperature bonding)[1]を用いた。初めに、無添加 YAG(2.5 mm×3.5 mm×3 mm)と銅(2.5 mm×3.5 mm×3 mm)との接合を試みた。しかしながら、銅の研磨は技術的に困難であり、表面平坦性および粗さとも悪く、YAG と部分的にしか接合しなかった。

そこで、YAG と銅の間に銀箔を介して常温接合を行う方法を考案した。銀は銅と融点および熱伝導率が同程度に高いのに加え、展性が大きい。したがって、接合時に試料を加圧する際、銀箔が展性によって YAG と銅の間の隙間を埋めるように変形することが期待される。今回、研磨していない厚さ 20 μm の銀箔を用い、接合を行った結果、Fig.1 に示すように接合界面に干渉縞が生じ、接合強度の弱い構造となった。

一方、YAG と銅の間に銀箔を介して密着させたもの(Cu/Ag 箔/YAG)、銅箔(厚さ 20 μm)を介して密着させたもの(Cu/Cu 箔/YAG)、従来のホルダの構造である YAG と銅の間にインジウムシート(厚さ 0.5 mm)を挟んだもの(Cu/In/YAG)、YAG と銅を直接密着させたもの(Cu/YAG)の4つで熱の伝わり方を比較した。Fig. 2 に示すように、温度上昇が早くかつ到達温度が高いのは、Cu/Ag 箔/YAG であった。したがって、銀箔を用いることにより、従来よりも排熱効率が高く実用性の高いホルダ構造を実現できる可能性がある。

今後は両面研磨した銀箔を用いて常温接合を行い、原子レベルで接合したホルダ構造を作製する予定である。

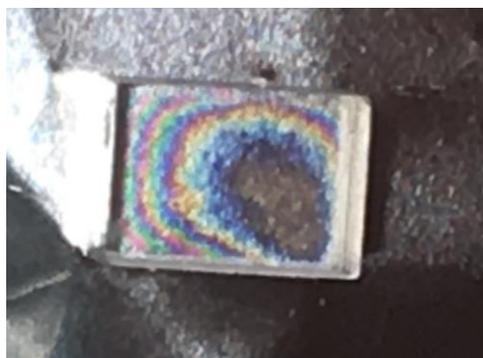


Fig. 1. Interference fringes between YAG and silver foil.

[1] T. Suga *et al.*, *Acta Metall. Master.* **40**, S133 (1992).

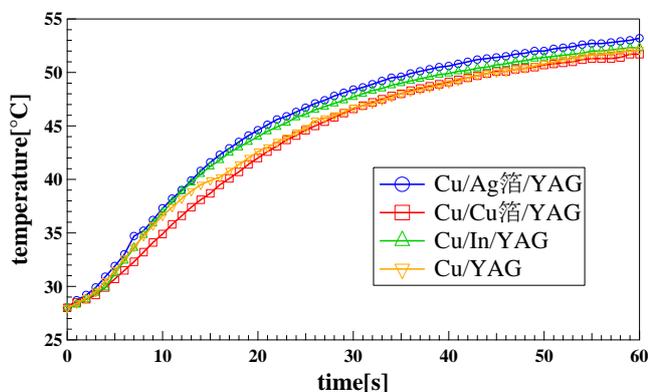


Fig. 2. Thermal conductivity of different structures.