常温接合を用いた Nd:YAG/ダイヤモンド複合構造レーザーの発振特性

Laser characteristics of a Nd:YAG /diamond composite fabricated with the room-temperature bonding

中央大理工　○奥山 洋平，山内 太貴，恩田 友美，庄司 一郎
Chuo Univ., ◦Yohei Okuyama, Taiki Yamauchi, Tomomi Onda, Ichiro Shoji
E-mail:renow92r@gmail.com

固体レーザーを連続波動作や強励起で使用するとレーザー結晶内に熱が蓄積し，熱レンズ効果や熱複屈折によってビーム品質や効率の低下，熱破壊が起こるため，高出力動作が困難となる．これらの熱問題にはレーザー活性イオン添加材料と無添加材料を一体化することで添加材料からの直接的な熱引きが可能な複合構造が有効である．複合構造は主に拡散接合を用いて作製されているが，高温プロセスのためにほとんど同種材料の接合に限定されていた．最近，我々は異種材料同士を接合する新手法として常温接合[1]を用い，無添加材料として熱伝導率が 2000 W/mK と YAG の約 200 倍大きいダイヤモンドを使用した Nd:YAG 及び $Nd:YVO_4$ 複合構造レーザーを作製し，レーザー発振に成功した[2]．ただし，接合界面でのフレネル反射による損失のために，効率，出力ともに複合構造の方が結晶単体を下回った．そこで今回は，Nd:YAG/ダイヤモンド複合構造について，出力鏡の反射率を前回の 90 %から小さくして損失の影響を小さくするとともに，より高強度で励起したときのレーザー発振特性を評価した．

Nd:YAG 結晶(3 mm×3 mm×3 mmt)の入射端面にダイヤモンド(3 mm×3 mm×1.5 mmt)を接合した複合構造を作製し，レーザー発振用にコーティングを施した(Fig. 1).

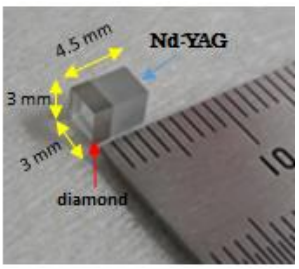

Fig.1 Nd:YAG/diamond Composite laser

波長 808 nm のファイバー結合半導体レーザーを励起光源とし，熱効果を顕著にするために励起光の集光ビーム径を前回の 400 μm から 200 μmと小さくした．出力鏡の反射率を 70～98 %で変化させて入出力特性を測定したところ，Nd:YAG 複合構造では反射率が 80 %でスロープ効率が最大となった(Fig.2)．このときの単体と複合構造の入出力特性を Fig. 3 に示す．Nd:YAG 単体のスロープ効率，閾値は 45.5 %，1.06 W であり，複合構造ではそれぞれ 33.6 %，1.15 W であった．単体に対して複合構造のスロープ効率は低いものの，Nd:YAG 単体は励起パワー19 W 付近で熱破壊を起こしたのに対し，複合構造では励起パワー30 W でも熱破壊が起こらず，単体の最大出力 7.54 W を上回る 9.22 W が得られた．今後は異種材料同士の接合界面での反射損失の影響が小さくなるような複合構造の作製に取り組んでいく予定である．

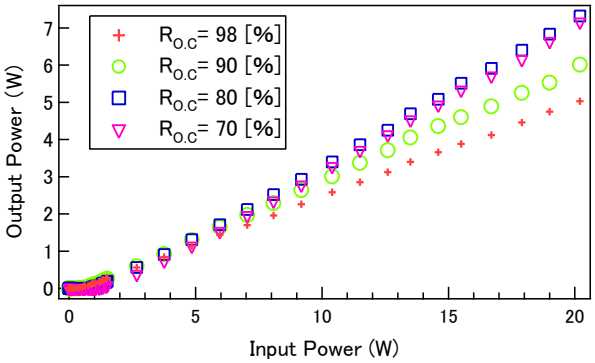

Fig.2　Laser characteristics for Nd:YAG/diamond

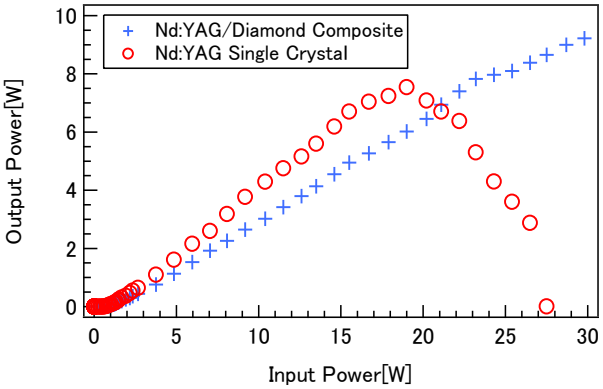

Fig.3　Laser characteristics ($R_{O.C.}$ = 80 %)

参考文献

[1] T. Suga *et al.*, Acta Metall. Master. **40**, S133 (1992).
[2]奥山ほか，2014 年秋季応物 19p-C8-18

© 2015年 応用物理学会