

1611.5 nm Er fiber 励起を用いた高効率 Tm³⁺:Sc₂O₃ レーザー Highly efficient Tm³⁺:Sc₂O₃ Laser in-band Pumped by a 1611.5 nm Er-Fiber Laser

○戸倉川 正樹¹、クリスティアン クランケル^{2,3}

(1. 電通大レーザー研、2. ハンブルグ大学レーザー研、3. ハンブルグ超高速イメージセンター)

[†]Masaki Tokurakawa¹, Yutaka Mashiko², Christian Kränkel

(1. ILS, UEC, 2. ILP, Univ. of Hamburg, 3. The Hamburg Centre for Ultrafast Imaging)

E-mail: tokura@ils.uec.ac.jp

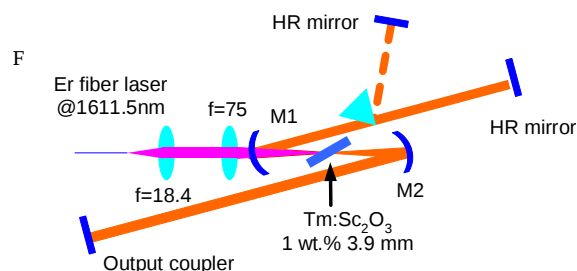
波長2 μ m帯レーザーはアイセーフレーザーとして良く知られ様々な例えばLIDERなどの応用に用いられてきた。近年では長波長の中赤外光(4-12 μ m)発生のための励起光源としても用いられ、発生する中赤外光(およびそのアプリケーション)の性能は2 μ m帯励起光の性能によって大きな影響を受ける。そのため高性能な2 μ m帯レーザー光源の開発は中赤外レーザー開発の視点から見ても非常に重要である。Tm添加媒質は波長2 μ m帯において高効率・高出力なレーザー動作を可能とし非常に大きな注目を集めている。また2 μ m帯のTm添加固体媒質を用いたモード同期レーザーも報告されているが、その励起には高いビーム品質が必要とされLD励起ではなく、Ti:Al₂O₃レーザーによる $\sim$ 800 nm励起が主として用いられ、パワースケーリングを制限している。

本研究では波長1611.5 nm Er,Ybファイバーレーザーを励起光源としたIn-band励起Tm:Sc₂O₃レーザーの開発を行った。1610 nm Erファイバーレーザーは5W以上の高出力化と高いビーム品質を可能とし2.1-2.5 μ m帯Cr:ZnSカーレンズモード同期レーザーにも使用されている。Tm³⁺:Sc₂O₃はCr:ZnSに比べ優れた熱特性を有し、非線形屈折率も5倍程度小さい、また $\sigma\tau$ 積(表1)も大きく、1.95-2.15 μ mに広い利得を有し100 fs以下の超短パルス動作の可能性を有している。

Fig. 1 に示すZ型共振器を用いて連続発振および波長可変レーザー実験を行った。励起光源である1611.5 nm ErファイバーレーザーはFBGによって波長が制御され無偏光で最大出力1.6 Wを供給する。結晶は長さ3.9 mm、1%添加のTm:Sc₂O₃を用いた。連続発振実験では透過率2.5%の出力鏡を用いたとき発振波長1992nmにおいて最大出力400mW,スロープ効率74%を得る事に成功した(Fig. 2. a)。波長可変レーザー実験ではFSプリズムを用いて1860-2010, 2100-2150nmの波長可変特性を得る事に成功した(Fig. 2. b)。また実験では励起状態吸収による効率の低下は見られなかった。

表 1. 利得媒質の特性比較

material	Is kW/cm ²	$\sigma\tau$ 10 ⁻²³ s $\cdot$ cm ²	σ 10 ⁻²⁰ cm ²	$\bar{U}$ ms
Tm:Sc ₂ O ₃	$\sim$ 0.5	$\sim$ 1	>0.3	3.4
Yb:YAG	$\sim$ 0.5	$\sim$ 2.1	2.1	1
Yb:CaF ₂	$\sim$ 1.8	$\sim$ 0.6	0.25	2.4



ig. 1. A schematic picture of the Er fiber-laser-pumped Tm³⁺:Sc₂O₃ laser. The prism was used for tuneable laser operation.

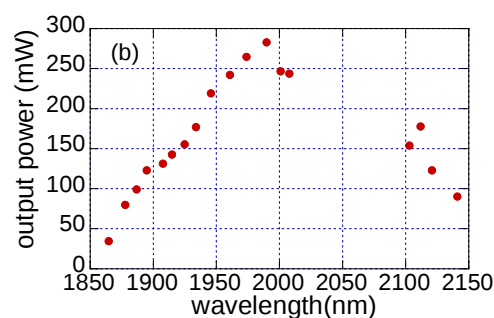
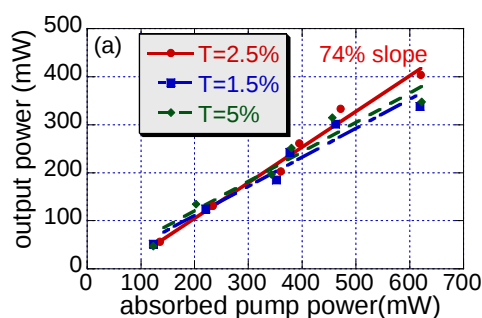


Fig. 2 (a) Output power property with respect to absorbed pump power. (b) Tunable laser property.

Reference

[1] Christian Kränkel, "Rare-Earth-Doped Sesquioxides for Diode-Pumped High-Power Lasers in the 1-, 2-, and 3- μ m Spectral Range," IEEE J. Sel. Top. Quan. Electron. **21**, 1602013 (2015).