

Tm 添加 sesquioxide 媒質を用いた 波長 2 μm 帯モード同期レーザーの超短パルス化

Ultrashort pulse generation from mode-locked Tm-doped sesquioxide lasers

電通大レーザー研¹, 電通大脳医工研², ライプニッツ結晶成長研究所³

○(DC)鈴木 杏奈^{1,2}, Christian Kränkel³ 戸倉川 正樹^{1,2}

ILS, UEC¹, CNBE, UEC², IKZ³

○(DC)Anna Suzuki^{1,2}, Christian Kränkel³, Masaki Tokurakawa^{1,2}

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



波長 2 μm 帯超短パルスレーザーは光コムによる精密分光や中赤外波長変換、高次高調波発生などに有用な光源であり、高出力化や短パルス化など高機能化が強く望まれている。Tm 添加媒質は波長 2 μm 帯に蛍光を示し、安価で高出力な 0.8 μm 帯 AlGaAs レーザーダイオード励起による量子効率 $\times 2$ に迫る高効率動作が可能であることから高出力な波長 2 μm 帯レーザーの利得媒質として利用されてきた。一方で Tm 添加媒質は比較的狭い利得帯域幅を示すために 100 fs 以下の超短パルス発生は容易ではなく、特に数サイクルに迫るような超短パルス光を得るにはホスト材料やモード同期法の選択が重要になる。

Tm 添加 sesquioxide (Tm:RE₂O₃, RE=Lu, Y or Sc)は基底準位のシュタルクレベルが大きく分裂しており、2 μm を超える波長領域に広帯域な蛍光を示し Tm 添加媒質の中でも最も長波長でレーザー発振可能である¹。これにより 2 μm 以下に存在する強い水蒸気の吸収や Tm³⁺の再吸収の影響を緩和し、実効的に広帯域な利得が得られサブ 100 fs の超短パルス発生を可能にする。また、sesquioxide は高い熱伝導率を有しており高出力動作にも適した媒質である。

本研究では Tm:Sc₂O₃ 単結晶および Tm:Lu₂O₃ セラミックを用いて、高速な応答速度と深い変調が得られるカーレンズモード同期による超短パルス発生を行った。Tm:Sc₂O₃ を用いた実験ではパルス幅 72 fs が平均出力 130 mW において得られ、Tm:Lu₂O₃ を用いた際には 60 fs が平均出力 81 mW において得られた。さらにより一層の短パルス化を目的とし、両媒質を同一共振器内で利用することで Fig.1(a)のように各スペクトル領域を線形に結合し広帯域な利得を得る複合利得媒質を用いたカーレンズモード同期実験を行った。この時、Fig.1(b)に示すように広帯域な利得帯域を利用したスペクトル広がりに加え共振器内誘導ラマン散乱による長波長側へのスペクトル拡大を観測し、Tm 固体レーザーにおいて最短となる 41 fs のパルス幅が得られた。

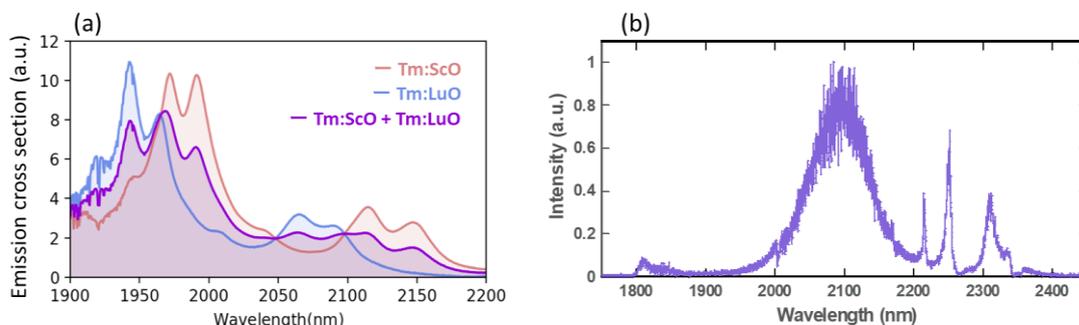


Fig.1(a) Emission cross sections of Tm:Sc₂O₃, Tm:Lu₂O₃ and combined gain media

(b) Optical spectrum of the combined gain media Kerr-lens mode-locked laser

【参考文献】

- 1) P. Koopmann, "Thulium- and holmium-doped sesquioxides for 2 μm Lasers," Ph.D. Thesis Uni. HH (2010).