

太陽光励起 Er^{3+} 添加ファイバレーザの実現性Feasibility of Er^{3+} -doped solar-pumped fiber lasers

豊田工大 ○鈴木健伸, 岩田靖之, 大石泰丈

Toyota Tech. Inst. ○Takenobu Suzuki, Yasuyuki Iwata and Yasutake Ohishi

E-mail: takenobu@toyota-ti.ac.jp

はじめに 太陽光励起レーザはインコヒーレントでエネルギー密度の低い太陽光を、コヒーレントでエネルギー密度の高いレーザ光に直接変換するデバイスであり、近年注目を集めつつある。本研究では、レーザ発振イオンとして Er^{3+} を用いることで光通信や医療分野で利用可能な $1.55 \mu\text{m}$ 帯で発振する太陽光励起ファイバレーザの実現性を検討した。

方法 0.05-5.0 mol % の Er^{3+} を添加したケイ酸塩、テルライト、リン酸塩、フッ化物ガラス試料を溶融急冷法により作製した。得られたガラスについて、透過率、発光スペクトル、発光寿命、発光量子効率の測定を行った。Judd-Ofelt 解析から各遷移の輻射緩和率、非輻射緩和率、誘導放出断面積の算出を行った。測定した物性値を用いてダブルクラッド構造をもつファイバレーザの太陽光照射下でのレーザ発振の数値シミュレーションを行った。

結果および考察 表 1 に 4 種の Er^{3+} 添加ガラスの 300-1300 nm の吸収断面積の積分値、誘導放出断面積と発光寿命の積で表されるレーザ性能指数、 $1.55 \mu\text{m}$ 帯での発光の内部量子効率を示す。 Er^{3+} 添加ガラスの可視-近赤外域の吸収断面積の積分値は Nd^{3+} 添加フッ化物の約 1/5-2/3 程度しかなく太陽光の多くの成分を吸収できないため、太陽光励起光とするレーザ発振にはやや不利である。フッ化物は量子効率が約 34 % と最も大きく、レーザ性能指数はケイ酸塩に次ぐ値であり Nd^{3+} 添加フッ化物と

比べて約 3 倍大きいため、 Er^{3+} 添加フッ化物ガラスは $1.55 \mu\text{m}$ の太陽光励起ファイバレーザ用のガラス媒体として有力な候補であると考えられる。図 1 に Er^{3+} フッ化物ファイバについて数値シミュレーションにより得た太陽光集光倍率とレーザ出力の関係を示す。内部クラッド径が $600 \mu\text{m}$ では集光倍率が約 1800 倍以上では出力が線形に増加していることから、レーザ発振が確認できた。1800 倍の集光倍率は既存の集光系にて十分に実現可能であるためから、 Er^{3+} 添加フッ化物ガラスにより $1.55 \mu\text{m}$ 帯での太陽光励起レーザ発振は実現可能であると考えられる。

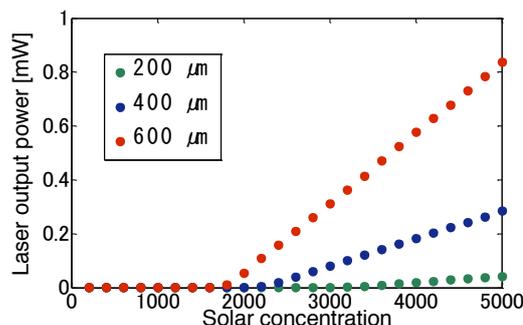


図 1: 太陽光集光倍率に対するレーザ出力 (内部クラッド径 200-600 μm).

表 1: Er^{3+} 添加ガラスの吸収断面積の 300-1300nm の積分値 (Nd^{3+} 添加フッ化物は 400-950nm), レーザ性能指数, 量子効率

	積分吸収断面積 $10^{-19} \text{ nm}^2 \cdot \text{nm}$	レーザ性能指数 $10^{-24} [\text{cm}^2 \cdot \text{s}]$	量子効率 %
フッ化物	3.8	43.9	34.3
ケイ酸塩	3.3	53.6	17.4
テルライト	9.3	31.7	10.3
リン酸塩	3.3	10.6	15.3
Nd:フッ化物	15.8	14.5	—