

氏名	滝本 和哉
授与学位	博士(工学)
学位記番号	博甲第232号
学位授与年月日	令和8年3月19日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項
学位論文題目	希土類添加媒質を用いた近赤外波長域における放出光およびレーザー発振特性
論文審査委員	主査 教授 原田 建治 准教授 曾根 宏靖 教授 黒河 賢二 教授 三浦 則明 准教授 酒井 大輔

学位論文内容の要旨

レーザーは優れたコヒーレンスを持つ光源であることから、1960年に発明されて以来、今日の科学技術の基盤の一つとして応用されるとともに、さらなる高出力化や小型化、高効率化などを目指し様々な研究が現在も広く行われている。励起光源として太陽光を用いる太陽光励起レーザー(Solar-pumped laser: SPL)の構想は、レーザーの実証とほぼ同時期から議論されていた。近年では、エネルギー問題や宇宙利用、再生可能エネルギー利用への関心が高まる中で、SPLの注目度が高まっている。

また、レーザーの励起媒質としては、透明セラミックスやアパタイト系結晶の研究が行われている。透明セラミックスは、単結晶に匹敵するほどの光学特性を有しながら、大型化や成形の自由度が高く、次世代の高出力レーザー材料として注目されている。近赤外領域と呼ばれる波長約800~2500 nmでのレーザー発振は通信、医療、センシング、材料加工など幅広い分野での応用がある。中でも、光ファイバーの材料である石英のゼロ分散波長1.3 μm 帯と分散シフト光ファイバーにおいてゼロ分散となる波長1.55 μm 帯は、今日の光ファイバー通信における重要な波長であり、これらの光源開発には価値がある。

本研究では、近赤外波長域、特に光通信利用に重要な波長1.3 μm 帯、1.55 μm 帯の新しい光源開発を目指した。はじめに1.55 μm 帯光の放出実験として励起媒質にEr/Yb共添加光ファイバー(EYDF)を、励起光源として太陽光を用いた実験を行った。Erイオンは太陽光を吸収させることによって1.55 μm 帯の増大が可能である。しかし、Erイオンの可視光吸収帯域は狭く、1.55 μm 帯の増大は小さかった。EYDFでは、Ybの吸収波長である800~1100 nmでの広い波長帯域を吸収し、1.55 μm 帯を放出する。波長800~1100 nmは太陽光も広いスペクトル分布を有する。実験の結果、放出光の最大値は2倍以上に改善した。

次に1.3 μm 帯のレーザー発振実験として、微細構造のNd添加フッ化アパタイト(Nd:FAP)、およびNd添加ストロンチウムフッ化アパタイト(Nd:S-FAP)透明セラミックスによるレーザー発振実験を行った。Furuseらの研究によって波長1.0 μm のレーザー発振は実証されていたものの、スロープ効率は数%程度であった。また、Nd:FAP単結晶では1.3 μm 帯の発振が報告されていたが、透明セラミックスでの発振は実証されていなかった。本実験では、共振器の最適化によって、Nd:FAP、S-FAP透明セラミックスにおける波長1.0 μm 帯での効率10%の達成、波長1.3 μm 帯におけるレーザー発振を実証した。

本研究の成果は今後の太陽光励起レーザーの応用、また、非立方晶セラミックスレーザーの発展に寄与するものと期待する。

審査結果の要旨

本研究では、近赤外波長域、特に光通信利用に重要な波長1.3 μm 帯、1.55 μm 帯での新しい光源開発を目指した。

1.55 μm 帯光の放出実験として励起媒質にEr/Yb共添加光ファイバー(EYDF)を、励起光源として太陽光を用いた実験を行い、放出光の最大値は従来の2倍以上に改善した。また、1.3 μm 帯のレーザー発振実験として、微細構造のNd添加フッ化アパタイト(Nd:FAP)、およびNd添加ストロンチウムフッ化アパタイト(Nd:S-FAP)透明セラミックスによるレーザー発振実験を行った。本研究において、共振器の最適化により、Nd:FAP、S-FAP透明セラミックスにおける波長1.0 μm 帯でのスロープ効率10%の達成、波長1.3 μm 帯におけるレーザー発振を実証した。

本研究の一部はJapanese Journal of Applied Physics **64**, 060905 にて、2025年5月に公開されている。また、IEEJ Transactions on Electronics, Information and Systems誌への掲載が決定している(2026年4月掲載決定)。さらに、8件の国際会議および6件の学会会議においても、本研究に関連する研究報告を行った。

以上の研究成果を総合的に判断し、論文審査において審査員全員から合格の評価を得た。本研究の成果は今後の太陽光励起レーザーの応用、また、非立方晶セラミックスレーザーの発展に寄与するものと期待する。