

Prドープ耐候性フッ化物ファイバーにおけるの小信号利得の計測

Measurement of small signal gain in Pr-doped waterproof fluoride glass fiber

千葉工業大学¹, 近畿大学², (B)池田 匠¹, (B)伊東 速斗¹, (B)福田 優希¹, (D)梶川 翔太², 吉田 実² 藤本 靖¹

Chiba Institute of Technology¹, KINDAI University², (B)Takumi Ikeda¹, (B)Sokuto Itou¹,

(B)Yuki Fukuda¹, (D) Shota Kajikawa, Yasushi Fujimoto¹

1. 概要

レーザー開発において共振器のパラメーターを決定することは重要である。ファブリペロー共振器におけるレーザー発振条件は次式で示される¹⁾。

$$1 - (r_1 r_2) \exp(2(\gamma - \alpha)l) = 0 \quad (1)$$

ここで r_1, r_2 は共振器ミラーの振幅反射係数, α, γ, l はそれぞれ増幅媒質の吸収, 利得係数, 及びその長さである。これを利得係数 γ について解くと

$$\gamma = \alpha - \frac{1}{2l} \ln(r_2 r_1) \quad (2)$$

となる。この関係式を用いることで, 利得媒質の小信号利得から共振器の設計を行うことができる。

本報告は Pr ドープ耐候性フッ化物ファイバー (Pr:WPFGF)²⁾における小信号利得と励起パワーの関係の計測を示し, 高出力可視光ファイバーレーザー開発の足掛かりとする。

2. Pr:WPFGF の小信号利得の測定

図 1 に実験系の概略図を示す。励起光源として 442nm の GaN-LD を使用し、プローブ光源に 638nm の LD(K63S03F-0.02W-S)を使用する。ショートパスフィルタ (Edmund Optics, TS-SPF-550nm-47288) を用い合波した後、ファイバーを出射した光はハイパスフィルタ (Y-52) にて励起の漏れ光を遮断する。出力はパワーメーターおよびスペクトルアナライザ (OSA) を使用し測定する。

Pr ドープ耐候性フッ化ガラス (Pr:WPFG) の吸収スペクトル及び蛍光スペクトルを図 2 示す。Pr:WPFG は 637nm に蛍光スペクトルのピークがあり, 638nm の LD をプローブ光として小信号利得の計測が可能である。

図 3 に Pr:WPFGF の励起強度に変化対する利得の変化の予測結果を示す。実験で使用するファイバーは長さ 40mm, コア径 $8\mu\text{m}$, Pr の濃度 3000ppm である。蛍光寿命 τ を $50\mu\text{s}$ として励起

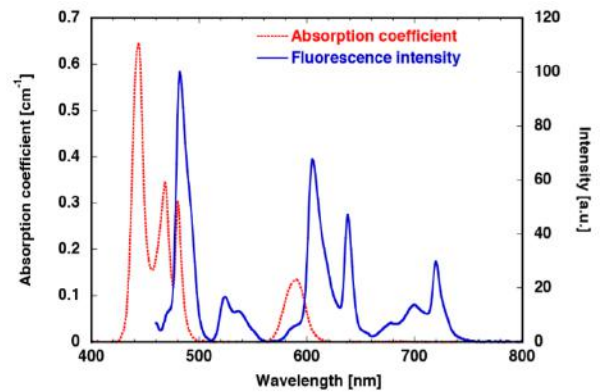


図 2.Pr の吸収及び蛍光スペクトル

密度 ΔN を求めると次式で示される。

$$\Delta N = (P_{in} - P_{out})/h\nu V \quad (3)$$

P_{in}, P_{out} はそれぞれファイバー両端における励起光の強度であり, h, ν はプランク定数及び励起光の振動数, V はコアの体積である。利得は次式により求めることができる。

$$e^{g l} = e^{\sigma \Delta N l} \quad (4)$$

ここで g は利得係数, l はファイバー長, σ は誘導放出断面積である。この式より励起強度を増やすと利得は指数関数的に増加すると予想される。これらの関係を基に Pr:WPFGF の小信号利得の測定を行い実験値との比較を行う。

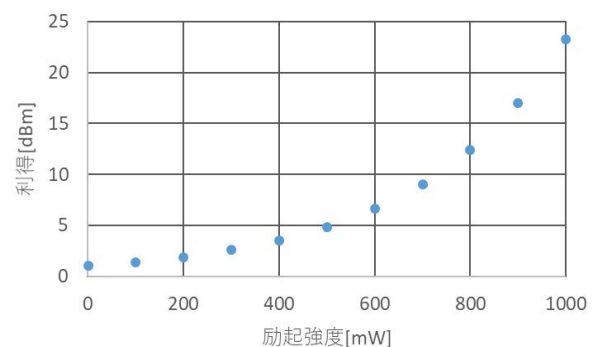


図 3.Pr:WPFGF の小信号利得特性

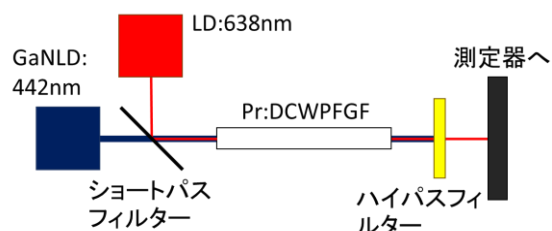


図 1.実験概略図

参考文献

- 1) 多田邦夫, 神谷武志監訳 原書 6 版 ヤリイブ・イー光エレクトロニクス (2010)
- 2) Y. Fujimoto, et al Progress in Quantum Electronics, 37, pp.185-214 (2013)