

ビスマス系高濃度 Yb 添加ファイバーレーザーの諸特性

Characteristics of Bismuth-Based Highly Ytterbium-Doped Fiber Laser

北見工大¹, 茨城大工² ○加藤 康平¹, 曾根 宏靖¹, 中村 真毅²

Kitami Inst. Tech.¹, Fac. Eng. Ibaraki Univ.², ○Kohei Kato¹, Hiroyasu Sone¹, and Shinki Nakamura²

[はじめに] 近年、1 μm 帯光波を効率良く増幅できる光ファイバー増幅器のための新たな増幅媒質としてビスマス(Bi)系高濃度 Yb 添加ファイバーが注目を集めていて[1,2]、レーザー加工、通信、医療等の分野での貢献が期待されている。Bi 系ファイバーは、濃度消光を抑えながら Yb を高濃度に添加することが可能である。そのため短尺のファイバーでも十分な増幅を行うことができ、光ファイバーにおける非線形効果も抑えることが可能である。本研究では、Bi 系高濃度 Yb 添加ファイバーの増幅特性を利用したアプリケーション開発のために、Yb 添加ファイバーの特性と比較しながら、Yb 添加 Bi ファイバーの光増幅器としての優位性を調査した。

[実験方法] 実験系は、半導体レーザー(LD)からの励起光を Bi 系高濃度 Yb 添加ファイバー(YDBF)あるいは Yb 添加ファイバー(YDF)に入射し、ファイバーからの出射スペクトル強度分布を光スペクトルアナライザーで観測する構成でおこなった。使用した LD は、中心波長 976.5 nm、平均パワーは 50 mW から 300 mW で使用した。調査対象の YDBF[2]は、コア径が 5.3 μm 、クラッド径が 125 μm 、ファイバーの長さは、波長 977 nm における吸収が 2600 dB/m のものは 14.2 cm と 51.2 cm、1300 dB/m のものは 50.1 cm を用意した。比較対象の YDF は、波長 976 nm で 1300 dB/m の吸収を持つ LIEKKI 社製 YB1200-4/125 を使用し、長さは 15.3 cm, 52.7 cm, 99.6 cm の 3 種類を用意した。今回の実験では、多種のファイバ接続を容易にするため、両端に FC コネクター (損失 2 dB 程度) 付の 1064nm 用 SMF (AFR 社製 P-06-R-11-L-H) を融着して使用した。

[結果と考察] 図 1 に、波長 977 nm における吸収が 2600 dB/m の 51.2 cm の YDBF を用いた励起光パワーを換えた場合の放出光特性を示す。この結果から、1060 nm の付近のある程度広帯域において、励起パワーに応じた放出光が得られることがわかる。

次に、励起光パワーを 100 mW に固定して、ファイバー長および Yb 濃度を換えた場合について調べ規格化して整理した結果を図 2 に示す。調査したファイバー長は 14.2 cm (赤線) と 51.2 cm (黒線) のものを使用した。Yb 濃度は波長 977 nm における吸収が 2600 dB/m の場合 (1.0 mol) (実線) と 1300 dB/m の場合 (0.5 mol) (破線) である。比較のため、図 3 に YDF の放出光特性も示す。今回おこなった結果では、ファイバー長が長くなれば、あるいは Yb が高濃度になれば、Yb による効果が増大し、放出光の最大値が長波長側にシフトすることがわかった。さらに、図 2 黒実線 (51.2 cm, 1.0 mol YDBF) と図 3 青線 (99.6 cm YDF) の結果を比較すると、放出光の最大波長の観点では同程度であった。これは、YDBF の Yb 濃度が YDF の Yb 濃度よりも倍程度濃いいため、励起光エネルギーを効率的に吸収し、ファイバー長が半分であっても、十分 Yb の高濃度の効果が同程度得られていると考えられる。信号光の増幅特性等の詳細については当日報告する。

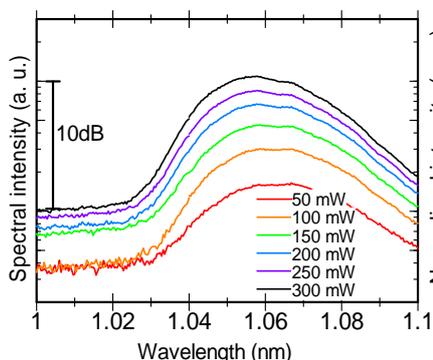


図 1 YDBF の励起光パワーを換えた放出光特性 (1 mol, 51.2 cm)

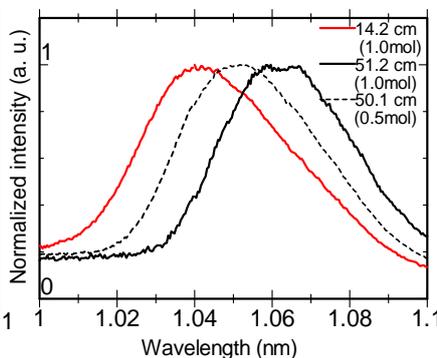


図 2 YDBF のファイバー長および Yb 濃度特性 (励起光 100 mW)

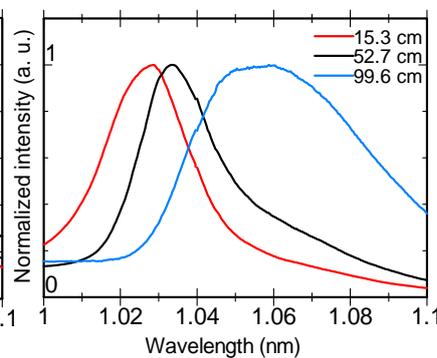


図 3 YDF のファイバー長特性 (励起光 100 mW)

[1] S. Ohara and Y. Kuroiwa, Opt. Express, Vol.17, No.16, pp.14104-14108 (2009).

[2] S. Nakamura, Y. Hikita, and H. Sone, Far East Journal of Electronics and Communications, Vol. 10, No. 1, pp. 1-22 (2013).