モード同期 Yb 添加 YAG セラミックレーザの高出力化 High-Power Mode-Locked Yb:YAG Ceramic Laser 茨城大工¹,茨城大フロンティア応用原子科学研究センター²,理研³ の樫原翔太¹,中村真毅^{1,2,3}, 鵜野克宏¹,小川貴代³,和田智之³

Ibaraki Univ. Faculty of Eng.¹, Ibaraki Univ. Frontier Research Center for Applied Atomic Sciences (iFRC)², RIKEN³, ^o Shota Kashihara¹, Shinki Nakamura^{1,2,3}, Katsuhiro Uno¹, Takayo Ogawa³, Satoshi Wada³ E-mail: 09t8015x@hcs.ibaraki.ac.jp

1. はじめに

超短パルスレーザは、加工や画像センシング、医療等様々 な分野で実用化されており(1)、加工の分野においては、 より高出力な超短パルスレーザが求められている。我々は パルス幅 233 fs のモード同期 Yb 添加 YAG (Yb: YAG) セラミ ックレーザを開発した(2)。しかし平均出力パワーは 25 mW と小さかった。その後、B. Zhou らは、平均出力パワー1.9 W、パルス幅 418 fs の高出力モード同期 Yb: YAG セラミッ クレーザを開発した(3)。そこで、我々も更なる高出力化 を目指しレーザの改良を行った。

2. 実験方法

図1に従来のレーザの概要図を、図2に改良後のレーザ の概要図を示す。励起光源となるファイバ付きレーザダイ オード(LD)からは、中心波長 940 nm、励起パワー15 Wの励 起光が出射され、集光レンズ2枚によりレーザ媒質に集光 される。今回、単位面積当たりの励起光エネルギー密度を 向上させるために、ファイバをコア径 200 μm から 100 μm に変更し、集光レンズには単レンズよりも収差の少ないア クロマティック複合レンズ AL1(f=50 mm)、AL2(f=75 mm) を用いた。レーザ媒質となる Yb 添加濃度 9.8 at. %の Yb: YAG セラミックは、励起光の吸収効率を向上させるために、結 晶厚1 mm のものから3 mm のものに変更した。終端ミラー となる半導体可飽和吸収ミラー(SESAM)は飽和吸収 2%のも のを用いた。分散補償にはプリズム対 P1、P2 を用いてきた が、共振器内損失を低減するために SESAM 前の集光ミラー $[\Box GTI \ge \neg - (GTIM1, -1200 \text{ fs}^2 @1050 \text{ nm}, f = 12.5 \text{ mm}),$ 2 枚のチャープミラー(CM1、CM2、-100 fs²@1050 nm)、フ ラットなGTI ミラー (GTIM2、-850 fs² @1050 nm)を採用した。 また、これまで出力カプラ 0C は安定したモード同期発振を 行うために透過率 0.1%、1%のものを用いてきたが、今回は 更なる高出力化実現のために透過率2%のものを用いた。



図1 従来の Yb: YAG セラミックレーザの概要図

3. 実験結果

図3にモード同期発振した際の(a)発振スペクトルと (b)自己相関波形を示す。励起パワー15 W 時に、中心 波長 1050 nm 平均出力パワー2.02 W、スペクトル幅 2.70 nm、パルス幅 538 fs、時間帯域幅積は 0.396 で あった。また、繰り返し周波数は 88.6 MHz であり、こ れらの数値より、パルスエネルギーは 22.3 nJ、ピー クパワーは 42.3 kW であった。



図2 新たに改良した Yb: YAG セラミックレーザの概要図



4. まとめ

高出力化のために、レーザの共振器構成を改良した 結果、モード同期 Yb:YAG セラミックレーザでは最高出 力となる、平均出力パワー2.02 W、パルス幅 538 fs の超短パルス光の生成に成功した。

| (1) | 藤田 克 | 昌,中 | □村 | 收 | : | レーザ | 一研究, | 31, | 370–374 | (2003) |
|-----|------|-----|----|---|---|-----|------|-----|---------|--------|

(2) H. Yoshioka, S. Nakamura, T. Ogawa, and S. Wada :

文献

Optical Express, 17, 8919-8925 (2009)

(3) B. Zhou, Z. Wei, Y. Zhang, X. Zhong, G. L. Bourdet, and J. Wang : Optics Letters, 35, 288-290 (2010)