

高出力 FBG 型 1064 nm CW ファイバレーザによる >10 W SHG 発生

Over 10 W SHG by High-Power 1064 nm CW fiber laser based on FBGs

オキサイド¹,[○]土橋一磨¹, 星正幸¹, 今井浩一¹, 廣橋淳二¹, 牧尾諭¹

OXIDE Corp.¹, [○]K. Dobashi¹, M. Hoshi¹, K. Imai¹, J. Hirohashi¹ and S. Makio¹

E-mail: dobashi@opt-oxide.com

【1. 背景】 近年, センシングや分析, 金属加工などの分野において, 可視領域である緑色光 (波長: 532 nm) レーザが用いられている. これらの分野では, 解像度や加工スピードの向上が常に求められており, 高出力かつ小型で安価なレーザ装置が望まれる.

数 W~数十 W クラスの 532 nm の CW 光を得る手法としては, 共振器構成を用いた 1064 nm 光の波長変換が一般的である. 本手法は, 波長変換デバイスが共振器内に組み込まれているため, 基本波の内部強度が高く, 高効率の変換が可能である. しかし, 本構成は, 温度や振動に敏感であり, 精密な共振器の調整が必要である. また, 波長変換デバイスが共振器内に配置されることで共振器長が長くなることに加え, 出力安定化には冷却機構が必要となり, 装置が大型で高価になりやすい. 一方, シングルパス構成は, 共振器構造をとらない単純な構成であり, 冷却機構も不要であるため, 前述の構成と比べて小型, 安価で外部環境に左右されにくい装置として優位性がある. しかしながら, 10 W 以上の高出力を目指す場合, 波長変換素子自体の問題に加え, 波長変換に適した直線偏光で狭線幅かつ高出力である安価な基本波光源の開発が必要である.

そこで我々は, FBG 型 (Fiber Bragg Grating) のファイバレーザに着目した. 本方式は, 半導体レーザ (LD) と FBG, ゲインファイバを用いた単純な構成であるため, 小型で安価なシステムを構成することが容易である. 本方式において, これまでの研究で, ファイバのコア径や長さ等の検討から, 50 μm 以下の狭線幅を有する 40 W 出力の FBG 型ファイバレーザの開発に成功した.[1] 本稿では, 本レーザを基本波とした波長変換において, 集光条件等の検討を行い, SHG 光として 10 W の安定出力を得たので報告する.

【2. 構成】 Figure. 1 に, 今回検討を行った波長変換系を示す. 基本波光源には, 10 μm コアの Yb ドープファイバから成る FBG 型ファイバレーザを用いた. 本光源は, 縦モードマルチで最大出力が 40.5 W であり, その時のスペクトル線幅は 47 μm であった. また, 波長変換デバイスには, 長さ 30 mm の PP-Mg: SLT 素子を用い, 基本波を焦点距離 100 mm のレンズによって集光した光を入射した. ここで, 基本波光源の線幅は, 本素子長の波長許容帯域 80 μm に対して十分に狭いため, 入射光の大部分のパワーを SHG 変換

に寄与させることが可能であると考えられる.[2]

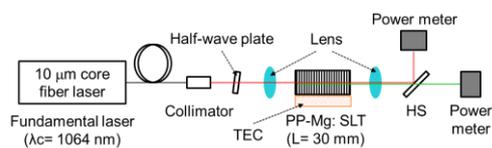


Figure. 1. The configuration of SHG conversion.

【3. 結果】 Figure. 2 に, 基本波のレーザ出力と SHG 変換光の出力または位相整合温度との関係を示す. 基本波の出力増加に伴い, SHG 出力は二次曲線的に増加し, 最大で 12.9 W の SHG 出力を得た. また, 位相整合温度の変化に注目すると, SHG 出力 ≤ 11 W においてはほとんど変化していないことを確認した. これは素子のレーザ光の吸収による発熱が小さく, 安定に変換可能であることを示す. 次に, 安定出力可能な SHG 出力 10 W におけるビームプロファイルを確認した. Figure. 3 に示した通り, 熱レンズやウォークオフの影響なく, 基本波光源と同様なガウシアンビームを得ることができた. 以上より, 我々の開発した FBG 型のファイバレーザと PP-Mg: SLT 素子を組み合わせることにより, シングルパス構成において 10 W 以上の CW 532 nm 出力を, 容易に得ることを確認した.

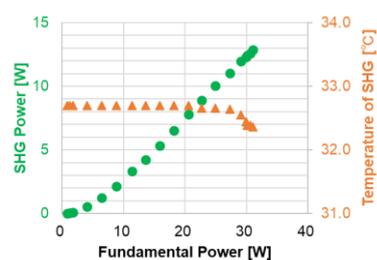


Figure. 2. The relationship between the SHG power or the temperature of SHG and the fundamental power.

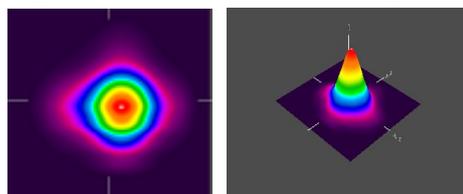


Figure. 3. The beam profile at 10W SHG power.

(Left: 2D, Right: 3D)

謝辞 本研究の一部は, 山梨県産業振興事業費の支援を受けて行われた.

参考文献 [1]土橋 他, 春季応用物理学会, 10a-W834-4 (2019). [2] J. Hirohashi et al., ASSP 2012, AT4A. 22 (2012).