

位相補償を用いた光ファイバー増幅器における 高出力・高品質ベクトルビーム発生

Generation of a High-Power and High-Quality Vector Beam

by an Optical Fiber Amplifier with Phase Correction

東北大多元研 °小澤 祐市, 佐藤 俊一

IMRAM Tohoku Univ., °Yuichi Kozawa, Shunichi Sato

E-mail: kozawa@tagen.tohoku.ac.jp

はじめに：ビーム断面において軸対称に偏光したベクトルビームは、その偏光の軸対称性に起因して、従来の直線や円偏光では得られない多様な性質を有する。特に、半径方向あるいは方位角方向に偏光した径偏光・方位偏光ビームを屈折率が異なる界面に対して垂直に集光する場合、集光する全ての光線がそれぞれ p および s 偏光となり、この両者の反射率差によってレーザー加工や光トラッピング等における従来の光ビームに対する優位性を示すことが見出されている。このようなベクトルビームを数 10 W 以上の高出力光源として得ることは、特にレーザー加工応用では必須であるものの、ビームの品質や偏光度を維持しつつ、パワースケーリング性を有する発生手法については十分に確立されていないのが現状である。

現在我々は、光ファイバー増幅によるベクトルビームの高出力化の可能性に着目し、レーザー共振器から直接発生した高品質な径偏光ビームを種光とした光増幅により、高品質かつ高出力なベクトルビーム光源の開発に取り組んでいる[1,2]。今回は、これまで開発したベクトルビーム光ファイバー増幅光学系[2]において、励起光強度をさらに増大した場合のパワースケーリング性について検証すると共に、ファイバー中の複屈折および増幅時の熱影響によって生ずるベクトルビームの品質劣化について、液晶可変波長板によって位相補償を行った結果を報告する。

実験および結果：径偏光のみを選択的に反射するフォトニック結晶ミラーを共振器ミラーとした Nd:YAG レーザー共振器から、波長 1064 nm の径偏光ビームを発生させた（最大出力 2 W、ビーム品質 $M^2 = 2.1$ 、径偏光度 97%）[1]。これを種光として、コア径 30 μm のラージモードエリア Yb ドープダブルクラッドファイバー（長さ 4 m）に自由空間中から結合させた。この時、光ファイバーに対して径偏光ビームの基本モードであるドーナツモードのみが伝搬するようにファイバーの曲げ半径を調整した。また、ファイバー中に生ずる複屈折性によって出射ビームの強度分布および偏光度の低下が認められたため、種光入射光路中に液晶型可変波長板を挿入し、その位相差および光学軸の角度を調整することで位相補償を行った。これにより、励起を行わない場合の径偏光度は 94% となった。本光ファイバーに対して、最大出力 80 W の半導体レーザー光（波長 976 nm）を用いて励起を行ったところ、最大励起時（励起光パワー 74 W）に増幅光出力 49 W（スロープ効率 68%）が得られた。さらに、液晶可変波長板を微調整することで、この時の径偏光度は 86% となった（図 1 参照）。増幅特性および増幅ビームの詳細な検証結果については当日報告する。

文献：[1] S. Kanazawa *et al.*, Opt. Lett. **39**, 2857 (2014). [2] 光主, 小澤, 佐藤, 第 63 回応用物理学会春季学術講演会, 29p-S224-15, (2016).

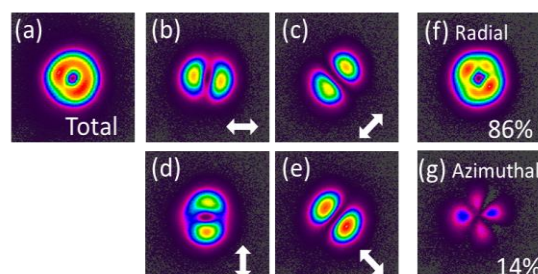


Fig. 1 Intensity distributions of the amplified beam (a), the polarization distributions after a linear polarizer (b)-(e), and the reconstructed radial (f) and azimuthal (g) components.