

18p-P4-9

大口径フォトニック結晶ファイバーを利用した 10kHz, mJ 級ファイバー再生増幅器の開発

Development of 10kHz, mJ class regenerative fiber amplifiers with photonic crystal fiber

阪大レーザー研¹, 阪大光科学センター², 浜松ホトニクス³, JST CREST⁴

○荻野 純平^{1,4}, 末田 敬一², 栗田 隆史^{1,3,4}, 川嶋 利幸^{1,3,4}, 宮永 憲明^{1,4}

Institute of Laser Engineering, Osaka Univ.¹, Photon Pioneer Center, Osaka Univ.²,

Hamamatsu Photonics K. K.³, JST CREST⁴

○ J. Ogino^{1,4}, K. Sueda², T. Kurita^{1,3,4}, T. Kawashima^{1,3,4}, N. Miyanaga^{1,4}

E-mail: ogino-j@ile.osaka-u.ac.jp

パルス幅が光電場振動の数サイクルにまで狭められた超短パルスレーザーは、レーザー粒子加速や高次高調波発生等の多様な科学技術・学術及び産業分野に極めて有用であることから近年急速に進歩している。特に、光パラメトリックチャープパルス増幅 (Optical parametric chirped pulse amplification : OPCPA) は超広帯域性と大口径化が可能であり、超高強度レーザーの分野でも今後大きく伸びる可能性を秘めている。OPCPA による数サイクルレーザーの応用では、安定性とビーム品質が重要である。高安定・高ビーム品質の OPCPA を実現するには、同じく高安定・高ビーム品質の励起レーザーの開発が必要不可欠である。我々は、これまでに、単一モードファイバー、大口径ファイバー(LMA)、大口径フォトニック結晶ファイバーを用いたファイバーレーザー増幅システムを開発し、中心波長 1053nm で、繰返し周波数 1kHz、出力 数 mJ を達成し、励起による熱の問題をパルス励起と水冷を行うことで改善し、高安定、高品質のレーザーを得ている。しかしながら、ポンププローブ実験等の応用実験に利用する場合、より高繰返し周波数の光源が必要である。しかし、更なる高繰返し化には、励起による熱の問題が無視できず、開発のボトルネックとなっていた。そこで、本研究では、励起の平均出力を上げずに更なる高繰返しと高強度を実現する手法として、大口径フォトニック結晶ファイバーを再生増幅器として利用する手法を考案した。信号光には、搬送波包絡線位相(Carrier Envelope phase: CEP)を安定化したパルス幅~5fs のレーザーを用いる。ファイバー増幅器には、中心波長 1053nm においてスペクトル幅 10nm で切り出した光を導き、チャープファイバーブラッグ回折格子 (CFBG)でパルス伸長する。その後半導体レーザー励起の単一モードファイバーで増幅を行い、パルスピッカー(LN:LiNbO3)により 100MHz から 10kHz まで分周する。さらに、単一モードファイバー増幅器により増幅する。この出力を種光とし、ファイバー再生増幅器に入射する。大口径フォトニック結晶ファイバーは偏波保持であるため、増幅されたレーザーは、ミラーと偏光板を通り、ポッケルスセルにより偏光を 90° 回転させることで周回し、特定の周回に達した時に偏波回転を停止して出力するリング型の再生増幅の方式をとる。数値シミュレーションにより 1 Pass の利得が 10 倍の時、12 周目に出力することで約 10⁴ 倍の利得を得て、出力 1mJ を達成すると見積っている。この方式では、低励起であるため熱の影響は少なく、高利得を達成できるため、大口径ファイバー増幅器(LMA)が必要なく、よりコンパクト化を図ることが可能である。