ツリウム添加 ZBLAN ファイバーによるチャープパルス増幅

Chirped-pulse amplification with thulium-doped ZBLAN fibers

○ 野村 雄高、藤 貴夫 (分子研)
○Yutaka Nomura, Takao Fuji (IMS)
E-mail: nomura@ims.ac.jp

超短パルスファイバーレーザーシステムは主に波長 1 μm および 1.5 μm 近傍において精力的に開発が進められてきた。近年、波長 2 μm 近傍におけるファイバーレーザーとして、ツリウム添加ファイバーレーザーが注目されている。ツリウム添加ファイバーは数百 nm に渡る幅広い蛍光スペクトルを持ち、波長 2 μm 近傍における超短パルス光源として期待されている。ただし、このようなファイバーレーザーにおいて実際に超短パルスを発生させるためには、ファイバー自体を透過することにより生じる分散の影響を抑制するのが課題となる。

筆者らはこの問題を解決するために、ZBLAN と呼ばれるフッ化物ガラスによるファイバーに着目した。ZBLAN は中赤外領域において透明度が高く分散も小さいため、超短パルス発生に有用な材質である。この ZBLAN でできたファイバーにツリウムを添加した物を用いてレーザー発振器を開発することにより、波長 2 μm 近傍で時間幅 50 fs を切るようなパルスを発生させることに成功した [1]。ただし、この発振器の出力パワーは 30 mW 程度であり、中赤外領域への波長変換や多光子顕微鏡での利用などの応用を考えるならば、この出力をさらに増幅することが必要となる。そこで、ZBLAN でできたダブルクラッドファイバーを用いて増幅器を開発したので報告する。

まず、増幅ファイバー内での非線形効果を抑制するために、発振器からの出力パルスをストレッチャーによって 20 ps 程度までチャープさせた。その後この光を、コア径 40 μm、第一クラッド径 200 μm のダブルクラッド ZBLAN ファイバーに入射した。なお、入射時のビームの平均パワーは 12 mW であった。この反対側の端面から波長 ~ 793 nm のレーザーダイオードからの光を入射して励起するが、熱による損傷が問題となったため、何通りかの対策を施して結果を比較した。特に、励起光側の端面に無添加ダブルクラッドファイバーを融着した場合について、圧縮後のパルス波形を周波数分解光ゲート（FROG）法によって測定したので、その結果を図 1 に示す。この結果、パルス幅は 150 fs 程度と見積もられた。また、この時入射した励起光 ~ 15 W に対し、圧縮後の出力パワーは 1.1 W であった。講演では、さらなる出力向上のための熱対策についても議論したい。

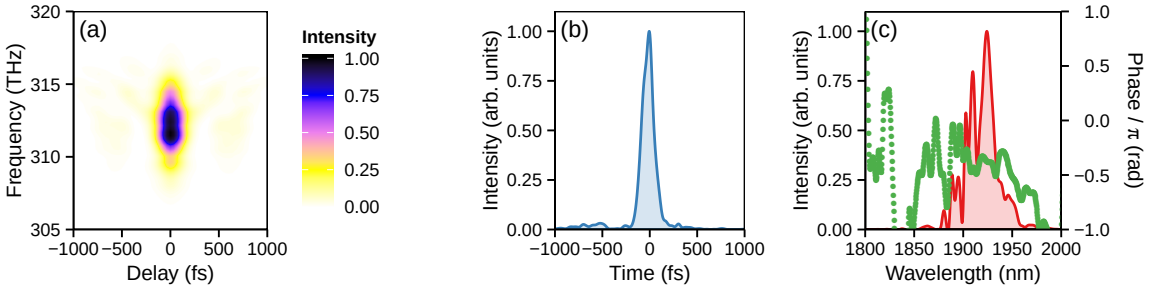

図 1: FROG 測定の結果。(a) 測定されたスペクトログラム。(b) 復元されたパルス波形。(c) 復元されたスペクトルおよびその位相。

[1] Y. Nomura and T. Fuji, “Sub-50-fs pulse generation from thulium-doped ZBLAN fiber laser oscillator,” Opt. Express **22**, 12461 (2014).

© 2015年 応用物理学会