18a-F7-8

ツリウム添加フッ化物ファイバーによるフェムト秒レーザーの開発

Development of a femtosecond thulium-doped fluoride fiber laser

分子研　○野村 雄高，藤 貴夫

Institute for Molecular Science, ○Yutaka Nomura, Takao Fuji

E-mail: nomura@ims.ac.jp

波長 2 μm から 20 μm に渡る中赤外領域は精密計測や生物学、医療への応用など様々な分野での応用が見込まれるため、この領域でのコヒーレント光源の開発が注目を集めている。特に、時間幅がフェムト秒（1 fs = 10^{-15} s）領域にある超短レーザー光パルスを用いることにより、超高速時間分解分光のみならず、広帯域に渡るスペクトルを利用した分光や、高強度を生かした非線形分光など多くの応用が見込まれる。

2 μm 領域における光源としてはツリウムやホルミウムを添加したファイバーレーザーが有力であり、多くの研究がなされてきた。特に前者は、蛍光スペクトルが数百 nm に渡って広がっているため、うまく位相を揃えてやることができれば、100 fs を切るようなパルスを発生させることも可能と期待される。その一方で、ファイバーレーザーにおいては、ファイバーを透過することによる分散の影響が非常に大きいため、この影響を抑制することが短パルス化への課題となる。

今回我々は、2 μm 近傍の波長域で非常に小さな分散を持つフッ化物ファイバーに注目し、これにツリウムを添加したファイバーを用いてレーザー発振器を開発した。励起光としては CW 発振したチタンサファイアレーザー（793 nm）を用いた。共振器はリング型に構成し、光の進行方向を一方向に制限するためにアイソレーターを導入した。また、ファイバーによる分散を補償するため、回折格子と凹面鏡による簡易的な分散補償光学系を導入することにより、共振器内の分散量を調整した。さらに、$\lambda/2$ 波長板と $\lambda/4$ 波長板を一枚ずつ設置して共振器内の偏光を制御し、非線形偏波回転によってモード同期させることにより、繰り返し数 ~ 67.5 MHz のパルス出力を得た。なお、励起光が 140 mW の際の出力パワーは 13 mW 程度であった。また、この出力のパルス幅を見積もるために周波数分解光ゲート（FROG）法による測定を行った結果を図 1 に示す。これを解析することにより、パルス幅はおよそ 45 fs 程度であると見積もられた。これは、2 μm 近傍におけるレーザー発振器からの出力としては、我々の知りうる限り最短のパルス幅である。

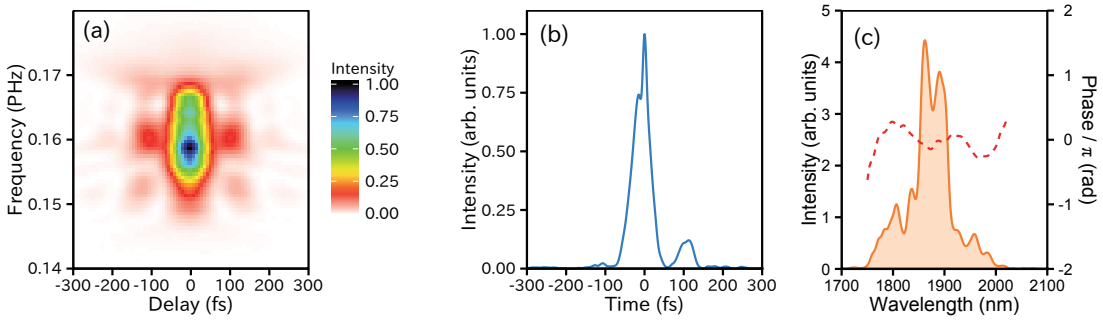

図 1: FROG 測定の結果。(a) 測定されたスペクトログラム。(b) 復元されたパルス波形。(c) 復元されたスペクトルおよびその位相。

© 2014 年　応用物理学会