19p-A3-1

カーボンナノチューブポリイミドフィルムを用いた分散制御エルビウム添加超短パルスファイバレーザーによる光周波数コム光源の狭線幅化

Narrow linewidth optical frequency comb using dispersion managed Er-doped ultrashort pulse fiber laser using carbon nanotube polyimide film

名大院工 [1]，産総研 [2]，JST CREST[3]
○(M1)長池健 [1]，荒巻光利 [1]，榊原陽一 [2,3]，面田恵美子 [2]，片浦弘道 [2,3]，西澤典彦 [1]
Nagoya Univ. [1], AIST [2], JST CREST[3]
○(M1)T. Nagaike[1], M. Aramaki[1], Y. Sakakibara[2,3], E. Omoda[2], H. Kataura[2,3], and N. Nishizawa[1]
E-mail: nagaike.takeru@g.mbox.nagoya-u.ac.jp

はじめに:近年, 単層カーボンナノチューブ(SWNT:Single-walled carbon nanotube)を用いた受動モード同期ファイバレーザーが，簡素かつ安定な実用的超短パルス光源として注目を集め，さまざまな超短パルス応用技術の分野から期待されている [1)]．SWNT を用いたファイバレーザーで光周波数コム光源を実現できれば実用的なシステムとなる [2)]．本研究ではファイバレーザー共振器の分散特性と励起強度を変化させることで，周波数コムの線幅の狭線幅化に取り組んだ．

光周波数コムの狭線幅化:実験構成を図1に示す．ファイバレーザー共振器は Er 添加ファイバに正常分散特性を有したファイバを用いた．更に他のファイバ部分の長さを調整することにより，共振器全体の分散値を零に近づけストレッチパルス領域での発振を可能にした．また，励起用 LD の後に50:50分岐カプラを設置することで励起強度の増加を図った．受動モード同期を達成する可飽和吸収体として SWNT を分散させたポリイミドフィルムをファイバコネクタ間に挟んで構成した．SWNT は線形吸収特性，変調度特性を評価し最適なものを選んでいる．ファイバレーザー共振器の出力を50%取り出して，光増幅器により増幅し，高非線形ファイバに挿入して1オクターブ以上広がるスーパーコンティニーム(SC)光を生成した．さらに周期分極反転結晶(PPLN)を用いて SC 光の2.1 um 帯の第二高調波を発生させ，1.05 um 帯の成分と重ね合わせ，f_{ceo}(Carrier Envelope Offset Frequency)ビート信号の観測を実現した．

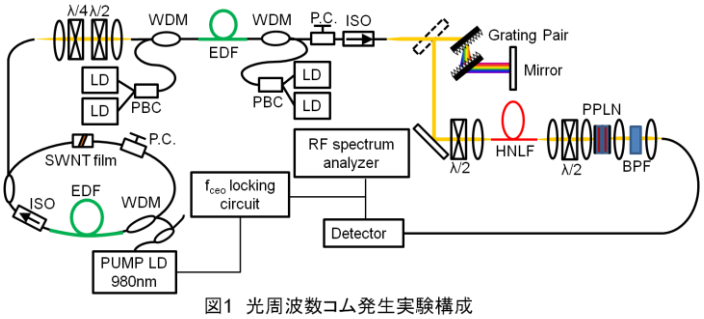

図1　光周波数コム発生実験構成

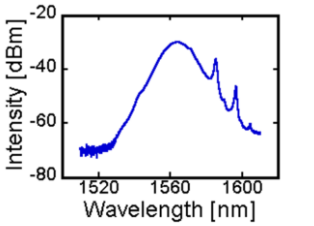

図2　ファイバレーザー出力のスペクトル

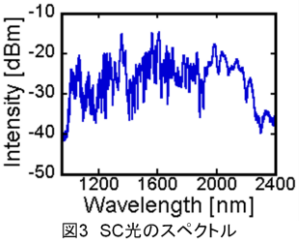

図3　SC光のスペクトル

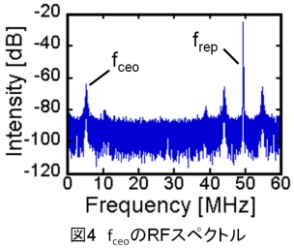

図4　f_{ceo}のRFスペクトル

実験結果:共振器出力のスペクトルを図2に示す．共振器の分散値を零分散付近で制御し，スペクトルの拡大を図った．種々の SWNT で試したところ最大で17.2 nm までスペクトルが広がった．光増幅器で増幅された光を回折格子対で分散補償した結果，パルス幅は122 fs の超短パルスとなった．図3に SC 光のスペクトルを示す．高非線形ファイバに光を入射することによりスペクトルが拡大し，f_{ceo} 検出条件を満たした．図4に検出した f_{ceo} の RF ビートスペクトルを示す．共振器の分散値を変化させたところ，零分散付近に近づけることにより f_{ceo} の線幅が細くなり，最小で170 kHz となった．

まとめ:可飽和吸収体としての最適な SWNT を選定し，ストレッチパルス領域でのモード同期発振を実現し，共振器スペクトルの広帯域化を達成した．分散補償，SC 光生成を行い f_{ceo} を検出した．共振器分散値を零分散に近づけ，励起用 LD の後に50:50分岐カプラを設置することで f_{ceo} の線幅を従来の1/10にまで狭窄化することに成功した．

参考文献：
[1]　N. Nishizawa, Y. Nozaki, Y. Sakakibara, et al, Opt. Express **19**, 21874 (2011)
[2]　T. H. Wu, K. Kieu, et al, Opt. Express **19**, 5313 (2011)

© 2013 年　応用物理学会