

波長可変なコム光源を用いた広帯域精密分光法の提案 Highly precise spectrograph using wavelength-variable laser frequency comb

農工大院工¹, 埼玉大理工², 国立天文台³

○関 智史¹, 塩田 達俊², 柏木 謙¹, 田中 洋介¹, 黒川 隆志^{3,1}

Tokyo Univ. of A & T.¹, Saitama Univ.², NAOJ³

○S. Seki¹, T. Shioda², K. Kashiwagi¹, Y. Tanaka¹, and T. Kurokawa^{3,1}

E-mail: 50013645119@st.tuat.ac.jp

1. はじめに

10 GHz 以上の広いモード間隔をもつスーパーコンティニューム(SC)光(マルチギガヘルツコムとよぶ)は、個々のモードを分解できるため、精密分光の広帯域光源としての応用が期待できる。我々は、光パルスシンセサイザを用いて生成した高繰り返し(12.5 GHz)間隔のパルスを、高非線形ファイバに入射してコム発生する技術を開発してきた[1]。

マルチギガヘルツコムのスペクトル全体をモード間隔以上周波数掃引できれば、分光器を用いて所望のモードのみ取り出すことで、広帯域な精密分光が実現できる。今回、SSB 変調器[2]を用いてマルチギガヘルツコムの周波数シフトを行うとともに、これを用いた広帯域で高分解能な分光測定に成功した。

2. 波長可変コム光源による分光系の構成と実験

Fig.1 に波長可変コム光源を用いた分光系の構成を示す。周波数安定化光源(波長 1548.955 nm, 周波数精度 200 kHz)から出た光を、LN 位相変調器に入射して、12.5 GHz 間隔、30 本の種コム光を生成した。これを光パルスシンセサイザ(OPS)に入射してピコ秒パルスを生成した。OPS はアレイ導波路格子、強度変調器、位相変調器が石英光回路に集積された構造である[3]。OPS で各モードの振幅と位相を調節し、半値幅 3.3 ps のガウシアンパルスを生成した。OPS で合成したパルスの帯域は約 400 GHz(3 nm)と狭いため、SSB 変調器を用いて、波形を保ったままパルスを周波数シフトできる。周波数シフトしたパルスを高非線形ファイバに入射すれば、発生する SC 光も周波数シフトする。

実際に、パルスを SSB 変調器に入射し 3~15 GHz の周波数シフトを与え、EDFA で増幅した後、ファブリペローフィルタでコムの消光比改善を行い、高非線形ファイバ(HNF)と SMF を伝播させることで半値幅 2.76ps まで圧縮した。この光パルスを高非線形分散フラットファイバ(HN-DFP)に入射して帯域約 50 nm, モード間隔 12.5 GHz の SC 光を発生した。さらに波長可変フィルタ(BPF)を用いて SC 光から 1 つのモードを取り出した。

3. 実験結果

発生した SC 光のスペクトルを Fig. 2 に示す。周波数シフトを 7, 10, 13 GHz にしたときの SC 光のスペクトルは、どの RF 周波数についてもコム形状を保っている。1520 nm 付近と 1560 nm 付近を拡大したスペクトルをそれぞれ Fig.2 の(a)と(b)に示す。いずれの

波長帯でも RF 周波数の変化に従ってコム光のモードが周波数シフトしていることを確認した。

続いて波長可変なコム光源を用いて分光測定を行った。波長可変フィルタで SC 光から 1 つのモードを取り出し測定試料に入射した。測定試料として、光ファイバと多層膜ミラーで構成されたファブリペローフィルタ(FPF)を用いた(Fig.3(a))。分光測定の結果を Fig.3(b),(c)に示す。1 MHz の掃引ステップで FPF 透過スペクトルを測定し、1525 nm 付近で FSR 112 MHz, 半値幅 7.0 MHz と求められた。

3. まとめ

OPS と SSB 変調器を用いて帯域約 50nm の波長可変マルチギガヘルツコムを生成した。この光源を用いてファイバ型 FPF の分光測定を行い、広帯域で精密な分光の可能性を確認した。今後非線形ファイバの選択により、一層の広帯域化を目指す。

参考文献

- [1] S. Choi et al., JJAP, **48**, 09LF01-1-6, 2009.
- [2] T. Shioda et al., JJAP, **46**, 3626-3629, 2007.
- [3] K. Mandai et al., IEEE Photon. Technol. Lett., **18**, 679-681, 2006.

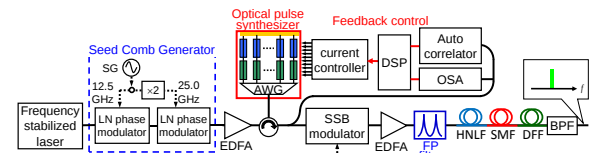


Fig. 1 Schematic of spectrograph using wavelength-variable comb light source.

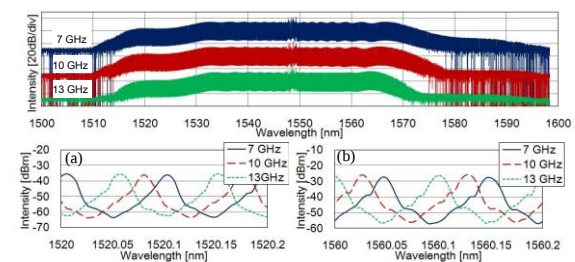


Fig. 2 Frequency-shifted SC spectra around (a) 1520 nm and (b) 1560 nm.

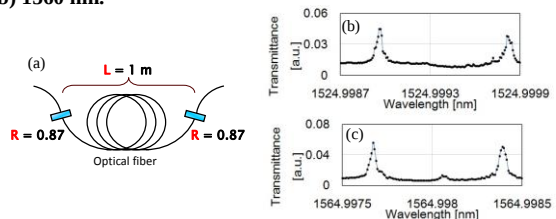


Fig. 3 (a) Structure of FPF and its measured transmission spectra around (b) 1525 nm and (c) 1585 nm.