



研究課題名 繰り返しと光周波数を同時安定化した GHz 帯モード同期パルスレーザーの実現とその応用

東北大学・電気通信研究所・教授 なかざわ まさたか
中沢 正隆

研究分野：応用物理学・工学基礎

キーワード：レーザー、量子エレクトロニクス、非線形光学、光計測、光制御

【研究の背景・目的】

繰り返し周波数が 10~40 GHz の短光パルス光源は、超高速光通信、光信号処理、ならびに光 metrology などの分野において幅広く利用されている。このようなパルスレーザーの光周波数標準・光計測ならびにコヒーレント光通信への応用においては、その繰り返し周波数だけでなく光周波数をも同時に制御する技術が大変重要となる。本研究では、光通信波長 1.5 μm 帯において、繰り返し周波数を Cs 共鳴線(9.1926 GHz)に安定化し、さらに光周波数をアセチレン(C₂H₂)分子吸収線(1538 nm)に同時安定化したモード同期レーザーを世界で初めて実現することを目的とする。さらに、この出力を光ファイバネットワークを介して一般に配信するような光 metrology 技術および超高速コヒーレント光通信への応用展開を図る。

【研究の方法】

本研究で開発する 2 種類の同時安定化パルス光源を図 1 に示す。①は、繰り返しを Cs 共鳴線に安定化したパルスレーザー (Cs 光時計) の出力スペクトルから縦モード 1 本を抽出し、その周波数を C₂H₂ 分子に安定化することにより、同時安定化を実現する方法である。一方②は、C₂H₂ 周波数安定化 CW レーザの光出力を、超高安定な Cs 原子発振器を基準とする変調周波数によりパルス化する方法である。両者の性能を詳細に評価・検討しながら、理想的な周波数安定化パルス光源を完成させる。最終的には光ファイバ伝送路を用いたパルス伝送実験により本レーザーの光 metrology および次世代コヒーレントパルス伝送への有用性を明確にする。

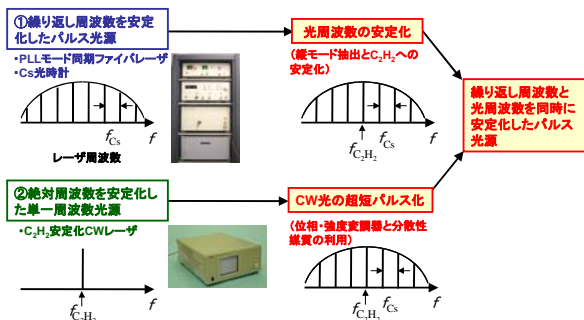


図 1 本研究で開発する新たな同時安定化パルス光源

【期待される成果と意義】

超高速光パルスの高精度周波数制御技術が確立されれば、Cs 時間標準および C₂H₂ 光周波数標準と同程度の長期安定度を有する基準信号が一台の光源から同時に出力できるようになる。さらに、この標準信号を光パルスに載せ光ファイバを介して世界中に遠隔供給する“標準信号の光ネットワーク配信”が可能になり、計測・標準の分野において大きな波及効果が期待される。さらに光通信の分野においても、QAM (Quadrature Amplitude Modulation) や OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) などの位相 (周波数) を利用した光伝送技術が飛躍的に発展し、光をマイクロ波のように使いこなす先端学術分野 (マイクロ波フォトンクス) の創出が期待できる。それらの様子を図 2 に示す。このような応用が可能なのは、本レーザーが他のレーザーとは異なり光通信波長帯で 9.1926 GHz という高繰り返しの超短光パルス (10 Gbit/s の伝送信号に近いパルス) を発生させることが出来る点が特徴である。



図 2 時間と周波数を安定化した光源の重要性

【当該研究課題と関連の深い論文・著書】

- ・ M. Nakazawa and K. Suzuki, "Cesium optical atomic clock: an optical pulse that tells the time," Opt. Lett., vol. 26, pp. 635-637, 2001.
- ・ M. Nakazawa, K. Kasai, and M. Yoshida, "C₂H₂ absolutely optical frequency-stabilized and 40 GHz repetition-rate-stabilized, regeneratively mode-locked picosecond erbium fiber laser at 1.53 μm," Opt. Lett., vol. 33, pp. 2641-2643, 2008.

【研究期間と研究経費】

平成 21 年度 - 25 年度
141,500 千円
ホームページ等

<http://www.nakazawa.riec.tohoku.ac.jp>