

光周波数コムとシアン化水素安定化レーザを用いた周波数計測

Frequency measurement using optical frequency comb and HCN stabilized laser

防大通信 ○上原 知幸, 辻 健一郎

National Defense Academy Tomoyuki Uehara, Kenichiro Tsuji

E-mail: uehara@nda.ac.jp

はじめに

光周波数コムは、多数の光周波数スペクトルが等周波数間隔で櫛状に並んだものであり、波長分割多重などの光通信光源や確度の高い周波数計測への応用が検討されている[1-3]. 本研究では、精密測定に利用可能な高精度光周波数コムと $1.5 \mu\text{m}$ 帯に多くの吸収線を有するシアン化水素を用いた周波数安定化レーザを組み合わせたシステムを用いて、光ファイバセンサにロックしたレーザの周波数測定を検討している. 本研究では、モード同期レーザを用いた光周波数コムの特性評価と、繰り返し周波数の安定化を行ったことについて述べる.

モード同期レーザを用いた光周波数コム

本研究で用いるモード同期レーザは、偏波保持光ファイバで構成された光ファイバ共振器に、過飽和吸収体によりモード同期をかける受動モード同期レーザである. モード同期はレーザ共振器の周回利得を変調することにより達成される. 本研究では、数百フェムト秒の脉冲幅を有する中心波長 $1.55 \mu\text{m}$ の受動モード同期ファイバレーザを用いた. 出力パワーは 2.9 mW である. また、繰り返し周波数は約 100 MHz であり、共振器長をピエゾ素子で変化させることにより繰り返し周波数の微調整ができる.

繰り返し周波数の安定化

繰り返し周波数はモード同期レーザの共振器長で決まるため、ピエゾ素子に取り付けられたエンドミラーにより共振器長を制御し、繰り返し周波数が周波数基準と一致するように負帰還制御することで安定化できる. 図1に示すように、繰り返し周波数を光検出器で検出し、検出された信号と、ルビジウム周波数標準器に同期したRFシンセサイザの出力信号を比較することにより、繰り返し周波数を標準周波数に同期・制御する. 図2に、フリーランニング時および周波数安定化時の繰り返し周波数のアラン分散の平方根値を示す. フリーランニング時の周波数揺らぎは平均化時間の増加と共に増加し、 10 s の平均化時

間においては 0.2 Hz 以上の揺れがあるが、安定化時では 0.3 mHz 以下の揺らぎに抑えられている.

まとめ

本研究では、超短パルスレーザの特性を測定し、パルス幅が 269 fs であることを確認した. 次に、レーザの繰り返し周波数を、ルビジウム周波数標準を参照したRFシンセサイザに位相同期を行った. その結果、周波数安定度は 10 s の平均化時間で 0.3 mHz を達成した.

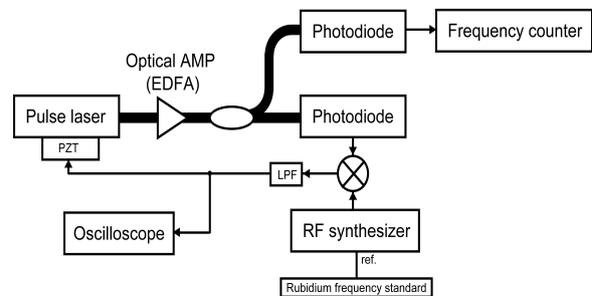


Fig.1 Experimental setup.

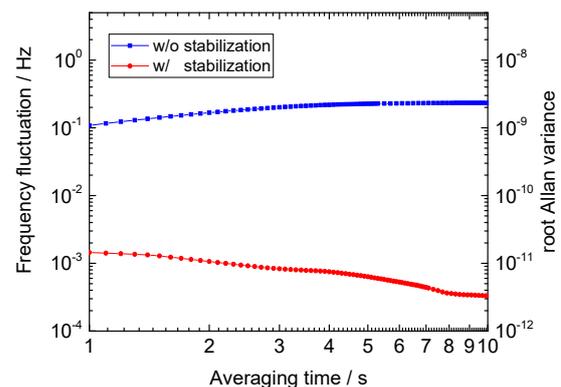


Fig.2 Root Allan variance.

- [1] N. R. Newbury, Nat. Photonics 5(4), 186–188 (2011).
- [2] S. A. Diddams, J. Opt. Soc. Am. B 27(11), 51–62 (2010).
- [3] I. Coddington, W. C. Swann, L. Nenadovic, and N. R. Newbury, Nat. Photonics 3(6), 351–356 (2009).