

光コムを用いた波長の異なる狭線幅レーザーの周波数安定度測定

Frequency stability measurement of narrow linewidth lasers at different wavelengths using an optical frequency comb

産総研¹, JST, ERATO² ○保坂 一元^{1,2}, 稲場 肇^{1,2}, 大久保 章^{1,2}, 赤松 大輔¹,

安田 正美¹, 大苗 敦^{1,2}, 洪 鋒雷^{1,2}

AIST, NMIJ¹, JST, ERATO² ○Kazumoto Hosaka^{1,2}, Hajime Inaba^{1,2}, Sho Okubo^{1,2},

Daisuke Akamatsu¹, Masami Yasuda¹, Atsushi Onae^{1,2}, and Feng-Lei Hong^{1,2}

E-mail: kazu.hosaka@aist.go.jp

周波数安定度に優れたレーザーの評価には、それと同等以上に安定な周波数標準が必要となることから、2 台以上の周波数安定化レーザーを同時に開発する場合も少なくない。我々のグループでは、光格子時計の開発にともない[1-3]、Yb 光格子時計の時計遷移励起用の 578 nm 狭線幅レーザー[4]、1064 nm および 1.5 μm の狭線幅レーザーを開発した。通常、発振周波数のごく近いレーザーの場合は、レーザー間のビート周波数の測定から、レーザー周波数の安定度を見積もる事が出来る。しかしながら、今回のように 300 THz 以上の周波数差があるレーザーの周波数安定度の評価は容易ではない。我々は、高速制御可能な光周波数コムを用いて、これら 3 台のレーザーの周波数安定度の評価を行った。

狭線幅レーザーは、低熱膨張ガラス (ULE ガラス) で出来た高フィネス光共振器を用いて安定化される。光共振器は、真空チェンバー内に設置され、能動的防振台により実験室内の微小振動を軽減した。1064 nm および 1.5 μm の光共振器は、音響遮蔽箱を用いて実験室内の音響雑の影響を低減している。ULE ガラスは、熱膨張係数が 0 になる温度が室温付近に存在し、この温度に対して ± 1 mK 程度の精度で光共振器の温度を調整した。光ファイバー周波数コムは、共振器内に電気光学素子 (EOM) を内蔵し、繰り返し周波数を高速に制御する事が出来る[5]。この光周波数コムを、1064 nm レーザーに対して安定化する事で、コムの各モードに 1064 nm 狭線幅レーザーの線幅および周波数安定度が転送される[6]。この安定化された光コムと、578 nm および 1.5 μm 狭線幅レーザーとのビート周波数を同時に測定する事により、いわゆる three-cornered-hat の手法を用いて 3 つの狭線幅レーザーに対する評価を行った。その結果、1064 nm レーザーと 1.5 μm レーザーのビート周波数のアラン偏差は平均時間 1 秒で約 2×10^{-15} であり、これらの狭線幅レーザーの平均時間 1 秒付近における周波数安定度は、光共振器の熱雑音により制限されている事が明らかになった。

[1] T. Kohno, *et al.*, Appl. Phys. Express, **2** (2009) 072501.

[2] M. Yasuda, *et al.*, Appl. Phys. Express, **5** (2012) 102401.

[3] D. Akamatsu, *et al.*, Appl. Phys. Express, **7** (2014) 012401.

[4] K. Hosaka, *et al.*, IEEE Trans. Ultrason. Ferroelec. Freq. Contr., **57**(2010) 606.

[5] Y. Nakajima, *et al.*, Optics Express, **18** (2010) 1667.

[6] H. Inaba, *et al.*, Optics Express, **21** (2013) 7891.