

19p-F5-1

光格子時計用狭線幅化レーザー光源の開発

Development of narrow linewidth clock lasers for optical lattice clocks

産総研, [○]保坂 一元, 大久保 章, 稲場 肇, 赤松 大輔, 安田 正美,

大苗 敦, 洪 鋒雷

AIST/NMIJ, [○]Kazumoto Hosaka, Sho Okubo, Hajime Inaba, Daisuke Akamatsu, Masami Yasuda,

Atsushi Onae, and Feng-Lei Hong

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

産総研では、Yb 光格子時計[1, 2]、および Sr 光格子時計[3]の開発に成功した。時計遷移として用いる $^1S_0 - ^3P_0$ 遷移は、Yb および Sr いずれの原子においても自然幅が 10 mHz 程度と極めて細く、この時計遷移を効率よく励起し高安定な光格子時計を実現するためには、短期周波数安定度に優れた時計遷移励起用レーザーが不可欠である。

我々のグループでは、狭線幅化を担う短期周波数安定度に優れた狭線幅化レーザーと、それぞれの原子の時計遷移励起に必要な光源となるレーザーを独立に考え、高速に制御された光周波数コム[4] によって、この狭線幅化レーザーの周波数安定度および線幅を時計遷移励起用レーザーに転送するという、新しい周波数安定化方法を開発した[5]。狭線幅化レーザーとして、線幅狭窄化に優れた波長 1064 nm の Nd:YAG レーザーを高フィネス光共振器に対して安定化した。また、このレーザーの線幅および周波数安定度を評価するために、波長 1.5 μm の半導体レーザーを別の高フィネス光共振器に安定化し、上述の高速に制御された光周波数コムによって、両レーザーのビート周波数を測定した。その結果、平均時間 1 秒におけるアラン分散は約 2×10^{-15} で、光共振器の熱雑音による周波数安定度の限界[6]として見積もられた値 1.3×10^{-15} にほぼ一致することが明らかになった。このことから、狭線幅化レーザーの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と考えられる。

光共振器の熱雑音の影響を軽減する方法として、共振器を長くすることが有効な手段の一つである。例えば、光共振器のスペーサーに剛性の高い低熱膨張セラミック[7]を使用することにより、振動に不敏感な長い光共振器が実現可能になると考えられる。この他にも、機械的 Q 値の高い材料を使用するなど、熱雑音を抑制した新しい光共振器の設計を進めている。

[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] Y. Nakajima, *et al.*, Optics Express, **18** (2010) 1667.[5] H. Inaba, *et al.*, Optics Express, **21** (2013) 7891.[6] K. Numata, *et al.*, Phys. Rev. Lett., **93** (2004) 250602.[7] K. Hosaka, *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys., **52** (2013) 032402.

This research is supported by the MEXT/JSPS through its FIRST Program.