In^+イオン光周波数標準のための深紫外コヒーレント光源

Laser Sources for an In^+ Ion Optical Frequency Standard

○李　瑛、大坪望、 松原健祐、 井戸哲也、早坂和弘
情報通信研究機構
NICT °Y. Li, N. Ohtsubo, K. Matsubara, and K. Hayasaka,
E-mail: liying@nict.go.jp

アルカリ土類型電子配置を持つIn^+イオンは、各種周波数シフトが小さいことから確度に優れ、10^{-18}台の確度を実現する光周波数標準として期待されている。しかし、Inイオンにはドップラー冷却に用いる強い許容遷移が真空紫外領域にしかなく、単体でのレーザー冷却が困難である。そのため、周波数標準実現のためには他種イオンと同時にトラップして共同冷却をすることが有利と考えらえる。我々は今まで$^{40}Ca^+$イオン光周波数標準を開発しており[1]、この技術的背景から共同冷却に$^{40}Ca^+$イオンを用いる。線幅0.8Hzの$^1S_0$–$^3P_0$遷移(波長236.5nm)の時計遷移はIn^+イオンの$^1S_0$–$^3P_1$遷移(波長230nm、線幅360kHz)を用いた電子シェルビング法により検出する。

図1に時計遷移レーザー構成と線幅測定の結果を示す。我々は946 nm ECDLをテーパアンプで増幅し、ゼロ膨張率温度(32.8℃)に制御したフィネス320,000のCutout型光共振器に周波数安定化した。PPKTP結晶とBBO結晶で100mWの2倍波(473nm)と15mWの4倍波(236.5nm)を生成した。Ca^+用時計レーザー(729nm)に位相ロックした光コムとのビートで測定した時計遷移レーザーの線幅は946nmで１Hz以下であった。更にAOMとPinholeを用いて、時計遷移プローブビームの強度安定化も行った。出力パワーの揺らぎは0.8%以下で、安定度10^{-17}の時計遷移の測定が期待される。

同様の方法で我々は出力5 mW、線幅１kHz、長期ドリフト15 kHz/day以下の230 nm蛍光検出レーザーも開発した。現在230 nm蛍光検出レーザーを使ってIn^+イオンの蛍光を検出に成功し、時計遷移レーザーによる時計遷移の測定を行っている。詳細は講演にて報告する。

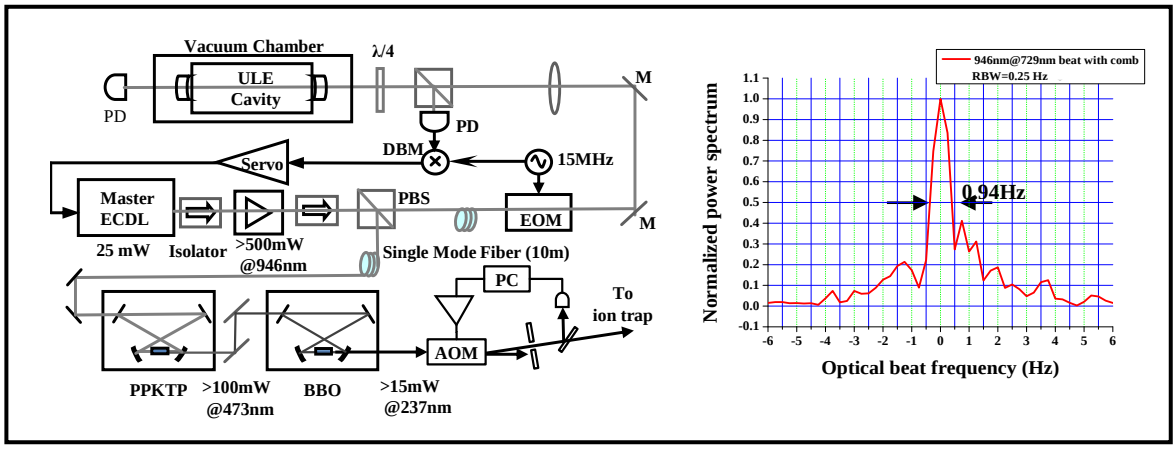

図１．時計遷移レーザーの構成と946nmでの線幅測定結果

[1] K. Matsubara, H. Hachisu, Y. Li, S. Nagano, C. Locke, A. Nogami, M. Kajita, K. Hayasaka, T. Ido, M. Hosokawa, Opt. Expr., vol. 20, pp.22034-22041, 2012.

© 2016年 応用物理学会