

長距離量子通信のための波長変換用周波数安定化レーザーの開発

A frequency-stabilized pump laser of wavelength conversion for long-distance quantum communication

横国大院工 °池田 幸平, 久井 裕介, 堀切 智之, 吉井 一倫, 小坂 英男, 洪 鋒雷

Yokohama National Univ., °Kohei Ikeda, Yusuke Hisai, Tomoyuki Horikiri, Kazumichi Yoshii,
Hideo Kosaka, Feng-Lei Hong

E-mail: ikeda-kohei-tm@ynu.jp

近年、原理的に安全性が保障された量子通信の研究が盛んに行われているが、量子通信の実用化のためには長距離通信が必須であり、それを下支えするのが量子中継技術である。ダイヤモンド中の窒素-空孔 (NV) 中心に付随する電子スピンは、光により容易に初期化・読み出しができ、これに近接した核スピンは室温においても秒をはるかに超える量子メモリー時間を持つなど、光の量子コヒーレンスを固体で中継する量子メモリーとして期待されている。しかし、NV の吸収発光波長は可視光の 637 nm であるため、長距離化のために光ファイバー中での損失が少ない通信波長 ($\sim 1.5 \mu\text{m}$) への波長変換が研究されてきた[1]。

離れたノード間の NV を安定に繋ぐためには、波長変換の過程で NV 特有の狭い発光線幅 (~ 10 MHz) を維持することが必要である。そこで、我々は波長変換用のヨウ素安定化励起レーザーの開発を行っている。中継器に搭載することを見据え、本研究では小型かつ低コストで高い出力パワーのレーザーを使用した。また、レーザーの周波数を直接変調 (変調幅: ~ 1 MHz, Fig. 1(a)) することで、従来周波数安定化で多く用いられている電気光学変調器などの高価な光学素子の使用を抑えた[2]ことも全体の低コスト化に貢献している。現在のところ、Fig. 1(b)のアラン分散が示すように、相対周波数変動は 1×10^{-12} (0.3 kHz) にまで到達しており、我々が目指す用途には十分な結果が得られている。講演では、上記一連の開発状況について報告する。

本研究は東レ科学振興会、KDDI 財団、旭硝子財団、村田学術振興財団、中部電気利用基礎研究振興財団の支援を得た。

[1]Rikizo Ikuta *et al.*, Opt. Express **22**, 11205-11214 (2014)

[2]Takumi Kobayashi *et al.*, Opt. Express **23**, 20749-20759 (2015)

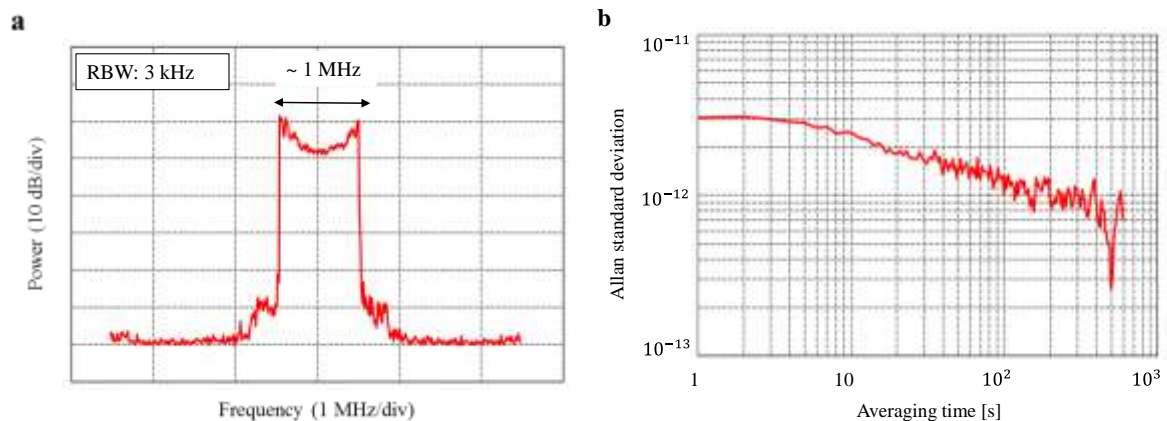


Fig. 1. (a) Spectra of the beat frequency between iodine-stabilized Nd:YAG laser and the compact laser. (b) Allan standard deviation calculated from measured beat frequency between iodine-stabilized Nd:YAG laser and the compact laser