シリコン光導波路を用いた多チャンネル量子光源の設計

Design of multi-channel quantum light source using silicon optical waveguides

東北大院工¹, 玉川大量子研², 産総研³, 東大院工⁴, 東北大高等研究機構⁵

○(M1)木村 彰吾¹, 境野 一輝¹, 谷澤 健², 岡野 誠³, 竹中 充⁴, 山田 博仁¹, 松田 信幸^{1,5}

Tohoku Univ.¹, Tamagawa Univ.², AIST³, Univ. Tokyo⁴

°Shogo Kimura¹, Kazuki Sakaino¹, Ken Tanizawa², Makoto Okano³, Mitsuru Takenaka⁴,

Hirohito Yamada¹, Nobuyuki Matsuda¹

E-mail: shogo.kimura.p5@dc.tohoku.ac.jp

近年、ガウシアンボゾンサンプリング(GBS)と呼ばれる方式の光量子計算は、量子超越性の実証^[1]等に用いられ注目を集めている。GBSを行うための装置として、多チャンネルの量子光源(真空スクイーズド光源)と、多入力多出力の線形光学回路が必要となる。先行研究^[1]においては真空スクイーズド光源としてバルク非線形結晶(PPKTP結晶)が利用されているが、光源と線形光学回路の間における光位相揺らぎが問題となる。一方、オンチップ集積可能なシリコン光導波路中の3次非線形光学効果(四光波混合)を用いることでも真空スクイーズド光を発生できる。そこで本研究では、真空スクイーズド光源と線形光学回路の両方をシリコン光導波路を用いてモノリシックに集積することにより位相安定化されたGBS量子計算機の構築を目指し、その量子光源部回路の設計及び検討を行った。

光回路は、 $1 \times N$ 分岐回路、 N 本の長尺シリコン光導波路、ポンプ光除去フィルタ、強度及び位相調整部からなる。 $1 \times N$ 分岐回路で1つのポンプ光をチップ上で分岐することで、相対位相ゆらぎを低減した多チャンネル量子光源を実現できる。本研究では最大で $N=16$ の分岐回路を設計した。本設計に伴う課題として、1つの励起光源を分岐して複数個の量子光源を励起するために、分岐前のシリコン光導波路部における光強度が大きくなり、二光子吸収などの非線形吸収が増大する。そこで分岐部の導波路長を可能な限り短尺化し、非線形吸収の影響を低減する設計を行った。また、本研究での非線形吸収の影響を確認するために現有のSi光導波路を用いて実験を行い、おおむね理論と一致する結果を確認できた。発表では、設計の詳細や、非線形吸収の評価結果について議論する。

本研究は、JST CREST JPMJCR2004JST, 文部科学省 Q-LEAP JPMXS0118067581, (公財)村田学術振興財団, JSPS-ISF 二国間交流事業 JPJSBP120218401, 東北大学電気通信研究所共同プロジェクト研究の支援を受けて実施された。

[1] H.-S. Zhong *et al.*, Science **370**, 1460 (2020).