

多段光量子パルスゲートの設計と量子シミュレータへの応用

Design of multistage optical quantum pulse gate and its application to a quantum simulator

慶大理工, ○ (B) 大塚 翼, 保坂 有杜, (B) 富田 雅也, 神成 文彦

Keio Univ., °Tsubasa Otsuka, Hosaka Aruto, Masaya Tomita, Fumihiko Kannari

E-mail: kannari@elec.keio.ac.jp

ビームスプリッターや波長板、位相シフタなどの線形光学素子を駆使した線形光量子回路は、万能量子計算器などの設計に向けて現在注目を集めている分野である。その一つとしてボゾンサンプリングに代表される光導波路型線形量子回路[1]がある。この導波路型線形量子回路は所望のユニタリー回転操作を行うために専用の導波路構造を設計することで線形光量子回路としての機能を果たすが、デメリットとして導波路の構造上フレキシブルなユニタリー回転操作は設計しにくい点やロスが多く侵入してしまう点があり、特に光波の連続量を取り扱う際には致命的な欠陥となってしまうことが知られている。

一方、先行研究[2]において TypeII PPLN 結晶を用いた和周波混合過程で任意の量子パルスゲートを実現できることが報告された。この量子パルスゲートを組み合わせて用いることで導波路型ボゾンサンプリングと同じ線形光量子回路を実現することが可能であるが、一つの量子パルスゲートに対して一つのモードの操作しか扱うことが出来ないために大規模な実験系が必要となる。

そこで我々はこの解決策として Fig.1 に示す量子パルスゲートを多段化して繰り返す光学系を提唱する。本研究ではこの多段量子パルスゲートを用いることで導波路型線形量子回路と同じような線形光量子回路を実現することができることを数値解析にて示す。また、多段量子パルスゲートは導波路型線形光量子回路と異なり、ポンプ光を変えることによって自在にユニタリー回転を操作できるという優位性を持つ。これを用いることで、クラスター状態の形成やランダムウォークなどの設計を行うことが可能になる。その応用の一つとして分子の振動スペクトルの遷移を解析する量子シミュレータの具体的な設計を示す。

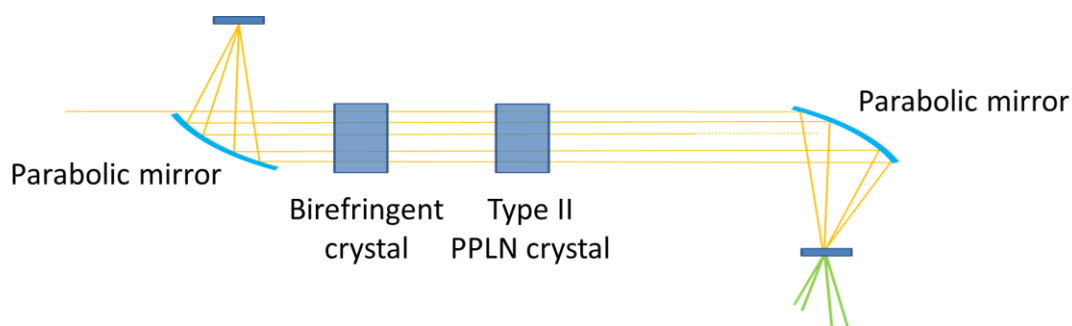


Fig.1 多段光量子パルスゲートの実験系

[1] J. Huh, *et al.* Nat. Photonics **9**, 615–620 (2015).

[2] B. Brecht, *et al.* J. Phys. **13**, 065029 (2011)