

単一光子条件外における非線形干渉量子イメージングの実現性に関する理論解析 Analysis of quantum imaging based on induced coherence with induced emission

慶大理工 ○(M1)高橋 和輝, 渡瀬 陸, 保坂 有杜, 神成 文彦

Keio Univ. ○Kazuki Takahashi, Riku Watase, Aruto Hosaka, Fumihiko Kannari,

E-mail: kazuki.t@keio.jp

2014 年 Lemos 等は, 2 つの非線形結晶を同一光で励起し生じる 2 つのシグナル光が干渉を示すことを利用した量子イメージング手法を実証し, 強度イメージングに加え位相イメージングも両立可能であることを示した[1]. この手法は, イメージ検出効率が問題となる赤外域においても周波数上昇非線形変換し検出できる為, 赤外域イメージングを容易にできる手法として注目されているが, 単一光子源の利用が必要であることが懸念点であった. 一方, 2017 年 Kolobov 等は, シグナル光強度が釣り合うように結晶の励起光強度比率を調節することで, 単一光子性の有無によらず干渉イメージングが可能であることを報告した [2].

今回我々は, 励起光強度・分割比を様々に設定し, イメージングの実現可能性と性能を詳細に解析した. その際, この種の解析に適した手法として, シンプレクティック解析法をはじめて利用した. 結果として, 単一光子性の有無によらず本量子イメージング法が実現可能であることを示した.

Lemos 等と同様に図 1 のような光学実験系を想定した. レーザ光が任意のパワー比で分割された後, 一方は 1 つ目の非線形結晶を励起しシグナルーアイドラ光を生成する. アイドラ光は撮影対象へと照射された後, もう一方の励起光と同時に 2 つ目の非線形結晶へと入射し, 新しくシグナル光を生成する. この時 2 つのシグナル光が生成しているが, 一方には撮影対象の情報がなく, 他方には情報が転写されている. これらの干渉によって撮影対象の情報を取得する.

単一光子性を満たすような低強度励起領域から高強度励起領域までの 4 通りについて, 励起光分割比のビジビリティへの影響を解析した. その結果, 図 2 に示すように励起光強度に応じて適切に分割比を設定すれば高いビジビリティが実現されることが分かった. 特に位相イメージングにおいては, あらゆる励起光強度においてビジビリティが 100 %となるような分割比が存在することが示された.

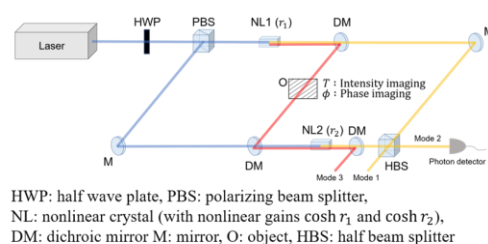


Fig. 1 Optical setup

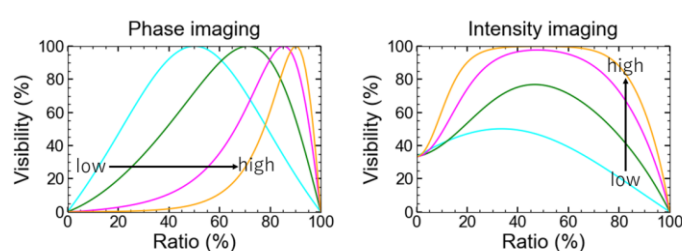


Fig. 2 Visibility change

[1]G. B. Lemos, V. Borish, G. D. Cole *et al.*, *Nature* **512**, 409-412 (2014).

[2]M. I. Kolobov, E. Giese, S. Lemieux *et al.*, *J. Opt.* **19**, 054003 (2017).