

3 μm^3 以下の分解能を持つ量子光干渉断層撮影の実証

Demonstration of quantum optical coherence tomography

with resolution of less than 3 μm^3

京大院工¹、[○]阿部 尚文¹、堀野 智康¹、川口 蓉子¹、岡本 亮¹、竹内 繁樹¹

Kyoto Univ.¹, [○]Naofumi Abe¹, Tomoyasu Horino¹, Yoko Kawaguchi¹, Ryo Okamoto¹,

Shigeki Takeuchi¹

E-mail: takeuchi@kuee.kyoto-u.ac.jp

光干渉断層撮影 (OCT) は、非侵襲・ラベルフリーな断層撮影法であることから、現在、医療・産業分野で広く用いられている。しかし、広帯域光を測定光として用いることから、試料の光学分散によって、深さ分解能が劣化することが課題となっている。一方、周波数量子もつれ光による 2 光子干渉を利用した量子 OCT は、原理上、試料の偶数次分散によって深さ分解能が劣化しない分散耐性あり、かつ、同じ帯域の測定光を用いた古典的な OCT よりも深さ分解能が最大で 2 倍高いことから、注目されている量子イメージング技術である[1, 2]。これまでに実現された 3 次元的に最も高分解能な量子 OCT は、深さ分解能が 6.5 μm 、面内分解能が 5.2 μm であるが[3]、応用上はさらなる高分解能化が望まれる。

そこで今回我々は、以下のように 3 次元的に高分解能な分解能 3 μm^3 以下の量子 OCT を実現し、その分散耐性を評価した。その実験系の概略図を Fig. 1 に示す。測定光の周波数もつれ光子対は、BBO 結晶を用いた自発パラメトリック下方変換によって広帯域に発生させた (中心波長 810 nm、半値全幅 118 nm)。そして、広帯域光に対する色収差が補正されたアクロマティックレンズ (焦点距離 10 mm) を用いてもつれ光を試料に集光することで横分解能を向上させた。深さ分解能は Hong-Ou-Mandel ディップの半値全幅によって評価し、2.26(1) μm であった。また、面内分解能は Ronchi 板を用いて評価し、2.56(3) μm であった。そして、この測定系を用いて、3 層のクロム層からなる自作試料に対して、1 mm 厚 BK7 を集光レンズと試料間に挿入した場合としない場合について、量子 OCT 2 次元断面像を取得した。

その結果、3 次元的な高分解能量子 OCT においても自動的分散耐性があることを実証したので、これらの内容について報告する。

本研究は、Q-LEAP (JPMXS0118067634)、JST-CREST (JPMJCR1674)、科研費 (21H04444) の支援を受けて行われた。

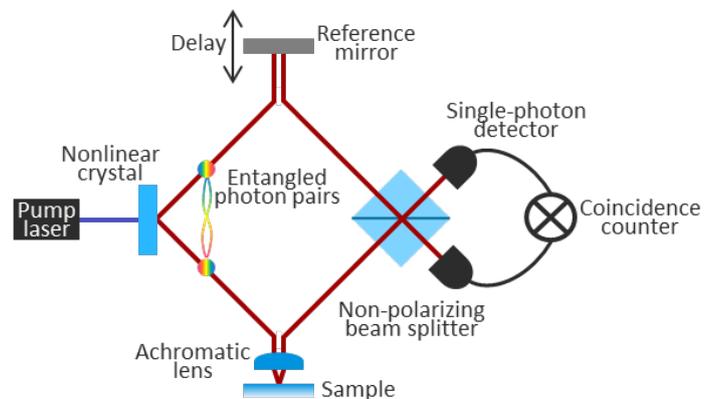


FIG. 1. Schematic of our experimental setup of quantum OCT.

[1] A. F. Abouraddy *et al.*, Phys. Rev. A **65**, 053817 (2002). [2] M. Okano *et al.*, Phys. Rev. A **88**, 043845 (2013). [3] Z. Ibarra-Borja *et al.*, Photon. Res. **8**, 51 (2020).