LED で励起した SPDC 光子対の Hong-Ou-Mandel 干渉

Hong-Ou-Mandel dip due to SPDC photon pairs generated by LED pumping

○ 大岡佳生、深津　晋 (東大院総合)
○Y. O-oka and S. Fukatsu (UTokyo)
E-mail: o-okayoshiki@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

単一光子の生成は、量子光学およびその周辺関連分野において重要となる基幹要素技術である。単一光子発生能を有するリソースとしてこれまでに量子ドット、単一分子、格子欠陥、不純物複合体などが検討されてきた。ところがこれらのミクロな物理系はマクロな空間分離を必要とする一方、動作の安定性や生成レート確保の上でも少なからず課題を抱えている。これに比して非線形光学効果にもとづく自発的パラメトリック下方変換 (SPDC) は、非線形結晶を光励起するだけで伝令付きの単一光子が容易に生成でき、利便性に優れた比較的安定した技術体系といえる。

従来、SPDC の励起源には空間・時間コヒーレンスが良好かつ小型で可搬性にも優れたレーザーダイオード (LD) が広く用いられてきた。一方、LED は一般にコヒーレンスは低いものの広帯域でワット級の出力を確保できる特徴があり、LD が適さない波長域や環境でも使用可能である [1–4]。

最近、筆者らは LED の励起下で SPDC にもとづく伝令付き単一光子の生成例を報告した [5, 6]。Hanbury-Brown Twiss(HBT) 型の二光子干渉計を用いた自己相関関数の評価から同時計数値 $g^2(0) = 0.06 \pm 0.05$ を見出し、光子の不可分性を直接的に示すことができた [5, 6]。

ところが $g^2(0) = 0$ は単一光子であることの必要条件にとどまる点には注意が必要である。この事情は、他の単一光子源でも変わらない。そこで本研究では、単一光子性をより明確な形で示すべく LED で励起した縮退 SPDC 2 光子に対して Hong-Ou-Mandel 二光子干渉実験を行い、ボゾン統計起因の光子バンチングに伴う HOM ディップ ($g^2(0) = 0$) の検証を試みた。

FIG.1 は実験系の模式図である。Type-I BiBO 結晶は、405 nm 中心のファイバ結合 LED(澤木工房 FOLS-06) で励起した。SPDC 光子対は HOM 干渉計を構成する SMF 2×2 カプラに結合させた。一方のアームまでの距離を系統的に変化させながら 2 ポート出力を光子検出器でモニタした (FIG. 1)。FIG. 2 は光路差に対する同時検出数の測定結果 (30 分平均) である。計数レートが低いため揺らぎこそ小さくないが、ほぼ理論予測どおりに (同時計数)≈0 の HOM ディップが明瞭に観測される。実線は光源のコヒーレンス関数である。相関時間は励起光のフィルタ幅 (=10 nm) に相当する。

以上の結果は、バルク非線形結晶を用いた LED 励起のエンタングル 2 光子生成が手の届く範囲にあることを示す。一方、擬似位相整合 [4] を用いた単計数の増大を現在、計画中である。

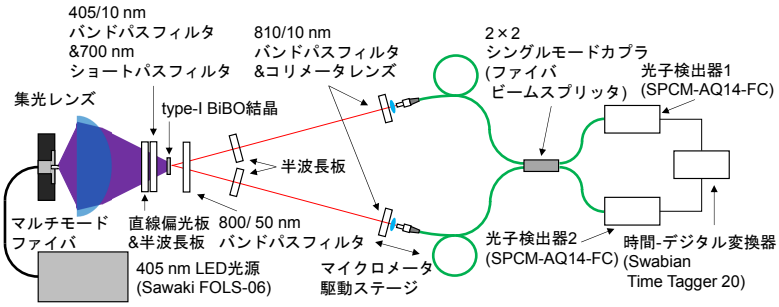

FIG. 1: Hong-Ou-Mandel 干渉測定系

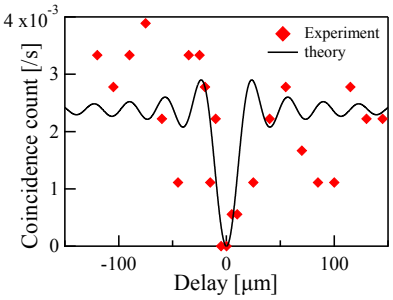

FIG. 2: 同時検出頻度の光路差依存性

[1] G. Tamošauskas *et al*., Opt. Express **18**, 4310 (2010). [2] J. Galinis *et al*., Opt. Express **19**, 10351 (2011).
[3] J. Galinis *et al*., Lith. J. Phys. **52**, 285 (2012). [4] W. Zhang *et al*., Opt. Express **27**, 20745 (2019).
[5] 西井大生、大岡佳生、深津　晋、第 66 回応用物理学会春季学術講演会 (東京工業大学大岡山キャンパス), 10p-S422-4 (2019).
[6] D. Nishii, Y. O-oka, Y. Okawa, and S. Fukatsu, Appl. Phys. Lett. **115**, 211106 (2019).

© 2020年 応用物理学会