

TES を用いた光子統計計測に基づく自己強度相関関数の評価

Evaluation of Autocorrelation Function Based on Measurement of Photon Statistics by Using a Transition Edge Sensor (TES)

○藪野 正裕¹、布川 裕真¹、田辺 稔²、沼田 孝之²、三森 康義¹、福田 大治²、枝松 圭一¹

(1. 東北大学電気通信研究所、2. 産業技術総合研究所)

○Masahiro Yabuno¹, Yuma Nunokawa¹, Minoru Tanabe², Takayuki Numata², Yasuyoshi Mitsumori¹, Daiji Fukuda², Keiichi Edamatsu¹ (1.RIEC, Tohoku Univ., 2.AIST.)

E-mail: yabuno@quantum.riec.tohoku.ac.jp

量子情報通信技術では、単一の周波数モード上に量子干渉性の良い光子を生成する技術及び、その光子源の特性を評価する技術が必要とされている。我々はこれまでに、周期分極反転構造を有する KTiOPO₄ (PPKTP) 結晶を用いた群速度整合下の自発パラメトリック下方変換 (SPDC) によって周波数相関の無い (単一の周波数モードを持つ) 光子対を生成し、2 光子スペクトルの測定を通して、その周波数モード特性及び、量子干渉性を評価してきた[1]。一方、光子光源の周波数モード数や量子干渉性を評価するもう一つの方法として、光子の自己強度相関関数 $g^{(2)}(\tau)$ を測定する方法が知られている。今回我々は、光パルス中の光子数を識別することが可能な超伝導転移端センサ光子数識別器 (TES) を用いることで、光子統計の直接的観測を通して $g^{(2)}(\tau)$ を導出する新たな手法を開発し、群速度整合下の SPDC で生成された光子の持つ周波数モード数及び、量子干渉性の評価を行ったので報告する。

図 1 に実験系の概略を示す。励起光として、波長 792 nm、パルス幅 2.08 ps、繰り返し 80 kHz の光パルスを用い、素子長 30 mm の PPKTP を用いた群速度整合下の SPDC により波長 1584 nm にシグナル(H 偏光)とアイドラ(V 偏光)の二光子を生成した。偏光ビームスプリッタ (PBS) で二光子を分離した後、シグナル光子をシングルモード光ファイバを通じて冷凍機内に設置した TES に導波した。TES にはチタン系超伝導薄膜を用いており[2]、量子効率は約 90 %である。TES からの出力信号波形をオシロスコープで計測し、100 万パルス分の信号波形を取得した。信号波形の解析結果から各光パルス中の光子数を同定し、 $g^{(2)}(\tau)$ を導出した結果を図 2 に示す。 $\tau = 0$ における値は $g^{(2)}(0) = 1.935$ であり、この結果から周波数モード数は $K = 1.07$ と見積もられる。この値は 2 光子スペクトルから求められた値 ($K = 1.01$) [1]ともほぼ符合し、ほぼ単一の周波数モードを持つ光子が生成されていることが確認された。

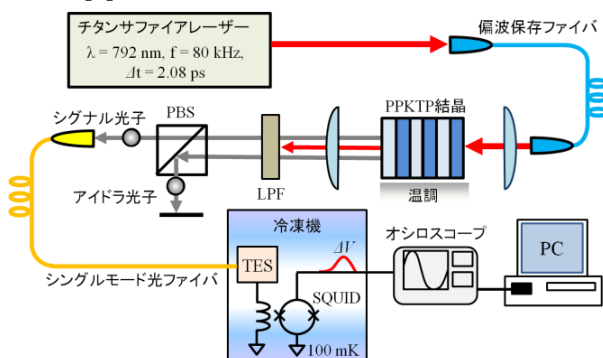


図 1. 実験系の概略図

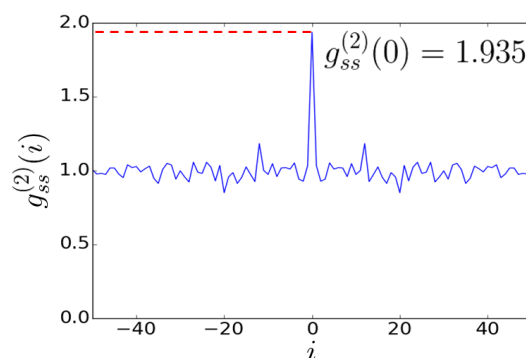


図 2. 光子統計から導出された自己強度相関関数

[1] M. Yabuno et al., Phys. Rev. A **86**, 010302(R) (2012). [2] D. Fukuda et al., Opt. Express **19**, 870 (2011).