2 周期分極反転導波路型 Type-II 擬似位相整合 ポストセレクションフリー偏波エンタングル光子対発生デバイスの作製と実験 Fabrication and Experiment of Biperiod Type-II QPM Waveguide Device for Generation of

Postselection-Free Polarization-Entangled Twin Photons

阪大院工 °渡辺 雄太, 栖原 敏明

Osaka Univ., $^\circ \mbox{Yuta}$ Watanabe and Toshiaki Suhara

E-mail: ywatanabe@ioe.eei.eng.osaka-u.ac.jp

エンタングル光子対は量子情報処理の分野で重要な役割を担う と期待されている。2 次非線形光学効果を利用した擬似位相整合 (QPM)自然パラメトリック下方変換(SPDC)は、さまざまな波長・偏光 のエンタングル光子対発生に適応でき、応用の柔軟性が高い。当 研究室では Type-II (TE→TE+TM) QPM ポストセレクションフリー偏 波エンタングル光子対発生デバイスを実証し[1]、また、同様の原理 を利用したデバイスが報告された[2]。本研究では、2 周期分極反転 導波路型 Type-II QPM ポストセレクションフリー偏波エンタングル光

Fig.1にデバイスの模式図を示す。LiNbO₃結晶にTE・TM両モードが導波可能なTi拡散導波路と、Type-II QPM 用の周期分極反転構造(周期 Λ_1 , Λ_2)を形成したものである。Fig.2 に示すように、波長 λ_{3e} のTE光で励起すると周期 Λ_1 (Λ_2)の領域において量子状態 $|V\rangle_{\lambda_1}|H\rangle_{\lambda_2}$ ($|H\rangle_{\lambda_1}|V\rangle_{\lambda_2}$)の光子対が発生する。出射状態 $|\psi\rangle$ は、それぞれの領域で発生する光子対の状態の重ね合わせとなり、 $|\psi\rangle = (1/\sqrt{2})[|V\rangle_{\lambda_1}|H\rangle_{\lambda_2} + e^{i\phi}|H\rangle_{\lambda_1}|V\rangle_{\lambda_2}]$ の偏波エンタングル状態が得られる。ただしHはTEモード、VはTMモードを表している。

0.5 mm^t Z-cut 一致溶融組成 LiNbO₃(c-LN)結晶の-Z面にTiス トライプ(厚さ90 nm)を装荷し、酸素雰囲気中での熱拡散(1060°C, 7 h)によりTi 拡散導波路を作製した。+Z面に生じた分極の荒れを 面研磨により除去し、液体電極(LiCl 水溶液)を用いた電圧印加法 (印加電圧 7.4 kV)により、周期分極反転構造($\Lambda_1, \Lambda_2 = 9.2, 9.3 \mu m$, 作用長 $L_1 = L_2 = 13 mm$)を作製した。

まず、波長~1550 nmの光でTE・TM 両モードを同時に励振し第2 高調波発生(SHG)を行い、波長変換特性を評価した。Fig.3 に規格 化 SH 光パワーの入射光波長依存性を示す。SH 光スペクトルの半 値全幅(0.46 nm)は理論計算(0.55 nm)とおおむね一致しており、作 用長 13 nm にかけて周期分極反転構造が形成されていることが示 された。次に、波長~780 nm の光で TE モードを励振し、SPDC によ る光子対発生を試みた。Fig.4 に出射光の波長スペクトルを示す。 Fig.2 から、励起光波長 λ_3 を 784.0→783.5→781.1 nm と変化させる とスペクトルのピーク数が 4→3→2 と推移することが予測されている。 Fig.4 のピーク数とその推移は予測と一致しており、ピークの光子対 波長も理論計算とおおむね一致している。以上より、 λ_3 = 781.1 nm, TE モードの励起光で偏波エンタングル光子対(λ_1 , λ_2 = 1545, 1580 nm)が発生すると予測された。今後、一致検出実験および量子干渉 実験により当デバイスの実証を目指す。

[1]T. Suhara et al., IEEE Photon. Technol. Lett. 21, 1096-1098 (2009).
[2]H. Herrmann et al., Opt. Express 21, 27981-27991 (2013).



Fig.1 Biperiod type-II QPM waveguide device for generation of postselection-free polarization-entangled twin photons.



Fig.2 Diagram of twin photon wavelengths dependent on the pump wavelength.



Fig.3 Normalized SH power dependent on the pump wavelength.



