

# 광통신 대역에서의 특수 광섬유 기반 예고된 단일 광자 구현 연구

우태호, 조남욱, 이주한  
서울시립대학교

j.h.lee@ieee.org

## A Heralded Single Photon Source Based on Specialty Optical Fiber in Optical Telecommunication Band

Taeho Woo, Namwook Joe and Ju Han Lee\*  
University of Seoul

### 요약

본 연구에서는 광통신 대역에서 동작하는 특수 광섬유에서의 Spontaneous Four Wave Mixing 기반 예고된 단일 광자 구현을 위한 조건에 대한 이론적 분석을 수행하였다. L-band에서 동작하는 예고된 단일 광자 광원 구현을 위해 특수 광섬유에서 위상 정합 조건을 계산하고, 단일 광자의 순수도의 펌프 광원 선택에 따른 의존도를 이론적으로 분석하였다.

### I. 서론

단일 광자 광원 제작은 양자 통신, 양자 컴퓨팅과 양자 계측 등 양자 기술을 구현하기 핵심 기술 중 하나이다 [1,2]. 단일 광자 광원 구현을 위해 비선형 광학 현상인 Spontaneous Parametric Down Conversion (SPDC)과 Spontaneous Four Wave Mixing (SFWM)을 기반한 연구가 활발히 진행되어 왔다 [3,4]. 기존 광섬유 네트워크와의 높은 호환성을 바탕으로, SFWM 기반 단일 광자 광원은 양자 통신 분야에서 큰 주목을 받고 있다. 특히, 양자 통신 분야의 실용적인 예고된 단일 광자 광원 실현을 위해 L-band 광통신 파장대역에서 동작 가능한 광원 개발이 주목받고 있다 [5].

본 연구에서는 L-band에서 동작하는 예고된 단일 광자 광원 구현을 위해 특수 광섬유에서 위상 정합 조건을 계산하고, 펌프 광원의 선택에 따른 단일 광자의 순수도를 이론적으로 분석하였다.

### II. 본론

L-band 광통신 대역의 예고된 단일 광자 광원 구현을 위한 특수 광섬유의 위상정합조건을 만족하는 펌프 광원 파장은 1310-nm로 계산되었으며, L-band 통신 파장 대역과 1100-nm 파장대역에서 광자 쌍이 생성됨을 확인하였다. 특히, 예고된 단일 광자의 순수도는 펌프 광원의 선택에 따라 달라지며, 그림 1에서 펌프 광원의 선택에 따른 예고된 단일 광자 광원의 순수도를 계산한 결과를 나타내었다. 단일 광자 광원의 순수도는 펌프 광원의 선택이 0.3 nm 일 때 순수도가 최대값을 가졌다. 이때 계산된 순수도는 약 0.8이다.

### III. 결론

본 연구에서는 SFWM 현상을 활용하여 광통신 파장 대역의 예고된 단일 광자 광원의 생성을 위한 특수 광섬유 펌프 파장과 이에 따른 위상 정합 조건을 계산하였으며, 펌프 광원의 선택에 따른 순수도를 이론적으로 분석하였다. 향후, 본 결과를 활용하여

광통신 대역의 높은 순수도를 갖는 예고된 단일 광자를 구현할 예정이다.

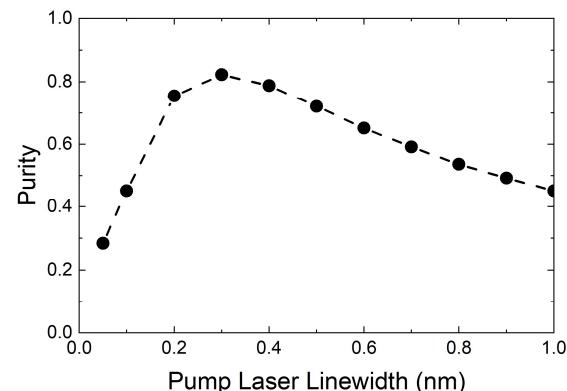


그림 1. 특수 광섬유에서 펌프 광원의 선택에 따른 단일 광자 광원의 순수도 변화

### ACKNOWLEDGMENT

본 연구는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 정보통신기획평가원-대학 ICT 연구센터(ITRC)의 지원(RS-2021-II211810, 50%)과 과학기술정보통신부 및 한국연구재단 (RS-2023-00242396) 사업의 연구결과로 수행되었음.

### 참고문헌

- [1] V. Giovannetti, S. Lloyd, and L. Maccone, "Quantum Metrology," Phys. Rev. Lett. 96, 010401 (2006).
- [2] T. Jennewein, C. Simon, G. Weihs, H. Weinfurter and A. Zeilinger, "Quantum Cryptography with Entangled Photons," Phys. Rev. Lett. 84, 4729 (2000).

- [3] K. Garay-Palmett, H. J. McGuinness, O. Cohen, J. S. Lundeen, R. Rangel-Rojo, A. B. U'Ren, M. G. Raymer, C. J. McKinstrie, S. Radic, and I. A. Walmsley, "Photon pair-state preparation with tailored spectral properties by spontaneous four-wave mixing in photonic-crystal fiber," *Opt. Express* 15, 14870–14886 (2007).
- [4] K. Lee, J. Jung, and J. H. Lee, "Optical fiber polarization-entangled photon pair source using intermodal spontaneous four-wave mixing in the visible spectral band," *Laser Phys. Lett.* 20, 015101 (2022).
- [5] M. Davanco, J. R. Ong, A. B. Shehata, A. Tosi, I. Agha, S. Assefa, F. Xia, W. M. J. Green, S. Mookherjea and K. Srinivasan "Telecommunications-band heralded single photons from a silicon nanophotonic chip," *Appl. Phys. Lett.* 100, 261104 (2012).