

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

요 약

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

I. 서 론

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-band 에서 동작하는 예고된 단일 광자 광원 구현을 위해 특수 광섬유에서 위상 정합 조건을 계산하고, 펌프 광원의 선폭에 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-nm 로 계산되었으며, L-band 통신 파장대역과 1100-nm 파장대역에서 광자 쌍이 생성됨을 확인하였다. 특히, 예고된 단일 광자의 순수도는 펌프 광원의 선폭에 따라 달라지며, 그림 1 에서 펌프 광원의 선폭에 따른 예고된 단일 광자 광원의 순수도를 계산한 결과를 나타내었다. 단일 광자 광원의 순수도는 펌프 광원의 선폭이 0.3 nm 일 때 순수도가 최대값을 가졌다. 이때 계산된 순수도는 약 0.8 이다.

III. 결론

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

광통신 대역의 높은 순수도를 갖는 예고된 단일 광자를 구현할 예정이다.

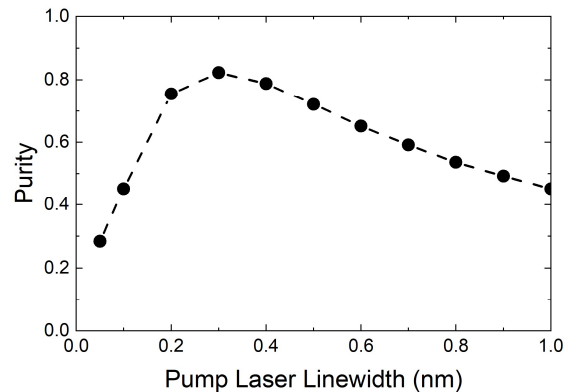


그림 1. 특수 광섬유에서 펌프 광원의 선폭에 따른 단일 광자 광원의 순수도 변화

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.

참 고 문 헌

- [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).