Image not found

Desarrollan la primera fuente cuantica de pares de fotones basada en una fibra de nucleo de silicio

Un equipo de investigadores del ICFO y del Royal Institute of Technology (KTH) de Suecia ha presentado en la revista APL Photonics la primera demostracion de una fuente de pares de fotones basada en una fibra de nucleo de silicio. Esta nueva plataforma ofrece una combinacion unica de bajas perdidas de propagacion, una alta no-linealidad y compacidad. Todos estos elementos la convierten en una candidata prometedora para aplicaciones cuanticas escalables.

October 01, 2024

Las tecnologias cuanticas exigen fuentes de fotones con unas caracteristicas determinadas: alta luminosidad, perdidas minimas y una alta escalabilidad. Si bien las opticas voluminosas y los circuitos integrados fotonicos de silicio (PICs por sus siglas en ingles) han sido las opciones tradicionales cuando se utilizan los efectos parametricos no lineales de tercer orden, a menudo estos no cumplen con todos los criterios necesarios de forma simultanea. Sin embargo, las fibras de nucleo de silicio estan demostrando tener un gran potencial como plataforma de aplicaciones cuanticas, especialmente en el ambito de las comunicaciones cuanticas. El material altamente no lineal del nucleo, es decir, el silicio, junto con las bajas perdidas de propagacion y acoplamiento de la estructura de la fibra, hacen que estas fibras de nucleo de silicio sean una opcion atractiva para alcanzar los estandares requeridos por las tecnologias cuanticas.

Los investigadores del ICFO, y miembros del proyecto NANO-GLASS, Davide Rizzotti, Stefano Signorini y el profesor ICREA Valerio Pruneri, junto con Clarissa Harvey y Michael Fokine, investigadores del Royal Institute of Technology (KTH) de Suecia, han podido fabricar y demostrar por primera vez una fuente cuantica de fotones basada en la mezcla espontanea de cuatro ondas (SFWM por sus siglas en ingles) en una fibra de nucleo de silicio. Los autores han descrito la fabricacion y caracterizacion del nuevo dispositivo en un estudio publicado recientemente en la revista APL Photonics. La nueva fuente cuantica combina las bajas perdidas y el bajo coste de la plataforma de fibra con la alta no linealidad y compacidad de los PICs de silicio.

Para llevar a cabo el experimento, los investigadores fabricaron una fibra de nucleo de silicio

de 58 mm de largo con un nucleo de silicio cristalino de 1 m de diametro. Un revestimient de silice puro rodeaba al nucleo. Al bombear la fibra con un laser de onda continua a 1551 n (una longitud de onda que se utiliza en las telecomunicaciones), generaron pares de fotone a traves de SFWM. Mediante un sistema de filtros, se separaron los fotones de senal y lo inactivos en dos canales de telecomunicaciones, y se utilizaron dos detectores par recogerlos por separado. Finalmente, un dispositivo de etiquetado de tiempo midio la coincidencias entre los detectores de fotones, una tecnica estandar para estudiar l correlacion entre los pares de fotones generados

Para caracterizar las perdidas de la fibra de nucleo de silicio al ser utilizada como fuente d luz cuantica, el equipo desarrollo un nuevo metodo que estima directamente las perdidas d acoplamiento y propagacion. Este nuevo enfoque permitio estimar las perdidas sin l necesidad de fibras auxiliares o tecnicas destructivas, como la tecnica estandar de corte

La fibra de nucleo de silicio rindio de forma excepcional, operando a temperatura ambiente alcanzando un brillo intrinseco de 570 kHz/nm/mW² y bajas perdidas de propagacio , situadas en los 0,3 dB/cm, unas cifras mas bajas que las que las exhibidas por los actual s PICs de silicio. Ademas, una relacion de coincidencia a accidental (CAR) medida de 133, n parametro que estima la relacion senal-ruido de las fuentes de pares de fotones, muestra q e el dispositivo desarrollado cumple con los requisitos para aplicaciones cuanticas practica .

Segun escriben los autores del estudio, estas bajas perdidas de propagacion "allanan l camino para fuentes cuanticas basadas en fibras efectivas en la banda e telecomunicaciones". Ademas, destacan tambien el potencial de esta plataforma "pa a futuras aplicaciones, particularmente en el campo de las comunicaciones cuanticas .

"**Al caracterizar el brillo y las perdidas de propagacion de la fuente de pares de fotones, hemos demostrado como las fibras de nucleo de silicio pueden cerrar la brecha tecnologica y de aplicacion existente entre los PICs y las fibras opticas**", explica Davide Rizzotti, el primer autor del estudio. "**Las nuevas fuentes basadas en fibras de nucleo de silicio tienen un gran potencial como fuente cuantica gracias a la alta no linealidad del silicio y el potencial que tienen de integrarse sin perdidas en la red de fibra optica existente**".

"**Esta claro que en la fotonica cuantica no existe una plataforma de material ideal, y se necesitan soluciones hibridas para garantizar dispositivos escalables y eficientes. Este estudio destaca el potencial de la fibra de nucleo de silicio como componente clave en las futuras tecnologias cuanticas hibridas**", anade Stefano Signorini, investigador de ICFO y coautor del articulo.

"**Si bien se necesitan esfuerzos adicionales para reducir las perdidas y mejorar la escalabilidad de la plataforma, nuestro estudio representa un paso significativo hacia la realizacion del pleno potencial de las fibras de nucleo de silicio en aplicaciones cuanticas practicas, especialmente en el campo de las comunicaciones cuanticas**", concluye Valerio Pruneri, profesor ICREA en ICFO y coautor del estudio.

Este trabajo se ha realizado como parte del proyecto de investigacion individual de Davide

Rizzotti dentro del proyecto europeo NANO-GLASS. La investigacion de Rizzotti se centra en el estudio y desarrollo de nuevos dispositivos de fibra para comunicaciones cuanticas, con el objetivo de alcanzar dispositivos de muy baja perdida. De hecho, las bajas perdidas de propagacion y acoplamiento pueden traer beneficios significativos en la preservacion de las senales cuanticas y aumentar la eficiencia de las comunicaciones cuanticas. Esta investigacion se ha realizado tambien en el marco del consorcio Quantum Secure Network Partnership (QSNP), un proyecto europeo impulsado por la iniciativa Quantum Flagship que tiene como objetivo desarrollar una nueva tecnologia de criptografia cuantica para realizar la transmision y el intercambio de informacion a traves de Internet de forma segura.

Acknowledgements

This project has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation program under the Marie Sk?odowska-Curie Grant Agreement No. 956419. This work was funded by the Swedish Foundation for Strategic Research (Grant No. RMA15-0135), the Horizon 2020 Framework Program (Grant Nos. 820466 and 820405), and the European Union (Grant Nos. QSNP 101114043 and ONAIR 101065309). Views and opinions expressed are, however, those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union, European Commission-EU or European Research Executive Agency (REA). Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them. This project is funded by the Departament de Recerca i Universitats de la Generalitat de Catalunya (2021 SGR 01458). This work was partially funded by CEX2019-000910-S (MCIN/AEI/10.13039/501100011033), Fundacio Cellex, Fundacio Mir-Puig, and Generalitat de Catalunya through CERCA. This study was supported by MCIN with funding from European Union NextGenerationEU(PRTR-C17.I1)- Plan Complementario de Comunicaciones Cuanticas - and by Generalitat de Catalunya.

Articulo Original

Davide Rizzotti, Stefano Signorini, Clarissa Harvey, Michael Fokine and Valerio Pruneri. (2024) **Silicon core fibers: a new platform for quantum light generation**. APL Photonics. DOI: https://doi.org/10.1063/5.0220647