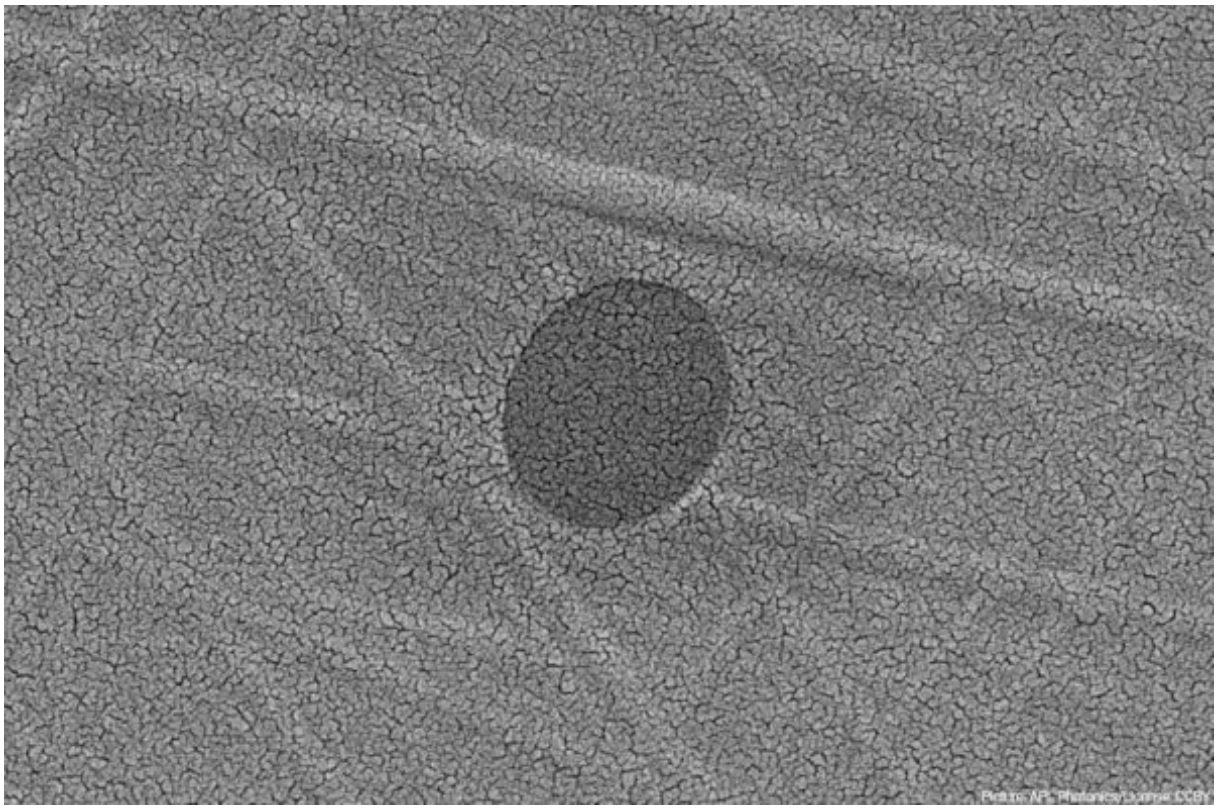


Desenvolupen la primera font quantica de parelles de fotons basada en una plataforma de fibra de nucli de silici

Un equip d'investigadors de l'ICFO i del Royal Institute of Technology (KTH) de Suecia ha presentat en la revista APL Photonics la primera demostracio d'una font de parelles de fotons basada en una fibra de nucli de silici. Aquesta nova plataforma ofereix una combinacio unica de baixes perdues de propagacio, un alta no-linealitat i compacitat. Tots aquests elements la converteixen en una candidata prometedora per a aplicacions quantiques escalables.

October 01, 2024

Les tecnologies quantiques exigeixen fonts de fotons amb unes caracteristiques determinades: alta lluminositat, perdues minimes i una alta escalabilitat. Si be les optiques voluminoses i els circuits integrats fotonics de silici (PICs per les seves sigles en angles) han estat les opcions tradicionals quan s'utilitzen els efectes parametrics no lineals de tercer

ordre, sovint aquests no compleixen amb tots els criteris demandats al mateix temps. No obstant aixo, les fibres de nucli de silici estan demostrant tenir un gran potencial com a plataforma d'aplicacions quantiques, especialment en l'ambit de les comunicacions quantiques. El material altament no lineal del nucli, es a dir, el silici, juntament amb les baixes perdues de propagacio i acoblament de l'estructura de la fibra, fan que aquestes fibres de nucli de silici siguin una opcio atractiva per a aconseguir els estandards requerits per les tecnologies quantiques.

Els investigadors de l'ICFO, i membres del projecte NANO-GLASS, **Davide Rizzotti, Stefano Signorini i el professor ICREA Valerio Pruneri**, juntament amb **Clarissa Harvey** i el **professor Michael Fokine**, investigadors del Royal Institute of Technology (KTH) de Suecia, han pogut fabricar i demostrar per primera vegada una font quantica de fotons basada en la mescla espontania de quatre ones (SFWM per les seves sigles en engonals) en una fibra de nucli de silici. Els autors han descrit la fabricacio i caracteritzacio del nou dispositiu en un estudi publicat recentment en la revista APL Photonics. La nova font quantica combina les baixes perdues i el baix cost de la plataforma de fibra amb l'alta no linealitat i compacitat dels PICs de silici.

Per a dur a terme l'experiment, els investigadors van fabricar una fibra de nucli de silici de 58 mm de llarg amb un nucli de silici cristal·li d'1 m de diametre. Un revestiment de silice p r envoltava al nucli de la fibra. En bombejar la fibra amb un laser d'ona continua de 1551 nm (una longitud d'ona que s'utilitza en les telecomunicacions), van generar parelles de foton a traves de SFWM. Mitjancant un sistema de filtres, es van separar els fotons de senyal i ls inactius en dos canals de telecomunicacions, i es van utilitzar dos detectors per a recollir- os per separat. Finalment, un dispositiu d'etiquetatge de temps va mesurar les coincidenc es entre els detectors de fotons, una tecnica estandard per a estudiar la correlacio entre es parelles de fotons generad

s. Per a caracteritzar les perdues de la fibra de nucli de silici en ser utilitzada com a font de l um quantica, l'equip va desenvolupar un nou metode que estima directament les perd es d'acoblament i propagacio. Aquest nou enfocament va permetre estimar les perdues sense la necessitat de fibres auxiliars o tecniques destructives, com ara la tecnica estandard de ta l. La fibra de nucli de silici va rendir de manera excepcional, operant a temperatura ambien i aconseguint una brillantor intrinseca de 570 kHz/nm/mW² i baixes perdues de propaga io, situades en els 0,3 dB/cm, unes xifres mes baixes que les exhibides pels actuals PICs de sil ci. A mes, una relacio de coincidencia a accidental (CAR) mesurada de 133, un parametre que estima la relacio senyal-soroll de les fonts de parells de fotons, mostra que el dispos tiu desenvolupat compleix amb els requisits per a aplicacions quantiques practiq es. Segons escriuen els autors de l'estudi, aquestes baixes perdues de propagacio "aplane el cami per a fonts quantiques basades en fibres efectives en la banda de les telecomunicacions". A mes, destaquen tambe el potencial d'aquesta plataforma "p r a futures aplicacions, particularment en el camp de les comunicacions quantiqu

s**En caracteritzar la brillantor i les perdues de propagacio de la font de parelles de fotons, hem demostrat com les fibres de nucli de silici poden tancar la bretxa tecnologica i d'aplicacio existent entre els PICs i les fibres optiques**", explica **Davide Rizzotti**, el primer autor de l'estudi. "**Les noves fonts basades en fibres de nucli de silici tenen un gran potencial com a font quantica gracies a l'alta no linealitat del silici i el potencial que tenen d'integrar-se sense perdues en la xarxa de fibra optica existent**".

"**Es clar que en la fotonica quantica no existeix una plataforma de material ideal, i es necessiten solucions hibrides per a garantir dispositius escalables i eficients. Aquest estudi destaca el potencial de la fibra de nucli de silici com a component clau en les futures tecnologies quantiques hibrides**", afegeix **Stefano Signorini**, investigador de ICFO i coautor de l'article.

"**Si be son necessaris esforcos addicionals per a reduir les perdues i millorar l'escalabilitat de la plataforma, el nostre estudi representa un pas significatiu cap a la realitzacio del ple potencial de les fibres de nucli de silici en aplicacions quantiques practiques, especialment en el camp de les comunicacions quantiques**", conclou **Valerio Pruneri**, professor ICREA en ICFO i coautor de l'estudi.

Aquest treball s'ha realitzat com a part del projecte de recerca individual de Davide Rizzotti dins del projecte europeu NANO-GLASS. La recerca de Rizzotti se centra en l'estudi i desenvolupament de nous dispositius de fibra per a comunicacions quantiques, amb l'objectiu d'aconseguir dispositius de molt baixa perdua. De fet, les baixes perdues de propagacio i acoblament poden portar beneficis significatius en la preservacio dels senyals quantics i augmentar l'eficiencia de les comunicacions quantiques. Aquesta recerca s'ha realitzat tambe en el marc del consorci Quantum Secure Network Partnership (QSNP), un projecte europeu impulsat per la iniciativa Quantum Flagship que te com a objectiu desenvolupar una nova tecnologia de criptografia quantica per a realitzar la transmissio i l'intercanvi d'informacio a traves d'Internet de manera 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.

Article 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