

Glasfaser mit Photonenquelle

SNI-Team entwickelt einfach zu bedienende, robuste Quelle für Quantenlicht

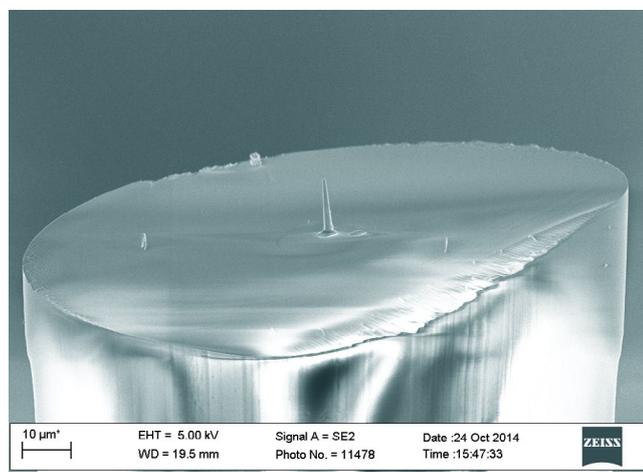
Der Argovia-Professor Martino Poggio erforscht in den letzten Jahren Nanodrähte, vor allem um diese als multifunktionale Sensoren einzusetzen. Nanodrähte besitzen einen Durchmesser von nur einigen wenigen Nanometern. Sie bauen sich entweder selbst aus molekularen Bausteinen auf oder werden mit Hilfe von Mikrofabrikationstechniken aus grösseren Strukturen hergestellt. Aufgrund ihrer geringen Grösse und des typischen grossen Verhältnisses von Länge zu Durchmesser besitzen sie besondere elektronische, optische und mechanische Eigenschaften. In einer kürzlich erschienenen Studie in Applied Physics Letters beschreiben Wissenschaftler aus dem Poggio-Team zusammen mit Kollegen aus Basel und Grenoble, wie sie mit Hilfe spezieller Nanodrähte eine robuste Quelle für Quantenlicht entwickelt haben. Die Forschenden platzieren dazu einen spitz zulaufenden Nanodraht, der an seiner Spitze Quantenpunkte enthält, in die Mitte einer Glasfaser. Die Quantenpunkte emittieren ohne Funktionalisierung oder elektrisches Feld in effizienter Weise einzelne Photonen. Die winzige Glasfaser kann dann relativ einfach in optische Systeme integriert werden und beispielsweise in der Sensorik eingesetzt werden. Biologische Maschinen, die Moleküle sortieren

Glasfasern allgegenwärtig

Glasfasern sind heute weit verbreitet. Die dünnen, flexiblen, transparenten Fasern bestehen aus dünn gezogenem Glas und werden häufig zur Informationsübertragung benutzt. Sie haben in der Nachrichtenübermittlung Kupferdrähte bereits zu einem grossen Teil ersetzt, da es bei der Übermittlung von Signalen über Glasfasern zu geringeren Verlusten kommt und die Glasfasern unempfindlich gegenüber elektromagnetischen Störungen sind. Normalerweise werden zahlreiche Glasfasern in einem Kabel gebündelt, das mit einer Steckverbindung leicht an andere Geräte angeschlossen werden kann. Kurze Glasfasern mit einer Steckverbindung an einem Ende und offenliegenden Glasfasern am anderen Ende werden im allgemeinen «Faserpigtail» genannt. Sie werden benutzt, um Verbindungen zu einzelnen Fasern eines Glasfaserkabels herzustellen oder optische Empfänger und andere optische Geräte direkt zu verbinden.

Quelle für Quantenlicht

Wissenschaftler aus den Teams von Argovia-Professor Martino Poggio und Professor Richard Warburton vom Departement Physik in Basel haben nun einen «Glasfaser-Pigtail» entwickelt, mit dem Quantenlicht erzeugt werden kann, das für verschiedene Anwendungen in der Quantenkommunikation sowie der präzisen Sensorik einsetzbar sein könnte. Dieser Quantum-Faserpigtail besitzt an einem Ende Halbleiterquantenpunkte, die auf Verlangen einzelne Photonen emittieren. Anders als konventionelle Quellen für Quantenlicht, die oft unhandlich und komplex sind, ist der Quantum-Faserpigtail robust, kompakt und leicht zu bedienen. Jedem, der in der Lage ist mit Glasfasern zu arbeiten, stünde damit eine Quelle für einzelne Photonen zur Verfügung.



Mit einem Glasfaser-Pigtail können die Wissenschaftler Quantenlicht erzeugen.

Die auf Verlangen einzelne Photonen emittieren. Anders als konventionelle Quellen für Quantenlicht, die oft unhandlich und komplex sind, ist der Quantum-Faserpigtail robust, kompakt und leicht zu bedienen. Jedem, der in der Lage ist mit Glasfasern zu arbeiten, stünde damit eine Quelle für einzelne Photonen zur Verfügung.

Kombination von Quantenpunkten und Nanodraht

Um den Quantum-Faserpigtail zu realisieren, haben die Basler Forscher unter Leitung des SNI-Doktoranden Davide Cadeddu und der beiden Post-Doktoranden Mathieu Munsch und Jean Teissier einen kurzen, spitz zulaufenden Nanodraht verwendet. An der Spitze des Nanodrahts haben sie Quantenpunkte integriert, die als Quelle für einzelne Photonen dienen. Kolleginnen und

Kollegen von der Universität Grenoble produzieren diese ihrem Aussehen nach «photonische Trompeten» genannten ganz speziellen Nanodrähte.

Die Wissenschaftler platzieren diese photonischen Trompeten in die Mitte des offenen Endes einer einzelnen Glasfaser, die an ihrem anderen Ende eine Steckverbindung hat. Aufgrund der geringen Grösse der Objekte verwenden die Forschenden für diese Arbeit hydraulische Mikromanipulatoren unter einem optischen Hochleistungsmikroskop. «Die Verbindung zwischen Trompete und Glasfaser ist erstaunlich robust und inzwischen in einigen Stunden zu bewerkstelligen», erläutert Martino Poggio die Arbeit seiner Mitarbeiter, die auf YouTube in einem Video die verschiedenen Arbeitsschritte zeigen (https://youtu.be/E_A3y_K3kRw).

Auf andere Quantensysteme anwendbar

«Die Ergebnisse belegen, dass es möglich ist, eine einfach zu bedienende Quelle für einzelne Photonen herzustellen, die leicht zu integrieren ist und potenzielle Anwendungen in der Quantenoptik und Messtechnik hat», ergänzt Poggio. «Unser Ansatz liefert eine Lösung, um die Lichtausbeute aus Quantenpunkten zu maximieren. Die Methode könnte jedoch auch auf andere Quantensysteme, wie auf Emissionsquellen in Diamanten und Silizium angewendet werden.» Zudem haben einfach adressierbare Quantenpunkte oder andere Photonenquellen am Ende einer nanometergrossen Spitze auch das Potenzial als Rastersonden zum Einsatz zu kommen.