

Hochintegrierte rauscharme Quantenfrequenzkonverter

Quanteninternet

Die Nutzung von Quantencomputern verspricht eine Revolution in der Informationsverarbeitung. Die Verschränkung solcher Computer in einem Quantennetzwerk potenziert ihre Rechenleistung und ermöglicht dem Nutzer einen inhärent sicheren Zugriff mit vergleichsweise einfachen Endgeräten und über größere Entfernungen hinweg. Im Rahmen wissenschaftlich geprägter Forschungsvorhaben wetteifern weltweit führende Entwicklerteams beim Aufbau erster Netzwerkdemonstratoren. Der Austausch der Quanteninformation erfolgt dabei mittels einzelner Photonen über Glasfasern. Um diese verlustarm in Glasfasern zu transmittieren, werden Quantenfrequenzkonverter (QFC) benötigt, die die Wellenlänge der Photonen ins Telekomband konvertieren. Entscheidend ist dabei ein möglichst gutes Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR). Für den Verschränkungs-austausch zwischen Stickstofffehlstellen in Diamant, sog. NV-Zentren-Qubits, hat das Fraunhofer ILT den Stand der Technik beim SNR in der Vergangenheit bereits mit dem sog. NORA-QFC um gleich 2 Größenordnungen verbessert. Die Fraunhofer ILT-Technologie wird aktuell auch von QuTech für den Verschränkungs-austausch zwischen Delft und Den Haag eingesetzt.

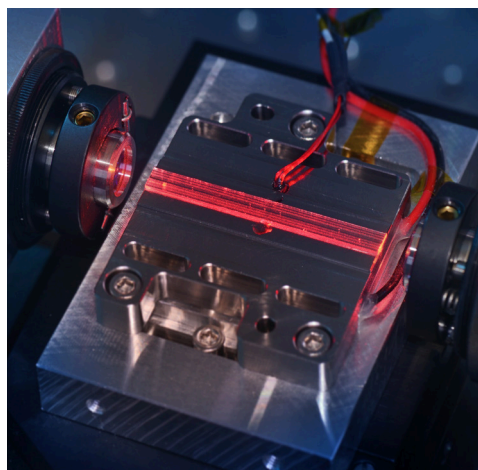
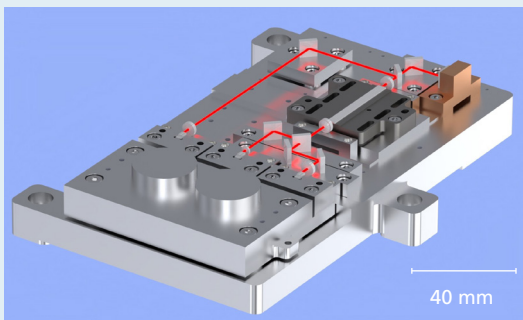
Quantenfrequenzkonverter der nächsten Generation

Im BMBF-Projekt HIFI (FKZ 13N15925) arbeitet das Fraunhofer ILT mit Partnern aus Industrie und Forschung an der Entwicklung eines alternativen QFC-Konzepts, das zukünftig in großer Stückzahl kostengünstig und hochintegriert umgesetzt werden kann. Der Konverter basiert auf nichtlinear-optischer Differenzfrequenzmischung in einem periodisch gepolten Lithiumniobatwellenleiter. Neu ist, dass die Konversion von 637 nm nach 1587 nm mit einer Laserwellenlänge von 2128 nm als zweistufiger Prozess innerhalb eines einzelnen nichtlinearen Devices umgesetzt wird, wodurch eine gute Effizienz (26 Prozent) und sehr geringes Rauschen (2,2 Hz/pm) auf kleinstem Bauraum realisiert werden konnten. Die Performance erreicht damit etwa das Niveau des NORA-QFC und zeigt weiteres Optimierungspotenzial.

Marktnahe Umsetzung

Die Kombination aus kompakter Ausführung und weiterhin sehr niedrigem Rauschen macht die neue QFC-Technologie zu einer spannenden Alternative für die marktnahe Umsetzung. Dazu wird am Fraunhofer ILT jetzt im Rahmen des HIFI-Projekts die Anlagentechnik etabliert, um zusammen mit den Partnern die notwendigen Fertigungsprozesse vor Ort in Aachen zu entwickeln.

Autor: Hans Huber M. Sc., hans.huber@ilt.fraunhofer.de



1 CAD-Modell für die integrierte Umsetzung.
2 Laboraufbau.