

PRESSEINFORMATION

PRESSEINFORMATION16.08.2022 || Seite 1 | 4

Hohle Glasfasern ermöglichen präzise Lagebestimmung im All

Das autonome Fahren oder sogar autarke Fliegen können nur Wirklichkeit werden, wenn deren elektronische Systeme in der Lage sind, ihre Position im Raum hochpräzise zu bestimmen. Hierfür kommen in der Luft- und Raumfahrt bereits optische Gyroskope zum Einsatz, die mittels Lichtmessungen den Kurs von Flugkörpern kontrollieren und diese stabilisieren. Messungen mit Gyroskopen können allerdings durch Materialeffekte sowie elektrische und magnetische Felder gestört werden – mit fatalen Folgen. Deshalb hat nun ein deutsch-polnisches Forschungskonsortium eine störungsfreie Lichtübertragung für Gyroskope entwickelt und setzt dafür auf hohle Glasfasern, in denen sich das Licht verlustarm ausbreitet.

Die moderne Telekommunikation basiert auf optischen Fasern: Röhrchen, dünn wie ein einziges Haar, mit einem nochmals um das Zehnfache dünneren Glaskern im Inneren, in dem sich Licht so gut wie ungehindert ausbreiten kann. Durch den nach außen abnehmenden Brechungsindex des Materials durchdringt das Licht nicht die hauchdünnen Rohrwände, sondern bewegt sich in einem Zickzackmuster ausschließlich innerhalb der inneren Schicht – die so genannte totale interne Reflexion findet statt.

Auch die Messtechnik profitiert von der Funktionsweise der optischen Fasern: So sind sie beispielsweise elementarer Bestandteil von Gyroskopen, also hochgenaue Rotationssensoren. Muss nur eine Bewegungsrichtung erfasst werden, verwendet man in der Regel Beschleunigungssensoren. Soll dagegen die dreidimensionale Bewegung eines autonomen Objekts im Raum gemessen werden, benötigt man ein Messsystem, das aus jeweils drei Beschleunigungssensoren und Gyroskopen besteht.

Optische Gyroskope am Limit

Die Rotationsmessung mit einem optischen Gyroskop kann man mit einer Weltrundreise vergleichen: Je nach Fahrtrichtung gewinnt oder verliert man Zeit. Bei einem Fasergyroskop wird eine Faser ringförmig auf eine Spule gewickelt und bildet einen Ringresonator indem das Licht im Uhrzeigersinn und in Gegenrichtung strömt. Bei einer Drehung des Objekts verlängert sich der Weg einer Lichtwelle geringfügig, während er sich für die andere verkürzt. Diesen feinen Unterschied misst ein Detektor und schließt wie ein hochgenauer Kreisel auf die Rotation.

Hier stoßen optische Fasern jedoch an ihre Grenzen, denn magnetische und elektrische Felder beeinträchtigen die Interpretationen des Sensors. Zudem können Wechselwirkungen zwischen Licht und Material dazu führen, dass sich die optischen

Redaktion

Georg Weigelt | Telefon +49 30 46403-279 | georg.weigelt@izm.fraunhofer.de |

Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | www.izm.fraunhofer.de |

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR ZUVERLÄSSIGKEIT UND MIKROINTEGRATION IZM

Eigenschaften des durchdrungenen Materials verändern. Diese so genannten nichtlinearen Effekte wirken sich wiederum direkt auf die Ausbreitung des Lichts selbst aus. Während solche feinen Abweichungen etwa in der Telekommunikation keine relevante Größe darstellen, können sie bei der Navigation autonomer Objekte bis zu einer messbaren Abweichung vom Kurs führen.

Um diese Störeffekte zu verhindern, untersuchen Forschende vom Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM neueste Technologien und Materialien und setzen auf einen vielversprechenden Neuling auf dem Markt, die Hohlkernfasern. Diese sind genauso dünn wie optische Fasern, beinhalten in ihrem Inneren jedoch statt einer gläsernen Füllung lediglich Luft. Das Licht kann den hohlen Kern ungehindert und somit störungsfrei durchdringen. Risikofaktoren wie die genannten Materialveränderungen werden deutlich reduziert. Das Licht breitet sich in Hohlkernfasern anderthalbmal schneller aus als in Standardfasern. Daher sind Hohlkernfasern auch für die Datenübertragung von hohem Interesse. Bislang sind sie in der Herstellung aber noch viel zu teuer.

Der Clou in der Verbindungstechnik

Um sich die Hohlkernfasern und ihre störungsresistenten Eigenschaften für den Aufbau hochgenauer Gyroskope zu eigen zu machen und die Herstellungskosten zu reduzieren, musste das Forschungsteam rund um die Photonik-Experten Wojciech Lewoczko-Adamczyk und Stefan Lenzy einen Weg finden, wie die Aufbau- und Verbindungstechnik mit den neuen Fasern umgesetzt werden kann. Eine besonders große Herausforderung war dabei die Aufteilung des Lichtsignals auf mehrere Kanäle. Die hierfür übliche Kopplung einzelner Lichtwellenleiter durch Verschmelzen kommt für Hohlkernfasern nicht infrage, da sich ihre Röhrenstruktur beim Schmelzvorgang verformen würde.

Deshalb bauen die Forschenden miniaturisierte Kollimatoren auf: Die hochpräzisen Linsen fangen das Licht an einem Faserausgang auf und lassen es parallel wieder austreten, noch bevor es sich zerstreut. Ist dieser Schritt einmal geschafft, kann das Licht mittels halbreflektierender Spiegel aufgeteilt und in den Ringresonator geführt werden. Am Ausgangspunkt wird seine Leistungsstärke gemessen und durch einen zweiten Kollimator zurück in die Faser geführt.

Montage-Plattform für den Mittelstand

Die Herstellung einer Kopplung mit zwei Kollimatoren benötigt jedoch äußerst hohe Genauigkeit: In Laboren können die Bauteile durch präzise Positionierer ausgerichtet und geklebt werden, doch nicht alle industriellen Produktionsstätten verfügen über solche Anlagen, weshalb vor allem kleine und mittelständische Unternehmen diesen Prozess bislang nicht anbieten können. Um die Technologie dennoch in individuelle Anwendungen integrieren zu können, entwickelt das deutsch-polnische Konsortium eine passive Kopplungsplattform. Durch ihre Geometrie ermöglicht sie es, die gefertigten Kollimatoren wie in eine Passform einzusetzen, so dass eine haargenaue Justage bei Kund*innen obsolet wird.

PRESSEINFORMATION

16.08.2022 || Seite 2 | 4

Fachlicher Ansprechpartner

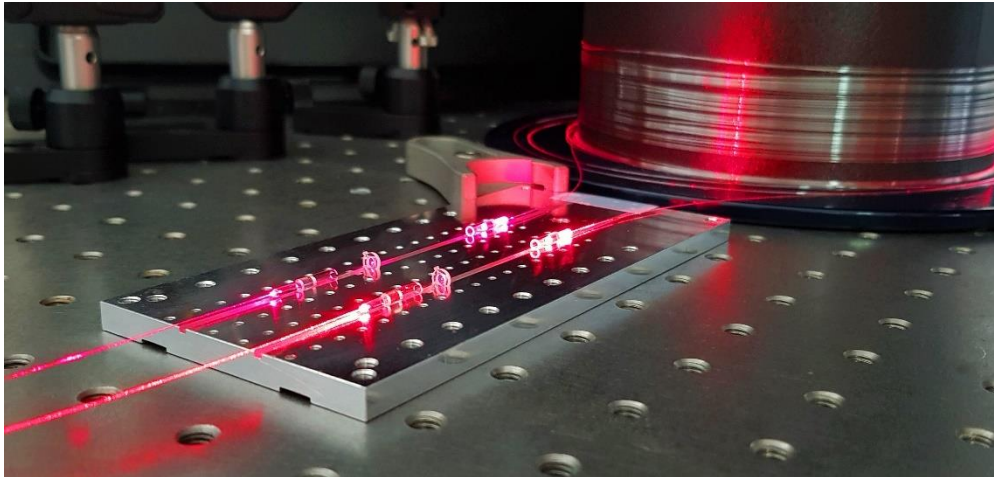
Dr. rer. nat. Wojciech Lewoczko-Adamczyk | Telefon +49 30 46403-7925 | wojciech.lewoczko-adamczyk@izm.fraunhofer.de | Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | www.izm.fraunhofer.de |

Obwohl das Projekt noch bis zum Jahresende läuft, verzeichnen die Forschenden bereits Erfolge: So ist es zwar unabdingbar, dass Kollimatoren den Lichtstrahl krümmen, doch die optischen Bauteile vom Fraunhofer IZM weisen einen maximalen Brechungswinkel von $0,04^\circ$ auf und sind damit um ein Zehnfaches präziser als handelsübliche Lösungen. Somit ist es gelungen, die Kollimatorenpaare ohne Justage auf der passiven Kopplungsplattform einzusetzen und dabei eine Koppeffizienz von über 85 Prozent zu demonstrieren. Im dritten und letzten Projektjahr gilt es nun, die Plattform auf ihre Zuverlässigkeit zu testen, mit weiteren optischen wie mechanischen Bauteilen auszustatten und in ein Gyroskop einzusetzen. Ist der Rotationssensor einmal aufgebaut, kann die Technologie im realen Umfeld getestet werden.

Die Montage-Plattform für Kollimatoren könnte nicht nur optische Gyroskope in Flugzeugen und Satelliten robuster gegenüber Störfaktoren machen. Darüber hinaus bietet sie eine hybride Ergänzung für integrierte optische Systeme, die zum Beispiel beim Einsatz eines optischen Elements eine Freistrahl-Auskopplung benötigen. Divergierendes, aus dem Wellenleiter austretendes Licht kann somit parallelisiert und wieder verlustarm in Wellenleiter eingespeist werden. Die optische Lösung spielt zudem bei der präzisen Materialbearbeitung durch Lichtübertragung mit Ultra-Hochleistung sowie der Übertragung von Infrarot- und kurzwelligem UV-Licht eine Rolle. Ebenfalls bietet die Telekommunikation vielversprechende Anwendungsszenarien.

Die Forschungsergebnisse entstanden in dem vom Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) geförderten Projekts ROYCE (Resonant hOllow-core-fiber gYrosCopE), an dem die Nicolaus Copernicus Universität in Torun, Piktime Systems sp. z o.o. sowie die Eagleyard Photonics GmbH beteiligt sind.

(Text: Olga Putsykina)



PRESSEINFORMATION

16.08.2022 || Seite 4 | 4

Durch die Verwendung von Hohlkernfasern werden faseroptische Gyroskope weniger anfällig gegenüber äußeren Störfaktoren. | © Fraunhofer IZM
Druckqualität: www.izm.fraunhofer.de/pics

Die **Fraunhofer-Gesellschaft** mit Sitz in Deutschland ist die weltweit führende Organisation für anwendungsorientierte Forschung. Mit ihrer Fokussierung auf zukunftsrelevante Schlüsseltechnologien sowie auf die Verwertung der Ergebnisse in Wirtschaft und Industrie spielt sie eine zentrale Rolle im Innovationsprozess. Als Wegweiser und Impulsgeber für innovative Entwicklungen und wissenschaftliche Exzellenz wirkt sie mit an der Gestaltung unserer Gesellschaft und unserer Zukunft. Die 1949 gegründete Organisation betreibt in Deutschland derzeit 75 Institute und Forschungseinrichtungen. Rund 29 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, überwiegend mit natur- oder ingenieurwissenschaftlicher Ausbildung, erarbeiten das jährliche Forschungsvolumen von 2,8 Milliarden Euro. Davon fallen 2,4 Milliarden Euro auf den Leistungsbereich Vertragsforschung.

Das **Fraunhofer IZM**: Unsichtbar – aber unverzichtbar: nichts funktioniert mehr ohne hoch integrierte Mikroelektronik und Mikrosystemtechnik. Grundlage für deren Integration in Produkte ist die Verfügbarkeit von zuverlässigen und kostengünstigen Aufbau- und Verbindungstechniken. Das Fraunhofer IZM, weltweit führend bei der Entwicklung und Zuverlässigkeitsbewertung von Electronic Packaging Technologien, stellt seinen Kunden angepasste Systemintegrationstechnologien auf Wafer-, Chip- und Boardebene zur Verfügung. Forschung am Fraunhofer IZM bedeutet auch, Elektronik zuverlässiger zu gestalten und seinen Kunden sichere Aussagen zur Haltbarkeit der Elektronik zur Verfügung zu stellen.

Fachlicher Ansprechpartner

Dr. rer. nat. Wojciech Lewoczko-Adamczyk | Telefon +49 30 46403-7925 | wojciech.lewoczko-adamczyk@izm.fraunhofer.de | Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration IZM | Gustav-Meyer-Allee 25 | 13355 Berlin | www.izm.fraunhofer.de |