

Flexible Automatisierung beim Fasergitterschreiben

Faseroptische Sensoren arbeiten selbst unter extremen Umgebungsbedingungen zuverlässig. Der Grund: Im Gegensatz zu störungsempfindlichen elektrischen Sensoren nutzen sie ausschließlich Licht als Übertragungsmedium. Zum Schreiben der benötigten Fasergitter steht jetzt ein **AUTOMATISCHES** System bereit.

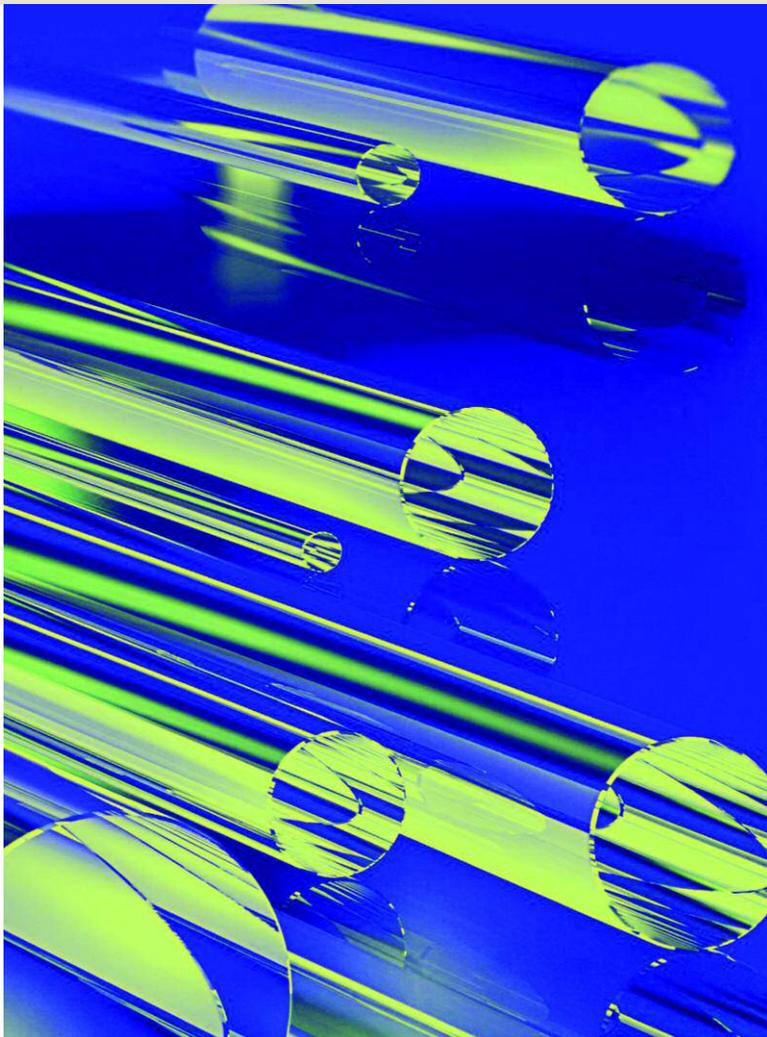


Bild 1. Fertigung maßgeschneiderter FBGs in großer Anzahl für den wachsenden Markt der faseroptischen Sensorik

RALPH DELMDAHL, PER KARLSSON UND REMCO NIEUWLAND

Faseroptische Sensorik auf Basis von Faser-Bragg-Gittern (FBGs) nutzt im Kern einer Glasfaser befindliche und durch UV-Laser-Bestrahlung erzeugte Interferenzfilter, deren reflektierte Wellenlänge auf Temperatur- oder Dehnungsänderungen reagiert. Beim FBG handelt es sich um eine periodische Modulation des

Brechungsindex entlang des Faserkerns. Ein einziges FBG enthält etwa 20 000 hochpräzise Modulationen auf einem Faserabschnitt von typischerweise 10 mm Länge (**Bild 1**).

Die Gitterperiode Λ des FBG bewirkt eine Wellenlängenselektion, wobei die Reflexion des Lichts am FBG gemäß der Bragg-Bedingung $\lambda_B = n_{\text{eff}} \cdot 2\Lambda$ ausschließlich für die Bragg-Wellenlänge λ_B erfolgt, während alle andere Wellenlängen vom FBG durchgelassen werden (**Bild 2**). n_{eff} ist der effektive Brechungsindex des Faserkerns.

Wird die Gitterkonstante oder der effektive Brechungsindex durch Temperaturänderung oder durch Zugbelastung verändert, verschiebt sich die reflektierte Wellenlänge entsprechend. Viele FBGs können entlang einer Faserstrecke positioniert werden, wobei jedes FBG eine charakteristische Gitterkonstante beziehungsweise Reflexion erhält. Ein Auslesesystem berechnet dann für jede FBG-Position aus der Wellenlängenverschiebung die Temperatur- und Dehnungsänderung. FBG-Sensoren liefern Genauigkeiten von 0,1 K und 1 Microstrain (1 $\mu\text{m}/\text{m}$). Faserstrecken von bis zu 10 km können dabei abgefragt werden.

Faseroptische Sensoren im Extremeinsatz

Das Monitoring mit optischen FBG-Sensoren eröffnet neue Möglichkeiten in der Energie- und Medizin-

> KONTAKT

HERSTELLER
Coherent LaserSystems GmbH & Co. KG
 37079 Göttingen
 Tel. +49 551 6938-0
www.coherent.de

ANWENDER
Northlab Photonics AB
 13141 Nacka/Schweden
 Tel. +46 87 880880
www.northlabphotonics.com

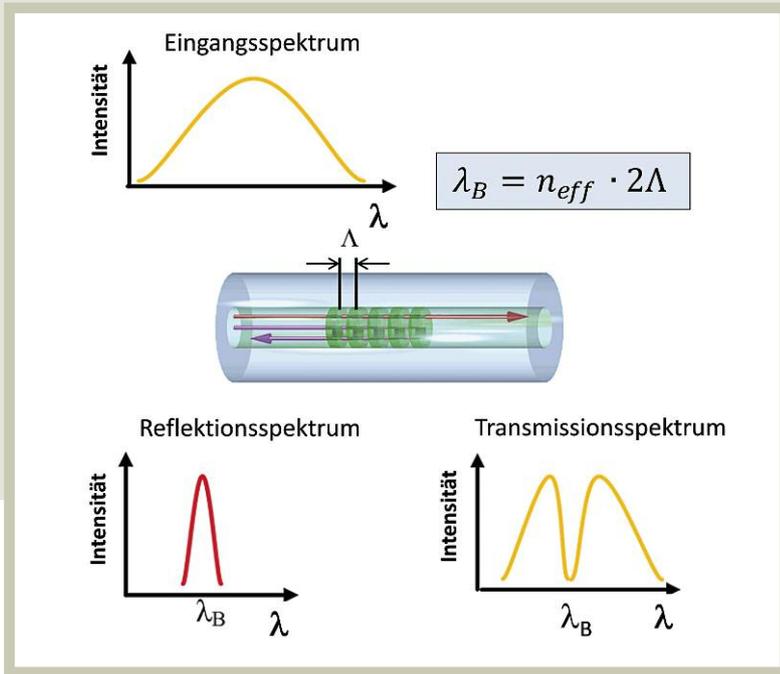


Bild 2. Wellenlängenselektion einfallenden Lichts am Faser-Bragg-Gitter im Kern einer lichtleitenden Faser

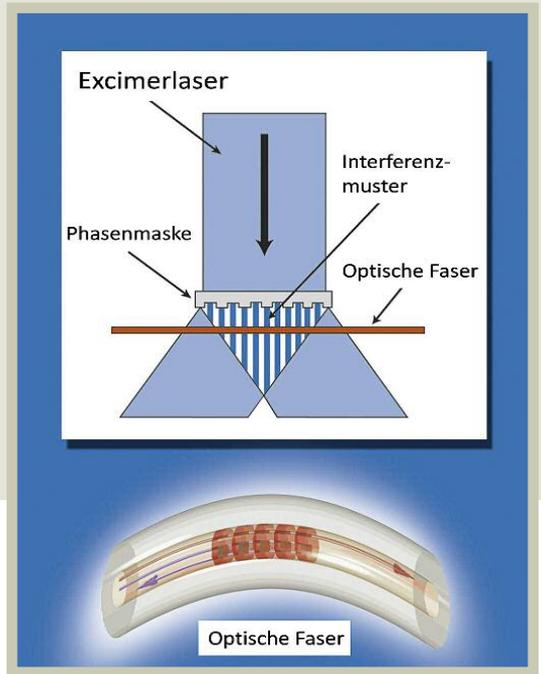


Bild 3. Einbringen eines FBG entlang einer Faser mit Excimerlaser und Phasenmaske

technik sowie im Transportwesen. Windkraftanlagen und auch Flugzeuge sind im Betrieb naturgemäß einer hohen Belastung durch Wind und Wetter ausgesetzt. Faseroptische Sensoren lassen sich hier in glas- und kohlefaserverstärkte Verbundwerkstoffe einlaminiert und bilden damit gewissermaßen ein Nervensystem, welches der Überwachung im Betrieb, aber auch der funktionsoptimierten Strukturentwicklung dienen kann. Die robusten FBG-Sensoren gewährleisten gleichermaßen in der Gebäudeüberwachung Sicherheit, lange Lebensdauer sowie optimale Energieausnutzung und befinden sich daher

weltweit in unzähligen hohen Türmen, langen Brücken oder Tunneln. In der Medizintechnik stellen sie aufgrund der Unempfindlichkeit gegen Hochfrequenzbereiche die Überwachungssensorik bei Magnetresonanztomografen dar.

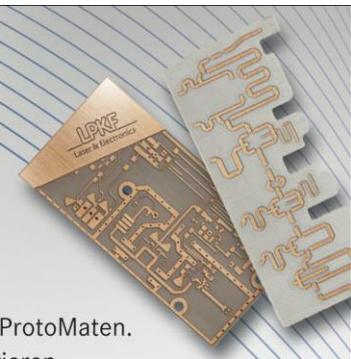
Die Marktforscher von ElectroniCast erwarten für den Gesamtmarkt der faseroptischen Sensoren über die nächsten Jahre hohe Wachstumsraten von etwa 20 Prozent. Der Markterfolg der FBG-Sensoren sowie die Erschließung weiterer Anwendungsfelder sind dabei stark an das kostengünstige Schreiben von FBGs mit variabler Gitterperiode gekoppelt.

Bilder: Coherent



Schneller fertig als gedacht

PCB-Prototypen in nur einem Tag mit LPKF ProtoMaten. Noch einfacher – und automatisch – produzieren. Erfahren Sie mehr unter: www.lpkf.de/prototyping





productronica: 10. – 13.11.2015, Halle B3, Stand 303



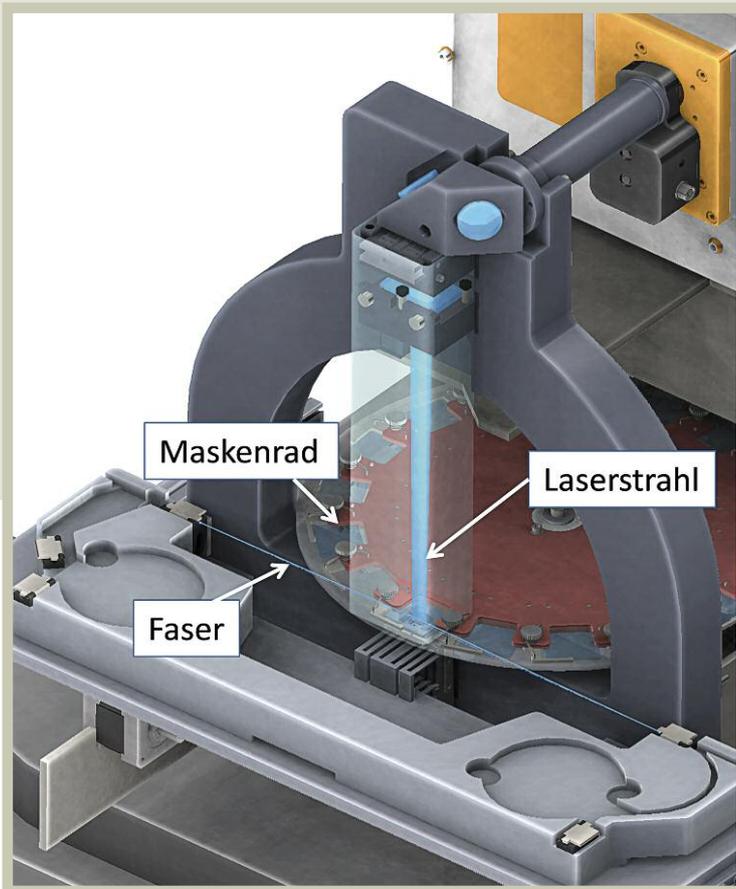


Bild 4. Fasergitterschreiben mit wählbaren Phasenmaskenpositionen im »Noria«-System

Fliegender Wechsel der Gitterperiode

Das erstmals auf der Messe Laser – World of Photonics vorgestellte Lasersystem »Noria« des Unternehmens Northlab Photonics arbeitet auf Basis eines 193-nm-Excimerlasers (Coherent-Modell »ExciStarXS«). Das Lasersystem arbeitet nach dem in der FBG-Herstellung gängigen Prinzip des Phasenmaskenschreibens, bei dem die periodische Intensitätsverteilung des Laserstrahls hinter der Phasenmaske das Gitter im UV-sensitiven Faserkern erzeugt (**Bild 3**).

Mittels eines Blendenrads, welches sich nach Bedarf automatisch in den Lichtweg rotieren lässt, können bis zu 16 Phasenmasken mit beliebigen Gitterperioden eingewechselt werden (**Bild 4**). Ein FBG-Hersteller kann damit erstmals ohne aufwendiges Maskenwechseln flexible FBG-Arrays per Softwaresteuerung mit gewünschter Rezeptur in handelsübliche Fasern schreiben.

Entwicklung und Fertigung von FBG-Sensoren

Der noch junge Sensormarkt verteilt sich auf eine wachsende Zahl von Anwendungen. Dabei werden oft kundenspezifische FBG-Sensoren benötigt, die auf die jeweilige Anwendung abgestimmt sind. Entscheidende Einflussgrößen auf die Sensor-Performance sind die Anzahl der Gitter pro Faser, die Gitterperiode, die Reflektivität der Gitter sowie die Länge und Struktur der FBGs. Der potenzielle Anwender

sieht sich vor eine klassische Make-or-Buy-Entscheidung gestellt, die im letzteren Fall mit ungewolltem Know-how-Abfluss, hohen Preisen und langen Lieferzeiten verbunden ist.

Als Folge der Flexibilität des voll integrierten Produktionssystems Noria beim Gitterschreiben wird der Hersteller in die Lage versetzt, neue Sensorprototypen kostengünstig zu entwickeln, zu testen und auf sich stetig ändernde Sensoranforderungen schnell zu reagieren (**Bild 4**).

Durch die hohe Pulsfrequenz des verwendeten UV-Lasers von bis zu 500 Hz lassen sich die FBGs im Minutentakt in die optische Faser einbringen. Dementsprechend sind mit dem Noria-System im Einschichtbetrieb Produktionskapazitäten von über 10 000 FBGs pro Jahr ohne Weiteres erreichbar. Dies stellt für den Sensorhersteller außerdem einen entscheidenden Kostenvorteil dar, denn es werden aktuell immer noch sehr hohe Marktpreise für FBG-Sensoren gefordert, welche je nach Anwendung einige Hundert Euro pro Stück betragen können.

Unter Betrachtung der jährlichen Systemkosten auf Basis eines Abschreibezyklus von fünf Jahren sowie der jährlichen Arbeitskosten zeigt sich, dass die Gewinnzone bei einer mittleren jährlichen Losgröße von 5000 FBGs bereits im ersten Produktionsjahr erreicht wird.

Kundenspezifische FBGs: Aus Konsument wird Prosument

Die faseroptische Sensorik, basierend auf Einpunktmessungen und entlang der Faser verteilten Messpunktfolgen, eröffnet ungeahnte und bisher kaum zugängliche Anwendungsfelder. In vielen Fällen bilden bis heute sowohl Beschaffungspreise als auch die Verfügbarkeit von maßgeschneiderten FBG-Sensoren wesentliche Markteintrittsbarrieren für Forschungs- und Industrieunternehmen. Die voll integrierte Fertigungslösung Noria ermöglicht dem Endverbraucher den einfachen Zugang zu maßgeschneiderten FBG-Sensoren in nahezu beliebiger Zahl (**Bild 5**). Sie macht den Konsumenten damit

Bild 5. Voll integriertes Lasersystem Noria zur flexiblen und voll automatisierten FBG-Serienfertigung



zum Prosumenten – ein wichtiger Baustein in Richtung einer kommerziellen Akzeptanz der innovationstreibenden FBG-Sensoren. ■ MI110395

AUTOREN

Dr. RALPH DELMDAHL ist Produkt Marketing Manager bei Coherent in Göttingen; ralph.delmdahl@coherent.com
 PER KARLSSON, M.Sc., ist Geschäftsführer bei Northlab Photonics AB in Nacka, Schweden; per.karlsson@northlab.se

REMCO NIEUWLAND, M.Sc., ist Teamleiter Optics bei Hittech Multin BV in Delft, Niederlande; Hittech ist ein niederländischer Systemintegrator im Bereich Optik und Medizintechnik, mit Standorten in den Niederlanden, Deutschland (Hittech Prontor GmbH) und Malaysia; multin.info@hittech.com

Bild: Coherent

www.nanosystec.com

nanosystec
PRECISION AUTOMATION



Einfach **Kleben** oder **Laserlöten** mit unserer hochpräzisen **Mikromontagestation** – unser **Know-How** für Sie

Besuchen Sie uns **Compamed/Medica** Düsseldorf 16.-19. November 2015

NanoPlace

nanosystec GmbH
 Marie-Curie-Straße 6
 64823 Groß-Umstadt
 Tel.: +49 (6078) 78254-0
 sales@nanosystec.com

Steinmeyer Mechatronik

Wir positionieren Medizintechnik.
 Hochpräzise.



Für das umfangreiche Gebiet der Medizin- und Biotechnologie bietet Steinmeyer Mechatronik ein breites Spektrum an hochpräzisen Positionierlösungen und mechatronischen Komponenten – ob Serienmodule in Computertomographen, Linearachsen für Mikrodispenser-Systeme oder Dreheinheiten für In-Vitro-Messungen. Dabei greifen wir auf bewährte Systeme zurück oder entwickeln in enger Zusammenarbeit mit unseren Kunden individuelle Lösungen.

www.steinmeyer.com

