

Press release**Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT****Susanne Krause**

01/21/2021

<http://idw-online.de/en/news761631>Research results, Transfer of Science or Research
Materials sciences, Mathematics, Mechanical engineering, Medicine, Traffic / transport
transregional, national**Glaskoptiken für Sensoren nach dem Vorbild der Natur –
Mottenaugen-Mikrostrukturen statt umweltschädlicher Beschichtung**

Mit sogenannten Punkt-Gas-Sensoren lassen sich die Zusammensetzung der Erdatmosphäre sowie die Konzentration bestimmter Gase wie Methan bestimmen. In den Sensoren sind Optiken aus Glas verarbeitet. Diese Sensor-Optiken sind oft mit antireflektierenden Materialien beschichtet, um ungewollte Reflexion zu reduzieren. Die Verfahren zur Beschichtung sind jedoch aus ökologischer und ökonomischer Sicht umstritten. Einen umweltschonenden, kostengünstigen und effizienten Weg wählte ein Team des Fraunhofer-Instituts für Produktionstechnologie IPT in Aachen.

Den Forschenden gelang es erstmals, die Reflexion auf Sensor-Optiken zu verringern, indem sie deren Oberflächen mit Mikrostrukturen versahen, wie sie auf den Augen nachtaktiver Motten zu finden sind. Ziel im Projekt »MARS – Molded Anti-Reflex Structures« war es, eine neuartige Prozesskette zur Fertigung von Infrarotoptiken aus Chalkogenidglas für Punkt-Gas-Sensoren für das Laserspektroskopie-Verfahren zu entwickeln. Dabei erzeugen Laserdioden eine Strahlung, deren Frequenz je nach zu untersuchenden Gas angepasst wird. Das Hauptaugenmerk der Forschenden lag darauf, die Durchlässigkeit der Glaskoptiken zu verbessern, ohne die Optikoberflächen zu beschichten. Stattdessen brachten die Forschenden Mikrostrukturen in die Oberflächen ein. Dabei ließen sie sich von der Natur inspirieren: Die Augen einiger nachtaktiver Motten haben eine besondere Eigenschaft – auf ihrer Oberfläche befinden sich Strukturen, deren Abmessungen kleiner sind als die Wellenlänge des einfallenden Lichts. Die Strukturen bewirken einen stetigen Anstieg der Brechzahl vom Umgebungsmedium hin zum optischen Medium, wodurch die Reflexion stark verringert wird. Solche Strukturen galt es im Projekt »MARS« in die Optik-Oberflächen einzubringen.

Alternative zur teuren, umweltschädlichen Anti-Reflexions-Beschichtung

Glaskoptiken in Sensoren müssen im infraroten Spektralbereich transparent sein und über einen hohen Brechungsindex verfügen. Aufgrund seiner hervorragender Eigenschaften im Infrarotbereich ist Chalkogenidglas ein beliebtes Material für solche Sensoroptiken. Es verfügt über einen recht hohen Brechungsindex, welcher eine gute Abbildungsleistung gewährleistet. Leider geht ein hoher Brechungsindex mit einem hohen Reflexionsgrad einher, was die Lichtdurchlässigkeit mindert und zu Übertragungsverlusten führt. Um die Reflexionen zu reduzieren, werden die Optiken normalerweise mit antireflektierenden Materialien beschichtet. Das Verfahren ist jedoch zeitaufwändig, teuer, und es werden für die Beschichtungen oft umweltschädliche Materialien verwendet. Darüber hinaus wirkt jede Antireflexschicht nur für einen schmalen Wellenlängenbereich und wenige Einfallswinkel des Lichts. Da Optiken in Gas-Detektoren für verschiedene Wellenlängen und Lichteinfallswinkel durchlässig sein müssen, werden stets mehrere Antireflexionsschichten aufgetragen.

»Die Oberflächenstrukturierung der Glaskoptiken ist im Vergleich mit der Anti-Reflex-Beschichtung deutlich schneller, kostengünstiger und vor allem umweltschonender«, sagt Projektleiter Anh Tuan Vu. Das liegt nicht zuletzt an dem Fertigungsverfahren, das die Forschenden wählten: das isotherme Präzisionsblankpressen. Bei diesem Fertigungsverfahren werden Glasrohlinge in Form von Kugeln, polierten Scheiben oder Wafern zwischen zwei hochgenau gefertigten Werkzeughälften aufgeheizt, umgeformt und kontrolliert abgekühlt. Die Oberflächen der

Formwerkzeuge wurden zuvor mithilfe verschiedener lithographischer Verfahren, etwa der Deep-Ultraviolet-Lithographie oder Elektronenstrahlolithographie sowie galvanischer Abscheidung mit den gewünschten Antireflexstrukturen versehen. Die Formwerkzeuge pressen die Mikrostrukturen dann in die Oberflächen des Glasrohlings. Selbst anspruchsvolle Mikrostrukturen können auf diese Weise auf die Oberflächen von Glasoptiken eingebracht werden.

Prozesskette bietet viele Vorteile und übertrifft den aktuellen Stand der Technik

Die Projektergebnisse begeistern die Forschenden: In mehreren Versuchsreihen gelang es ihnen, die Anti-Reflex-Mottenaugenstruktur in die Oberflächen von Glaslinsen einzubringen. »Wir haben eine industrietaugliche Prozesskette zur Fertigung kompakter und robuster Punkt-Gas-Sensoren entwickelt, die den aktuellen Stand der Technik in den Bereichen Sensitivität, Zuverlässigkeit und Kosteneffizienz weit übertrifft. Und die Optiken weisen nun mit der umgeformten Struktur eine gute Antireflexionswirkung auf«, so Anh Tuan Vu.

contact for scientific information:

Anh Tuan Vu M.Sc.

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT

Steinbachstr. 17

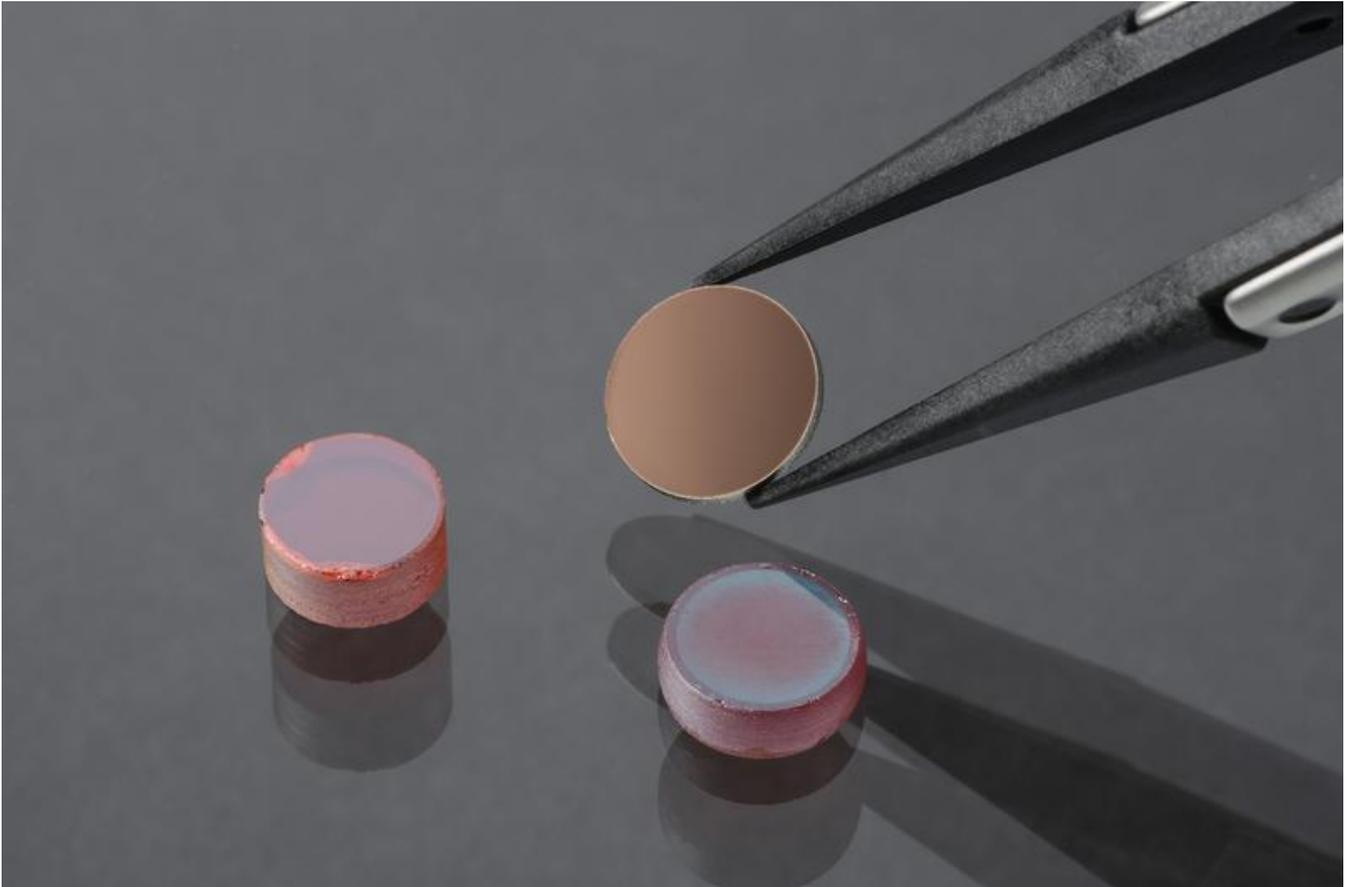
52074 Aachen

Telefon +49 241 8904-468

anh.tuan.vu@ipt.fraunhofer.de

www.ipt.fraunhofer.de

URL for press release: <https://www.ipt.fraunhofer.de/de/presse/Pressemitteilungen/210121-glasoptiken-fuer-sensoren-nach-dem-vorbild-der-natur.html>



Mikrostrukturen werden mit einem Umformwerkzeug (Mitte) in den Glasrohling (links) eingebracht. Das Ergebnis ist eine Glasoptik mit strukturierter Oberfläche (rechts).
© Fraunhofer IPT