

Fingerprint-Spektroskopie in einer Millisekunde

Um eine hohe Qualität ihrer Pharmazeutika zu gewährleisten, müssen Hersteller nicht nur die Reinheit und Konzentration ihre eigenen Produkte überwachen, sondern auch die der Zulieferer. Forscher am Fraunhofer-Institut für Angewandte Festkörperphysik IAF haben ein Messsystem entwickelt, das die kontaktlose Identifizierung verschiedenster chemischer und pharmazeutischer Substanzen in Echtzeit ermöglicht und sich ideal für den Einsatz in der Pharma-, Chemie- und Lebensmittelindustrie eignet.

Insbesondere im Bereich der Pharma- und Lebensmittelproduktion ist eine kontinuierliche Überwachung der Inhaltsstoffe unverzichtbar. Üblicherweise erfolgt diese über eine Probenentnahme und eine Untersuchung im Labor per Chromatographie oder Spektrometer. Allerdings ist dieses Verfahren aufwendig und erlaubt lediglich eine stichprobenartige Kontrolle. Am Fraunhofer IAF haben Forscher ein Messsystem entwickelt, das eine Qualitätskontrolle in Echtzeit ermöglicht. Es identifiziert bereits kleinste Mengen von Stoffen anhand ihrer molekularen Zusammensetzung.

Echtzeit-Messungen mit Quantenkaskadenlasern

Das Herzstück des Systems ist ein extrem schnell durchstimmbarer Quantenkaskadenlaser (QCL) im mittleren Infrarotbereich. Mittels Rückstreuungsspektroskopie lassen sich damit nicht nur kleinste Mengen chemischer Substanzen in Echtzeit identifizieren, das Lasersystem kann auch dazu eingesetzt werden, chemische Reaktionsprozesse kontinuierlich zu verfolgen. »Das vorgestellte Messsystem ermöglicht eine kontaktlose Identifizierung verschiedenster chemischer und pharmazeutischer Substanzen. So können aufwendig Messverfahren im Labor durch Echtzeit-Messungen während des laufenden Produktionsprozesses ersetzt werden«, erklärt Dr. Marko Härtelt, Forscher am Fraunhofer IAF.

Mit seinen Kollegen arbeitet er bereits seit Jahren an der Entwicklung von QCLs für die Infrarot-Spektroskopie. Mit der Unterstützung von Forscherkollegen des Fraunhofer IPMS haben sie eine extrem kompakte und robuste Laserquelle entwickelt, mit der der gesamte Wellenlängenbereich des QCL-Emitters innerhalb von einer Millisekunde abgetastet werden kann. Die Basis für diese »Fingerprint«-Methode ist der mittlere Infrarotbereich (4-12 μm). »In diesem Wellenlängenbereich zeigen viele chemische Verbindungen ein charakteristisches spektrales Absorptionsverhalten und sind damit so individuell wie der menschliche Fingerabdruck«, erläutert Härtelt. Der Wellenlängenbereich ermöglicht eine eindeutige Identifizierung der Art und Zusammensetzung der molekularen Verbindung.

Extrem variable Scangeschwindigkeit

Die am Fraunhofer IAF entwickelten Quantenkaskadenlaser zeichnen sich durch ihre extrem variable Scangeschwindigkeit, ihre kompakte Größe sowie ihre breite Durchstimmbarkeit aus. Die Forscher haben einen QCL entwickelt, der mit hohen Scanfrequenzen oder quasi-statisch über einen sehr weiten Wellenlängenbereich durchgestimmt werden kann. Dies wird erreicht durch die Kombination von Quantenkaskadenlasern in einem externen Resonator mit verschiedenen MOEMS-basierten Gitterscannern, welche als wellenlängenselektive Elemente wirken. »Die am schnellsten spektral durchstimmbaren resonanten MOEMS-Scanner ermöglichen die Aufnahme von tausend

kompletten IR-Spektren pro Sekunde. Diese hohe Scangeschwindigkeit ist für Anwendungen entscheidend, bei denen sich die Szenarien schnell ändern, wie etwa bei der Überwachung von chemischen Reaktionsprozessen oder bei sich bewegenden Objekten«, unterstreicht Härtelt.

Durch die berührungslose Identifizierung verschiedenster chemischer Substanzen in Echtzeit eignen sich QCL-basierte Messsysteme für die Qualitätsüberwachung in verschiedenen industriellen Branchen. In der Pharma-, Chemie- und Lebensmittelindustrie liefern die Messsysteme Informationen über die Echtheit und Reinheit der Substanzen – und das zu jedem beliebigen Zeitpunkt des Produktionsprozesses. Ebenso können Quantenkaskadenlaser in der Schadstoffüberprüfung, medizinischen Diagnostik und dem Sicherheitssektor zum Einsatz kommen. Die kompakte Bauform der Lasermodule ermöglicht zudem die Entwicklung von mobilen bis hin zu handgehaltenen Messsystemen.

Auf der LASER World of PHOTONICS vom 24.-27. Juni 2019 in München stellt das Fraunhofer IAF den Demonstrator zur Fingerprint-Spektroskopie an pharmazeutischen und anderen chemischen Substanzen sowie ihre QCL-Module vor (Halle A2, Stand 431).

Originalpublikation:

<https://www.iaf.fraunhofer.de/de/medien/pressemitteilungen/LaserWorldofPhotonics...>