

PiCasSo

Hybrid Photonic Crystal-Surface Plasmon Waveguiding for On-Chip Sensing Applications

Programm / Ausschreibung	Produktion der Zukunft, Produktion der Zukunft, 28. AS PdZ nationale Projekte 2018	Status	abgeschlossen
Projektstart	01.04.2019	Projektende	31.12.2022
Zeitraum	2019 - 2022	Projektlaufzeit	45 Monate
Keywords	photonic crystal, surface plasmon, MEMS, gas sensor, Lab-on-a-Chip, photonic metamaterial, photonic mems, microfabrication		

Projektbeschreibung

Hochintegrierte Gas-Sensoren für mobile Anwendungen wie z.B. Überwachung der Luftqualität, oder Atemluft-Sensorik sind ein Forschungsthema von stark zunehmender Bedeutung. Ein aktuell vielversprechender Ansatz, der hohe Sensitivität und auch Selektivität in der Gasmessung verspricht ist die IR-Spektroskopie. Mobile Anwendungen erfordern jedoch ein hohes Maß an Miniaturisierung und Systemintegration in kompakte und robuste Module. Diese Anforderungen können mit dem derzeitigen Stand der Technik nicht erreicht werden. Weiterns müssen solche Sensoreinheiten massenfertigungstauglich und hinsichtlich der Losgröße nahezu beliebig skalierbar sein – nur so können die in vielen Massenmärkten geforderten niedrigen Kosten für derartige Sensoren erreicht werden.

Ein limitierender Faktor bei der Gasmessung mittels IR-Spektroskopie ist die nötige Mindestlänge des optischen Pfades, um eine ausreichende Wechselwirkung mit dem Analyten zu gewährleisten. Hier besteht ein Bedarf an völlig neuen, photonischen Materialien mit, an die jeweilige Anwendung, spezifisch angepassten optischen Eigenschaften. Photonische Metamaterialien auf Silizium (Si) Basis hätten das grundlegende Potential diese Anforderungen zu erfüllen. Sie erlauben nicht nur problemangepasste Designs in Bezug auf Wechselwirkung der IR-Strahlung mit der Umgebung, sondern auch eine intrinsische Selektion von Wellenlängen was die Anwendung aufwändiger Filtereinrichtungen überflüssig macht. Um die technologische Basis für photonische Sensorik im IR-Bereich für vielfältige Anwendungen zugänglich zu machen, ist es notwendig, signifikante Forschungsaufwände in den Bereichen sowohl der Simulation und Design als auch der Fertigungsprozesse zu betreiben.

Die konkret vorgeschlagene Kombination von photonischen Kristallen mit Oberflächenplasmonen geht im Kontext mit integrierter Gassensorik deutlich über den Stand der Technik hinaus, und ermöglicht eine signifikant höhere Performance im Vergleich zu herkömmlichen Ansätzen, sowie ein außerordentliches Miniaturisierungspotential.

Im Rahmen des Projektes sollen neue, massenfertigungstaugliche Strukturen basierend auf photonischen Kristallen entwickelt werden. Unter Beteiligung des Industriepartners Infineon Austria Technologies AG werden die nötigen Prozesse zur Herstellung solcher integrierter Sensorstrukturen entwickelt werden. Hier ist vor allem das Erreichen einer möglichst hohen Ausbeute und Qualität ein vorrangiges angestrebtes Ergebnis der geplanten Forschungsaktivitäten. Anhand der hergestellten Strukturen, soll das Potential dieses neuen Ansatzes experimentell evaluiert werden. Finales Ziel ist der Aufbau eines Sensor-Demonstrators, um die gewonnenen Erkenntnisse darstellen zu können.

Abstract

Highly integrated gas sensors for mobile applications, such as monitoring air quality, or breath analysis, are research topics of increasing importance. One current approach that promises high sensitivity and selectivity in gas measurement is IR spectroscopy. However, mobile applications require a high degree of miniaturization and system integration to produce compact and robust modules. These requirements cannot be met with the current state of the art technology. Furthermore, such sensor units must be mass-producible and almost arbitrarily scalable in terms of lot size to achieve the low costs for such sensors required in many mass markets.

A limiting factor in gas measurement by using IR spectroscopy is the necessary minimum length of the optical path to ensure sufficient interaction with the analyte. There is a need for completely new photonic materials with optical properties specifically designed for each particular application. Silicon (Si) based photonic metamaterials have the basic potential to meet these requirements. Not only do they allow optimal solution designs in terms of the interaction of the IR radiation with the environment, but also an intrinsic selection of wavelengths which makes the application of complex filter devices superfluous. In order to make the technological basis for photonic sensors in the IR range available for a variety of applications, it is necessary to carry out significant research efforts in the areas of simulation and design as well as manufacturing processes.

The proposed combination of photonic crystals with surface plasmons goes far beyond the state of the art in the context of integrated gas sensors, and allows a significantly higher performance compared to conventional approaches, as well as a enormous potential for miniaturization.

In the framework of the project, new mass-production-compatible photonic crystal structures will be developed. With the participation of the industrial partner Infineon Austria Technologies AG, the necessary processes for the production of such integrated sensor structures will be developed. Above all, the achievement of the highest possible yield and quality is a primary goal of this research proposal. Based on the fabricated structures, the potential of this new approach will be evaluated experimentally. The final goal is to set up a sensor demonstrator in order to present the insights gained.

Projektkoordinator

- Silicon Austria Labs GmbH

Projektpartner

- Universität Linz
- Infineon Technologies Austria AG