

Kolorimetrische Gassensoren

Klein, flexibel und energiesparend

Kolorimetrische Gassensoren kommen überall dort zum Einsatz, wo nur begrenzt Energie zur Verfügung steht und wo kostengünstige Sensoren gefordert sind. Dies gilt beispielsweise für den Einsatz in der Sicherheitstechnik (Brand- und Arbeitsschutz), in der Umweltanalytik oder der Luftgüteüberwachung. Hier können kolorimetrische Sensoren Gase wie Kohlenstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Wasserstoff zuverlässig detektieren. Die energieeffizienten Sensoren lassen sich in Sensornetzwerke integrieren und mit anderen Sensorprinzipien kombinieren.

»Low power« Gassensoren

Fraunhofer IPM entwickelt neuartige »low power« Gassensoren, die auf dem Prinzip des Farbumschlags basieren. Ein Farbstoff in Kombination mit einer Matrix reagiert in Kontakt mit dem Zielgas und ändert dabei seine Farbe. Diese Farbänderung korreliert mit der Konzentration des Gases und zeigt keine Wechselwirkung zu anderen Gasen. Die Reaktion verläuft bei Raumtemperatur, sodass keine Heizleistung nötig ist. Der Leistungsverbrauch liegt im Bereich weniger Milliwatt. Je nach Messzyklus kommt das System daher über mehrere Jahre ohne Batteriewechsel aus.

Verschiedene Systemkonzepte

Das sensorische Prinzip beruht auf einem Farbumschlag der gassensitiven Schicht beim

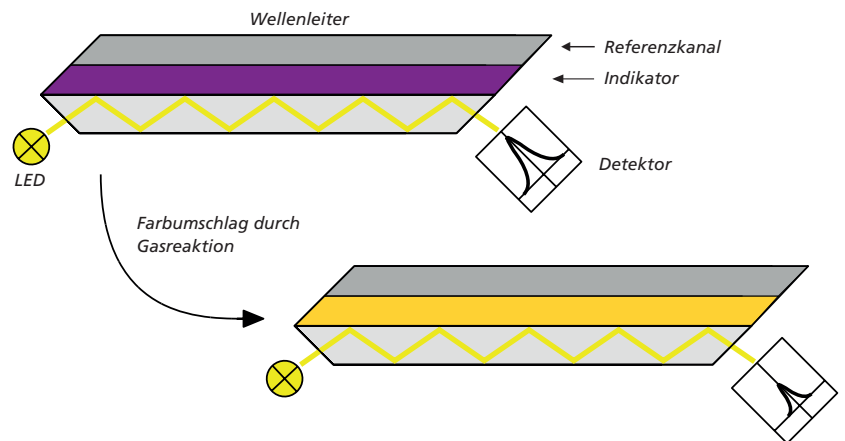
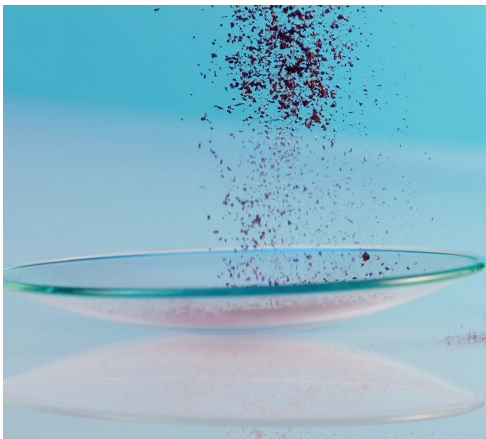
Kontakt mit dem Zielgas. Fraunhofer IPM entwickelt spezielle Systemkonzepte, um den Farbumschlag automatisiert zu detektieren.

In einem Konzept wird beispielsweise das Farbumschlagsmaterial auf einem optischen Wellenleiter abgeschieden. Licht, das auf der Stirnseite eingekoppelt wird, läuft in Totalreflexion durch den Wellenleiter und wird auf der gegenüberliegenden Seite auf einen Photodetektor fokussiert. Eine Farbänderung des gassensitiven Materials entspricht direkt der Absorptionsänderung des Lichts. Diese Reaktion findet im sichtbaren Wellenlängenbereich statt. Das Messsignal wird aus der Spannungsänderung in der Photodiode erzeugt. Zur Stabilisierung wird das sensitive Material in eine Matrix eingebettet. Diese Farbstoff-Matrix wird mit Methoden der Mikrosystemtechnik – z. B. Rotationsbeschichtung, Siebdruck oder Tintenstrahldruck – auf den

Klein, selektiv und kostengünstig: QR-Codes mit gassensitiven Farbumschlagsschichten können mittels Smartphone ausgewertet werden.

Unser Angebot

- Kunden- bzw. anwendungsspezifische Sensorsystemkonzepte
- Gasabhängige Charakterisierung von Sensoren und Benchmark-Tests
- Erstellung von Produktionskonzepten
- Technologische Beratung



Links: Verschiedene Farbstoff-Granulate werden für den Nachweis genutzt. Rechts: Funktionsprinzip des kolorimetrischen Gassensors.

Wellenleiter aufgebracht. Je nach Anwendungsszenario ist die Farbreaktion der kolorimetrischen Sensoren reversibel oder irreversibel ausgelegt, das Auslesen kann in Transmission oder Reflexion erfolgen – mit integrierten Komponenten oder sogar per Smartphone-Kamera.

wird das Proton der Hydroxygruppe abgespalten. Die protonierte Form weist dann eine andere Farbe als die deprotonierte Form auf. Im Falle von Bromphenolblau ist die protonierte Form gelb, die deprotonierte blau. Der Messbereich für diese NH_3 -Sensoren liegt zwischen 0,5 – 50 ppm.

Gasochrome Farbstoffe

Zur Detektion von Gasen wie Kohlenstoffmonoxid, Stickstoffdioxid, Ammoniak oder Wasserstoff kommen beispielsweise Farbstoffe wie Metallkomplexe, Chinonimine oder pH-Indikatoren zum Einsatz.

Wasserstoff (H_2)

Zur Detektion von Wasserstoff werden Redox-Farbstoffe eingesetzt. In Kombination mit geeigneten Katalysatoren wird der Farbstoff bei Anwesenheit von Wasserstoff reduziert und es findet eine Farbänderung statt. Hierfür können unterschiedlichste Redox-Indikatoren zum Einsatz kommen. Mithilfe dieser Technik können Leckagen an Leitungen ebenso wie die Überschreitung von Explosionsgrenzwerten detektiert werden.

Kohlenstoffmonoxid (CO)

Für die CO -Reaktion kann die gasochrome Reaktion eines binuklearen Rhodiumkomplexes genutzt werden: Die CO -Reaktion erfolgt durch eine zweistufige Ligandensubstitution der axial gebundenen Acetatgruppen. Die Farbänderung verläuft von lila (Ausgangszustand) über orange (einseitige Substitution) zu gelb (beidseitige Substitution). Der Messbereich für diese CO -Sensoren liegt zwischen 10 – 1000 ppm.

Die Bandbreite an Zielgasen und gasochromen Farbstoffen ist groß – wir evaluieren und entwickeln im Auftrag unserer Kundschaft Farbstoffe für kolorimetrische Sensoren, die auf die jeweilige Anwendung zugeschnitten sind.

Stickstoffdioxid (NO_2)

Ein möglicher Farbstoff für die Detektion von NO_2 ist N,N,N',N' -Tetramethyl-p-phenylendiamin. Das Para-Phenylendiamin wird der Stoffklasse der Chinone zugeordnet. Die Oxidation mit NO_2 führt zur Bildung vom »Wursterschem Blau«. Die Farbänderung verläuft von braun zu blau. Der Messbereich für diese NO_2 -Sensoren liegt zwischen 100 ppb – 5 ppm.

Ammoniak (NH_3)

Für die Detektion von NH_3 verwendet Fraunhofer IPM unter anderem Bromphenolblau. Diese Farbstoffe werden vorwiegend als pH-Indikatoren verwendet. Durch die Säure-Base-Reaktion

Kontakt

Martin Dold
Projektleiter
Integrierte Sensorsysteme
Telefon +49 761 8857-205
martin.dold@ipm.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Physikalische Messtechnik IPM
Georges-Köhler-Allee 301
79110 Freiburg
www.ipm.fraunhofer.de

