

Konzepte der Gassensorik und ihre Umsetzung in neuen Produkten

Adalbert Feltz

Siemens Matsushita Components OHG,
A-8530 Deutschlandsberg, Austria

Weltweit besteht ein ständig steigender Bedarf, Schadstoffe in der Luft oder in Abgasen technischer Prozesse zu überwachen und darauf aufbauend elektronisch gesteuerte Regelsysteme zu schaffen. Zielgröße ist ein der Informationsverarbeitung zugängliches elektrisches Signal, das möglichst selektiv die Art und zugleich die Menge der zu detektierenden Schadstoffkomponente anzeigt. Für Konzentrationen im Spurenbereich erweisen sich potentialbildende Wechselwirkungen auf festkörperelektrochemischer Basis oder die hohe Sensitivität von Halbleiterschichten als geeignet, da sich deren Ladungsträgerkonzentration bei Einwirkung reduzierender Gaskomponenten ändern kann.

Zur ersten Gruppe gehören die als Rauchgas- oder Abgassonden eingesetzten Gassensoren vom Typ der Lambdasonde zur Steuerung einer schadstoffarmen Verbrennung, z. B. in Heizungsanlagen, auch in Kraftwerken oder im Verbrennungsmotor, indem durch Rückkopplung des Sensorsignals die Einstellung eines optimalen Treibstoff-Luftgemisches erreicht wird.

Die zweite Gruppe der Halbleitersensoren hat wohl erstmals im Taguchi- oder Figaro-Sensor eine Massenanwendung erfahren. Hier wird eine mit elektrischen Zuleitungen versehene dünne geeignet dotierte SnO_2 -Schicht auf einem bis zu ca. 400 °C geheizten Keramikträger als Sensorelement genutzt. Obwohl an der Luft ein großer Sauerstoffüberschuß gegeben ist, rufen reduzierend wirkende Gasbestandteile, z. B. H_2 , CO , CH_4 oder andere Kohlenwasserstoffe, auch Alkohole, durch Elektronenübertragung eine Leitfähigkeitserhöhung hervor, die als Sensorsignal ausgewertet werden kann. Bei geeigneter Dotierung ist auch NO_x detektierbar, worauf sich technische Lösungen z.B. für die Luftklappensteuerung in Fahrgast-Innenräumen stützen. Von Nachteil ist die beschränkte Langzeitstabilität und Feuchte-Querempfindlichkeit des Sensorsignals bei derartigen SnO_2 -Schichten.

Um diese Nachteile zu vermeiden, wurden bei Siemens Dünn- und Dickschichtverfahren zur definierten Abscheidung von Oxidsystemen, z.B. von SrTiO_3 oder Ga_2O_3 entwickelt, die auf Grund ihrer höheren thermischen Stabilität erst bei höherer Temperatur, z. B. zwischen 650 und 950 °C infolge partieller Sauerstoffabspaltung bzw. durch Sauerstoffausbau aufgrund einwirkender reduzierender Gasbestandteile halbleitend werden. Derartige Oxidschichten sind thermodynamisch stabil und das Sensorsignal, bedingt durch die hohe Betriebstemperatur, weitaus weniger feuchteempfindlich. Kurze Ansprechzeiten von < 10 ms werden beim SrTiO_3 auf Grund hoher Diffusionskoeffizienten von Sauerstoffleerstellen im Perowskitgitter erreichbar, sodaß eine zylinderselektive Steuerung von Verbrennungsmotoren und die daraus resultierende beträchtliche Absenkung des Schadstoffausstoßes in greifbare Nähe gerückt sind. Ga_2O_3 -Sensoren erweisen sich auf Grund ihrer stabilen Kennlinie und hohen H_2 -Empfindlichkeit zur

Steuerung von Kleinf Feuerungsanlagen als geeignet. Ihr Einsatz läßt außerdem Anwendungen in CH₄-Gaswarngeräten oder als Alkoholtester erwarten.

Zukünftige Entwicklungen betreffen selektive Sensoren für einzelne Gase, z. B. bei CH₄- oder CO-Detektion aus Sicherheitsgründen die Eliminierung einer Ethanol-Quersensitivität. Weiterhin steht die Schaffung von Sensorarrays auf der Tagesordnung. Integriert mit mikroelektronischen Schaltkreisen lassen sich durch Variation von Gestalt und Anordnung der Elektrodenstrukturen im Bereich ultradünner Schichten verschiedene Ladungstransportmechanismen mit ihren unterschiedlichen Sensitivitäten für bestimmte Gase dahingehend nutzen, daß feinste Geruchsunterschiede aufgelöst werden können (elektronische Nase). Derartige Produkte sind gegenwärtig von einer reproduzierbaren Massenfertigung noch relativ weit entfernt. Wichtig sind vor allem die Standzeiten. Schließlich ist die Nutzung subtiler Halbleitereffekte im offenen System einer vielfach aggressiven, durch Staub und andere undefinierte Einflüsse geprägten Umgebung keineswegs trivial.

Miniaturized Sensor Systems

F. Kohl, P. Svasek, A. Jachimowicz, G. Jobst, F. Keplinger, G. Urban

Institut für allgemeine Elektrotechnik und Elektronik, TU Wien
L. Boltzmann Institut für biomedizinische Mikrotechnik
A-1040 Vienna, Austria

The acceptance of sensor concepts by industrial equipment producers requires an optimization of the sensor design for the specific application. We developed miniaturized thermal flow sensor designs for very different applications like a novel gas meter, for the investigation of the air intake of combustion engines and an extremely sensitive version for monitoring the flow of excess liquor cerebrospinalis during hydrocephalus treatment. In the field of biosensors, good sensor specifications are not sufficient for broad acceptance by the analytical equipment industry. The needs of a complete analytical process have to be considered by the sensor developer. For such purposes we established a cheap technology for the production of miniaturized fluid handling modules based on dry photoresists [1]. The flexibility of this technology allows the realization of complex structures needed for analyte preprocessing.

1. Introduction

Because of their inherent advantages as low analyte consumption, quick response, and cheapness, miniaturized sensors are very attractive for biomedical and many other applications. Sensors intended for example for the survey of industrial processes or for the monitoring of biomedical systems must fit perfectly into the specific system for doing their job as good as possible. These biosensor systems have to fulfill many different tasks as establishing the right environment for the sensor functioning, handling of the analytes, linking the sensor signal to the information processing equipment. Only a complete miniaturized sensor system will be acceptable for applications outside the research labs.

Beside such system aspects, the sensor element itself must match to the specific requirements of the intended use as good as possible. As a consequence, in some cases completely different manufacturing procedures have to be used even for sensors based on the very same technological concept. The presented examples of miniaturized thermal flow sensors are good examples to demonstrate this influence.

2. Experimental

2.1. Dry film resist technology for miniaturized analyte handling modules

Dry films resists are available as etching resists and for solder masks (i.e. VACREL®). The patterning of each resist layer is a three-step process: lamination, exposure, developing (Fig. 1). The achievable aspect ratio is approx. 0.5, e.g. grooves with a width of 100 μm can be formed if the layer thickness does not exceed 50 μm . The walls are not perpendicular to the surface but undercut at an angle of 15°. If structures higher than 100 μm are desired, the process can be repeated using the same mask. We showed that