

Hochgeordnete mikro-nano-integrierte Kohlenstoffnanoröhren (CNTs) als chemische Sensoren - MNI-CNTs

Ziel ist die Herstellung und Systemintegration von dreidimensional strukturierten Kohlenstoffnanoröhren (CNTs) als nano/mikrostrukturierte Sensorarrays. Diese sollen zur empfindlichen Gas- bzw. Moleküldetektion im ppb bzw. sub-ppb-Bereich genutzt werden. Es werden Nanotemplates (Al₂O₃) hergestellt und darin CNT-Anordnungen erzeugt. Durch Lithographie- und Ätzverfahren werden diese mikrostrukturiert. Die Bauteile werden auf ihre Sensoreigenschaften für unterschiedliche Gas- und Gasmischungen hin untersucht.

Goal is the preparation and integration of structured carbon nanotubes (CNTs) into a nano/micro structured sensor arrays. These arrays will be tested towards sensitive gas and molecule detection in the ppb down to the sub-ppb scale. The preparation uses nano templates based on Al₂O₃ in which the CNT arrangements are produced. By using lithography and chemical and physical etching techniques micro structuring into device architecture is realised. The sensing properties towards different gases will be tested.

Ausgangslage

Die Neuentwicklung von dreidimensional strukturierten CNTs als nano/mikrostrukturierte Sensorarrays löst das Problem der Integration eines nanostrukturierten empfindlichen Gas-, Molekülsensors in ein mikrostrukturiertes Bauteil. In diesem Bauteil ist der integrierte

nanostrukturierte Sensor die eigentlich aktive Komponente. Diese Entwicklung ist von Nutzen für Sensorhersteller, für Entwickler von chemischen Mikroreaktoren und die chemische Mikroverfahrenstechnik allgemein. Anwendungen können im Bereich der empfindlichen Gasdetektion bzw. Moleküldetektion liegen (Spurennachweis, prinzipiell auch toxischer bzw. explosiver Substanzen). Es kann eine deutliche, d. h. um Größenordnungen gesteigerte, Empfindlichkeit im Vergleich zu bekannten sensorischen Bauteilen ermöglicht werden. Es ist zudem a priori eine hohe Systemintegration vorhanden, da keine zusätzlichen Montagetechniken der aktiven CNT-Komponente notwendig sind. Außerdem werden Beiträge im Bereich Aufbau- und Verbindungstechnik für die skalenübergreifende Systemintegration (Makro-Mikro-Nano) geleistet.

Projektziele

Das Vorhaben beschäftigt sich mit der Herstellung und Systemintegration von dreidimensional strukturierten Kohlenstoffnanoröhren (CNTs) als hochsensitive, nanostrukturierte Bauteile in nano/mikrostrukturierte Sensorarrays für die empfindliche Gas- bzw. Moleküldetektion im ppb- (parts per billion) bzw. sub-ppb-Bereich. Zentrales Element ist dabei die Integration einer CNT-Struktur in ein integriertes Sensorbauteil. Dabei soll die mechanisch stabile Integration in eine poröse freitragende Struktur realisiert werden. Die so erzeugte CNT-Nanostruktur soll in nachfolgenden Prozessschritten der Mikrostrukturierung in ein integriertes funktionsfähiges Sensorbauteil überführt werden. Im

Projekt werden Handling und Montagetechniken für die Integration von CNTs in Mikrosysteme durch die Verwendung von Selbstorganisations- und Templateprozessen angewendet bzw. weiterentwickelt. Dabei werden bei den Projektarbeiten Prinzipien der Selbstorganisation (Self-Assembly) und Formanpassung der angeordneten CNT-Komponenten für die berührungslose Bauteilmontage und Nano-/Mikrosystemintegration genutzt. Durch die Verwendung von flächig geordnet strukturierten CNTs für die Mikrosystemintegration (Smart System Integration) wird im Projekt die Handhabungs- bzw. Verbindungstechnik für den Einbau solcher CNT-Nanostrukturen in ein mikrostrukturiertes Sensorbauteil demonstriert (Packaging). Die als aktive Sensorkomponenten verwendeten CNT-Arrays werden durch Selbstorganisationsprozesse in einer Templatestruktur erzeugt. Die Templatestruktur selbst wird ebenfalls durch Selbstorganisation unter Verwendung eines elektrochemischen Strukturierungsverfahrens hergestellt. Damit entfällt letztlich eine individuelle Manipulation der verwendeten nanostrukturierten Elemente vollständig. Prinzipiell stellen integrierte nano-mikro-strukturierte Sensorarrays ein Feld hoher Produkt- bzw. wirtschaftlicher Relevanz dar. In der Bundesrepublik ist z. B. mit der Pharmaindustrie ein bedeutender Sektor zu nennen, der in der Miniaturisierung von Reaktionstechniken derzeit ein hohes ökonomisches Potenzial sieht. Für solche überwiegend in µm-Abmessungen ablaufenden Reaktionsumsätze sind externe, d. h. nicht direkt im Reaktorvolumen ablaufende, Steuer- bzw. Regelprozesse durch Sensoren nicht

mehr anwendbar. Die Totvolumina der Zuleitungen liegen hier schon im Größenordnungsbereich der Reaktorabmessungen oder sogar darüber. Hier werden Sensortechniken benötigt, die im Idealfalle on-stream, d. h. im Reaktor bzw. an der Reaktorwand direkt, Detektionsmöglichkeiten über elektrische, thermische oder druckgesteuerte Kenngrößen bieten. Das im Projekt angestrebte integrierte CNT-Array würde ein solches Potenzial bieten. Als mögliche Zielmärkte für die Umsetzung am Markt bzw. die technisch-wirtschaftliche Nutzung können z. B. Sensorentwickler bzw. -hersteller sowie Mikrosystemtechnikhersteller gesehen werden.

Ergebnistransfer

Die Öffentlichkeitsarbeit soll in Form von Patenten, wissenschaftlichen Veröffentlichungen, Vorträgen auf Fachtagungen (z. B. MRS-Tagung, USA) erfolgen. In Hessen kann sowohl auf universitärer Ebene (www.nanonetzwerkessen.de) als auch durch das Wirtschaftsministerium (www.nanotech-hessen.de) eine

gezielte überregionale Öffentlichkeitsarbeit betrieben werden. Außerdem kann durch die Teilnahme an Nanotechnologiekongressen (siehe z. B. www.stk.hessen.de) aber auch an Messen zur Nanotechnologie bzw. mit Teilbereichen zur Nanotechnologie (z. B. Hannovermesse) ein Ergebnistransfer gewährleistet werden.

Förderung des Projektes im Rahmenprogramm

Mikrosysteme (2004-2009):

Bundesministerium für Bildung und Forschung
Heinemannstraße 2
53175 Bonn

Projektbetreuung:

im Auftrag des BMBF
VDI/VDE Innovation + Technik GmbH
Herr Dr. Lars Heinze
Steinplatz 1, 10623 Berlin
Telefon: +49 30 310078-165
Fax: +49 30 310078-223
E-Mail: Heinze@vdivde-it.de

Projektkoordinator:

Technische Universität Darmstadt
Prof. Dr. Jörg J. Schneider
Petersenstr. 18
64287 Darmstadt
Telefon: +49 6151 16-3225
Fax: +49 6151 16-3470
E-Mail:
joerg.schneider@ac.chemie.tu-darmstadt.de

Projektpartner:

• TU Darmstadt, Darmstadt

Förderkennzeichen:

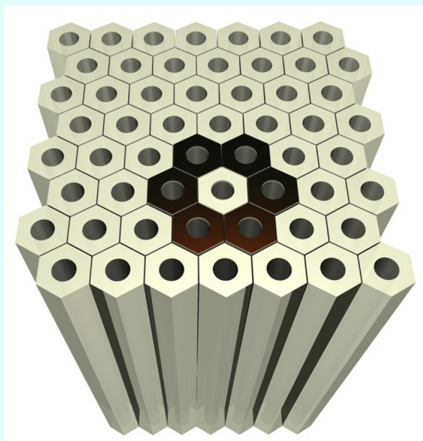
16SV3554

Projektlaufzeit:

01.04.2007 bis 31.03.2008

Gesamtprojektkosten:

ca. 0,1 Mio Euro



Hochgeordnete mikro-nano-integrierte Kohlenstoffnanoröhren (CNTs) als chemische Sensoren

Stand: 06.06.2008