



advancer[®]

NEWSLETTER 1/2011

Der Begriff AdvanCer beinhaltet Vorwärtsorientierung, Fortschritt und Gewinn. Keramikhersteller und -anwender finden in dem Namen darüber hinaus ihren Hochleistungswerkstoff »Advanced Ceramics« wieder – den Werkstoff, der uns viele Zukunftschancen bietet. AdvanCer möchte Ihnen innovative Anwendungen von Hochleistungskeramik vorstellen: Systemlösungen mit »Ceramics inside« von heute und morgen.

INHALT

Seite 1/2

Keramische Sensorsysteme



Seite 3

Erfolgsgories zur Hochleistungskeramik



Seite 4

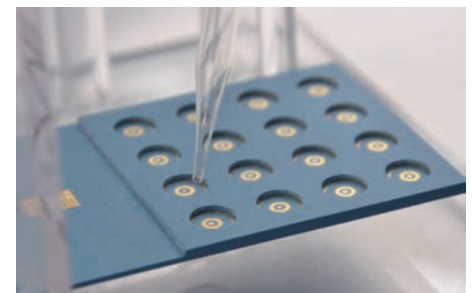
Highlights Hannover Messe 2011



KERAMISCHE SENSORSYSTEME FÜR DIE MEDIZINTECHNIK

Sensoren begegnen uns im täglichen Leben, oftmals ohne dass wir sie wahrnehmen: Im Büro beispielsweise sorgen sie in Temperatur- und Raumluftüberwachungssystemen für ein angenehmes Klima und im Auto messen sie die Tankfüllung und ermöglichen eine optimale Verbrennung des Kraftstoffs. Viele dieser Sensoren lassen sich ausschließlich in keramischen Systemen realisieren.

In der Medizintechnik sind Sensoren zur Überwachung des Blutzuckerspiegels lebensnotwendig und ein steter Begleiter an Diabetes erkrankter Menschen. Die notwendigen technischen Anforderungen an diese Sensorsysteme sind neben der kostengünstigen Herstellung die Handlichkeit, die einfache Bedienbarkeit sowie die Beständigkeit der Komponenten. Die Produktion von Sensorsystemen auf Basis keramischer Technologien bietet hierbei enorme Vorteile. Die auf hohe Stückzahlen ausgelegte Siebdrucktechnologie und Mehrlagenkeramik erlauben die kostengünstige Herstellung und die chemische Inertheit des Materials lässt darüber hinaus die einfache Integration weiterer Funktionalitäten in das Sensorsystem zu. Auf keramischen Sensoreinheiten können beispiels-



Elektrochemisches Multisensorarray aus LTCC. Sechzehn 3-Elektroden-Anordnungen erlauben parallele Untersuchungen bei verschiedenen Versuchsparametern.

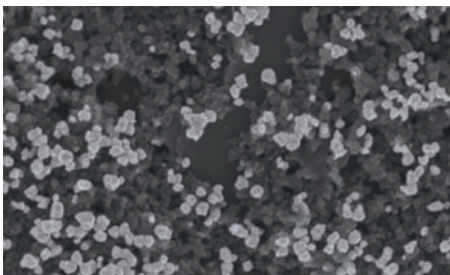
weise elektronische Chips integriert werden, die Messsignale auswerten und dem Nutzer eine Rückmeldung geben oder eine automatisierbare Regelung ermöglichen. Für viele dieser elektrochemischen Mess-

FORTSETZUNG ÜBERSICHTSBEITRAG

systeme sind drei Elektroden nötig, die sich besonders leicht mit keramischen Technologien auch in hoher Stückzahl fertigen lassen. Darüber hinaus kann eine ungebrannte Keramik gut bearbeitet werden, um fluidische Strukturen einzubringen, die ein definiertes Anströmen, einen Stoffaustausch oder Mischelemente an den Elektroden gewährleisten.

Parallelisierung und Screening sind die Schlagworte, die in der medizinischen Inhibitorforschung oder zum Nachweis verschiedener Bestandteile in Proben komplexer Zusammensetzung eine Rolle spielen. Hierzu zählen Schwermetalle im Trinkwasser oder Zucker, Lactat, Wasserstoffperoxid und der pH-Wert in Lebensmitteln sowie im Blut.

Am Fraunhofer IKTS wurde als Plattform hierfür ein elektrochemisches Multisensorarray entwickelt, in dem sechzehn vollständige elektrochemische Zellen inklusive einer 3-Elektroden-Anordnung realisiert sind. Das Elektrodenmaterial lässt sich an



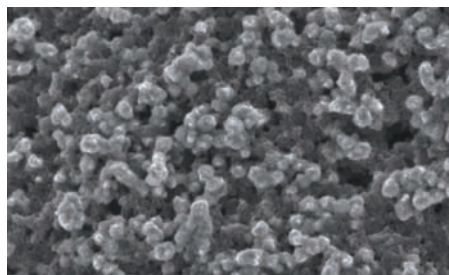
Graphit-Ruß-Dickschichtelektrode funktionalisiert durch galvanisches Pulse Plating mit Goldnanopartikeln.

die jeweilige Messanforderung anpassen und modifizieren. Typische Elektroden bestehen aus Gold, Platin oder ruß- und graphithaltigen Carbonelektroden, wobei das elektrochemische Verhalten von siebgedruckten Elektroden stark von deren Zusammensetzung und der Morphologie der gesinterten Dickschicht bestimmt wird.

Im klinischen Bereich und in der Arztpraxis bewegt sich der Trend klar zu Point-of-Care-Untersuchungen direkt am Patienten. Diese werden nötig, wenn aus der Messung schnell eine Medikation abgeleitet

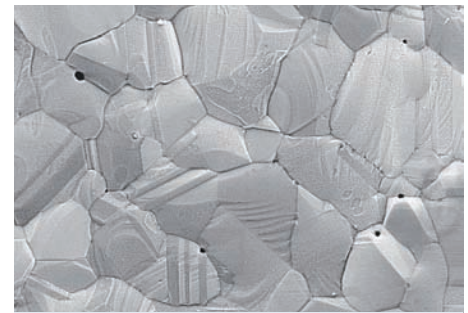
werden soll oder die zu analysierende Substanz es nicht zulässt, lange transportiert zu werden. Bei entzündlichen Prozessen der Lunge (COPD – chronic obstructive pulmonary disease), die über Wasserstoffperoxid im Atemgas nachweisbar sind, muss die Messung, bedingt durch den Zerfall von H_2O_2 , direkt am Patienten bei der Probenahme erfolgen. Zum Nachweis biologisch relevanter Substanzen wie H_2O_2 kommen Biosensoren zum Einsatz.

Biosensoren beruhen auf dem spezifischen Nachweis von Substraten durch ein biologisches Erkennungsmolekül wie z. B. Enzymen oder Antikörpern. Der Nachweis ist abhängig von der Aktivität der angebotenen Enzyme, welche insbesondere bei tiefen Temperaturen eine verringerte Nachweismöglichkeit zeigen. Diese Problematik besteht besonders beim Nachweis von Wasserstoffperoxid im kondensierten Atemgas. Eine Steigerung der Empfindlichkeit des Sensors durch Aufheizen des Kondensats führt zudem zum partiellen Zerfall von Wasserstoffperoxid.



Modifizierung einer Dickschichtelektrode durch elektrochemische Abscheidung einer H_2O_2 -sensitiven »Preußisch-Blau«-Schicht.

Zu diesem Zweck können nicht-enzymatische Biosensoren verwendet werden, bei denen spezielle Mediatoren für eine ausreichende Empfindlichkeit der Elektroden sorgen. Aus der Literatur ist bekannt, dass die Reduktionsreaktion von Wasserstoffperoxid an Platinelektroden eine vergleichsweise schnelle Kinetik aufweist, die jedoch nicht ausreichend ist, um eine genügende Sensitivität für den Nachweis zu gewährleisten. Mit Hilfe der Verbindung »Preußisch Blau« ($Fe_4^{III}[Fe^{II}(CN)_6]_3$), die als Mediator wirkt, lassen sich geringste Stoffmengen von Wasserstoffperoxid im Nanomol-



Gefüge einer für elektrochemische Messungen optimierten Gold-Dickschichtelektrode.

Bereich nachweisen. Hierzu ist es nötig, eine offene Schicht aus »Preußisch Blau« mit hoher Grenzfläche aufzubauen, an der sich möglichst viel Wasserstoffperoxid einlagern kann und umsetzen lässt. Die Sensitivität der Schichten kann mit einer zusätzlichen Schicht von Goldnanopartikeln nochmals gesteigert werden. Die Herstellung dieser Schichtsysteme auf den Siebdruckelektroden lässt sich optimal mittels galvanischer Pulse-Plating-Abscheidungen realisieren. Als Grundlage derartiger »Preußisch-Blau«-Sensoren sind siebgedruckte Carbonelektroden hervorragend geeignet, die sich leicht in keramische Sensorsysteme integrieren lassen.

Die Kombination von Multilayer- und Siebdrucktechnologie mit galvanischen Beschichtungen bietet einzigartige Lösungen für die Anforderungen moderner analytischer Fragestellungen im klinischen, praxisärztlichen oder umwelttechnischen Bereich.

KONTAKT

Dr. Thomas Rabbow

Fraunhofer-Institut für Keramische Technologien und Systeme IKTS

thomas.rabbow@ikts.fraunhofer.de

ERFOLGSSTORIES

KERAMIKFEDER GARANTIERT SICHEREN HALT

Keramische Werkstoffe sind aus der Medizintechnik nicht mehr wegzudenken. Viele Anwendungen, wie beispielsweise Zubehörteile für Kernspintomographen, können nur mittels ihrer Hilfe realisiert werden. Die NORAS MRI products GmbH produziert in Höchberg bei Würzburg verschiedenste Spulentypen und Zubehörteile für die Kernspintomographie. Dabei reichen die Aktivitäten von der Entwicklung über den Prototypenbau, die Erprobung sowie die Zertifizierung bis hin zur Serienreife. Seit ihrer Gründung 1985 hat die NORAS MRI products mehr als vierzig verschiedene Oberflächenspulen entwickelt. Die Noras-Kopfspule beispielsweise wird für die Magnetresonanztomographie bei neurochirurgischen Operationen am geöffneten Schädel eingesetzt. Sie ermöglicht es Ärzten, Eingriffe mit einer einzigartigen Präzision vorzunehmen. Durch den geteilten Aufbau der Spule ist das Operationsgebiet, nach dem Abnehmen des oberen Spulenteils, frei zugänglich. Zur intraopera-



Druckfedern aus Zirkonoxid sorgen für sicheren Halt bei Magnetresonanztomographen.

tiven oder abschließenden Aufnahme wird das Oberteil erneut in der präoperativen Position fixiert. Dadurch ist eine größtmögliche Vergleichbarkeit der Aufnahmen gewährleistet.

Zur sicheren Fixierung und Positionierung des Patientenkopfs während der gesamten Dauer des operativen Eingriffs dient ein Kopfhalter mit keramischer Spannvorrichtung. Das Alleinstellungsmerkmal der eingesetzten Keramik liegt in diesem Fall darin, dass sie sowohl nichtmagnetisch als auch nichtmetallisch ist. Dadurch wer-



Hubert Noras, Geschäftsführer und Inhaber der NORAS MRI products GmbH.

den die erforderlichen Sicherheitsanforderungen erfüllt und die sehr gute Bildauflösung für den Operateur bleibt erhalten. Ein weiterer Vorteil der keramischen Spiraldruckfeder im Spannsystem ist die Hysteresefreiheit der Federkennlinie im Vergleich zu gegenwärtig eingesetzten Kunststoff-Federelementen. Dies ist wiederum die Voraussetzung für einen konstanten Anpressdruck. Somit wird eine zuverlässige und schonende Halterung des Kopfs garantiert.

KERAMISCHE ANTRIEBS-TECHNIK FÜR DIE MEDIZIN

maxon motor entwickelt und fertigt seit über 15 Jahren ZrO₂-Bauteile und nutzt die hohe Verschleißfestigkeit der Keramik besonders für medizinische Produkte. Dazu zählen chirurgische Handgeräte wie Skalpelle und Bohrer, Mikropumpen und Dosiersysteme sowie dentale Produkte. Hier ist maxon motor nach ISO 13485 zertifiziert und verfügt über eine eigene Produktlinie mit keramischen Bohrern und Implantaten. Im Bereich der Antriebstechnik bietet maxon motor keramische Spindeln von M2 bis M10 an, die mit außerordentlicher Oberflächengüte und Härte eine präzise und leichtlaufende lineare Verstellung ermöglichen. So hat die Keramikspindel nahezu keinen Slip-Stick-Effekt und läuft ruckfrei an. Durch die hervorragenden Gleiteigenschaften und die hohe Verschleißfestigkeit der Keramikspindel lassen sich Drehzahlen von bis zu 10 000 min⁻¹ realisieren. Dies ermöglicht hoch dynamische, präzise Bewegungen. Darüber hinaus lässt sich dieses keramische Bauteil einhundert Mal in handelsüblichen Autoklaven

sterilisieren, ohne seine sehr guten Gleiteigenschaften zu verlieren. Des Weiteren hat die keramische Spindel keinerlei Einfluss auf magnetische oder elektrische Felder und ist damit sehr interessant für Einsätze in der Kernspintomographie. Der Werkstoff der dazugehörigen Mutter kann zwischen Stahl und Kunststoff in einem weiten Feld variieren. Die optimale Paarung von Mutterwerkstoff und Keramikspindel führt zu hohen Standzeiten und einem robusten Linearantrieb.

Als bekannter Hersteller innovativer Antriebstechnik nutzt maxon motor natürlich auch die besondere Verschleißfestigkeit der



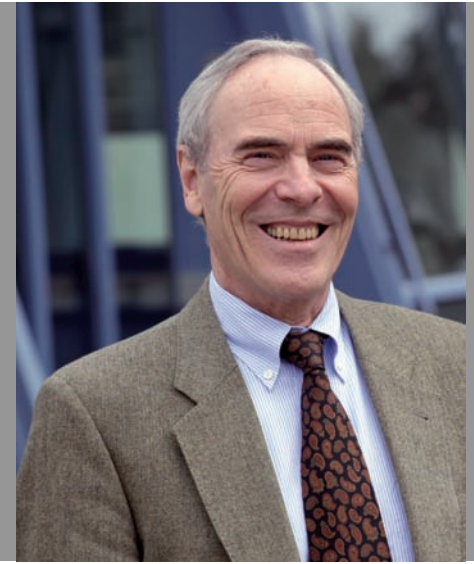
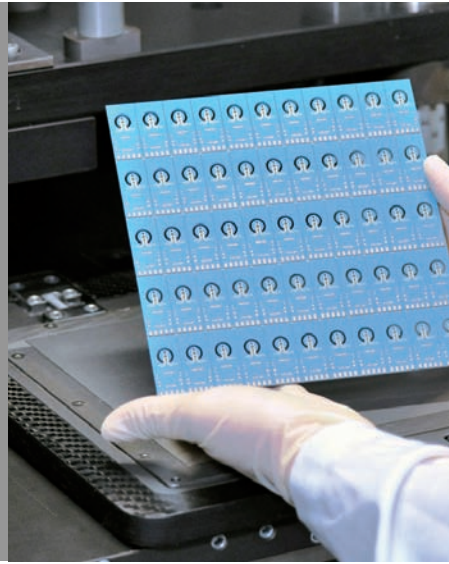
Keramische Spindeln mit außerordentlicher Oberflächengüte und Härte erlauben präzise und leichtlaufende lineare Verstellung.

Keramik zur Optimierung seiner Kleinantriebe. Keramische Achsen in Planetengetrieben und der Einsatz keramischer Zahnräder erhöhen deren Lebensdauer erheblich. Keramische Zahnräder für Kleinantriebe – Modul 0,2 bis 1 – können serienmäßig im Spritzgussverfahren hergestellt werden. Keramische Zahnräder verbinden hohe Lebensdauer mit chemischer Beständigkeit.



Walter Kuhn, Produktmanager CIM/MIM bei der maxon motor GmbH.

Die maxon motor GmbH in Sexau ist Teil der weltweit agierenden maxon motor-Gruppe, die heute ca. 1700 Mitarbeiter beschäftigt.



TERMINE

AdvanCer-Schulung »Keramische Hochleistungswerkstoffe«

- Teil 2: Bearbeitung
4./5. Mai 2011 in Berlin
- Teil 3: Konstruktion, Prüfung
10./11. November 2011 in Freiburg

Nähere Informationen finden Sie unter www.advancer.fraunhofer.de

- SMART'11: 5th ECCOMAS Thematic Conference on Smart Structures and Materials
6. bis 8. Juli 2011 in Saarbrücken
- ISPA: International Symposium on Piezocomposite Applications
22./23. September 2011 in Dresden
- CMCEE 2012: 10th International Symposium on Ceramic Materials and Components for Energy and Environmental Applications
20. bis 23. Mai 2012 in Dresden

NEWS

HANNOVER MESSE 2011

Auf dem Stand des Fraunhofer IKTS und des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer können Besucher der Hannover Messe in diesem Jahr in vier Themenwelten neue Keramikanwendungen entdecken. Vom 4. bis 8. April stellen das Fraunhofer IKTS und AdvanCer in Halle 5, Stand E32 ihre Neuentwicklungen aus den Bereichen Automobil, Maschinenbau, Medizin sowie Energie und Umwelt vor.

Im Mittelpunkt der Themenwelt Automobil steht ein gläserner Abgasstrang, an dem eine Reihe neuer Ansätze und Fertigungstechnologien für Baugruppen in modernen Brennräumen und Abgassystemen gezeigt werden. Dazu zählen verschiedene Sensoren, hochtemperaturfeste keramische Abgasklappen oder thermoelektrische Generatoren zur thermischen Restenergienutzung. Diese neuen Ansätze ermöglichen höhere Temperaturbelastungen, ein geringes Gewicht, mehr Effizienz und niedrige Herstellkosten.

In der Themenwelt Energie und Umwelt werden u. a. Pulveraufbereitungstechnologien für Lithium-Ionen-Batterien und Brennstoffzellen vorgestellt. Ein weiteres Highlight aus diesem Bereich sind Schaumkeramiken, die z. B. als Reaktoreinsatz auf Deponien in bestehende Fackelanlagen zur Verbrennung methanhaltiger Abgase nachgerüstet werden können. Diese katalytisch beschichteten SiC-Schaumkeramiken gewährleisten eine nahezu vollständige Verbrennung methanhaltiger Schwachgase. Die Themenwelt Medizin konzentriert sich zum einen auf keramische Sensoren und Elektroden für die medizinische Analytik und zum anderen auf verschiedenste keramische Implantate. Innerhalb der Themenwelt Maschinenbau werden keramische Gewindebauteile, Federn und Mundstücke sowie Spezialteile aus Polymerkeramik und plasmagespritzte Komponenten gezeigt.

FESTKOLLOQUIUM FÜR DR. THOMAS HOLLSTEIN

Am 9. März 2011 wurde Dr. Thomas Hollstein vom Fraunhofer IWM in einem Fest-

kolloquium anlässlich seines 65. Geburtstags für seine herausragenden Leistungen geehrt. Hollstein trug seit über 35 Jahren zum Erfolg des Fraunhofer IWM in Freiburg bei. Seine ausgewiesene Fähigkeit, Partner aus unterschiedlichsten Bereichen innerhalb und außerhalb der Fraunhofer-Gesellschaft für gemeinsame Zielstellungen zu gewinnen, brachten dem Institut viele ertragreiche neue Forschungsfelder. So baute er das für das Institut strategisch und wirtschaftlich wichtige Geschäftsfeld Tribologie auf. 2010 wurde Hollstein für die Entwicklung diamantbeschichteter Keramiken mit dem Wissenschaftspreis des Stifterverbands ausgezeichnet.

Für die Fraunhofer-Gesellschaft hat er mit der Gründung der Fraunhofer-Allianz Hochleistungskeramik Pionierarbeit bei der Vernetzung von Fraunhofer-Instituten geleistet.

IMPRESSUM

Herausgeber: Fraunhofer-Demonstrationszentrum AdvanCer
Winterbergstraße 28, 01277 Dresden
Telefon +49 351 2553-7504
advancer@ikts.fraunhofer.de
www.advancer.fraunhofer.de

Redaktion: Susanne Freund, Andrea Gaal

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck nur mit Genehmigung des Fraunhofer-Demonstrationszentrums AdvanCer. Bildnachweis auf Anfrage.