

■ Knochen aus dem Drucker

Ein neues Verfahren erzeugt Implantate, in die sich Signalstoffe für das Zellwachstum einlagern lassen.

Bestimmte Implantate in der Medizin, z. B. für den Schädel, bestehen aus porösen Kalziumphosphat-Keramiken. Diese Materialien haben den Vorteil, dass sie eine Einheit mit dem vorhandenen Gewebe bilden, also auch Blutgefäße in die Implantate hineinwachsen.



J. E. Barralet

Dank CT-Daten kann man man wirklichkeitsgetreu Schädel aus Keramiken drucken.

Zwei Verfahren erlauben es heute, solche Implantate individuell für Patienten herzustellen: Lasersintern, wie es im schnellen Prototypenbau zum Einsatz kommt, und die Aushärtung von Kalziumphosphat-Zement in Negativformen. Beide Methoden haben jedoch Nachteile: Beim Lasersintern entstehen so hohe Temperaturen, dass bioaktive Ionen und Moleküle, die als Signalstoffe für das Zellwachstum dienen sollen, zerstört werden. Die Negativformen erfordern dagegen viele, aufwändige Arbeitsgänge. Ein deutsch-kanadisches Wissenschaftlerteam der Universitäten Erlangen, Würzburg, McGill (Montreal) und Laval (Quebec) hat nun Implantate mit einem neuen Verfahren hergestellt.¹⁾

Die Forscher nutzen dazu einen kommerziellen 3D-Pulverdrucker. Als Pulver verwenden sie verschiedene Kalziumphosphate, als Flüssigkeit Phosphorsäure. Zunächst trägt das Gerät das Kalziumphosphat als ca. 100 µm dicke Lage im Druckbereich auf, dann spritzt der Druckkopf die Phosphorsäure auf die Schicht. Dabei entsteht eine Keramik, die nach acht bis zwölf Sekunden abgebunden hat und anschließend chemisch gehärtet

wird. Alle Arbeitsschritte finden bei Raumtemperatur statt. So erzeugen die Wissenschaftler schichtweise Implantate, die sie aufgrund von realen Computertomographiedaten konstruiert haben.

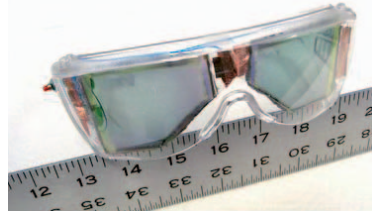
Mit dem Verfahren können dreidimensionale Geometrien gedruckt werden, deren Porenstrukturen sich mit eingelagerten Signalstoffen modifizieren lassen. Die so erzeugten Muster erfüllen alle Anforderungen hinsichtlich Stabilität und Resorption. Ihre Festigkeit übertrifft die von gesinterten Biokeramiken, reicht aber nicht für Hüft- und Knieprothesen. Ein mögliches Einsatzgebiet wären Implantate für das Gesicht, da hierfür sehr filigrane Strukturen zu modellieren sind.

■ Chamäleon für die Nase

Beim Prototyp einer Sonnenbrille lässt sich die Tönung individuell einstellen.

Wer heute eine Brille möchte, die sich auch als Sonnenbrille nutzen lässt, greift zu phototropen Gläsern. Trifft UV-Licht auf sie, färben diese sich durch eine chemische Reaktion dunkel. Das funktioniert aber nicht immer: Bei sehr schräg einfallendem Sonnenlicht bleibt die Brille zu hell oder zu dunkel, und auch eine UV-absorbierende Autoscheibe unterbindet die Wirkung.

Ein Wissenschaftlerteam der University of Washington unter Leitung von Chunye Xu hat nun



Sonnenbrille auf Knopfdruck. Am Design wollen die Wissenschaftler noch arbeiten.

eine Alternative gefunden: elektrochrome Polymere. Die Gruppe konstruierte Brillengläser, die aus zwei transparenten Materialschichten bestehen, zwischen denen sich ein Gel befindet. Die eine Schicht besteht aus Polydioxepin, die andere aus Vanadiumoxid. Bei einer angelegten Spannung von 1,2 Volt verfärbt sich die Polymerschicht durch eine Reduktion dunkelblau; bei umgekehrter Spannung wird sie oxidiert und wieder transparent. Das Gel zwischen den Filmen verbessert die Beweglichkeit der Ionen. Die Dauer der angelegten Spannung bestimmt den Grad der Tönung.

Das Prinzip dieser Brille kommt auch bei schaltbaren Fenstern zum Einsatz. Gegenüber den bei Fenstern eingesetzten anorganischen Oxiden bieten elektrochrome Polymere zwei Vorteile: Sie sind billiger in der Herstellung und benötigen weniger Strom.

Der vorgestellte Prototyp lässt sich innerhalb einer Sekunde tönen und innerhalb von zwei Sekunden wieder in eine gewöhnliche Brille verwandeln. Den Strom liefert eine Knopfzelle am Bügel. Eine eingestellte Tönung bleibt ohne Spannung für etwa 30 Tage erhalten.

■ Harte Konkurrenz für den Diamant

Ein neuer Werkstoff erreicht fast die Härte von Diamant.

Die Öl- und Bergbauindustrie sowie Unternehmen, die bestimmte Legierungen oder Keramiken bearbeiten, sind auf harte Werkstoffe angewiesen. Daher suchen Forscher nach neuen Materialien, die entsprechende Eigenschaften aufweisen. Erschwert wird die Suche durch die Tatsache, dass die Ursachen von hohen Härten noch immer nicht vollständig verstanden sind. Eine deutsch-französische Wissenschaftlergruppe synthetisierte nun bei Drücken um 18 GPa und Temperaturen um 2000 K einen Verbundwerkstoff auf der Basis von Bor und Stickstoff mit einer Korngröße von 14 nm, der noch bei 1600 K thermisch stabil ist.²⁾

1) U. Gbureck et al., Adv. Mater. 19, 795 (2007)

2) N. Dubrovinskaia et al., Appl. Phys. Lett. 90, 101912 (2007)

Die Wissenschaftler nutzten dabei aus, dass sich die mechanischen Eigenschaften polykristalliner Werkstoffe wesentlich verbessern lassen, wenn die Korngrößen auf einige Dutzend Nanometer schrumpfen. Dann nämlich steigt die Härte im Vergleich zu höheren Korngrößen um 20 bis 30 %.

Bei dem Verbundmaterial handelt es sich um aggregierte Bornitrid-Nanokomposite, die aus kumulierten Nanopartikeln zweier dichter Bornitridphasen bestehen und eine maximale Härte von ungefähr 85 GPa aufweisen. Diamant, als härtester bekannter Werkstoff, erreicht etwa 100 GPa, kubisches Bornitrid, das in der Industrie z. B. als Schleifmittel in der Bearbeitung harter Eisenstähle eingesetzt wird, etwa 50 GPa.

Neben der Korngröße beeinflusst bei den aggregierten Bornitrid-Nanokompositen noch ein zweiter Parameter die Härte, nämlich die effektive Bandlücke der Nanokristalle. Die Bildung des Materials aus zwei Phasen beschränkt die Zahl der quantenmechanisch erlaubten Zustände und steigert so die Härte der einzelnen Kristallite.

■ Lärmschlucker mit Durchblick

Der Prototyp eines Schallschutzfensters wirkt aktiv Geräuschen entgegen.

Verkehrslärm kann Anwohnern den letzten Nerv rauben. Daher sucht die Industrie nach Wegen, um dem Lärm aktiv entgegenzuwirken. Wissenschaftler der TU Darmstadt und

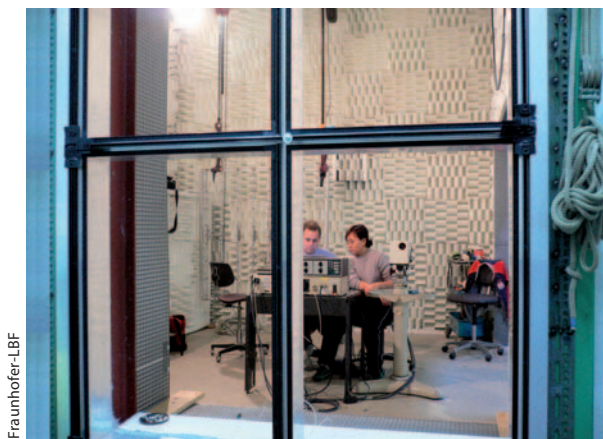
des Darmstädter Fraunhofer-Instituts für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit haben nun zusammen mit dem Industriepartner Schüco den Prototyp eines aktiven Schallschutzfensters entwickelt.

Das Fenster dämpft Testsignale zwischen 50 und 1000 Hz um durchschnittlich sechs Dezibel – verringert den Schallpegel also um die Hälfte. Bei Motorengeräuschen von Passagierflugzeugen erwarten die Forscher unterhalb von 1000 Hz eine Lärmverringerung um bis zu zehn Dezibel durch das neue Schallschutzfenster. Dabei kommt ihnen zugute, dass im untersuchten Frequenzbereich nur drei bis vier Eigenmoden der Scheibe gedämpft werden müssen, um eine deutliche Lärmreduktion zu erreichen.

Der Prototyp des Fensters wird bei auftreffenden Schallwellen durch Piezokeramiken in Gegen-schwingungen versetzt. Die Keramiken dienen als Sensor und Aktor und sitzen sowohl am Rand der Fensterscheibe als auch an den Aufhängepunkten des Rahmens an der Fassade. Für die aktive Dämpfung der Scheibe nutzen die Wissenschaftler einige Quadratzentimeter große Piezoplättchen, für die Aufhängepunkte an der Fassade Stapel aus Piezoplättchen. Die Keramiken sind handelsübliche Produkte.

Heute käufliche Piezokeramiken sind nicht durchsichtig, was ein kleiner Schönheitsfehler bei Scheiben ist. Aber die Suche nach transparenten Stellelementen läuft bereits. In etwa vier Jahren sollen die Lärmschutzfenster auf den Markt kommen.

Michael Vogel



Durch aktiv erzeugte Gegen-schwingungen eines Fensters sinkt der Schallpegel im dahinterliegenden Raum.