

# FORSCHUNG KOMPAKT

FORSCHUNG KOMPAKT

1. März 2024 || Seite 1 | 3

## Elektromobilität

### Schneller laden mit Diamanten

**Diamant zeichnet sich durch eine unerreichte Wärmeleitfähigkeit aus. Das Material eignet sich daher ideal zur Kühlung von elektronischen Komponenten mit hohen Leistungsdichten, wie sie etwa in Prozessoren, Halbleiterlasern oder in Elektrofahrzeugen eingesetzt werden. Forschenden von Fraunhofer USA, einer selbständigen Auslandsgesellschaft der Fraunhofer-Gesellschaft, ist es gelungen, hauchdünne Nanomembranen aus synthetischem Diamant zu entwickeln, die sich in elektronische Bauteile integrieren lassen, wo sie die lokale Wärmebelastung um das bis zu Zehnfache reduzieren können. Auf diese Weise können die Fahrleistung und Lebensdauer von E-Autos gesteigert werden. Auch die Ladezeit der Batterie verkürzt sich deutlich.**

Steigende Leistungsdichten und damit verbunden höhere Wärmeableitungen in elektronischen Bauelementen erfordern neue Materialien: Diamant zeichnet sich durch seine hohe Wärmeleitfähigkeit aus, die vier- bis fünfmal höher ist als die von Kupfer. Damit ist das Material besonders interessant für die Kühlung von Leistungselektronik in der Elektromobilität, für Photovoltaik oder Speichersysteme. Dort vergrößern bislang Kühlkörper aus Kupfer- oder Aluminiumplatten die wärmeabgebende Oberfläche eines wärme produzierenden Bauteils und beugen damit einer Beschädigung durch Überhitzung vor. Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern von Fraunhofer USA Inc., Center Midwest CMW in East Lansing in Michigan, einer selbständigen Auslandsgesellschaft der Fraunhofer-Gesellschaft, haben nun Nanomembranen aus synthetischem Diamant entwickelt, die dünner sind als ein menschliches Haar. Das flexible Material lässt sich direkt in elektronische Bauteile integrieren, etwa zur Kühlung der Leistungselektronik in Elektrofahrzeugen, die dort beispielsweise die Traktionsenergie von der Batterie in den E-Motor weiterleitet und dabei den Strom von Gleichstrom in Wechselstrom umwandelt. Die flexiblen, elektrisch isolierenden Nanomembranen von Fraunhofer USA haben das Potenzial, die lokale Wärmebelastung der elektronischen Komponenten wie Stromregler in Elektromotoren um das Zehnfache zu reduzieren. Energieeffizienz, Lebensdauer und Fahrleistung von E-Autos werden dadurch maßgeblich verbessert. Ein weiterer Vorteil: In der Ladeinfrastruktur tragen die Diamantmembranen zu einer fünffach höheren Ladegeschwindigkeit bei.

### Diamantmembran ersetzt isolierende Zwischenschicht

In der Regel verbessert eine unter dem Bauteil angebrachte Kupferschicht den Wärmefluss. Zwischen Kupfer und Bauteil befindet sich eine elektrisch isolierende Oxid- oder Nitridschicht, die jedoch Wärme schlecht leitet. »Diese Zwischenschicht wollen wir

---

#### Kontakt

**Thomas Eck** | Fraunhofer-Gesellschaft, München | Kommunikation | Telefon +49 89 1205-1333 | [presse@zv.fraunhofer.de](mailto:presse@zv.fraunhofer.de)

**Elliott Sprehe** | Fraunhofer-USA Inc. \*, Center Midwest CMW | Telefon +1 517-432-8709 | 1449 Engineering Research Ct | 48824 East Lansing, MI USA | [www.cmw.fraunhofer.org](http://www.cmw.fraunhofer.org) | [esprehe@fraunhofer.org](mailto:esprehe@fraunhofer.org)

\*Fraunhofer USA Inc. ist eine selbständige Fraunhofer-Auslandsgesellschaft, die eng mit der Fraunhofer-Gesellschaft kooperiert.

durch unsere Diamant-Nanomembran ersetzen, die die Hitze höchst effektiv an das Kupfer weiterleitet, da Diamant zu leitenden Bahnen verarbeitet werden kann«, sagt Dr. Matthias Mühle, Leiter der Gruppe Diamanttechnologien am Fraunhofer USA Center Midwest CMW. »Da unsere Membran flexibel und freistehend ist, lässt sie sich beliebig am Bauteil oder am Kupfer positionieren oder direkt in den Kühlkreislauf integrieren.«

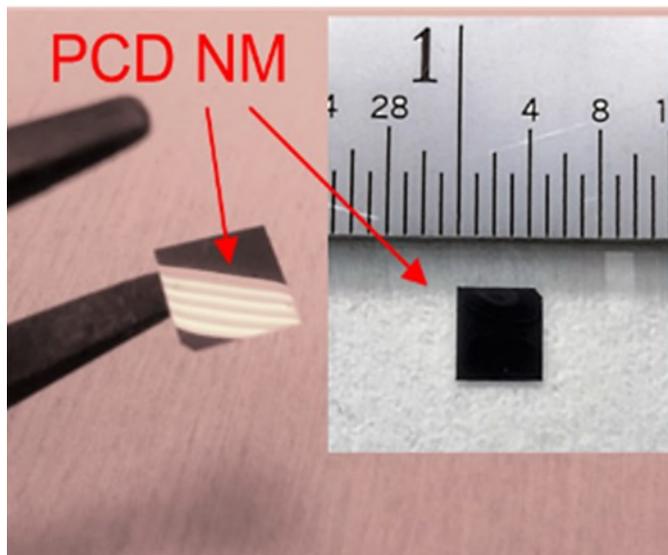
Dies gelingt, indem Mühle und sein Team die polykristalline Diamant-Nanomembran auf einem separaten Siliziumwafer wachsen lassen, sie anschließend ablösen, umdrehen und die Rückseite der Diamantschicht wegätzen. So entsteht ein freistehender, glatter Diamant, der sich bei einer Niedrigtemperatur von 80 Grad Celsius aufheizen und nachträglich auf das Bauteil aufsetzen lässt. »Durch die Wärmebehandlung verbindet sich die mikrometerdicke Membran automatisch mit der elektronischen Komponente. Der Diamant ist dann nicht mehr freistehend, sondern ins System integriert«, erläutert der Forscher.

Die Nanomembran lässt sich im Wafer-Maßstab (4 Zoll und mehr) realisieren, wodurch sie sich für Industrieanwendungen eignet. Die Entwicklung ist bereits zum Patent angemeldet. Noch in diesem Jahr sollen Applikationstests mit Invertern und Transformatoren in Anwendungsfeldern wie der Elektromobilität oder der Telekommunikation starten.

---

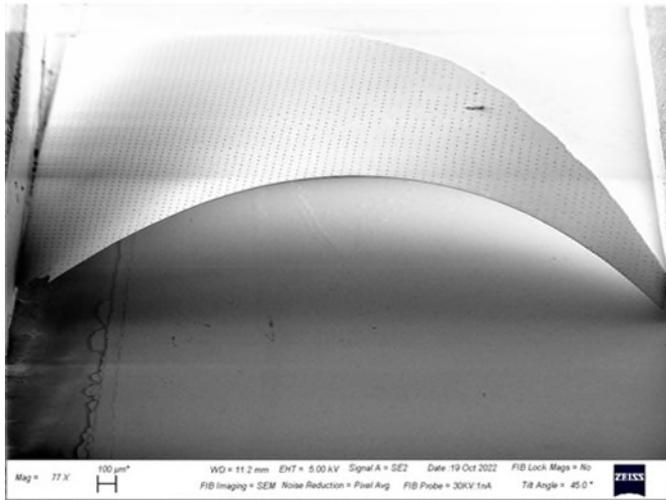
**FORSCHUNG KOMPAKT**1. März 2024 || Seite 2 | 3

---



**Abb. 1** Fotos von freistehenden polykristallinen Diamant-Nanomembranen

© Fraunhofer USA, Center Midwest



**Abb. 2 REM-Bild einer durch externe Kraftzufuhr elastisch gebogenen Diamant-Nanomembran**

© Fraunhofer USA, Center Midwest

---

**FORSCHUNG KOMPAKT**  
1. März 2024 || Seite 3 | 3

---