

# Eine Nanokette aus TiC-Kristalliten - Formbildung abhängig vom Glühprogramm

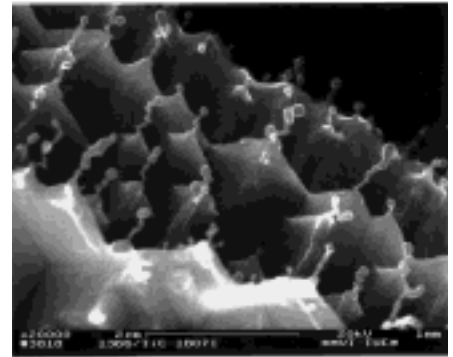
Wird Titancarbid im Ultrahochvakuum ge-  
glüht, so wachsen auf der gezackten Oberfläche  
in regelmäßigem Abstand zueinander senkrecht  
stehende „Nadeln“. Dr. rer.nat. Jens Günster,  
Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU  
Clausthal, Dr. M. Baxendale, Departement of  
Physics & Astronomy, Universität London, und  
Dr. S. Otani und Prof. R. Souda vom japanischen  
Forschungszentrum für anorganische Materia-  
lien, NIRIM, haben die Gründe für das Wachs-  
tum dieser Nanostrukturen untersucht. In der  
Oktoberausgabe der Zeitschrift *Surface Science  
Letters*, Vol 494/1, pp L781-L786, legen sie ihre  
Ergebnisse vor.

Die Nanostrukturen wachsen nach einem stufen-  
artig gesteigerten Glühprogramm von 2400 K und  
sodann 2500 K aus den Ecken der schräg gestellten  
TiC-Kristalle auf der TiC (111) Oberfläche heraus.  
Zunächst bildet sich bei Temperaturen von ca.  
2200 K an der Oberfläche eine Graphithaut aus dem  
sich zersetzenden Ausgangsmaterial. Diese Gra-  
phithaut ist sehr temperaturbeständig und unter-  
drückt eine weitere Zersetzung des TiC Kristalls.  
Bei 2400 Kelvin bilden sich dann auf den Kanten der  
TiC-Kristallite nanogroße Titantröpfchen. Die Gra-  
phithaut kann sich an den Kanten nur fehlerhaft aus-  
bilden. Durch die defekte Graphithaut gelangt Ti aus  
dem sich zersetzenden Ausgangsmaterial an die

Oberfläche. Wie kommt es zu diesen Formen? Ein  
zerschnittener Einkristall besitzt Restspannungen an  
der Oberfläche. Existiert eine Oberfläche mit gerin-  
gerer Restspannung und sind die Atome im nahen  
Oberflächenbereich beweglich, so kann nach dem  
Schneiden spontan eine zunächst glatte Oberfläche  
aufrauen und in eine kantige Struktur umwandeln.  
Auf diese Weise minimiert der Kristall seine Ober-  
flächenenergie. Die Titan- und Kohlenstoffatome  
stehen „in Reih und Glied“ schräg zur Oberfläche.  
Die für die Umstrukturierung nötige Beweglichkeit  
der Atome wird in dem vorliegenden Experiment  
durch ein Erwärmen des Kristalls erreicht.

Auf den Spitzen der gezackten Oberfläche bildet  
sich bei einer Erhitzung auf 2500 K eine zusätzliche  
Struktur. In ihrer einfachsten Form sind es Ketten  
von Nanopartikeln, die senkrecht zur Oberfläche  
stehen. Die TiC-Kristalle, eingeschlossen von einer  
Graphithaut, sind untereinander mit Nanoröhren  
verbunden. Jedes dieser Röhren weist einen  
Durchmesser von ca. 25 Nanometer auf. Die  
Außenhaut besteht aus Kohlenstoff, der Innenkern  
aus Titancarbid. Nach einer äußerst intensiven  
Glühung bilden sich fein verästelte Nanostäbe, bis  
sie schließlich bei einer weiteren Steigerung der  
Heizrate und der Temperatur größere und größere,  
verschlungene Formen ausbilden.

An den Endspitzen der Nanofäden fehlt oft die ein-  
hüllende Graphithaut. Dies legt den Schluß nahe,



**Auf den Spitzen der gezackten Oberfläche  
bildet sich bei einer Erhitzung auf 2500 K eine  
zusätzliche Struktur. In ihrer einfachsten  
Form sind es Ketten von Nanopartikeln, die  
senkrecht zur Oberfläche stehen.**

**Foto: Dr.-Ing. W. Klemm.**

daß durch die Nanoröhren von dem unterliegen-  
den Kristall bei der hohen Glüh Temperatur ein Stoff-  
fluß erfolgt. Im Detail sind noch viele Fragen offen.  
Die Wissenschaftler erwarten, daß diese Strukturen  
technischen Einsatz in der Mikromechanik oder Mi-  
kroelektronik finden könnten.

*Weitere Informationen:*

*Dr. rer. nat. Jens Günster,  
Institut für Nichtmetallische Werkstoffe  
der TU Clausthal  
Zehntnerstraße 2a  
Tel.: 05323 72-2612  
e-mail: Jens.Guenster@tu-clausthal.de*