

Brillante Chips

Synthetische Diamanten für die Elektronik

c't (29.1.2001)

Schon bald könnten Wissenschaftler riesige Einkristalle aus Diamant züchten, die den Vergleich mit den Kronjuwelen der britischen Königin nicht scheuen müssen. Statt Schmuck wollen sie daraus jedoch Computerchips für Spezialanwendungen herstellen.

Mit stetem Surren verkünden die Ventilatoren heutiger Computer, dass Silizium als Grundelement der Mikroelektronik seine Nachteile hat: Bereits bei Temperaturen um 150 Grad Celsius versagen die Schaltungen. Außerdem können die Komponenten auf den Chips nicht mehr lange von Generation zu Generation schrumpfen, weil sich der Strom sonst dort seine Wege sucht, wo das Material eigentlich isolieren sollte.

Dünne Filme aus synthetischem Diamant kennen solche Probleme nicht. Schottky-Dioden aus dieser Form des Elements Kohlenstoffs arbeiten auch noch bei 800 Grad Celsius tadellos und halten trotz winziger Abmessungen vergleichsweise hohe Spannungen aus. Auch an verschiedenen Typen von Feldeffekt-Transistoren forschen Wissenschaftler eifrig. Für Anwendungen unter extremen Bedingungen - wie sie beispielsweise in Teilchenbeschleunigern, bei hohen Umgebungstemperaturen oder beim Schalten riesiger Ströme vorkommen - könnten Diamantchips den Markt erobern.

Allerdings bestehen diese Schichten aus unzähligen winzigen Körnchen, zwischen denen störende Grenzen verlaufen, die den Stromfluss behindern. Daher bleibt die Qualität der elektronischen Bauteile hinter dem zurück, was das Material zu leisten vermag, oder der Stückpreis erreicht schwindelerregende Höhen. Doch eine Gruppe Physiker um Matthias Schreck von der Universität Augsburg hat jetzt eine Methode entwickelt, mit der die vielen winzigen Kristallite zu einem Einkristall von großer Fläche zusammenwachsen.

Ein wichtiger Teil des Tricks liegt in der Wahl eines geeigneten Untergrunds, auf den der Kohlenstoff aufgedampft wird. Anstelle des häufig benutzten Siliziums wählten die Augsburger Forscher einen dünnen Film des Edelmetalls Iridium, der einem Einkristall aus Strontiumtitanat auflag. Bei Temperaturen um 700 Grad Celsius bestrahlten sie ein Gemisch aus den Gasen Methan und Wasserstoff mit Mikrowellen, ein elektrisches Feld sorgte dafür, dass der dabei freiwerdende Kohlenstoff sich wie Schnee auf dem Iridium absetzte. Anschließend ließen sie den Film in einer Wachstumsphase dicker werden. Durch Zugabe von geringen Mengen des Elements Bor in die Gasphase kann man dem elektrisch schlecht leitenden Kohlenstoff die Eigenschaften eines Halbleiters verleihen. Die Augsburger Forscher beschrieben ihre Methode jetzt in der Fachzeitschrift Applied Physic Letters.

Der Blick mit dem Elektronenmikroskop zeigt den Erfolg. Zu Anfang entstehen noch durch elektrisch störende Bereiche getrennte Kristallite, doch je länger die Schicht wächst, umso mehr Risse bekommt das Netz der störenden Korngrenzen. Bei rund 34 Mikrometern Dicke hat es sich schließlich zu isolierten Defekten aufgelöst. "Damit entspricht der Film kristallographisch einem Einkristall", sagt Schreck. Egal, zwischen welchen beiden Punkten auf der Diamantschicht eine Spannung anliegt, der Strom kann nahezu problemlos fließen, ohne eine Korngrenze kreuzen zu müssen.

Das Verfahren ist nicht nur vergleichsweise kostengünstig, sondern macht endlich die Produktion von Einkristallen mit prinzipiell beliebiger Fläche möglich. "Noch haben unsere Filme Kantenlängen

von weniger als zehn Millimetern," erzählt Schreck, "doch ich bin zuversichtlich, dass sie innerhalb der nächsten fünf Jahre bis an die zehn Zentimeter groß sein werden." Damit wären sie in zwei Dimensionen größer als alle natürlichen Diamanten - allerdings nicht ganz so schön. Also kein Grund für die Queen, neidisch zu sein.