

Diamant als Transistorelement

Festkörperphysiker aus Garching haben aus der Oberfläche eines Diamanten einen Transistor hergestellt. Entscheidend war hierbei die Beschichtung mit atomarem Wasserstoff. Die Entwicklung erlaubt die Herstellung dauerhafter, zellverträglicher Biosensoren.

Transistoren, also Schaltelemente, bilden die Grundlage für unsere Halbleitertechnik. Dabei folgen sie stets dem gleichen Prinzip: Eine angelegte Spannung regelt, ob im Element ein Strom läuft oder nicht. Seit etwa 40 Jahren verwenden die Chiphersteller das Halbmetall Silicium als Grundstoff für die Bausteine ihrer Technologie. Doch eine Forschergruppe vom Walter-Schottky-Institut aus Garching bei München zeigte nun, dass auch Diamanten als Schaltelemente taugen.

Gewöhnliche Diamanten leiten zwar den elektrischen Strom nicht, da sie – anders als Graphit – aus einem festen Gitter von Kohlenstoffatomen bestehen, deren Elektronen in den Bindungen fest lokalisiert sind. Aber vor wenigen Jahren haben Festkörperphysiker entdeckt, wie man Diamanten mit Hilfe von atomarem Wasserstoff leitfähig macht. Daher reinigten die Physiker um Martin Stutzmann und Christoph Nebel zunächst die Oberfläche eines Diamanten von störenden Fremdstoffen und versetzten ihn mit atomarem Wasserstoff. So entstanden an der Oberfläche zwischen dem Wasserstoff- und dem Kohlenstoffatom kovalente Bindungen mit einem hohen Dipolmoment, das den Austritt von Elektronen aus dem Diamanten erlaubt. Zurück blieb eine etwa 10 Ångström dünne, leitende Schicht aus Löchern, also fehlenden Elektronen.

Die Münchner Physiker gingen aber noch einen Schritt weiter: Aus der Oberfläche eines Diamanten stellten sie einen Transistor her, indem sie an bestimmten Stellen den Wasserstoff durch Sauerstoff ersetzten. Dort treten dann kovalente Bindungen von Kohlenstoff und Sauerstoff mit einem nur minimalen Dipolmoment auf, wodurch der Diamant zum Isolator wird, den

Rundschau

keine Elektronen verlassen können. Die Forscher schirmten hierzu einen Teil der Oberfläche mit einer Maske ab und gaben den Diamanten dann in ein hochreaktives Sauerstoffplasma, dessen Atome die freiliegenden Wasserstoffatome verdrängten. Auf diese Weise konnte die Diamantoberfläche mit dem elektronischen Bauplan eines Transistors versehen werden. Zuletzt mussten noch die vier Metallelektroden aus Aluminium aufgedampft werden, um die leitenden und nichtleitenden Bereiche des Transistors zu verbinden.

Die Neuentwicklung bietet sich für den Bau bioelektronischer Elemente an und dürfte für den medizinischen Einsatz von größtem Interesse sein: Diamanten sind nämlich im Gegensatz zu Transistoren auf Siliciumbasis zellverträglich. Da Diamanttransistoren aber relativ teurer herzustellen sind, kommen nur *in vivo*-Anwendungen in Betracht, für die Biokompatibilität und chemische Beständigkeit entscheidend sind.

Dr. Joachim Eiding, München