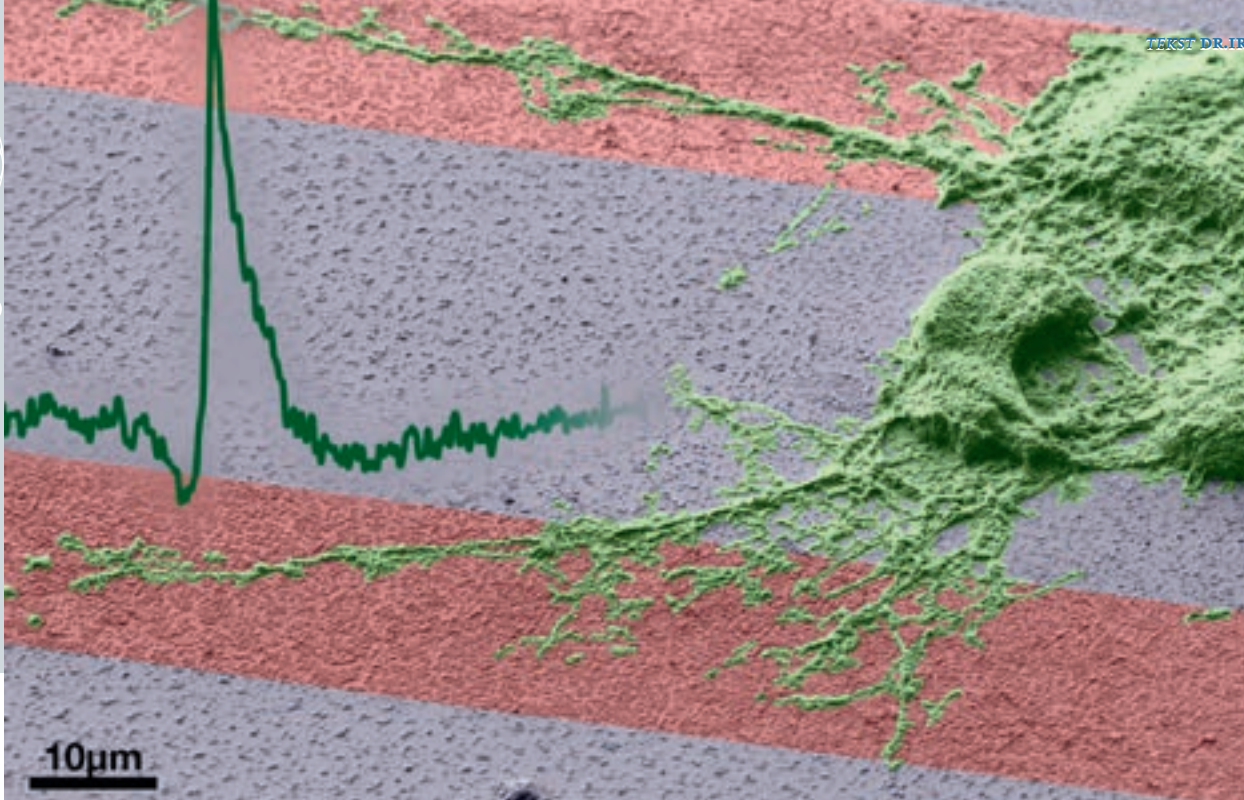




Nieuws

FOTO TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN



TEKST DR. IR. LEONIE WALTA



Zenuwcel (groen) waarvan de uitlopers contact maken met 10 µm brede grafeenkanalen (roze). De ingevoegde grafiek toont de spanningsverschillen door het eenmalig vuren van een zenuwcel.

KOOLSTOFFILM DETECTEERT SIGNALEN ZENUWSTELSEL

# BIOTRANSISTOR VAN GRAFEEN

*Door gebruik te maken van de bijzondere eigenschappen van grafeen hebben onderzoekers van de Technische Universiteit München een transistor ontwikkeld die zich goed leent voor toepassing in bio-elektronica.*

Wanneer het zenuwstelsel door ziekte of beschadiging niet meer volledig intact is, komen signalen vanuit de hersenen niet altijd meer daar waar ze moeten aankomen. Daardoor kunnen mensen bijvoorbeeld bepaalde ledematen niet meer goed bewegen. Maar hiervoor bestaan oplossingen: door signalen in de hersenen te detecteren en deze vervolgens, buiten het zenuwstelsel om, door te geven aan een prothese of een exoskelet, kunnen zij verlamde ledematen weer bewegen.

Implantaten met zogeheten veldeffecttransistors kunnen deze signalen direct in de hersenen detecteren. Bij dit type transistor wordt een stroom versterkt of afgeknepen door een elektrisch veld, dat ontstaat door spanning op de zogenaemde *gate*. Veldeffecttransistors worden onder meer toegepast in computers en in beeldsensoren van fototoestellen. Voor toepassing in de waterige omgeving van het menselijk lichaam hebben dr.

Jose Garrido en zijn team aan de Duitse universiteit een zogenaemde *solution-gated field effect transistor* (SGFET) ontwikkeld, van 10 bij 20 µm groot. Deze verschilt van een conventionele veldeffecttransistor doordat de gate niet uit een vaste stof, maar uit een elektrolytoplossing bestaat. Zenuwcellen zijn van nature omringd door zo'n oplossing. Als een cel vuurt om een signaal door te geven via het zenuwstelsel, dan leidt dit tot een tijdelijk potentiaalverschil in die oplossing. Hierdoor verandert de stroom die door een aangrenzende SGFET loopt. Het vuren van een zenuwcel is zodoende te detecteren door de fluctuaties te meten in die stroom.

Omdat de potentiaalverschillen klein zijn, in de orde van enkele honderden microvolt, is er echter wel een materiaal nodig dat deze verschillen in relatief grote, en daardoor detecteerbare, stroomverschillen omzet. Het materiaal grafeen, een koolstoffilm van één atoom

dik, scoort daarop veel beter dan bijvoorbeeld silicium, dat meestal in transistors wordt toegepast. Door deze gevoeligheid kan grafeen de signalen van zenuwcellen beter detecteren en ontstaat er minder ruis.

Dat is echter niet de enige reden om grafeen toe te passen. Het materiaal leent zich door zijn flexibiliteit beter dan andere materialen voor aanbrenging op een buigzaam substraat en het is chemisch stabiel in een waterige omgeving. Beide zijn belangrijke voorwaarden voor toepassing in het menselijk lichaam.

## WARMTE

Om lichaamsdelen te kunnen aansturen zijn hersenimplantaten nodig met mogelijk wel duizend grafeentransistors. 'Gegeven de complexiteit van de hersenen is het belangrijk om van zo veel mogelijk zenuwcellen de signalen op te vangen', legt Garrido uit. 'Het is echter een enorme uitdaging om dat technisch voor elkaar te krijgen. We moeten bijvoorbeeld aandacht besteden aan het afvoeren van de warmte van de transistors. Dat luistert voor een menselijk lichaam nauwer dan voor een apparaat.'

Naast hersenprotheses zijn in de toekomst ook oogimplantaten mogelijk op basis van de grafeentransistors. Maar eenvoudig is dat niet. 'Het idee is om de lichtgevoelige cellen, die bij slechtzienden niet goed werken, elektrisch te stimuleren,' zegt Garrido.

Voordat het zover is, moeten er echter nog een aantal stappen worden gezet. Garrido en zijn team gaan nu eerst onderzoeken hoe de grafeent transistor op een flexibel substraat kan worden aangebracht. Pas als dat is gelukt, komt toepassing in het menselijk lichaam in beeld.

FOTO: JOHNS HOPKINS UNIVERSITY APPLIED PHYSICS LABORATORY



Een door hersensignalen aangestuurde armprothese. Nu meten elektroden op de hoofdhuid die signalen.