

A man in a blue sweater is working with a microscope in a laboratory. He is looking through the eyepiece and adjusting the focus. The background is blurred, showing laboratory equipment and lights.

SPINTRANSISTOR SLEUTEL TOT COMPUTER ZONDER OPSTARTTIJD

MAGNEETSANDWICH

Dr. ir. Michel de Jong (1970) is onderzoeker in de nano-elektronica aan de faculteit Elektrotechniek, Wiskunde en Informatica. Hij houdt zich al vijftien jaar bezig met toepassingen van organische moleculen, de laatste jaren vooral voor spintronica. Voor dat laatste onderzoek ontving hij dit jaar anderhalf miljoen euro van de European Research Council. Hij hoopt er twee promovendi en een postdoc van aan te kunnen stellen.

Veel van de energie van computerchips gaat zitten in onthouden waarmee ze bezig zijn. Dit is niet alleen verkwistend, maar maakt ook dat de chips ontzettend heet worden, wat weer extra energie kost voor koeling. De oorzaak is een fundamentele beperking van de transistors waaruit een chip bestaat: die vergeten hun stand als de elektriciteit wegvalt. Michel de Jong doet onderzoek naar spintransistors, die hun stand wél onthouden. DOOR **Christian Jongeneel** FOTOGRAFIE **Rikkert Harink**

MET ORGANISCH BELEG

“Mijn droom is een werkende spintransistor te maken”

Spintronica, leg eens uit hoe dat werkt.

“Spin van een elektron kun je je voorstellen als de draairichting om zijn eigen as. De spin is een magnetische eigenschap van het elektron, die je eenvoudig kunt beïnvloeden met een andere magneet. Zo lang het externe magnetische veld gelijk blijft, houdt het elektron zijn spinrichting vast. Als je een spineffect weet in te bouwen in een transistor, heb je in principe een schakelaar met een ingebouwd geheugen. Er wordt al zo’n tien jaar onderzoek naar gedaan, maar er is nog veel dat we niet begrijpen. Een goed werkende spintransistor is dan ook nog nooit gemaakt. Ik onderzoek varianten van organisch materiaal in plaats van traditionele halfgeleiders, zoals silicium of galliumarsenide.”

Organische halfgeleiders zijn veel minder uitontwikkeld dan silicium. Waarom dan toch al proberen ze in een experimenteel veld als spintronica in te zetten?

“De levensduur van de spin wordt langer naarmate de elektronen gebonden zijn aan lichte atomen, zoals de koolstof en waterstof van organische moleculen. Ook kun je organische halfgeleiders eenvoudig opdampen op allerlei materialen, bijvoorbeeld ferromagneten. Een groot verschil is dat elektronen in het kristalrooster van bijvoorbeeld silicium min of meer vrij bewegen tussen de atomen. In organische materialen zijn ze sterker gebonden aan een enkel molecuul. Als in zo’n materiaal een stroom gaat lopen, hoppen de elektronen als het ware van het ene molecuul naar het andere. Het bestaan van spineffecten in organische moleculen is nog nooit echt hard aangetoond. Dat hopen wij te gaan doen.”

Hoe laat je zoiets zien?

“We bestuderen een organische halfgeleider die gesandwiched is tussen twee ferromagneten. Zo’n sandwich kun je maken door een organische laag op te dampen op een ferromagneet en dan een tweede

ferromagnetische laag erbovenop te deponeren. Hierbij loop je echter het risico dat de metaalatomen in het organische materiaal zakken, zodat je geen strak grensvlak tussen beide materialen hebt. Als er een paar metaalatomen clusteren, kun je zelfs een kleine magneet in je halfgeleider krijgen, die daar de spin om zeep helpt. Daarom hebben we een uniek productieproces bedacht waarmee toch strakke grensvlakken gemaakt kunnen worden.”

Wat meet je precies in die magneetsandwich?

“We meten de magnetoweerstand, het verschijnsel dat een magneetveld de stroom van elektronen kan beïnvloeden. Ook de spin heeft invloed op de stroomsnelheid. Dus als je de spin kunt beïnvloeden, zou je dat moeten kunnen zien aan veranderingen in de magnetoweerstand. Dat effect is echter heel klein. Daarom is het cruciaal dat we de omstandigheden van de experimenten goed controleren. Een fabricagefout in de sandwich, bijvoorbeeld, kan ertoe leiden dat elektronen direct van de ene magneet naar de andere ‘tunnelen’. Dan meet je ook magnetoweerstand, maar met spin in de organische halfgeleider heeft dat niets te maken. We maken bovendien verschillende soorten sandwiches, onder meer om de effecten van materiaalkeuze te bestuderen.”

“Een andere belangrijke factor is temperatuur. Hoe warmer het is, hoe makkelijker elektronen in een organisch molecuul vanzelf aan het hoppen gaan. Daarom doen we de meeste metingen bij heel lage temperaturen, ook al zou het effect ook bij kamertemperatuur moeten bestaan. Dat moet ook wel, willen we ooit spintransistoren maken en toepassen.”

Hoe loopt het onderzoek tot nu toe?

“Uitstekend. De eerste resultaten zijn inmiddels binnen en zien er goed uit. Het onderzoek zal zeker bijdragen aan ons begrip van het spineffect. Mijn droom is toch om nog eens een werkende spintransistor te maken.”