

Op vleugels

In oktober organiseerde het IOP Precisietechnologie het symposium “Op vleugels van kennis”. De bijeenkomst was bedoeld voor een ieder die geïnteresseerd is in nieuwe ontwikkelingen op het gebied van precisietechnologie. Naast presentaties over technische innovaties en afgeronde onderzoeksprojecten kwamen (inter)nationale samenwerkingen en nieuwe onderzoeksprogramma’s aan bod.

• *Jasper Wesselingh* •

Het Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma (IOP) Precisietechnologie is een onderdeel van SenterNovem, het EZ-agentschap dat innovatie en duurzaamheid in Nederland wil stimuleren. Het IOP Precisietechnologie financiert bijvoorbeeld doctoraalstudies en organiseert bijeenkomsten en excursies.

Opening en welkom

Het symposium op 10 oktober in Planetarium Gaasperplas te Amsterdam (zie Afbeelding 1) werd geopend door IOP-voorzitter Lou Hulst. Hij legde uit dat kennisontwikkeling cen-

traal staat in het programma; de afgelopen tien jaar zijn er dertig onderzoeksprojecten gestart, waarvan intussen acht afgerond. In totaal werken er 43 promovendi aan deze projecten en is 10,5 miljoen euro aan subsidie verstrekt. Voor kennisoverdracht en het creëren en onderhouden van netwerken zijn begeleidingscommissies voor de projecten in het leven geroepen. Deze stellen bedrijven in staat richting te geven aan de projecten en brengen hen onderling in contact. Daarnaast wordt realisering van de IOP-doelen ondersteund door bedrijfsbezoeken, samenwerking met de NVPT en het Mikrocentrum en via internet (zie www.precisieportaal.nl).

Andere doelen van het IOP zijn zwaartepuntverschuiving en verankering van kennis. In 2003 is een begin gemaakt met de roadmap Precisie Technologie, met als doel een instituut voor precisiesystemen. Uit de plannen voor dit instituut is uiteindelijk het Programme for High Tech Systems (PfHTS) voortgekomen, waardoor het IOP zichzelf overbodig heeft gemaakt. Daarbij vindt er een verschuiving plaats naar nieuwe onderzoeksprogramma’s. Samen met een steeds uitgebreider netwerk vormen de nieuwe projecten de toekomst voor de precisietechnologie.

Programme for High Tech Systems

Frans van ’t Hullenaar sprak daarna over het nieuwe PfHTS en begon met een introductie van de relevante bedrijfstak. De Nederlandse high-tech industrie produceert momenteel voor zo’n 20 miljard euro en draagt zorg voor 140.000 banen. De



Afbeelding 1. Planetarium Gaasperplas. (Foto: Regardz)

van kennis

markt is op te delen in original equipment manufacturers, subsysteemleveranciers en componentenleveranciers. Zij worden ondersteund door bedrijven en instellingen die kennis leveren. Kenmerkend is dat elk type bedrijven een eigen soort kennis in huis heeft en dus ook een specifieke behoefte wat betreft innovatie.

Het PfHTS wil zich toeleggen op vier takken binnen de high-tech industrie: micro-elektronica, printen, wetenschappelijke apparatuur en medische systemen. Binnen deze takken zijn er drie belangrijke competenties: mechatronica, embedded systemen en integratie van systemen, waarbij vooral in dat laatste nog veel mogelijkheden zijn tot ontwikkelen van kennis. Concrete doelen daarbij zijn het groeien van de sector, het creëren van nieuwe bedrijven en het uitbreiden van de samenwerking binnen de Europese Unie.

Op het moment hebben dertig bedrijven en instellingen zich al verbonden aan het PfHTS en zijn er diverse activiteiten georganiseerd, zoals de Masterclass Mechatronics, en wordt samengewerkt met de NVPT rond de Summerschool voor Opto-mechanics. Daarnaast wordt er gewerkt aan een roadmap voor alle projecten, waarvan er reeds een aantal is gestart, zoals voor adaptieve optiek en telerobotica. Het is de bedoeling om in het kader van de PfHTS nog meer projecten te starten, het aantal partners uit te breiden en de samenwerking tussen de verschillende partners vorm te geven. Daarnaast gaat het programma zich toeleggen op PR voor de sector, om meer naamsbekendheid te genereren.

Printtechnologie

Martin Bakker, vice president R&D van Océ, gaf een presentatie over de groeiende mogelijkheden van inkjetprinttechnieken. Naast het conventionele 'bevullen van papier' zijn er nieuwe markten waarvoor inkjettechnologie een interessante productietechniek kan zijn. Voorbeelden zijn platte beeldschermen met OLED-technologie, flexibele elektronicaprints en zonnecellen.

De trends in inkjettechnologie kenmerken zich, zoals de meeste takken van de precisietechnologie, door systemen die steeds kleiner, sneller en uitgebreider worden. Verder ligt de nadruk bij inkjet steeds meer op volledig digitale systemen en schaalbare technologie, zodat steeds grotere arrays van spuitmondjes geproduceerd kunnen worden. Voorbeeld hiervan is een nieuwe printkop van HP die met 100.000 nozzles paginabreed kan printen.

De printkoppen voor het inkjet proces hebben grofweg twee verschillende werkingsprincipes. Ten eerste thermische actuatie, waarbij een deel van de inkt op waterbasis wordt verdampst om de rest te lanceren. De andere mogelijkheid is het piëzo-actuatieprincipe, dat krachtiger is en meer toepassingsmogelijkheden heeft wat betreft het gejetete materiaal. Omdat MEMS-printkoppen (MEMS = Micro Electro Mechanical Systems) gemakkelijker schaalbaar zijn en beter geïntegreerd kunnen worden met het elektronische systeem, kiest Océ voor ontwikkeling in MEMS-technologie.

Deze ontwikkelingen brengen natuurlijk een aantal uitdagingen met zich mee, vooral op het gebied van betrouwbaarheid en nauwkeurigheid. Daarnaast liggen er op systeemniveau (de combinatie van inkjet, inkt en substraat) veel onderzoeksmogelijkheden. Voor de realisatie van deze systemen is Océ een nieuwe onderzoeksafdeling gestart op de High Tech Campus Eindhoven, het Inkjet Application Centre. Samen met partners wordt hier gewerkt aan de ontwikkeling van nieuwe printkoppen.

Bewerkingstechnologie in Europa

Daarna was het woord aan Christian Wenzel, afdelingshoofd van het Center for Precision and Micro Technology aan het Fraunhofer Institute of Production Technology in Aachen (D). Het instituut werkt nauw samen met de plaatselijke afdeling Productietechnologie van de Universiteit van Aachen. Wenzel presenteerde op het gebied van precisietechnologie een aantal interessante onderzoeken. Zo is een carbon injectienaald ontwikkeld voor minimaal-invasieve chirurgie in een MRI-scanner. Koolstofvezel is nodig om een zo hoog mogelijke stijfheid te bereiken, zonder magnetische materialen te gebruiken.

Ook conventionele bewerkingen kwamen aan bod. In nauwe samenwerking met industriële partners is een 'mini-mill' ontwikkeld. Deze freesbank neemt slechts 1 m² vloeroppervlak in beslag en kan met 0,5 µm nauwkeurigheid producten verspannen. Daarnaast zijn hoge snelheden en versnellingen haalbaar, tot 15 m/s² voor verplaatsingen en een spindel met een maximum toerental van 160.000 rpm. Een ander interessant apparaat voor conventionele bewerkingen is een reparatiemachine voor matrijzen. Omdat deze matrijzen tot wel 5 ton kunnen wegen, is er gekozen voor een geïntegreerd ontwerp. Hierbij wordt de meetmodule voor foutdetectie samengevoegd met de laser die gebruikt wordt om materiaal aan te groeien.

Daarnaast wordt in Aachen veel onderzoek gedaan op het

gebied van optica. Zoals aan 'free-form optics', waarbij een mathematisch beschreven oppervlak zorgt voor nauwkeurige projecties van beelden. Tevens wordt er onderzoek gedaan naar het gieten en persen van nauwkeurige optische componenten, wat vooral kostentechnisch zeer interessant is.

Eumecha Roadmap

Het ochtendprogramma werd afgesloten door de Twentse hoogleraar Job van Amerongen met een voordracht over twee Europese samenwerkingen op het gebied van precisietechnologie en mechatronica.

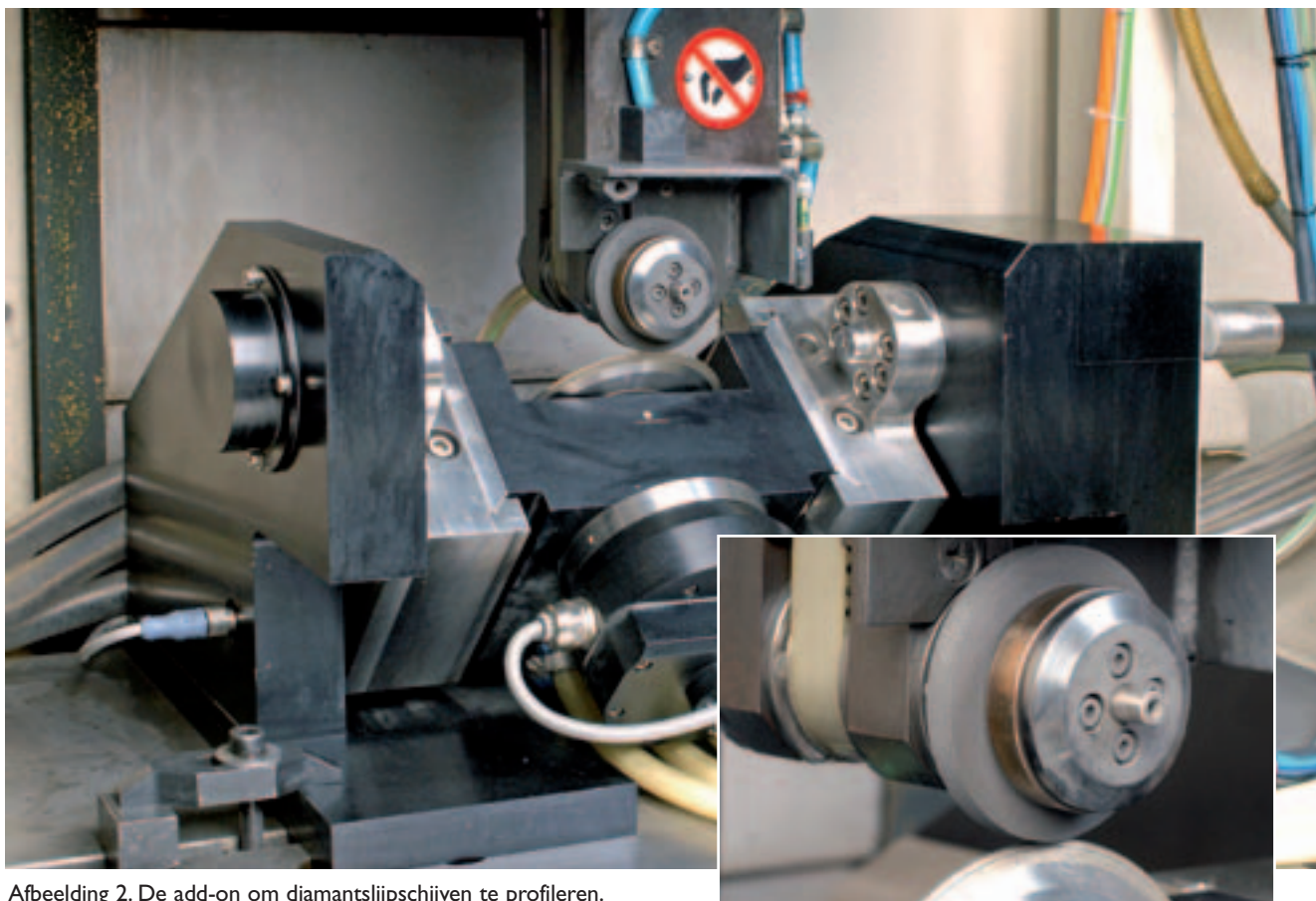
Als eerste is er de Eumecha-pro roadmap als raamwerk voor de Europese samenwerking. Hierbij worden de verwachtingen uit de industrie en het onderzoek aan de universiteiten op elkaar afgestemd. Uit verschillende workshops en interviews is gebleken dat een focus op hoge prestaties en betrouwbaarheid, mechatronisch ontwerpen en flexibiliteit belangrijk zijn.

Daarnaast is er een groeiende behoefte aan software voor integrale multidisciplinaire ontwerpmethoden. Dit werd geïllustreerd met een demonstratie van de ontwerpsoftware van een zogenaamde 'people mover', een onderzoek van de Universiteit van Paderborn (D).

Daarnaast is er in Twente een regionale samenwerking met een Duitse Fachhochschule uit Gelsenkirchen. Hierbij worden nieuwe ondernemingen en ook bestaande bedrijven ondersteund met advies, uitvoering, onderzoek en personeel. De combinatie van de toepassingsgerichtheid van de Fachhochschule en de onderzoeksgeoriënteerde UT bleek een goede basis voor een succesvolle samenwerking.

Profileren van diamantslijpschijven

Na de lunch was het de beurt aan zeven onderzoekers om hun afgeronde IOP-promotieonderzoek te presenteren.



Afbeelding 2. De add-on om diamantslijpschijven te profileren.

Jeroen Derkx van de TU Delft trapte af met zijn verhaal over het profileren van diamantslijpschijven. Deze schijven zijn uitermate geschikt voor het bewerken van harde materialen met hoge nauwkeurigheden. Het grote nadeel van het proces is echter dat de slijpschijven slijten tijdens de bewerking en daarom regelmatig moeten worden geherprofileerd. Het onderzoek richtte zich op het slijpproces en het ontwerp van een machine om deze schijven te profileren.

Om de schijven te profileren wordt het mechanische bewerkingsprincipe ‘crusheren’ gebruikt. Tijdens dit proces worden de bindingen tussen de diamantkorrels verbroken om het gewenste oppervlak te creëren. Het is belangrijk dat tijdens deze bewerking de profileerschijf en de diamantschijf met dezelfde snelheid lopen en nauwkeurig ten opzichte van elkaar zijn gepositioneerd, dit om de slijtage tot een minimum te beperken.

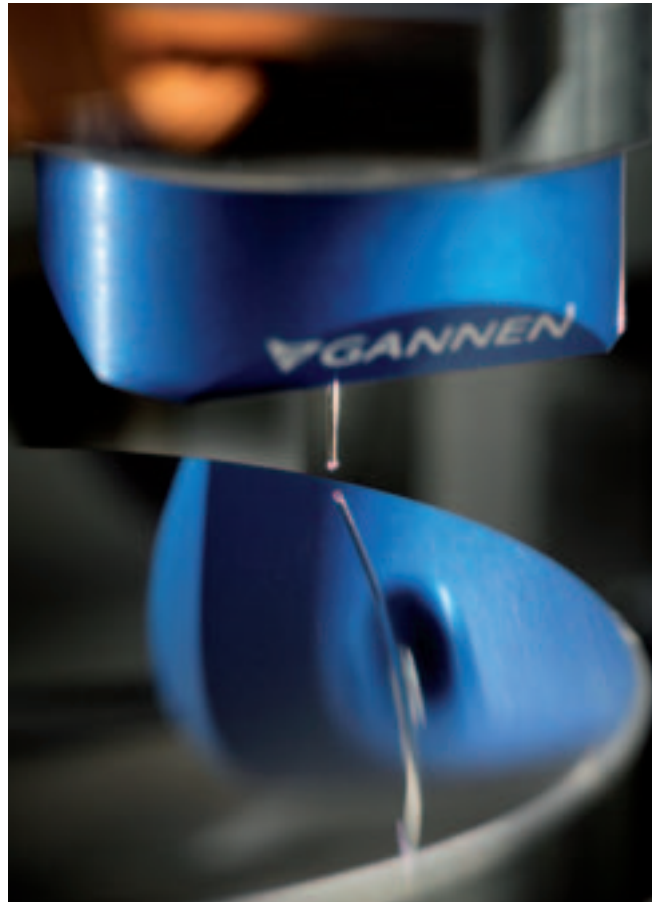
Voor het herprofilen is een testopstelling ontwikkeld die als add-on in een bestaande machine kan worden geplaatst (zie Afbeelding 2), zodat alle bewerkingen in het proces op een machine kunnen plaatsvinden. Het systeem is hydrostatisch gelagerd om tot de vereiste nauwkeurigheid te komen. Bijkomend voordeel is dat deze lagering zorgt voor demping. Een servosysteem zorgt voor de positionering.

MEMS-microtaster

Edwin Bos van de TU Eindhoven hield daarna zijn verhaal over het ontwerp van een 3D-meettaster gebaseerd op MEMS-technologie. Deze meettaster kan worden toegepast in industriële coördinatenmeetmachines (zie Afbeelding 3) en is met zijn nauwkeurigheid van 50 nm momenteel de nauwkeurigste taster ter wereld. Om deze nauwkeurigheid te bereiken wordt gebruik gemaakt van een tastkogel van slecht 50 μm , welke onder een microscoop wordt geassembleerd. Naast de meetonzekerheid van slecht 50 nm, beschikt de taster over een herhalingsnauwkeurigheid van 4 nm (2σ). Gezien de interesse uit de industrie is besloten een bedrijf te starten om de taster op de markt te brengen, Xpress Precision Engineering. Deze start-up heeft al meerdere beurzen gewonnen, zoals de New Venture 2007 en de STW Valorisation Grant.

Lotus-textuur

Een heel ander onderwerp, de lotus-microstructuur, werd gepresenteerd door Max Groenendijk van de Universiteit Twente; zie ook het artikel elders in deze Mikroniek. De lotusbloem is waterafstotend doordat het bladoppervlak



Afbeelding 3. De Gannen 3D-meettaster nadert een freeform werkstuk. (Foto: Bart van Overbeeke)

bestaat uit een microstructuur waarop water geen ‘grip’ krijgt. Een bijkomend effect daarvan is dat het oppervlak zelfreinigend is omdat kleine deeltjes worden opgenomen in het water. Het doel van het onderzoek was een dergelijke structuur na te bootsen voor toepassing in bijvoorbeeld zelfreinigende materialen.

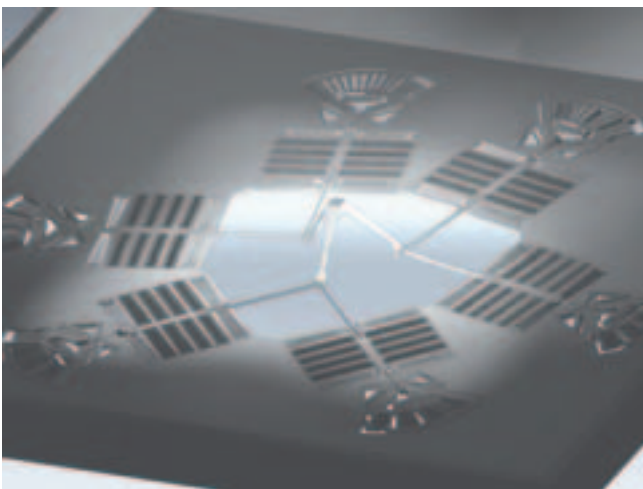
Het materiaal wordt geproduceerd in een spuitgietproces waarmee oppervlaktestructuren met een grootte van ongeveer 10 μm worden gecreëerd. Op zo’n structuur bevindt zich weer een substructuur met een grote van 1 μm . Deze structuren kunnen worden gefabriceerd met een ‘ultra quad pulsed’ laser. Deze zendt pulsen uit van 200 femtoseconden, waarmee materiaal wordt verdampt zonder noemenswaardig restwarmte.

Het resultaat is een oppervlak waaraan water zich niet kan hechten. Deeltjes op het oppervlak worden door het water geabsorbeerd. Voor dergelijke oppervlakken zijn vele toepassingen denkbaar. Er is een superhydrofobe naald ontwikkeld voor het aanbrengen van kleine druppels, maar er wordt ook gedacht aan een toepassing in silicium pilaren, om zo een groter oppervlak te creëren.

6-DoF MEMS-manipulator

UT-hoogleraar Herman Soemers presenteerde daarna de ontwikkeling van een MEMS-manipulator met zes graden van vrijheid (6 DoF). Het platform, orde grootte van een paar millimeter, kan worden gebruikt als drager voor substraten in een transmissie-elektronenmicroscop (TEM). De stage heeft als specificaties een slag van $10 \times 10 \times 10 \mu\text{m}^3$ met een resolutie van 10 nm en een drift van 100 pm per 10 seconden.

Omdat de miniaturstage binnen 5 mm tussen twee magneetpolen moet passen, is gekozen voor MEMS-technologie. Door schuin te etsen in het silicium is het mogelijk om drie bladveren te fabriceren, waaruit de parallel kinematische actuator kan worden samengesteld. Voor het verstellen worden zes elektrostatische actuators gebruikt; zie Afbeelding 4. Omdat de TEM erg gevoelig is voor elektromagnetische velden, mogen de actuators niet bekrachtigd worden tijdens het scannen. Daarom is een klemmechanisme ontwikkeld dat de elektrostatische actuators onbekrachtigd in positie kan houden na het verstellen.



Afbeelding 4. De 6-DoF MEMS-microstage. De elektrostatische actuators en bladveergeleiding zijn zichtbaar.

Een compleet functionerend systeem is uiteindelijk niet gerealiseerd tijdens het project. De grootste knelpunten bij het ontwerpen waren de nauwe interactie tussen het ontwerp en de fabricage van een MEMS-systeem en het feit dat de fabricageprocessen spanningen in het silicium introduceren.

Laser die-transfer

In samenwerking met Philips Applied Technologies en de UT heeft Natallia Karlitskaya de afgelopen jaren gewerkt aan het oppikken van minuscule elektronische componenten (dies) met behulp van een laser. Het toepassingsgebied ligt in de IC-productie, waar componenten van een gezaagde wafer op een drager moeten worden geplaatst. De gezaagde wafer zit opgespannen op een folie en de componenten worden normaal gesproken met een naald van de folie afgeprik. Dit mechanische contact kan echter schade toebrengen aan de kristallen en de nauwkeurigheid van het oppikken is laag.

Het concept past een speciale folie toe, waarbij de warmte van een laser zorgt dat het product loslaat. Uit het onderzoek blijkt dat een groene laser hiervoor het beste werkt en dat het intensiteitsprofiel van de laser een kritieke rol speelt in de nauwkeurigheid van het systeem. Het idee is toegepast in een pick & place-machine voor surface mount-componenten, waarbij de kristallen worden gelost door de laser en na 200 μm vrije val door een vacuümpipet worden opgevangen. Daarbij wordt een nauwkeurigheid gehaald van 25 μm .

Vezel-chipkoppeling

De laatste twee presentaties gingen over het koppelen van een glasvezel aan een chip met een laser- of fotodiode. Vincent Henneken van de TU Delft ontwikkelde en testte hiervoor een MEMS-concept. Dat is interessant omdat de functionaliteit voor het uitlijnen aan de chip zelf wordt toegevoegd en het uitlijnen niet meer in de productielijn hoeft plaats te vinden. Omdat de vezel zelf een vrij onnauwkeurig product is, is het belangrijk om actief uit te lijnen, dus de positie te bepalen waar de doorvoer van de koppeling maximaal is.

Het uitgewerkte concept bestaat uit een thermische actuator met een slag van 20 μm en een actuatiericht van 3 mN. De vezel ligt hierbij in een wig, waarbij beide schuine zijdes geactueerd kunnen worden. Dit levert een twee-dimensionaal werkgebied in de vorm van een ruit op, waarbinnen de vezel gepositioneerd kan worden. Als de vezel eenmaal in de optimale positie is gebracht, dient deze nog gefixeerd te worden. Het klemmechanisme hiervoor werkt tevens met een ther-



Abbeiding 5. 1D fiberpositioneer- en klem-
functie in actie (fiberdiameter 125 μm).



misch actuatieprincipe en kan de vezel op 100 nm nauwkeurig fixeren met een klemtandje van slechts $25 \times 10 \mu\text{m}^2$; zie Afbeelding 5. De uiteindelijke fixatie blijkt te functioneren tot versnellingen van 150 m/s^2 in het bereik van 20 tot 20.000 Hz.

Georgi Petkov van de TU/e tot slot sprak over een ander actuatieprincipe voor het uitlijnen van glasvezels. Dit systeem gebruikt laserpulsen om de klem van de vezelkoppeling zo te vervormen dat een optimale uitlijning wordt bereikt. De laserpulsen verwarmen het materiaal en introduceren zo spanningen en plastische vervormingen in het materiaal. Per puls treedt een verplaatsing op van ongeveer $0.5 \mu\text{m}$.

De bedachte ‘paperclip-actuator’ kan worden gebruikt om de vezel in het vlak te positioneren. Een probleem daarbij is dat de snelle verwarming zorgt voor een grote uitslag, hetgeen weer kan leiden tot contact tussen de vezel en de chip, en dat

is niet wenselijk. Met behulp van FEM-methoden is het ontwerp zo geoptimaliseerd dat deze uitwijking geminimaliseerd kan worden.

Auteursnoot

Jasper Wesselingh is als promovendus verbonden aan de Mechatronica-groep van de afdeling Precision and Microsystems Engineering van de TU Delft.

Informatie

www.senternovem.nl/iopprecisietechnologie