

MST-assemblage

‘Design-for-assembly’ toegepast op een nano-meettaster

Onderwerp:

Herontwerp van een meettaster gericht op automatische assemblage (resultierend in ontwerpregels voor microsysteemdevices)

Doelstelling:

Verbeteren van de nano-meettaster gericht op automatische assemblage
Het ontwikkelen van ontwerpregels om gebruik van microsysteem-technologie (MST) in kleine series te vereenvoudigen
Sneller op de markt brengen van hybride microsystemen door het ontwikkelen van standaardprocessen en -oplossingen

Markten:

Overall waar MST's bruikbaar zijn, met name in kleine series
Nano-meettaster: in coördinatenmeetmachines

Mogelijk gebruik:

Verlagen van de assemblagekosten van hybride MST

Onderzoekperiode: februari 2003 - februari 2007

Budget: 621.000 EUR, waarvan 452.000 EUR subsidie door IOP

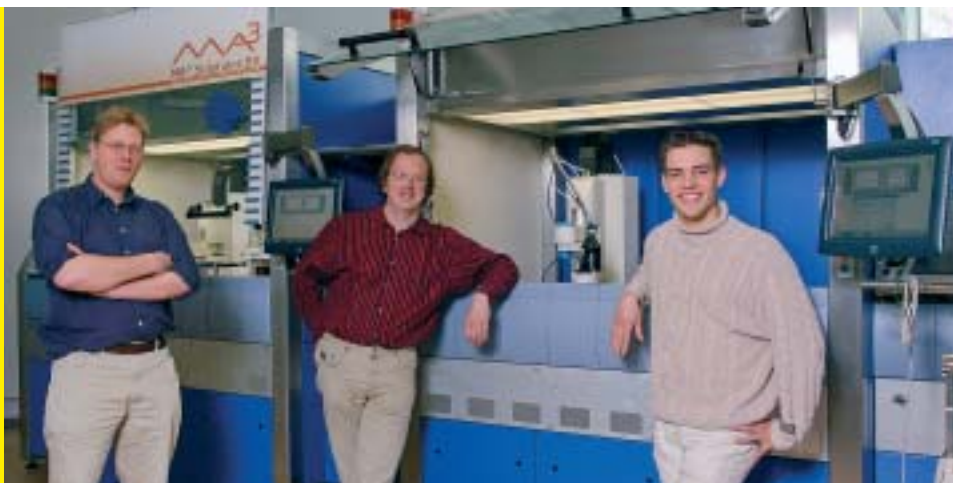
Onderzoeksinstituten: TNO Industrie, Technische Universiteit Eindhoven

Projectleider: Jan Eite Bullema

De assemblage en behuizing van hybride microsysteem-technologie (MST) is duur: veertig tot tachtig procent van de totale productkosten wordt eraan besteed. Het is complex omdat de componenten gemakkelijk beschadigen en de opbrengst daardoor laag is. Wijzigingen aan het ontwerp tijdens de assemblagefase dragen ook bij aan de hoge kostprijs. Als het product ontworpen zou zijn met automatische assemblage in het achterhoofd, ‘design-for-assembly’, zou het industrieel gebruik van microsystemen veel interessanter zijn. Onderzoekers van TNO Industrie en de Technische Universiteit Eindhoven werken samen aan het herontwerp van een meettaster om ontwerpregels op te stellen met het oog op assemblage. ‘Dan wordt het gebruik van MST voor meer toepassingen economisch haalbaar.’

‘MST wordt meer en meer toegepast in allerlei producten. Voorbeelden zijn de versnellingsopnemers in een airbag (die zorgen dat deze afgaat bij grote vertraging), diefstalbeveiliging van laptops door het nauwkeurig detecteren van beweging, en de microkanalen in de printkop van een inkjetprinter’, zegt Jan Eite Bullema, technologiemanager bij TNO Industrie en lector MST aan de Hogeschool van Utrecht. Bij MST is sprake van een combinatie van functionaliteiten, geïntegreerd in een micro-systeem. Hybride microsystemen hebben gemeenschappelijk dat ze bestaan uit halfgeleiderdevices in combinatie met mechanische, elektronische of optische componenten. Kenmerkend is dat de

Projectteam bij de assemblagelijin van TNO: Jan Eite Bullema (TNO), Han Haitjema en Edwin Bos. Frank Delbressine en Piet Schellekens ontbreken



componenten op verschillende manieren worden gefabriceerd: door lithografie, embossing, opdampen of etsen. Tijdens assemblage worden de onderdelen met elkaar verbonden met behulp van lijm, solderen of schroeven. ‘Omdat we het hebben over onderdelen met een grootte van enkele micrometers is het erg lastig om ze vast te pakken. Bovendien zijn ze zeer kwetsbaar en moeten ze voorzichtig worden gehanteerd’, voegt Edwin Bos eraan toe, de promovendus die het onderzoek uitvoert. Automatische assemblage, in tegenstelling tot handmatig, zou de opbrengst tijdens de productie kunnen vergroten doordat het reproduceerbaarheid in het proces introduceert. Maar tegelijkertijd is automatische assemblage momenteel veel te duur voor kleine series, in de orde van enkele honderden tot tienduizend. Op dit moment worden problemen tijdens het assembleren opgelost door het productontwerp aan te passen. Er zijn geen CAD-programma’s om onpraktische ontwerpbeslissingen in een vroeg stadium te corrigeren, zoals die er wel zijn voor het van ontwerp van printed circuit boards (PCB). Bijvoorbeeld het te dicht bij elkaar plaatsen van twee soldeerpunten waardoor de kans op een onbedoelde verbinding (en daarmee een niet of slecht werkend product) toeneemt. Jan Eite Bullema: ‘Je komt er dus pas laat achter dat assemblage moeilijk of vrijwel onmogelijk is. Als we richtlijnen zouden hebben zoals die in de wereld van de PCB’s bestaan, hoefden we niet voor elk product het wiel opnieuw uit te vinden. Dat zou het gebruik van MST economisch meer haalbaar maken.’

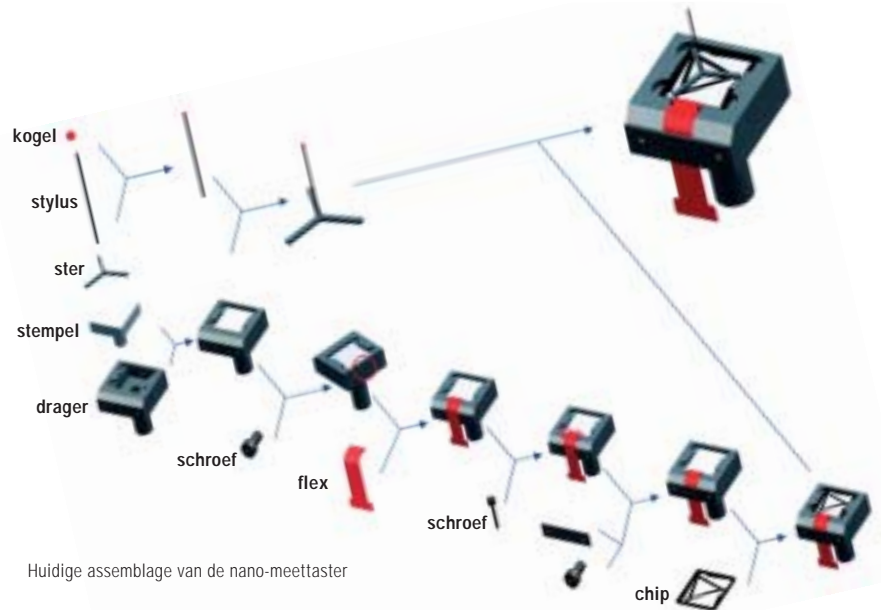
Nano-meettaster

Vanuit die behoefte aan ontwerprichtlijnen voor assemblage zocht TNO Industrie een geschikt product om onderzoek te doen op het gebied van automatische assemblage. Een enthousiaste partner werd gevonden in de sectie Precision Engineering van de Technische Universiteit Eindhoven. Daar was al gewerkt aan een nano-meettaster, een soort miniatuur joy-stick die de verplaatsing van het uiteinde van de taster driedimensionaal kan meten. Edwin Bos: ‘Deze meettaster kan worden gebruikt om metingen te verrichten in machines, zoals die waarmee dvd’s of lenzen worden gemaakt. De nauwkeurigheid is in de orde van vijf tot tien

nanometer. Ter vergelijking: de baardgroei van een volwassen man bedraagt drie tot vijf nanometer per seconde.’

De meettaster bestaat uit een stylus met een robijnen kogeltje op het uiteinde. Het is met epoxylijm verbonden aan een silicium chip via een driebenige ster. Die ster is met drie sprietten, die elk vier weerstanden bevatten, aan de behuizing verbonden. Als het uiteinde van de meettaster een verplaatsing ondergaat, zullen de sprietten vervormen, wat resulteert in een weerstandsverandering. Door die te meten kan de verplaatsing worden berekend.

De nano-meettaster is een van de meest nauwkeurigste ter wereld en de interesse erin is groot. Het probleem is dat de handmatige assemblage ervan extreem tijdrovend is (het duurt twee dagen) en



dat er een expert nodig is om de verschillende delen aan elkaar te bevestigen. ‘Er is een grens aan de nauwkeurigheid van dit proces omdat we onze handen nu eenmaal nooit helemaal stil kunnen houden’, vertelt Edwin Bos. ‘De silicium chip is bovendien erg breekbaar en het robijnen kogeltje met een diameter van 500 µm is bijna te klein om met een pincet vast te pakken.’ De aantrekkingskracht tussen kogel en pincet is groter dan de zwaartekracht, wat weer nieuwe problemen introduceert bij het plaatsen van de kogel op de stylus. Genoeg redenen voor de universiteit om een gezamenlijk project te starten met TNO, voor een herontwerp van de taster gericht op assemblage.

Herontwerp

Het IOP-project ging van start met het maken van een herontwerp met assemblagegemak in gedachten. Voorbeelden van de ontwerpbeslissingen die Edwin Bos moest nemen, zijn de vorm van de chip, het ontwerp van een houder, de draadverbindingen en de loodrechte plaatsing van de stylus. Op dit moment is het ontwerp vrijwel klaar en er is een eerste serie van de chip besteld. In de tweede fase van het project wordt de assemblagelijijn bij TNO aangepast om de productie van de nieuwe meettaster te kunnen uitvoeren. Deze oplossing voor flexibele assemblage is gebouwd door MA3 Solutions (More Accessible Micro Assembly within a Modular Architecture), een systeem integrator die een joint venture is van TNO en een aantal bedrijven. Op de micrometer nauwkeurig

De nano-meettaster





Fijnmanipulator van de MA3-assemblagelijijn bij TNO Industrie

Serie geassembleerde tasters

vindt assemblage plaats in een gesloten ruimte met lokale clean room condities. Daarbij wordt gebruik gemaakt van een gestandaardiseerd transportsysteem, een trillingsbestendige productieruimte, een integraal controlesysteem en aan te passen productieomstandigheden.

Als er voldoende tests zijn gedaan met de meettaster, zullen in de derde fase de resultaten worden geanalyseerd. 'We willen allereerst weten of de taster werkt volgens de specificaties', legt Edwin Bos uit. 'Minstens zo belangrijk is om te evalueren wat er goed en wat er fout ging. Daarvan kunnen we leren wat je in de toekomst anders moet doen om nog efficiënter te assembleren.'

Betrokkenheid van de industrie

C2V (Concept to Volume) is als technologiepartner van TNO de leverancier van de silicium chip in de meettaster. Dit in Enschede gevestigde bedrijf is gespecialiseerd in microfabricage van bijvoorbeeld gasstroomsnelheidsmeters, microvloeistofonderdelen en micromixers, die gebruikt worden voor chemische analyse. Vincent Spiering, directeur Marketing en Sales, herinnert zich dat de eerste versie van de meettaster, zes jaar geleden, ook door C2V is gemaakt. In het huidige IOP-project is C2V meer dan alleen een leverancier, want het bedrijf neemt ook deel aan de begeleidingscommissie.

Om de in de kennisinstituten opgedane kennis te verspreiden in het bedrijfsleven kunnen geïnteresseerde bedrijven tijdens het project zitting nemen in zo'n commissie. Twee keer per jaar komen ze bij elkaar om de resultaten te vernemen van de onderzoekers en de voortgang en andere zaken te bespreken. 'Omdat we zowel leverancier zijn als een toekomstige gebruiker van de in dit project opgedane kennis, hebben we er groot belang bij om in de begeleidingscommissie te zitten. Voor ons is zo'n vorm van samenwerking de enige manier om succesvol te zijn', zegt Vincent Spiering. 'We willen dat het onderzoek toepasbaar is in de markt, en in het bijzonder binnen ons bedrijf. Onze kennis van microfabricage en de expertise van de Eindhovense universiteit op het gebied van fijnmechanica zorgen voor nuttige kruisbestuiving.' Te Strake in Deurne is een systeemleverancier gespecialiseerd in de combinatie van mechatronica en motion control. Niet alleen is het bedrijf lid van de begeleidingscommissie, het is ook een van de deelnemers aan MA3. Jos Gunsing is technologiemanager en als

zodanig verantwoordelijk voor het ontwikkelen van kennis en expertise van nieuwe technologieën zoals MST. 'Het is mijn werk om de juiste kennispartners te zoeken en een netwerk op te bouwen. Wij maken de voor zulke nieuwe technologie benodigde apparatuur.' Voorbeelden van Te Strakes producten zijn pick & place en bewegingsmachines voor de halfgeleiderindustrie en in grafische en medische systemen. 'Ik vind het leuk nieuwe mensen en bedrijven te leren kennen, en voor mij heeft het samenwerken in een begeleidingscommissie veel voordelen. Los van de opgedane kennis, werkt het voor mij goed om contact te staan met de betrokken personen van andere bedrijven en van de kennisinstituten. Tijdens de vier jaar van een IOP-project leer je elkaar goed kennen.'

Begeleidingscommissie

Ardentis
Bronkhorst High-Tech
C2V
Dreves Engineering
Hogeschool van Utrecht
Integrated Mechanization Solutions
Mitutoyo Research Center Europe
NMI van Swinden Laboratorium
Philips Consumer Electronics
Te Strake
Technische Universiteit Delft
Technobis

Voor meer informatie over MST-assemblage

Drs. ing. Jan Eite Bullema, TNO Industrie
Telefoon (040) 265 04 88
E-mail j.bullema@ind.tno.nl
Website <http://pe.wtb.tue.nl/personal/bos>

Projectgroep MST-assemblage

Edwin Bos
Jan Eite Bullema (TNO)
Frank Delbressine
Han Haitjema
Piet Schellekens

IOP Precisietechnologie

Precisietechnologie is nodig om producten te realiseren met hoge vorm- of maatnauwkeurigheid, maar ook om producten of onderdelen snel en zeer precies te positioneren. Deze technologie is van toenemend belang voor uiteenlopende producten en sectoren als laptopcomputers (met name bij dataopslag), cd-spelers en dvd-recorders, optische en medische instrumenten, gsm-telefoons en de ruimtevaart. Door vérgaande miniaturisatie is het niet mogelijk deze functies met zuiver mechanische middelen te realiseren; een multidisciplinaire systeembenadering is noodzakelijk.

Het IOP Precisietechnologie bestaat sinds 1999. Sindsdien hebben 16 projecten subsidie gekregen voor onderzoek op drie gebieden.

- Bij systeemgericht ontwerpen gaat het om functies die met relatief grote snelheid en/of met zeer grote precisie verplaatsingen kunnen realiseren. Onderwerpen als piezo-actuatoren, precisieverplaatsing in vacuüm en mechanica met snelle algoritme vallen hieronder.
- Binnen het thema 'grenzen aan de maakbaarheid' gaat het om het verhogen van de nauwkeurigheid van bestaande maaktechnologieën door verbeterde procesbeheersing en/of het ontwikkelen van nieuwe productietechnieken. Niet alleen klassieke technieken als fijndraaien of spuitgieten zijn onderwerp van onderzoek, ook nieuwe technologieën zoals lithografisch etsen, bewerking met laser- of röntgenbundels en *chemical vapour deposition*.
- Precisie in de microstroomtechnologie is het derde gebied van dit IOP-programma. Het betreft systemen die bestaan uit sensor(en) en actuator(en), gekoppeld door een regelsysteem en gemaakt met technologieën afkomstig van de chipindustrie. Hieronder vallen fabricagetechnologieën als nat chemisch etsen en de verpakking van MST-devices, zoals de koppeling van optische chips aan glasfiber.

Voor vragen over IOP Precisietechnologie

Dr. Casper Langerak, secretaris programmacommissie

Telefoon (070) 373 53 12

Fax (070) 373 56 30

E-mail c.j.g.m.langerak@senter.nl

Website www.senter.nl/iop-pt

IOP

Een innovatiegericht onderzoeksprogramma (IOP) geeft subsidie aan innovatieve technologische onderzoeksprojecten bij universiteiten en andere non-profit onderzoeksinstituten. De overheid wil op deze manier de onderzoeksweld toegankelijker maken voor het bedrijfsleven en contacten tussen beide verbeteren en intensiveren. Voorwaarde is dat de projecten aansluiten bij de (lange termijn) onderzoeksbehoeften van het bedrijfsleven. Het programma stimuleert de interactie met bedrijven door hen te betrekken bij de projecten, door kennisoverdracht en door netwerkactiviteiten. Er wordt alles aan gedaan om te zorgen dat ieder programma leidt tot blijvende samenwerking tussen de Nederlandse onderzoeksinstituten en het bedrijfsleven.

Rol van het bedrijfsleven

Om de band tussen onderzoekers en bedrijfsleven te verstevigen, biedt een IOP aan bedrijven de mogelijkheid aan het onderzoek deel te nemen. Dat kan bijvoorbeeld op de volgende manieren:

- Zitting nemen in een begeleidingscommissie. Dit is de meest directe manier van kennisoverdracht omdat het lidmaatschap van een begeleidingscommissie nauw contact met een of meerdere projecten garandeert. Het bedrijf blijft op de hoogte van de laatste ontwikkelingen van het onderzoek en kan door de inbreng van praktijkervaring soms mede de richting van het onderzoek bepalen.
- Overnemen of gebruiken van patenten en/of licenties die het rechtstreekse gevolg zijn van het onderzoek aan universiteiten of non-profit onderzoeksinstituten.
- Het creëren van werkervaringsplaatsen voor onderzoekers, zodat de nieuw opgedane kennis snel aan een bedrijf wordt overgedragen en getoetst kan worden in de praktijk.

Colofon

Dit is een uitgave van **SenterNovem**
Juli 2004

SenterNovem Den Haag
Juliana van Stolberglaan 3
Postbus 93144
2509 AC Den Haag

Telefoon (070) 373 50 00
Fax (070) 373 51 00

Algemene informatie en advies:
Telefoon (070) 373 52 77
E-mail info@senternovem.nl
Internet www.senternovem.nl

SenterNovem is een agentschap van het Ministerie van Economische Zaken



TNO Industrie is een van de 16 instituten van TNO, Nederlands grootste onafhankelijke onderzoeksinstituut. Het vergroot de concurrentiekracht van bedrijven door hen te ondersteunen met productontwikkeling, met ontwikkeling van materialen en productieprocessen.

TU/e technische universiteit eindhoven

De Technische Universiteit Eindhoven verzorgt ingenieurs-, ontwerpers- en lerarenopleidingen en post-academische cursussen. Het onderwijs stoeit op de eigen onderzoeksactiviteiten en is ontwerpgericht.



Ministerie van Economische Zaken

Aan deze tekst kunnen geen rechten worden ontleend.