

Mikroniek

4

(5)

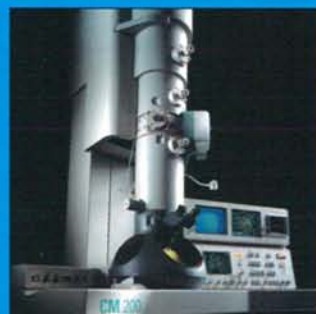
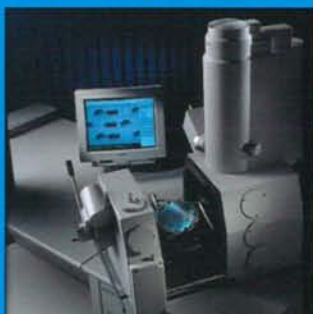
JAARGANG 37

NVPT VAKBLAD VOOR PRECISIE-TECHNOLOGIE

50 jaar
NVPT

Jubileumnummer

Philips Elektronenmicroscopen



Laten het kleinste detail waarheid worden

Wat Uw vakgebied ook is - materiaal-
kunde, levenswetenschap, medisch
onderzoek of kwaliteitsbewaking -
onze geavanceerde transmissie en
scanning-elektronenmicroscopen
onthullen het kleinste detail.
Makkelijker, sneller en nauwkeuriger.

Philips Electron Optics,
voice: +31 40 27 66 768
fax: +31 40 27 66 786
e-mail: marcom@eo.ie.philips.nl
website: www.peo.philips.com

Let's make things better.



PHILIPS

In dit nummer

Mikroniek nummer 5 - 1997

- | | | | |
|------------|---|------------|---|
| 129 | <i>Precisie techniek in een Multidisciplinaire Wereld</i> | 145 | <i>Commercialisering van MTS-producten</i>
V.L. Spiering |
| 131 | <i>Verenigingsnieuws/Actueel</i> | 148 | <i>De kleinste zoomcamera</i>
N. Kat |
| 134 | <i>De lauweren der precisie techniek</i>
C.J.M. Geenen | 151 | <i>Medische precisie techniek</i>
C.J. Snijder |
| 137 | <i>Nauwkeurig positioneren met piëzo-elektrische elementen</i>
F. Zuurveen | 154 | <i>Piëzo-aangedreven vervormbare spiegel</i>
Dr. ir. G. van Schothorst |
| 140 | <i>Mechatronisch ontwerpen, multidisciplinair beslissen</i>
M.P. Koster | 159 | <i>Magneetlagereing</i>
A. Molenaar |
| 142 | <i>Ontwikkelingen en applicaties in de Micro Systeem Technologie</i>
J. Fluitman | 164 | <i>Produktinfo</i> |

Rivac Technology bv

Bolksheuvel 17A
5581 HM WAALRE
Tel.: (040) 221 75 20
Fax: (040) 221 79 55



Rivac Technology heeft de exclusieve vertegenwoordiging van

Varian Vacuum Products in de Benelux

Wij leveren:

Pompen: draaischuifpompen, membraanpompen, turbopompen, ionenpompen

Meetapparatuur: van voorvacuüm tot ultrahoogvacuüm, heliumlekzoekers

Vacuümcomponenten: flenzen, dichtingen, kleppen, doorvoeren

Wij zenden u graag de gratis Varian catalogus toe

varian  het vanouds bekende merk voor kwaliteit!

Wij ontwerpen en bouwen ook **vacuümsystemen** op klantenspecificatie



Nederlandse Vereniging voor
precisie-technologie

Uitgave:
NVPT

Redactie:

Dr. ing. D. Blank
Dr. J. Elders
Ir. S. van de Graaf (hoofd redactie)
H.M.C. Heubers
M.N. Koning
Ir. G. Nützel
Dr. ir. P.C.J.N. Rosielle
H.G.J. Rutten
Dr. ir. J. Verkerk

Redactiesecretariaat:

Mikroniek
Postbus 80.004, 3508 TA Utrecht
Telefoon: 030-2531710 / 2531639

Redactie-adviesraad:

Prof. L.H.J.F. Beckmann
Prof. dr. ir. H.F. van Beek
Prof. dr. ir. J. Bleeker
Ir. P. Brinkgreve
Ing. M.F. Dierselhuis
Prof. dr. J. Fluitman
Prof. ir. C. Heuvelman
Ir. D. de Hoop
Dr. ir. J.A. Rietdijk
Prof. dr. ir. P.H.J. Schellekens
Prof. dr. ir. Ch. Snijders
Ir. G. Vaessen
Prof. dr. ir. A.J.A. Vandenput

Advertenties:

Buro Jet bv
Postbus 1890, 2280 RW Rijswijk
Telefoon: 070-3990000; Fax: 070-3902488

Abonnementen:

Mikroniek
J. Verkerk
Postbus 80.004, 3508 TA Utrecht
Telefoon: 030-2531710 / 2531639
Fax: 030-2522267
Abonnementskosten Mikroniek:
Nederland f105,- per jaar
Buitenland f132,- per jaar
Alle prijzen excl. BTW

Secretariaat NVPT

Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven
Telefoon: 040-2947937; Fax: 040-2125075

Vormgeving:

Twin Design B.V., Culemborg

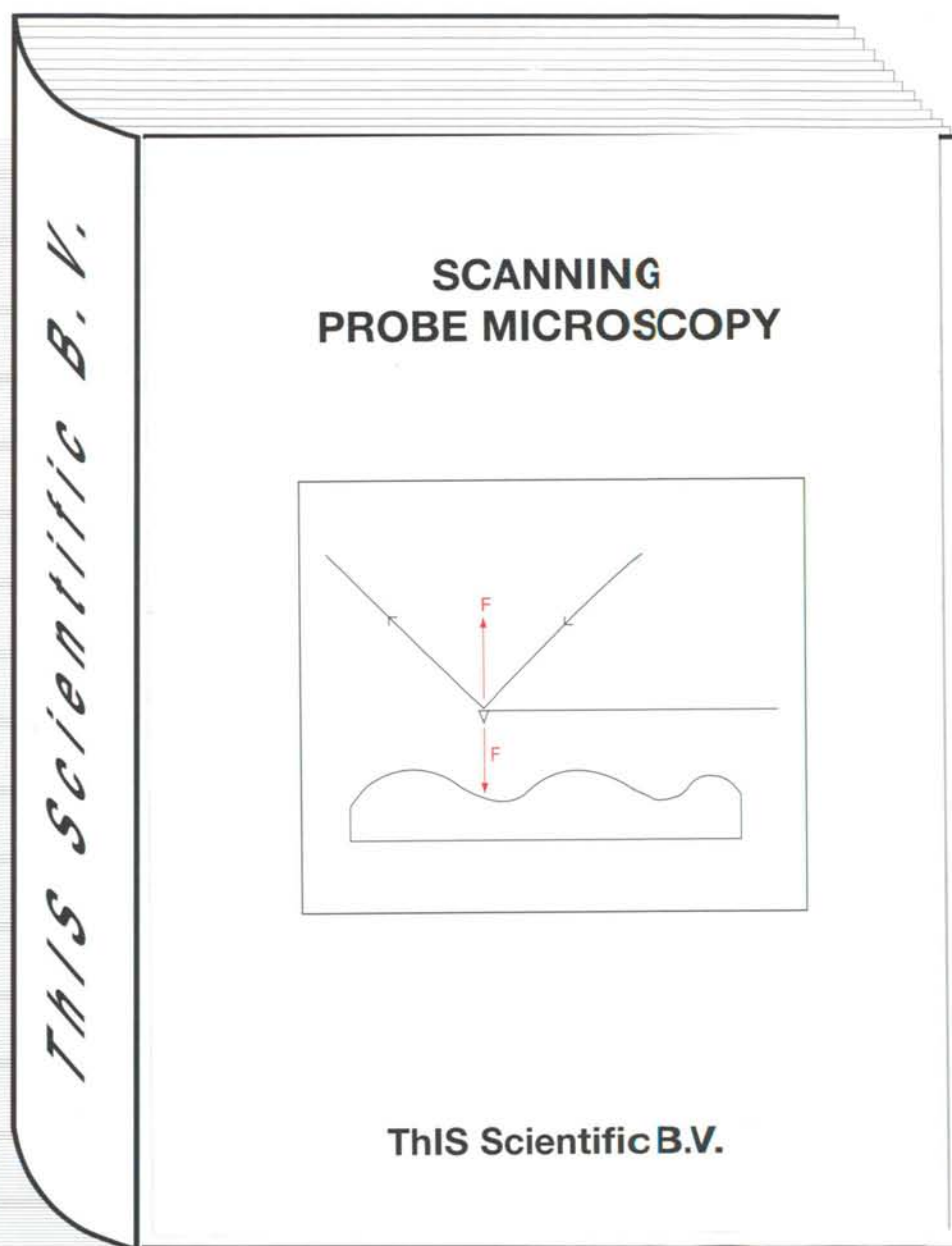
Lay-out en realisatie:

Twin Design B.V., Culemborg

Mikroniek verschijnt zes maal per jaar

© Niets van deze uitgave mag overgenomen of
vermenigvuldigd worden zonder nadrukkelijke
toestemming van de redactie.
ISSN 0026-3699

**Als u kritische oppervlaktestructuren
drie-dimensionaal wilt opmeten....**



**...Lees dan over de laatste ontwikkelingen in
Scanning Probe Microscopy en vraag deze syllabus aan.**



PUTTING TECHNOLOGY IN ITS PLACE

THIS Scientific B.V.
Stationspark 405
Postbus 1216
3360 BE Sliedrecht
Tel: (0)184-49 09 09
Fax: (0)184-49 09 95
E-mail: info@thisscientific.nl

Precisietechniek in een Multidisciplinaire Wereld

Met een jubileumcongres en expositie werd op 25 september jl. het 50-jarig bestaan van de NVPT gevierd. Ruim 200 personen hadden zich aangemeld, zodat het er gezellig druk was. Veel oude bekenden kwamen elkaar weer tegen en veel nieuwe contacten werden gelegd. Onder de titel "Precisietechniek in een Multidisciplinaire Wereld" startte het congres met een aantal sprekers van naam, die een overzicht gaven van de nieuwste ontwikkelingen in dit zeer brede en zich dynamisch ontwikkelende vakgebied. Tijdens de pauzes was er gelegenheid de expositie te bezoeken en te netwerken. Een groot aantal gespecialiseerde leveranciers toonde hun producten en mogelijkheden. 's Middags was er keuze uit drie parallelsessies, die een interessant beeld gaven van de breedheid van het vakgebied.

De borrel aan het eind van de dag werd opgeluisterd door de vrolijke muziek van een band.

Bijgaand een aantal impressies van deze dag, voor u vastgelegd door ons NVPT-lid André Benschop.

Opening van het congres met de sprekers van de ochtend, vlnr J. Verkerk, H.F. van Beek, C.J.M. Geenen, M.P. Koster, J. Fluitman, V. Spiering, N. de Rooy.



De geëxposeerde producten trokken ieders aandacht.



N. de Rooy, speciaal uit Neuchatel gekomen om te vertellen over gerealiseerde MST-toepassingen.

Volle zaal
bij de
ochtend
sessies.



Door de knieën om het
allemaal goed te zien.



's Middags kon er
gekozen worden
uit 3 parallele
lezingen.



Oude banden werden
aangehaald en nieuwe
contacten gelegd.



Expositiebezoek
en onderlinge
contacten in de
koffiepauze.



Nieuwe contacten worden gelegd.



Tevreden standhouders na afloop.

RUIM 25 JAAR PRODUCENT VAN PRECISIE-ONDERDELEN
EN FIJNMECHANISCHE COMPONENTEN

Precies daarom

WAT BIEDT BAKKER FIJNMETAAL?

Bakker Fijnmetaal heeft in meer dan 25 jaar een reputatie opgebouwd als toeleverancier van fijnmechanische onderdelen van metaal en kunststof aan afnemers, die scherpe eisen stellen aan kwaliteit, prijs en leverbetrouwbaarheid.

Wij staan in de eerste plaats opgesteld voor producten met hoge eisen vooral op het gebied van nauwkeurigheid en afwerking. Uiteraard kunnen afnemers ook bij ons terecht voor producten en componenten waaraan minder strenge eisen ten grondslag liggen.

Een greep uit ons toeleveringsterrein: electronica, micro- electronica, lasertechniek, telecommunicatie, medische industrie.

Aan afnemers in deze marktgebieden leveren wij verspaningsonderdelen met zeer nauwe toleranties. Nauwkeurigheid speelt bij deze onderdelen een sleutelrol voor het vervullen van kritische functies in complexe samenstellingen of in eindproducten.

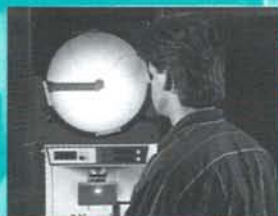
Ook klanten die het op prijs stellen om precisieonderdelen samen met de toeleverancier te ontwikkelen, vinden in Bakker Fijnmetaal een hoogwaardige en ervaren partner.

Diversiteit in materialen en producten is kenmerkend voor het leverbare productenpakket. Materialen als koper, messing, aluminium, titaan, roestvrijstaal en gietlegeringen, maar ook diverse kunststoffen vallen hieronder.

Ons modern machinepark met o.a. enkele meerassige CNC bestuurd bewerkingscentra stelt ons in staat om gecompliceerde producten tegen concurrerende prijzen te leveren mede dankzij de bediening van deze apparatuur door hooggekwalificeerd personeel. Tevens kunnen wij ons daardoor ook flexibel opstellen ten aanzien van seriegrootte en levertijd.

Ons kwaliteitsborgingssysteem is gebaseerd op de ISO 9002 standaard. Met moderne meetapparatuur bewaken wij zorgvuldig de produktkwaliteit. Afspraken omtrent meetrapportage en meetmethode, zoals statistische procescontrole zijn flexibel te realiseren.

Kortom: wij staan garant voor optimale kwaliteit.



FIJN METAAL

Bakker

Ekkersrijt 1310, 5692 AH Son
Postbus 139, 5690 AC Son
Nederland

Metaalbewerkingsbedrijf B.V.

Telefoon 31-0499-473416
Telefax 31-0499-477229
K.V.K. Eindhoven 32113

Grootscheepse vernieuwing bij MARIN

Het Maritiem Research Instituut Nederland, MARIN, is bezig zijn sleeptanks en instrumentatie te vernieuwen, zoals sensoren en data-acquisitiesystemen. Naast de standaardmeettechnieken is ook een aantal innovatieve meettechnieken gewenst. Instrumentalisten worden uitgenodigd om voorstellen te doen voor innovatieve meet-systemen en de implementatie daarvan.

Marin is het grootste marktgerichte maritieme onderzoeksinstituut ter wereld. Het instituut is in 1932 gesticht en richt zich zowel op fundamenteel onderzoek als op industriële dienstverlening, voornamelijk in opdracht van de maritieme industrie.

Bij fundamenteel onderzoek moet men bijvoorbeeld denken aan alternatieve voortstuwars (alternatieven voor schroeven) of alternatieve scheepsonwerpen. Deze research wordt gedeeltelijk gesponsord door de overheid maar vindt ook plaats als samenwerkingsproject met diverse grote werven. Industriële dienstverlening vormt de hoofdzaak van de werkzaamheden, zoals:

- advisering, berekening en ontwerp van rompvormen, schroeven, etc
- bepaling van de weerstand en het benodigd vermogen voor het voortstuwars van scheepsrampen
- bepaling van het gedrag van schepen of offshore constructies in golven, stroom en wind, etc.

Modernisering

Voor het onderzoek worden modelproeven uitgevoerd in sleeptanks; Marin beschikt over zeven tanks, elk met hun eigen specifieke modeleigenschappen.

In 1996 is het besluit gevallen de faciliteiten van Marin grondig te vernieuwen; hiervoor is van de overheid een subsidie van 100 miljoen gulden ontvangen. De huidige zeegangstank en de golfstromingstank zijn vanwege hun afmetingen en door veroudering niet meer geschikt voor het efficiënt uitvoeren van de steeds complexer wordende proeven. Zij zullen dan ook geheel vervangen worden voor een zeegangstank van 170 x 40 x 5 m en een offshore tank van 36 x 45 x 10 m. Ook de diepwatertank en vacuüm tank zullen de nodige vernieuwingen ondergaan.

Het ontwerp is in volle gang en de oplevering is gepland medio 1999.

Instrumentatie

Tijdens de modelproeven vinden op grote schaal metingen plaats, het aantal meetpunten per model varieert van 3 tot meer dan 100. Gemeten worden kracht (1 tot 6 componenten), versnelling, snelheid van water of lucht, golfhoogte, toerental, druk, etc. Een gedeelte van de sensoren wordt ingekocht, maar een aanzienlijk deel wordt door derden op specificatie geleverd of door Marin zelf gemaakt. Ze dienen geschikt te zijn voor onderwatergebruik.

Er is een grote verscheidenheid aan aandrijfsystemen: motoren en overbrengingen, thrusters, servos, etc., zij vormen een wezenlijk onderdeel van de instrumentatie. Computers worden toegepast als besturings- en data-acquisitiesysteem. Daarnaast heeft Marin een aantal specifieke meetsystemen die speciaal voor een meetdoel gemaakt zijn, voorbeelden zijn: volstroommeetsysteem, weerstandsdynamometer, etc.

De instrumentatie van Marin wordt continu aangepast. Nu doet zich de mogelijkheid voor om de instrumentatie op grote schaal te vernieuwen, van sensor tot data-acquisitiesysteem. Ook willen wij nieuwe meettechnieken en sensoren introduceren. Wij denken bijvoorbeeld aan meten met behulp van videotechnieken voor positie- en golfmetingen, lasersnede technieken voor golfmetingen, etc. Tevens willen we de miniaturisatie van sensoren voortzetten door toepassing van micro-elektronica.

Marin heeft natuurlijk niet op elk gebied de know-how van deze technieken in huis en is voor diverse gebieden dan ook nog op zoek naar partners of leveranciers met specifieke kennis.

Mochten er meerdere aanbieders zijn die hun krachten willen bundelen, dan wil de NVPT desgewenst voor enige coördinatie zorgen en in het leggen van contacten bemiddelen.

Voor nader informatie:

MARIN

Mw. K. Heuperman

Dhr. H.A. Hupkes vd Elst

Tel.: 0317-493911

Regionale Werkgroep Twente

Themabijeenkomst, 11 november 1997; 15.30 uur ;
ROC Oost-Nederland, unit Hengelo -Techniek, Industrieplein 2 (achter het NS-station) te Hengelo.
In samenwerking met het Innovatie Centrum - Overijssel organiseert de Regionale Werkgroep Twente van de NVPT:

"Ontwerpen: basis voor industrieel succes"

Programma:

- 15.30 Ontvangst in het ROC te Hengelo
- 16.00 Welkom en inleiding op het programma
ir. G. van Drunen, secretaris NVPT
- 16.10 Ontwerpen: basis voor industrieel succes
Prof. Dr. Ir. M-P- Koster, hoogleraar
Mechatronica Universiteit Twente;
CFT - Philips Eindhoven
- 17.00 Smart Disk
Dr. Ir. T-J-A. de Vries, Vakgroep Mechatronica
Universiteit Twente
- 17.30 Pauze (met broodjes)
- 18.15 Kip en Ei - verhaal: de weg van idee naar
verkoopbaar product
Ing. A.A. van Dijk, IC - Overijssel
- 18.45 Forumdiscussie onder leiding van Ir. G.
van Drunen
- 19.15 Sluiting

Aan de deelname aan deze themabijeenkomst zijn geen kosten verbonden.

Aanmelding vóór 1 november bij
Secretariaat NVPT,
Postbus 6367 - 5600 HJ Eindhoven
Tel.: 040 - 294 7937
Fax: 040 - 212 5075

DMG Benelux

Op 1 augustus j.l. opende DMG Benelux haar deuren voor België en Luxemburg. Zij biedt topkwaliteit op



het gebied van draai- en freesbanken, wat uw concurrentiepositie ten aanzien van techniek en know-how zeker zal versterken. Met de beide vestigingen in Veenendaal en Zaventem staan de prestaties en producten van de Europese machinefabrieken **DECKEL**

MAHO, GILDEMEISTER en **MAX MÜLLER** voortaan nog sneller ter beschikking.

Het is het streven van DMG Benelux dat zij, naast het aanbieden van technologisch hoogwaardige producten en grondig advies, tevens uitgebreide service, snelle levering van reserveonderdelen en assistentie bij reparatie, inbedrijfstelling, scholing en financiering realiseert.

Voor uitvoerige info:

DMG Benelux BV
Tel.: 0318-557 611
Fax: 0318-524 429

Nieuwe directeur elektronica beleid ICNN

Sinds januari van dit jaar maakt het Centrum voor Micro-Elektronica (CME) na een volledige fusie deel uit van het Innovatie Centra Netwerk Nederland (ICNN). De missie van het CME in de nieuwe constructie is het toegankelijk en toepasbaar maken van technologische kennis voor middelgrote en kleine ondernemingen (MKB), waarvoor technologie in het algemeen en elektronica in het bijzonder een factor van belang is.

Daarbij volgde Dr.Ir. André de Jonge op 1 september jl. Ir. Bas Krijgsman op als directeur ten behoeve van het nieuwe elektronica-beleid binnen ICNN.

De heer Krijgsman, die deze functie gedurende 7 jaren met succes vervulde, blijft op part-time basis als projectadviseur verbonden aan de ICNN-organisatie.

Ten gevolge van de integratie van het CME met het Netwerk van InnovatieCentra wordt de toegankelijkheid van de door de organisatie aangeboden kennis eenvoudiger, waardoor klanten een beter gebruik kunnen maken van de dienstverlening op elektronica- en ICT gebied. Dit laatste betekent, dat de weg naar marktsucces voor meer bedrijven is weggelegd.

"Een geweldig netwerk met een 'technologische voordeur' om de hoek van elk bedrijf in Nederland", aldus de nieuwe directeur en hij ziet de toekomst derhalve met vertrouwen tegemoet.

**CONTOUR**

FINE TOOLING B.V.

Diamond Tool Technology

Contour Fine Tooling is specialist op het gebied van monokristallijne **diamantgereedschappen** voor **ultra precisie verspaning**. Onze draaibeitels worden wereldwijd ingezet voor het vervaardigen van componenten (kunststof, non-ferro, IR-kristallen) met hoge eisen aan vormnauwkeurigheid en oppervlaktegesteldheid.

De gereedschappen zijn leverbaar met natuurdiamant of synthetische diamant met radiusgrootte tussen 1µm en 500mm. Waviness over de snijkant (peak-to-valley) kan gespecificeerd worden tot een minimale tolerantie van $\leq 0,05\mu\text{m}$. Voor veel toepassingen kunnen standaardbeitels ingezet worden, voor uw specifiek probleem ontwerpen wij graag een speciaal gereedschap.

Voor aanvullende informatie kunt u terecht op onze homepage www.contour-diamonds.com.

Contour Fine Tooling BV

Geenhovensedreef 22, 5552 BD Valkenswaard
tel 040-2082363, fax 040-2082313a

VELD INSTRUMENTS B.V.

LASERLASSEN:

Micro-lasbewerkingen aan (complexe) fijnmechanische producten van staal, rvs, hastelloy, titaan, tantaal en molybdeen middels de Nd:Yag-laser.

LASERGRAVEREN:

Het contactloos aanbrengen van teksten, afbeeldingen, CEmarkeringen, barcodes of doorlopende cijfermatige coderingen op metaaloppervlakken, keramiek, kunststof, hout, leer, glas en textiel.

Ulenpasweg 1a
7041 GB 's-Heerenberg
Postbus 54
7040 AB 's-Heerenberg

Tel.: 0314-661980
Fax.: 0314-662373

Bolk Techniek

Fijn-mechanische ontwikkeling

BOLK TECHNIEK

Fijn-mechanische ontwikkeling.

Rienderensestraat 31
6964 BG Hall (Eerbeek)
Telf: 0313 651773 Fax 651197
E-mail : bolk@worldaccess.nl

Bolk Techniek, innovatief en inventief.
Beschikt over 3D CAD-CAE, Pro-Engineer.
Sterkte berekening, simulatie en animatie.
Vooruitstrevend, goed idee, directe
toepassing, en inventieve oplossingen.
Slaat brug tussen idee en produkt.
Het biedt u gemak, en kostenbesparing.

Laat u vrijblijvend informeren, en vraag
onze folder aan en doe het nu!
Kontakt persoon: Mevr. A.M.M. Veldman.
telf: (0313 651773) fax 651197
E-mail : bolk@worldaccess.nl

TechnotekProduktontwikkeling
& -ontwerp

Technotek bv
Koraalrood 153
2718 SB Zoetermeer
Tel. (079) 362 06 00
Fax (079) 362 15 11

45 seconden....

Geachte lezer,

45 Seconden, meer tijd vragen wij niet van u.
In die tijd willen wij ons graag aan u voorstellen:
Technotek bv, ontwerp bureau voor precisiemechanica bij uitstek.

25 Ontwerpers en 15 jaar ervaring stellen wij u ter beschikking voor het ontwerp van uw product: binnen onze sectie fijn- en optomechanica is een schat aan kennis opgebouwd. Aan de hand van projectvoorbeelden zullen wij u dat met genoeg tonen.

Wenst u bredere kennis dan alleen mechanica?
Geen bezwaar, daarin ligt juist onze sterkte. Wij stellen u dan ook graag voor aan onze zusterbedrijven:
Binnen de Multin Technology Group werken industrieel ontwerpers, werktuigbouwkundigen, instrumentmakers, elektronici, informatici en natuurkundigen – in totaal ruim 140 medewerkers – samen met u en een netwerk van toeleveranciers aan de verwezenlijking van uw productontwikkelingsproject.

Bent u op zoek naar een partner die écht verstand van zaken heeft?

Bel ons dan nu voor een afspraak.
Wij nemen met genoeg ruim de tijd om met u kennis te maken, uw wensen te begrijpen en te bespreken hoe Technotek u daarbij kan ondersteunen.

In afwachting van uw reactie verblijven wij,
met vriendelijke groeten,

Technotek bv

ir. H de Groot
commercieel manager

"Technotek en mechanica"
Waarin een groot bureau *fijn* kan zijn...

"Wij zullen, in de trant van onze Strategienota met behulp van ICNN, de schouders er onder zetten en met kracht doorstoten op actuele terreinen zoals bijvoorbeeld DSP, JAVA en Embedded Systems".

Voor nadere informatie:

Centrum voor Micro-elektronica / ICNN

Ir H.J. Bosch

Tel.: 0318-580 200

Fax: 0318-580 234.

Cursus EEM en FEMAP

Op 4, 11, 18 en 21 november a.s. te Vianen.

De Eindige Elementen Methode (EEM) biedt mogelijkheden voor het optimaliseren van producten, zodat niet meer materiaal hoeft te worden verwerkt dan strikt genomen noodzakelijk is. Bovendien kan hinderlijk trillingsgedrag kan worden voorspeld en kan het ontwerp van het product worden aangepast. De efficiency van de voor EEM benodigde hard- en software is tegenwoordig zodanig dat de rekentijden aanvaardbaar zijn. Grafische beelden bieden een helder inzicht in de uitkomsten, zodat conclusies snel kunnen worden getrokken.

Gebruikers van EEM-software dienen echter over elementaire kennis aangaande de methode en de te gebruiken programmatuur te beschikken om tot bruikbare resultaten te kunnen komen. De cursus voorziet naast de benodigde theoretische achtergrondkennis ook in het opbouwen van praktische vaardigheden bij het modelleren. De deelnemers krijgen daartoe de beschikking over gelimiteerde versies van **FEMAP** en **CDA/sprint**. Ook zal tijdens de workshop het geavanceerde pakket **CSAINASTRAN** beschikbaar zijn.

Voor nadere informatie:

MSE Mechanics Software Enterprises BV

Bergen (NH)

Fax: 072-581 4142.

Cursussen PATO

RAM optimalisatie en ontwerpbeoordeling met FMECA

Tweedaagse cursus op 5 en 6 november a.s. te Arnhem.

De cursus verschaft u inzicht in de betrouwbaarheid, beschikbaarheid en onderhoudbaarheid van complexe technische installaties, zodat het opstellen van eenvoudige specificaties tot de mogelijkheid behoort.

Daarnaast wordt u vertrouwd gemaakt met de FMECA-

methode voor het in de ontwerpfase systematisch onderzoeken van mogelijke faalrisico's en faaleffecten.

Cursusleiding: ir. R.W. van Otterloo (NV KEMA).

Deelnamekosten: fl 1.925,- p.p.

Analyseren en verbeteren van bedrijfsprocessen

Vijfdaagse cursus op 13, 20, 27 november en 4, 11 december a.s. te Delft.

De cursus verschaft u inzicht en vaardigheid m.b.t. de toepassing van de systeemkunde voor analyse en verbetering van bedrijfsprocessen door deze probleemgericht in kaart te brengen.

Cursusleiding: prof.ir. H. Bikker en ir. R. Dekkers (TU Delft).

Deelnamekosten: fl 3.645,- p.p.

Industriële marketing voor technici

Driedaagse cursus op 2, 3 en 4 december a.s. te Mierlo. Deelnemers vertrouwd maken met de inhoud en betekenis van marketing in een technisch- commerciële werkomgeving. De cursus verschaft u praktische denk-kaders en concepten voor het gericht en systematisch omgaan met marktonzekerheden.

Cursusleiding: prof.dr. H.W.C. van der Hart (TU Eindhoven).

Deelnamekosten: fl 2.865,- p.p. (excl. hotel)

Industriële statistiek en kwaliteit

Tweedaagse cursus op 11 en 12 november a.s. te Eindhoven.

De cursus laat u kennis maken met de mogelijkheden van de statistische denkwijzen en methoden bij het beheersen en verbeteren van de kwaliteit van bestaande en nieuw te ontwerpen processen en producten.

Cursusleiding: ir. P.J.A. Banens (Centre for Quantative Methods).

Deelnamekosten: fl 1.795,- p.p.

Multivariate statistiek

Vierdaagse cursus op 21, 28 november en 12, 19 december a.s. te Eindhoven.

De cursus verschaft u kennis en vaardigheid over de toepassing van multivariate statistiek voor de analyse van datasets met meerdere variabelen.

Cursusleiding: dr. J.B. Dijkstra (Rekencentrum TU Eindhoven).

Deelnamekosten: fl 2.625,- p.p.

Voor nadere informatie:

Stichting PATO

Tel.: 070-364 4957

Fax: 070 356 2722.

INSTRUMENTMAKERIJ

MEDEJA

Industrieweg 13A
1566 JN Assendelft
Tel. 075 - 6211277, Fax 075 - 6286744

Gespecialiseerd in:

- ⇒ Ontwikkelen, fabriceren van medische apparaten
- ⇒ Vervaardigen van onderdelen
- ⇒ Volgens tekening of model
- ⇒ Draai- en freeswerk, ook kunststoffen, CNC en konventioneel
- ⇒ Lassen argon-arc, mig
- ⇒ Slijpen en Reparatie medische instrumenten

Uw botte HM frezen als NIEUW geslepen !!!

Maakt u kennis met onze perfecte slijpmethode, het is beslist de moeite waard.

Tevens slijpen van speciaalgereedschap.

Wij leveren ook elk model VHM frezen Ø 2-25 2-3-4 snijder uit voorraad.

Kafra Hard Metal Tools
Precisieslijperij
Tel. 0545-294945 Fax 295117

Oude Eibergseweg 4a
7161 RN Neede



Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium

National Aerospace Laboratory NLR



Integratie van kennis en kunde op vele gebieden:

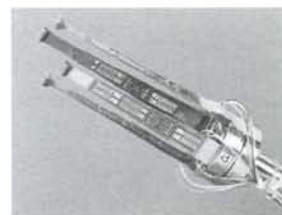
- precisietechnologie
- mechatronica
- constructies en materialen
- elektronica
- simulatie
- test en evaluatie

Prototype-bouw

- gespecialiseerd in ontwerp en vervaardiging van prototypes, functie- en zichtmodellen, testmodellen
- uitgebreide faciliteiten voor ontwerp, productie en evaluatie van constructies en materialen



NLR Precision Engineering



Probleemoplossers



Voor meer informatie:

Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
Technische Diensten
Voorsterweg 31, 8316 PR Marknesse
Postbus 153, 8300 AD Emmeloord
Tel. (0527) 24 84 01/24 83 84
Fax (0527) 24 82 10
E-mail: twisk@nlr.nl
Internet: http://www.nlr.nl

Meldt u nu aan als lid.

Bel NVPT secretariaat
tel.nr. 030 2531710



Ondersteuning nodig op het gebied van

PRECISION ENGINEERING?

Wij ontwikkelen en realiseren:

- * fijnmechanische speciaal machines
- * laserapplicaties
- * meetopstellingen



Janssen Precision Engineering B.V.

Op de Locht 28
6241NS Bunde NL

Tel.: +31(0)43 3650180
Fax.: +31(0)43 3580036

Meer info? zie internet home page www.jpe.nl

De lauweren der precisietechniek



C.J.M. Geenen *Graag wil ik u feliciteren met de vijftigste verjaardag van uw vereniging, het is een gelegenheid om bij stil te staan en te kijken naar hoe het zo allemaal gekomen is. Bij een vijftigste verjaardag komt ook vaak de vraag aan de orde "Hoe lang werk je nog?" In dit tijdsgewricht van snelle veranderingen zijn sommige inderdaad uitgewerkt, maar dat geldt niet voor u. Het op uw lauweren rusten is niet van toepassing, maar evenzo goed is soms even stilstaan goed voor een omgevingsoriëntatie, goed voor het verkennen van de mogelijkheden van de paden die ingeslagen kunnen worden. Stilstaan, maar dan wel op een rijdende trein van de dagelijkse bedrijvigheid. Met de benen even op tafel om te kijken naar de veranderingen, de innovaties die we kiezen.*

Vernieuwing heeft vaak gedreven op het kunnen van de instrumentmakers. Op universiteitslaboratoria en het Natlab vielen de grenzen van onderzoek en de onnauwkeurigheid van bewerking vaak samen. Voorbeelden zijn microverspaning tot optische kwaliteit en het scheiden en vormen van stoffen zonder warmte inbreng. De kristalstructuur en daarmee de mechanische eigenschappen blijven dus behouden. Dat dit geen algemeen beschikbare kennis is, blijkt uit recente krantenberichten waarin men verbijsterd constateert dat het wel heel makkelijk is met vonkverspanen een perfecte negatief van een muntstuk in een matrijs aan te brengen. Natuurlijk zijn inmiddels ook verdienstelijke kleurkopieën van papiergeld verschenen. De kranten zijn verbijsterd. Dat heeft alles te maken met het toepassen van bekende technologieën. Geschokt zijn mensen waarvoor dat nieuw is. Voor hen is dat innovatie, nieuw en niet te geloven. Wat is innovatie voor u? Hangen over tien jaar de lauweren nog steeds aan de wand bij u?

Vele kleine stappen

Innovatie is een proces waarbij telkens opnieuw kleine veranderingen ingevoerd worden waarvan we het gevoel hebben dat het een verbetering is. Dat komt ons bekend voor. Als je kijkt naar sportprestaties dan zie je ook zo'n proces van voortdurende verbetering. Kijk je op enige afstand naar wat er gebeurt, dan zie je dat de prestaties slechts marginaal

toenemen. We kruipen naar een grens. Het meten van tienden gaat naar het meten van honderdsten van seconden.

Niet dat je daar niet ver mee kunt komen. Onlangs haalde ik een groot wespennest uit de nok van mijn huis. Als je dat bekijkt dan zie waartoe een darwinaans proces van optimalisatie in staat is. Vele duizenden beestjes gericht op het produceren van voldoende koninginnen aan het eind van het seizoen. In een gebouw dat perfect is in opbouw. De sterkte van de zuilen waaraan de verschillende verdiepingen hangen. De structuur van de bouw die laat zien dat de beestje begrijpen hoe je een niet-uniforme sterkte van vezels uitbuit. Tegelijkertijd is er een prima warmtehuishouding, de vochtigheid is voor de larven optimaal. De logistiek is in orde en ga zo maar door. Mooi, je kunt er veel van leren, maar op zich is het uitontwikkeld. Bij wespen zal er in de eeuwen niet veel veranderen.

Laat ik ter vergelijking een rendement van een omzetter nemen. Een verbetering van 99,8 naar 99,9 betekent 100% minder verlies. Dat is niet te weinig, zeker in termen van warmteafvoer.

De vraag is of u zo blij bent met 100% rendementverbetering in de marge. Voor mij is dat helder. Nee.

Soms een grote stap

Dus is de vraag hoe je komt tot grotere stappen in het innovatieproces. De gebruikelijke is dat u allen

naar beurzen gaat, uw concurrenten in de gaten houdt, en bezig bent met het uitbuiten van uw kennis. U bent lid van de NVPT, u leest uw interessante blad. De vraag is of dat voldoende is en ik denk dat velen vinden dat dat meer dan voldoende is. Ondanks het feit dat te vaak de vakbladen ongelezen op het bureau liggen en u denkt dat veel van wat er in staat, niet of nauwelijks toepasbaar is. Herkent u dat? Maar als je wilt overleven dan is er van tijd tot tijd een grotere stap nodig dan het optimaliseren tot de grens.

Hoe komen we tot een stap? Niet door lid te zijn van een club voor gelijkgestemden. Daar haalt u de kennis vandaan voor het voortdurende verbeteringsproces. Niet slecht, moet u doen, maar onvoldoende om op lange termijn te overleven. Wat stimuleert nu de kwaliteit en vooral de stapgrootte van innovatie? Ik noem er een paar:

Nieuwsgierigheid en verbazing

Nieuwsgierigheid en verbazing laten werken als ideegenerator naar de eigen situatie. Ik noemde net het wespennest, zo construeren, gebruik maken van bijvoorbeeld materiaalstructuur, wat betekent dat voor mijn product? Kijk eens systematisch naar de werken van Rien Koster, en dan niet alleen de hoogst interessante actuators van de smart-disc waar hij in deze cyclus over praat, maar vooral ook de basisconstructies, onder andere gepubliceerd in uw blad.

Materialen

Kijk bij uw producten eens opnieuw naar de constructiestof. Laat ook anderen eens naar uw materialen kijken. Benut nieuwe uitdagingen, bijvoorbeeld is het aan elke productleverancier opgedragen na te denken over de milieucomponent van zijn goederen. Als u weet wat er met uw product in de afvalfase zal gebeuren, is het voor de materiaalkeuze totaal verschillend of het verbrand, gerecycled of gestort wordt. Dat kan interessante nieuwe gezichtspunten opleveren.

Kijk ook eens naar materiaaleigenschappen zoals die worden bepaald door de stofsamenstelling. Gebruikelijk is om bij metalen mengstoffen en verontreinigingen op te geven tot op een tiende procent. Dat is 10^{-3} , echter in de halfgeleiders zijn verontreinigingen tussen 10^{-5} en 10^{-9} relevant. Dat groeit natuurlijk naar elkaar toe, misschien kunt u er iets mee. Mooie perspectieven.

Oppervlaktetechnologie

Het is een bekend verschijnsel dat oppervlaktebewerkingen tot maatveranderingen leiden. Omgekeerd kan dat een mogelijke strategie zijn om tot beheersing van de afmetingen te komen.

De oppervlaktetestof bepaalt de interactie met de omgeving, ook als de laagdikte gering is. Glas of glas met een flinterdun laagje aluminium zijn totaal verschillend voor de omgeving. Een venster of een spiegel. Valt daar niet iets mee te doen in uw product. Ik bedoel niet dat u er een spiegel van moet maken, maar er is bijvoorbeeld een perfecte isolator: glas. Glas dat op metaal kan worden aangebracht en daarmee totaal andere eigenschappen krijgt. Dwarssnedenmethoden werken voor stappen in innovatie. U kunt het InnovatieCentrum bijvoorbeeld eens vragen u te helpen met een creatieve sessie in uw bedrijf.

Kenniskringen

De contactveelheid is afhankelijk van de afstand. Mensen op enkele meters afstand ziet u elke dag, zij die verderop in een gang zitten minder en op een andere locatie nog minder. Doorbreek van tijd tot tijd uw bestaande gewoonten en ga eens op bezoek bij een "vreemde". Iemand op een ander verdieping in het gebouw, uit een ander bedrijf, een andere branche. Dat zou bijvoorbeeld kunnen door gebruik te maken van "Maak kennis met", een InnovatieCentrum activiteit die vele tientallen bedrijven openstelt voor nieuwsgierige koncullega's.

Collegiale commentaren

Nodig ook eens zelf mensen uit en laat ze rondkijken in uw bedrijf. We hebben de ervaring dat dat altijd twee kanten opwerkt. U wordt er beiden beter van. Dat werkt ook goed als u een met een klein aantal mensen een groep vormt die van tijd tot tijd brainstormen over elkaars mogelijkheden.

Vlechtwerken

Samenwerken met strategische partners levert een totaal andere marktpositie op. U bent plotseling in staat om veel meer toegevoegde waarde te leveren omdat u niet meer de onderdelen levert, maar een complete functionele eenheid, en daar ook de kwaliteit van garandeert. En dus ook uw eigen kennis en die van de partner uitbuit. Dat levert een concurrerende positie op in de markt en het is bovendien leuker. De InnovatieCentra helpen u graag te ontdek-

HBO-FMT in Utrecht

De studievariant Fijnmechanische Techniek (FMT) wordt veel door bedrijven benaderd met de vraag of er nog afgestudeerde FMT-ers beschikbaar zijn.

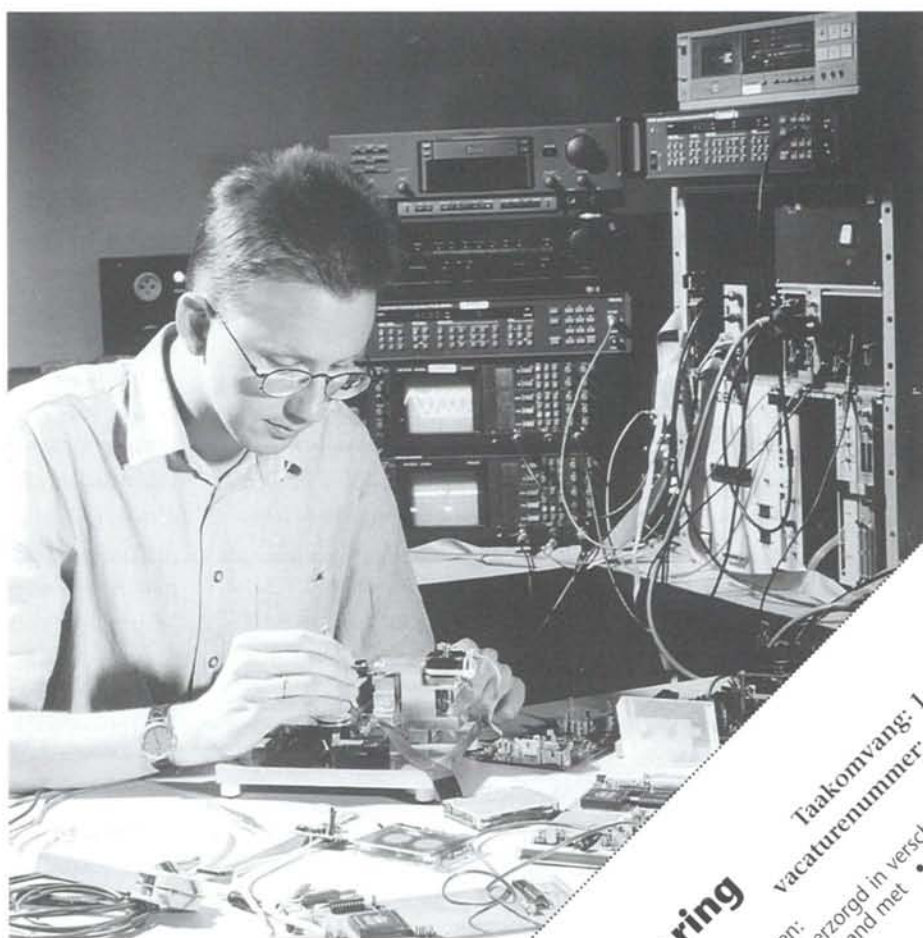
Hieruit blijkt dat er grote behoefte is aan ontwerpers en productie-technologen in dit vakgebied en dat de studievariant FMT bekend is bij het bedrijfsleven.

Vanaf 1973 verzorgt zij FMT-onderwijs op HBO-niveau; tot 1995 in Hilversum en daarna als aparte unit in Utrecht.

In toenemende mate voorziet de studievariant FMT in de behoefte aan afgestudeerden die een fundamentele kennis van zaken bezitten. Op basis hiervan kunnen zij een bijdrage leveren aan het ontwikkelen en produceren van geavanceerde producten. De studie kent op dit moment twee afstudeerrichtingen te weten Ontwerpen en Producteren. Een derde afstudeerrichting Microsysteemtechniek is in ontwikkeling.

In verband hiermee bestaan er inmiddels samenwerkingsverbanden met de Universiteit Twente en een tweetal Fachhochschule in Duitsland.

Voor constructeurs en andere technici op tenminste HBO niveau die betrokken zijn bij het ontwerpen van mechatronische producten verzorgt PT-opleidingen een één-jarige cursus fijnmechanische techniek/mechatronica.



Onderzoek aan digitale magnetische registratie
(Bron: Philips Research)

Voor informatie: J. Gerritsen tel. nr. 030 - 2308117 e-mail: j.gerritsen@T.FMT.HVU.NL
De unit Fijnmechanische Techniek van de Afdeling Industriële Techniek zoekt z.s.m. een
Docent fijnmechanische techniek/mechatronica met bedrijfservaring
Functie-inhoud en eisen:
De docent, die wil zoeken, geeft op een moderne manier onderwijs. Dit houdt in dat op een functionele en gerichte wijze les wordt gegeven:
• de student staat centraal en wordt gestimuleerd in het onder begeleiding bestuderen van de aangeboden kennis. • lessen worden verzorgd in verschillende vormen zoals (werk-, hoor-) colleges, workshops, practica, projecten. • contacten met het bedrijfsleven zijn van groot belang in verband met • up-to-date houden van de lesstof • stage • afstudeeropdrachten • contractonderwijs
Om deze functie goed te kunnen uitoefenen stellen we de volgende voorwaarden:
• ervaring hebben in het ontwerpen en fabriceren van hoogwaardige fijnmechanische apparatuur
Aanstelling en salaris
De arbeidsvoorwaarden zijn conform de CAO-HBO. De aanstelling vindt voorlopig plaats op tijdelijke basis in de functie van Docent. Het salaris bedraagt afhankelijk van leeftijd en ervaring maximaal f 7.125,- bruto per maand (carrièrepatroon behorende bij Docent schaal 11, peildatum 1-4-1996).
Informatie
Voor meer informatie kunt u contact opnemen met de heer Ir. A.A. van Oostveen, unitmanager FMT, tel. 030-2308117 (overdag) of 035-6215737 ('s avonds).
Sollicitatie
Uw schriftelijke sollicitatie kunt u binnen 7 dagen na het verschijnen van deze advertentie richten aan de Afdeling Industriële Techniek t.a.v. mevrouw J. Sijsma, personeelsfunctionaris, Postbus 573, 3500 AN Utrecht.

Taakomvang: 1.0 fte
vacaturenummer: 977711

• up-to-date

• up-to-date

• up-to-date

• up-to-date

• up-to-date

• up-to-date

• up-to-date

• up-to-date

Hogeschool van Utrecht

ken wat nu eigenlijk de kernbekwaamheden zijn, en ook kunnen wij mogelijke vlechtwerkpartners voorstellen, andere bedrijven met andere productiemogelijkheden die op dezelfde golflengte zitten als u.

ICT: Informatie en communicatie technologie

ICT heeft een diep in alle processen ingrijpend gevolg. Daar is nu pas het begin van zichtbaar. Hergebruik van informatie over het wordingsproces van producten. De logistieke IT-geleiding. Het proces van offerte tot aflevering en nazorg is essentieel anders geworden en zal de komende decennia nog verder het bedrijfsproces anders maken. Maar ook de toepassing van informatica zoals die meestal aan een PC gekoppeld is, geeft grote maatschappelijke veranderingen. Nu al presenteren zich virtuele bedrijven op internet. Bijvoorbeeld samenwerkende bedrijven die zowel capaciteit aanbieden als ook samen een compleet product aanbieden, waarvan de klant niet ziet dat de deelbewerkingen in verschillende bedrijven wordt uitgevoerd.

ICT in de productie

Daarnaast is er een fantastische kans om hergebruik van informatie te doen bij een product in zijn hele wordingsproces. Vervolgens laat u deze informatie het eindproduct virtueel begeleiden. Stel er dient een coating te worden aangebracht op een product dat u op voorraad heeft. U kunt nu met datamining technieken nagaan hoe het product ontstaan is, hoe en met welke middelen het is schoongemaakt enz.. Kortom in het hele ontstaan van het product zijn de wordingsbijdragen vastgelegd met hun eigen "informatie-draden" naar bijvoorbeeld die leverancier van het schoonmaakproduct. U sluit daar dan op aan. Belangrijk voor uw procesmogelijkheden, en beschikbaar op het moment dat het nodig is. Misschien dat u zult zeggen dat rikt me te veel naar afwentelen van risico's waardoor ik zo een kostbaar systeem moet opzetten om me in te dekken. Op korte termijn ja, maar uiteindelijk gaat het erom producten te leveren met een voor dat product unieke toegevoegde virtuele waarde. Dat geeft het leverende bedrijf, misschien uw bedrijf, een unieke positie.

ICT in producten

Even groot is de ICT-invloed op de producten. Neem de precisie van instrumenten. Er is in het verleden

veel aandacht besteed aan lineariteit, temperatuur-onafhankelijkheid, enz. Nu eisen we alleen nog dat effecten die de precisie beïnvloeden reproduceerbaar zijn. De temperatuur wordt gemeten en de invloed staat als conversietabel in een geheugen, en ook van elke andere invloed, desnoods de luchtdruk en de zwaartekracht. Elk instrument krijgt zijn eigen individuele tabel. Dat werkt zeer vernieuwend. Wie had gedacht dat de goedkope koortsthermometer aan een stapvormige vernieuwing toe was? Maar kijk maar naar consumentenartikelen zoals de "trommelvlies temperatuurmeter" en het succes van de elektrische tandenborstel. Beide volgestopt met ICT maar betaalbaar.

Een ander gevolg van de kennis van halfgeleidersfabricage zijn nieuw ontwikkelde sensoren, aandrijvingen en manipulatoren gerealiseerd in halfgeleider-technologie. Ontwikkelingen als in brandpunt verstelbare spiegels, zeg maar antennes, en het bezaaien van vliegtuigen met wervelbeperkende microflapjes geven deze microtechniek een ontwerp mogelijkheid richting biosystemen. En daarmee zijn we terug bij het wespennest.

Een wespennest

Is innovatie een wespennest voor u? Natuurlijk, u wordt meegevoerd in de maalstroom van de vele ontwikkelingen waarvan ik er hierboven enkele schetste.

Het is me bij het bekijken van een maalstroom van wild water en daarin zwemmende vissen en mensen in een kajak opgevallen, dat het mis gaat als je je door de maalstroom laat meevoeren. Doe je dat niet dan wordt het spannend, ook inspannend, maar het resultaat is bijzonder fraai als je het roer, de sturende roeispaan, goed bedient. Je komt er. En die vis ook, maar wel de andere kant op tegen de stroom in, zoals een levende vis betaamt.

Ik weet niet of u zich in de kajak of als vis voelt, en ik weet niet welke kant het opgaat. Wel wens ik u veel wild water toe in uw bedrijf, uw productie, uw producten en uw markt. Dat levert innovatie ook in grote stappen en dat betekent dat u over tien jaar opnieuw lauweren oogst.

Drs. C.J.M. Geenen is algemeen directeur InnovatieCentra Netwerk Nederland, ICNN te Den Haag.

Veel bedrijven gebruiken het precisietechnologie jaarboek als inkoopgids

Via trefwoorden uit het vakgebied worden gespecialiseerde producten en diensten snel gevonden.

Daarom is het precisietechnologie jaarboek het medium om uw bedrijf te profileren.

Reserveer nu reeds een vermelding in het jaarboek van 1998.
(Vermelding vanaf f 237,-)

PRECISIE- TECHNOLOGIE



JAARBOEK 1998



Voor nadere informatie of reservering:

Buro Jet, F. Kuipers of N. Lavino,
tel.: 070-3990000, fax: 070-3902488
Postbus 1890, 2280 RW Rijswijk

Bedrijf

Contactpersoon

Adres

Postcode / Plaats

Telefoon

Wenst nadere informatie over vermelding in het precisietechnologie jaarboek 1998

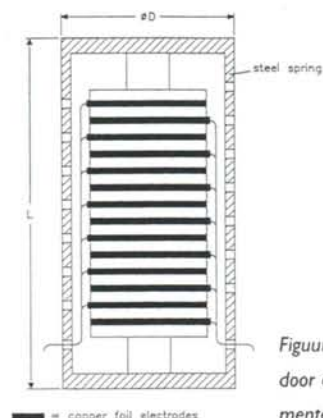
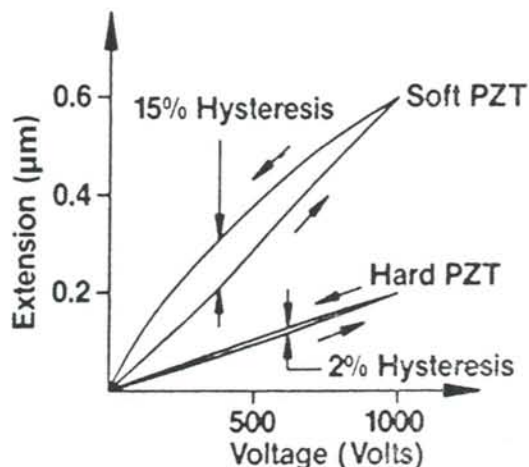
Nauwkeurig positioneren met piëzo-elektrische elementen

Beknpte weergave van de voordracht van prof.dr.ir.H.F. van Beek ter gelegenheid van het NVPT-jubileumcongres

Frans Zuurveen *Nauwkeurig positioneren is nodig in allerlei vakgebieden: IC-fabricage, oppervlakte-onderzoek en materiaalonderzoek. In dat laatste gebied past men scanning- en transmissie-elektronenmicroscopen toe, van Nederlands fabrikaat! Het gaat hier om tweedimensionaal positioneren, maar in de toekomst zal er bij DNA-onderzoek en -bewerking wellicht driedimensionaal gepositioneerd moeten worden*

Van Nederlands fabrikaat zijn ook de zgn. wafersteppers die bij ASML worden gemaakt voor de IC-fabricage. De resolutie van de positioneermechanismen in zulke machines ter waarde van dertig miljoen dollar bedraagt in de niet al te verre toekomst maar liefst 30 nm. We mogen er best trots op zijn dat 30 % van alle chips ter wereld met die machines uit Veldhoven wordt gemaakt.

Figuur 1.
Karakteristieken van twee typen keramische multikristallijne piëzo-elektrische materialen. De verlenging bij 1000 V is slechts 0,6 μm .



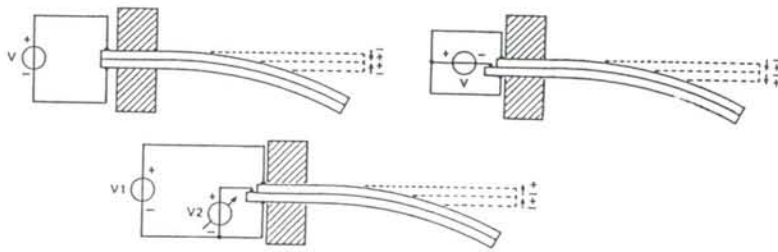
Maar wat bedoelen we precies met klein? Een TV-scherm bevat een kwart miljoen pixels en die zijn van de orde van grootte van een mm^2 . Maar we praten makkelijk over een mm^2 en daarvan gaan er dus een miljoen in een mm^2 . Vandaag de dag wordt precisietechnologie nog wel eens

Figuur 2. Een stapeling van piëzo-elektrische elementen, waardoor een grotere verplaatsing wordt verkregen. De piëzo-elementen zijn om-en-om (parallelle) aangesloten.

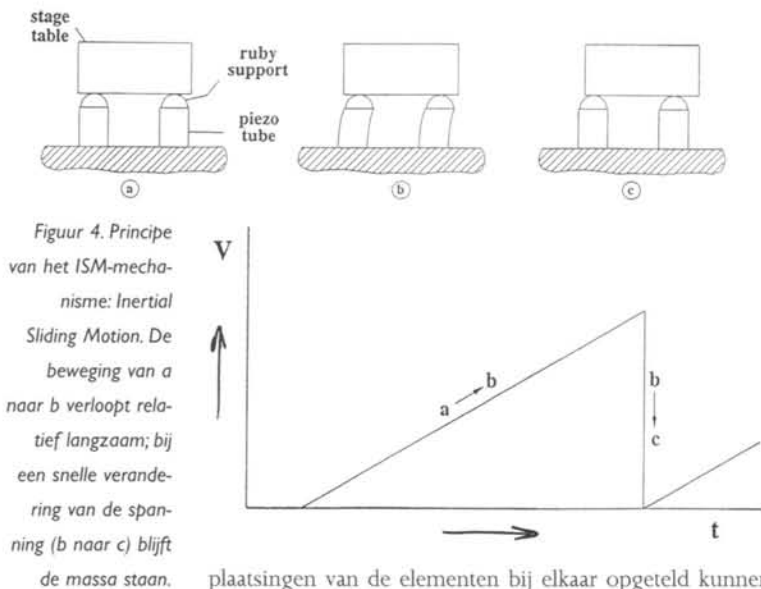
vereenzelvigd met nanometertechnologie. Als we erin zouden slagen een geheugenbit op te bergen in 10 nm^2 , zouden we 12 Gigabyte kwijt kunnen op één mm^2 ! Dat is dan nog tweedimensionaal, maar als we driedimensionaal gaan denken op atomaire niveau, dan kunnen we ons langzamerhand voorstellen waarom hersencellen en DNA-strengen zo'n gigantische geheugencapaciteit hebben.

Bij positioneermechanismen gaat het om lagere - met kogel- en glijlagers, pneumatische, hydraulische of magnetische lagers - om aandrijven - elektromagnetisch, hydraulisch, pneumatisch of piëzo-elektrisch - en om meten van posities - met laserbundels, met wervelstromen of met capacitieve sensoren. Als we bij het positioneren moeten voldoen aan zeer hoge resoluties in het nanometergebied, krijgen we te maken met vervelende, ongewenste effecten: drift en kruip. Ook de omgeving beïnvloedt het resultaat via temperatuurverschillen, vocht en trillingen. Bovendien gaan contacteffecten tussen oppervlakken een rol spelen. In het bijzonder gaat het in deze presentatie over piëzo-elektrische aandrijfelementen. Ze hebben een aantal goede en minder goede eigenschappen. Ze zijn klein en snel, ontwikkelen geen warmte en wekken geen magnetisch veld op. Maar de slag is heel beperkt en ze hebben last van hysteresis. Hun werking berust op het verschijnsel dat ze onder invloed van een elektrisch veld een verplaatsing leveren en andersom. Als we werken met multikristallijn materiaal - en dat is meestal het geval - moeten de afzonderlijke kristallen worden gericht: het materiaal moet worden gepolariseerd. Typische waarden voor multikristallijn keramisch materiaal zijn een verplaatsing van - slechts - $0,6 \mu\text{m}$ bij 1000 V, maar helaas met 15 % hysteresis, zie figuur 1. Gelukkig zijn er trucs om daar toch iets bruikbaar mee te bereiken. Bij voorbeeld door een aantal elementen in serie te schakelen, waardoor de ver-

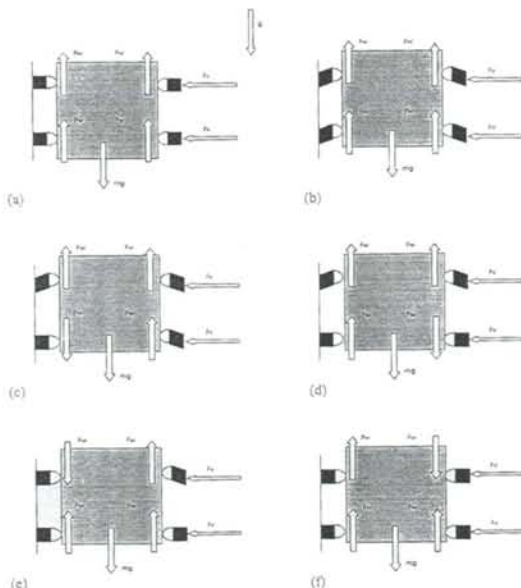
Nauwkeurig positioneren met piëzo-elektrische elementen



Figuur 3. Bimorfe buigingselementen. Dit type element geeft een grotere verplaatsing dan een stapeling van elementen.



plaatsingen van de elementen bij elkaar opgeteld kunnen worden, zie figuur 2. Ook kan men zgn. bimorfe elementen realiseren, die bestaan uit twee op elkaar gekitte lagen met verschillende polarisatie, zie figuur 3. Deze elementen maken door buiging een grote verplaatsing



Figuur 5. Een ander bewegingsprincipe: Frictional Stepping Motion (FSM). Het kan net als ISM zowel horizontaal als verticaal worden gebruikt.

mogelijk, helaas bij een geringere stijfheid.

Er is gezocht naar een doelgroep om de kennis op het gebied van piëzo-elektrische elementen doelgericht op te bouwen. Daartoe is er een samenwerking opgezet met de Faculteit der Technische Natuurkunde in Delft. Daarin is een groep Elektronenmicroscopie actief, onder leiding van prof.dr.ir. P. Kruit, die samenwerkt met Philips Electron Optics in Eindhoven. Ir.H. van der Wulp heeft een promotieonderzoek op dit gebied gedaan. Het werk van hem en zijn studenten vindt U terug in deze voordracht.

In een transmissie-elektronenmicroscopie moet het preparaat nauwkeurig worden gepositioneerd en gemanipuleerd. Voor een mechanisme daarvoor is tussen de poolschoenen van het microscoopobjectief bijzonder weinig ruimte. Philips heeft dat weliswaar op mechanische wijze heel fraai opgelost, maar in de toekomst is een elektrisch aangedreven positioneerseenheid met nog betere eigenschappen nodig.

Het preparaat moet bewogen kunnen worden over een gebied van 0,5 à 3 mm in twee onderling loodrechte richtingen, met een positionele reproduceerbaarheid van liefst 1 nm. De drift moet kleiner zijn dan 100 pm/min (1 picometer = 10^{-12} m!). Bovendien eist men een trillingsamplitude van minder dan 20 pm. Het preparaat moet ook nog kunnen roteren over een hoek van 80° .

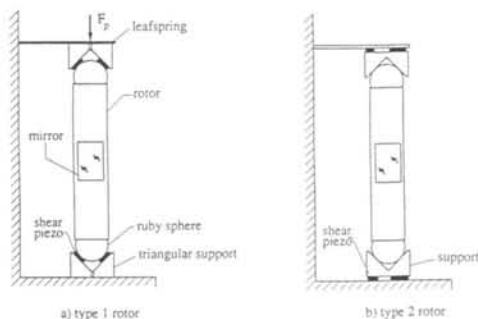
Er zijn een aantal stapmechanismen bedacht die het mogelijk maken met piëzo-elementen een bijna onbegrensde slag te realiseren. Een daarvan is de lineaire piëzo-actuator van het Centrum voor Fabricage Technieken van Philips (zie Mikroniek jaargang 33, nr. 6, FZ). Die actuator wordt ook gebruikt in het Steward-platform, dat vanmiddag in de lezing van A.J. Beltman aan de orde komt.

In Delft is voornamelijk gewerkt met het ISM-mechanisme als aandrijving voor de elektronenmicroscopie-preparaat tafel. ISM staat voor Inertial Sliding Motion en figuur 4 geeft het principe weer. Het mechanisme maakt gebruik van massakrachten om de wrijvingskracht tussen de piëzo-elektrische oplegelementen en het tafeltje te overwinnen, zo ongeveer als het verplaatsen van een theekopje over een tafel door langzaam, respectievelijk snel aan het tafelkleed te trekken. De praktijk is behoorlijk veel ingewikkelder, en dat geldt ook voor de modelvorming in de computer.

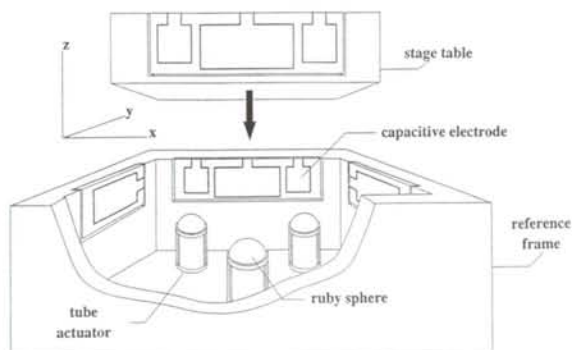
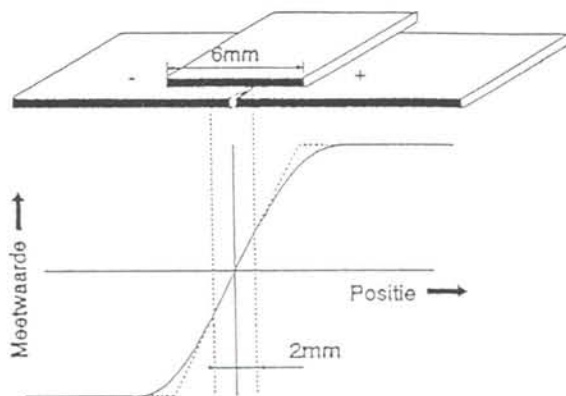
Er is ook nog een ander verplaatsingsmechanisme onderzocht, namelijk de Frictional Stepping Motion (FSM), zie

Nauwkeurig positioneren met piëzo-elektrische elementen

Figuur 6. ISM-mechanismen toegepast voor een roterende beweging met drie piëzo-elektrische elementen onder hoeken van 120° .

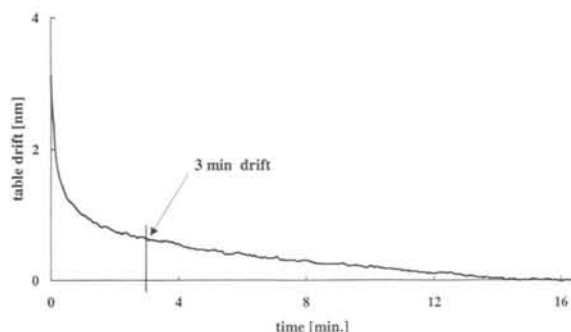


Figuur 7. Een capacitieve verplaatsingsmeter met over enkele millimeters een nage-nog lineair uitgangssignaal.



Figuur 8. Proefopstelling van een positioneer tafel voor een transmissie-elektronenmicroscoop, voorzien van robijnen kogels op piëzo-elementen en met capacitieve verplaatsingsmeting.

Figuur 9. Resultaat van de meting van drift na een stap van 100 nm



figuur 5. Evenals het ISM-mechanisme kan dit systeem zowel horizontaal als verticaal worden gebruikt. Immers, ook in verticale richting is in een elektronenmicroscoop een verplaatsing nodig, namelijk voor het focuseren van

het preparaat. Een rotatie van het preparaat is met het ISM-mechanisme te realiseren door onder een kegelvormige lagerschaal een drietal piëzo-elektrische elementen te monteren onder hoeken van 120° , zie figuur 6.

Voor de verplaatsingsmeting is gekozen voor de capacitieve meetmethode. Daarbij worden condensatorplaten naar elkaar toe of evenwijdig aan elkaar bewogen. De verplaatsing van de enkele plaat boven de beide condensatorplaten van figuur 7 levert een uitgangssignaal dat over een "groot" gebied van 2 mm lineair is.

Figuur 8 laat de proefopstelling zien met piëzo-elektrische oplegelementen met robijnen kogels en met elektroden voor de capacitieve verplaatsingsmeting. In de praktijk kan een dergelijk mechaniek worden ondergebracht tussen de poolschoenen van het objectief in een elektronenmicroscoop. Daarvoor is in verticale richting slechts 6,5 mm beschikbaar!

Bij verplaatsingen in het nanometergebied krijg je te maken met allerlei storende invloeden, bij voorbeeld die van waterlaagjes op de oppervlakken. Ook heb je last van kruip van lijmlagen, bij voorbeeld die tussen de robijnen en de piëzo-elektrische elementen. Dat uit zich in drift, zodanig dat er na een stap van 100 nm een langzame beweging in tegengestelde richting volgt, zie figuur 9. Dat is grotendeels opgelost door een truc in de besturing: het aanleggen van een tegengesteld signaal, dat na een stap de resterende drift behoorlijk vermindert.

Met een proefopstelling van een piëzo-elektrisch aangedreven ISM-positioneer tafel zijn inmiddels bemoedigende resultaten bereikt. Bij translaties in x- en y-richting van 1 mm is een positie-reproduceerbaarheid van 5 nm gehaald. Daarbij bedroeg de intrinsieke drift minder dan 50 pm per minuut en de trillingsamplitude was kleiner dan 30 pm.

Het bovenstaande illustreert dat bij de sectie Microtechniek de expertise in huis is om nanometer-verplaatsingsmechanismen voor derden te bouwen, die voldoen aan zeer rigoureuze specificaties.

Van belang is dat wij in Nederland ons best doen om bij te blijven in een keiharde wereldwijde concurrentiestrijd. We kunnen er immers niet omheen dat er elders in de wereld op allerlei gebied veel gebeurt en daar zullen we in ons land op moeten inspelen.

Mechatronisch ontwerpen, multidisciplinair beslissen

Beknopte en vrije weergave van een voordracht ter gelegenheid van het

NVPT-jubileumcongres (tekst: Frans Zuurveen)

M.P. Koster *Precisietechnologie is vandaag de dag een multidisciplinaire aangelegenheid, waarmee het begrip mechatronica onlosmakelijk is verbonden. Dat laatste ontstond als aanduiding voor een ontwerpmethodiek waarbij op evenwichtige wijze gebruik wordt gemaakt van de mogelijkheden die de disciplines regeltechniek, informatietechnologie, elektronica en werktuigbouwkunde bieden. In de samenwerking van specialisten van verschillende disciplines is het nemen van de juiste beslissingen op het juiste moment niet eenvoudig. Vroeger ging dat allemaal beslist simpeler.*

Ook in de begintijd was techniek multidisciplinair, maar de diverse disciplines konden nog in één persoon verenigd zijn. Een goed voorbeeld daarvan is Jan Blanken, inspecteur-generaal van de waterstaat aan het begin van de vorige eeuw, die zowel waterbouwkundige als werktuigbouwer was. Dat demonstreerde hij aan het ontwerp en de uitvoering van een gegraven dok in Hellevoetsluis met een door stoom aangedreven pomp, dat gereed kwam in 1802.

In de Polytechnische School in Delft bestond aanvankelijk geen scherpe indeling in disciplines. Pas in 1905 werd een aparte afdeling voor elektrotechniek opgericht, met als onvermijdelijk gevolg een ongewenste scheiding der geesten.

Ik geef U een paar voorbeelden van producten die evolueerden van mono- naar multidisciplinair.

Allereerst de huishoudnaaimachine. Aanvankelijk was dat een puur mechanisch product, zowel wat betreft het ontwerp als de manier van fabriceren, die beide volledig waren gebaseerd op mechanische technologie. In de moderne naaimachine zijn de mechanische functies nog steeds terug te vinden, maar ze zijn aangevuld met besturings- en informatietechnologie, zodanig dat een verrassend nieuw product is ontstaan. Alleen door intensief samenwerken en -denken van lieden van verschillende vakrichtingen is zo'n multidisciplinair product succesvol te realiseren.

De fonograaf van de begintijd van de audioteknik was een echt stukje werktuigbouw met een naald die

een groef aftastte, waarna de trilling mechanisch-akoestisch versterkt werd tot hoorbaar geluid. Vandaag is de CD-speler een elektronisch apparaat met een microprocessor die zorgt voor besturing van de mechanische componenten en met gecompliceerde elektronica voor de signaalbewerking en de digitaal-analoog-conversie. De rol van de mechanica is evenwel nog steeds nadrukkelijk aanwezig, maar er worden wel bijzondere dynamische eisen gesteld aan het volgen van het spoor door het brandpunt van het laser-systeem. Alleen intensief samenwerken van diverse specialisten maakt zo'n gecompliceerd product mogelijk.

De automobiel was aan het begin van deze eeuw volledig gebaseerd op mechanische concepten. Dat gold evenzeer voor de fabricagetechnologie, met een starre productiewijze als resultaat. Zo kon Henry Ford alleen auto's in de kleur zwart leveren. Als je nu een folder van een autofabrikant bekijkt, zie je een geweldige variëteit aan uitvoeringsvormen, kleuren en aandrijvingen, die alleen te realiseren is door een ingewikkeld logistiek systeem met computerbesturing.

De producten van vandaag zijn niet meer star gekoppeld aan de machines die ze moeten fabriceren. Producten moeten worden ontworpen en gemodificeerd in een flexibel multidisciplinair proces. Flexibiliteit is ook het paradigma in de productietechnologie. De opleiding van de moderne ingenieur dient erop gericht te zijn hem soepel in te passen in dat proces. Vroeger leerde een ingenieur heel veel van heel weinig, vandaag de dag is hij weliswaar expert in zijn vakgebied, maar hij kan ook denken in

belendende disciplines en weet dat beslissingen gezamenlijk genomen moeten worden vanuit een gemeenschappelijke doelstelling.

Dat laatste wil ik graag illustreren aan de hand van het project MART, een oefenstuk van de Universiteit Twente, waarin toekomstige ingenieurs van verschillende vakrichtingen hebben samengewerkt. MART - Mobile Autonomous Robot Twente - is een voorbeeld van een mechatronisch ontwerp, dat een plaats zou kunnen vinden in "de fabriek van de toekomst", waarin mensenhanden nauwelijks meer een rol spelen. Het idee is afkomstig van J.H. Abrahams van Philips CFT en is door mij in Twente uitgewerkt.

De achtergrond van het idee dat leidde tot MART, is dat stationaire werkstations in een fabriek die is bedoeld om verschillende producten te assembleren, een groot deel van hun tijd niets staan te doen. Dat komt omdat ze moeten wachten tot het product is

geproduceerd waarvoor ze zijn ingericht. Daarom is het veel doelmatiger een robot op een karretje te laten rondrijden en zelf de benodigde onderdelen te laten ophalen bij diverse stations in het magazijn. De robot met een grijper-wisselsysteem assembleert die onderdelen tot een compleet product op het karretje tijdens het rijden.

Het project MART van de Universiteit Twente startte in 1990 en heeft geleid tot een werkend systeem, dat zonder tussenkomst van mensenhanden complete producten monteert en aflevert, en daarvoor zelf de onderdelen ophaalt. Graag wil ik U onze videofilm laten zien en daarmee tonen welke multidisciplinaire beslissingen wij hebben genomen en welke overwegingen daarbij een rol speelden.

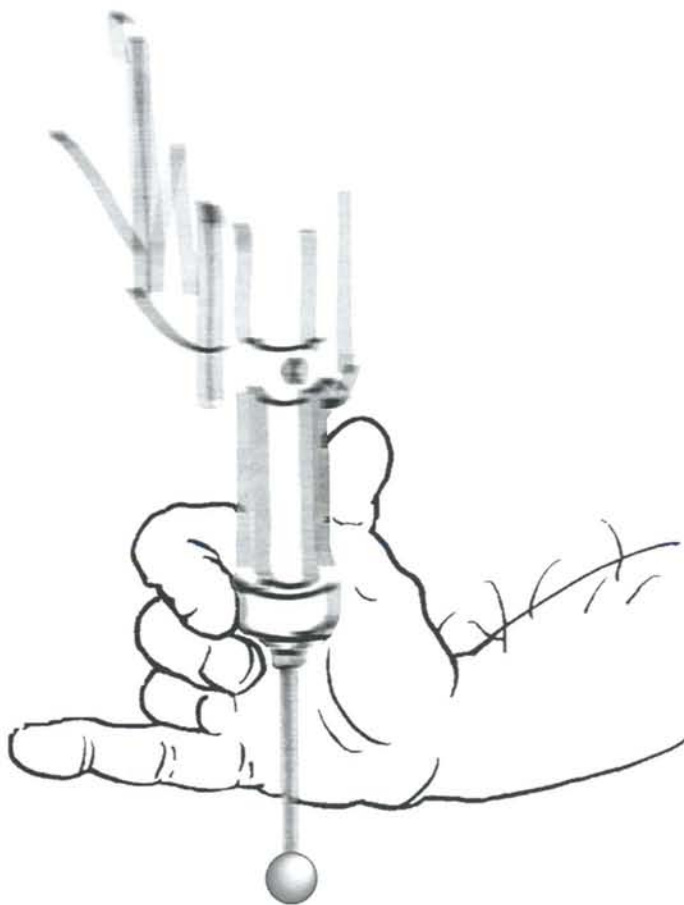
(In een der volgende nummers van Mikroniek zal een uitgebreider artikel zijn gewijd aan het project MART. Redactie)

Simply measure

Scanmax: meetresultaten
in een handomdraai



Carl Zeiss B.V.
Postbus 323
1380 AH Weesp
Tel (0294) 496740
Fax (0294) 418783



Ontwikkelingen en applicaties in de Micro Systeem Technologie

Beknpte en vrije weergave van een voordracht ter gelegenheid van het

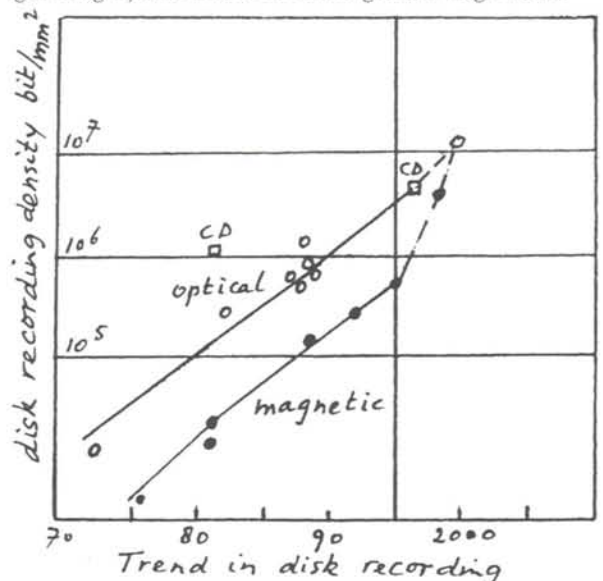
NVPT-jubileumcongres (tekst: Frans Zuurveen)

J. Fluitman Het vakgebied MST oftewel Micro Systeem Technologie wordt gestimuleerd door twee ontwikkelingen, die elkaar wederzijds beïnvloeden. De eerste is de drang naar miniaturisatie en de tweede is de beschikbaarheid van nieuwe technologieën. Op beide ontwikkelingen zal ik kort ingaan.

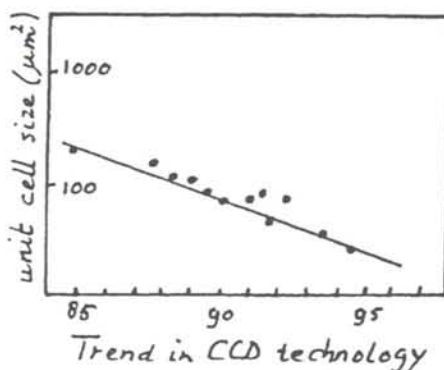
De drang naar miniaturisatie is in de elektronica en daarmee in de fijnmechanische techniek een soort natuurwet geworden. Daarvoor zijn een aantal redenen aan te voeren, die vanzelfsprekend niet in alle gevallen volledig van toepassing zijn. Ik noem U volumereductie, draagbaarheid, snelheidstoename en daarmee massavermindering, vermindering van materiaal- en energieverbruik, reductie van de hoeveelheid afvalstoffen, beheerst omgaan met de aardse hulpbronnen, goedkope productie in grote series en de vaak gunstige neveneffecten van schaalverkleining.

Van de nieuwe technologieën die beschikbaar komen of gekomen zijn, noem ik U er enkele, zonder volledig te willen zijn: IC-technologie en afgeleiden daarvan, de technologie voor het integreren van optische elementen, micro-bewerken, LIGA (Lithografie, Galvanische vormgeving en "Abformung"), verbinden en lijmen, het gebruik van nieuwe materialen, zoals die met vormgeheugen, en composietmaterialen. Op montagegebied zou ik nog micromontage en "zelfassemblage" op moleculair niveau willen noemen.

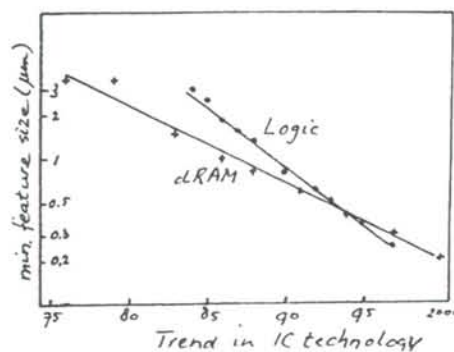
Dank zij miniaturisatie is ons leven comfortabeler en makkelijker geworden. Op diverse terreinen zijn nu dingen mogelijk die enkele decennia geleden nog ondenk-



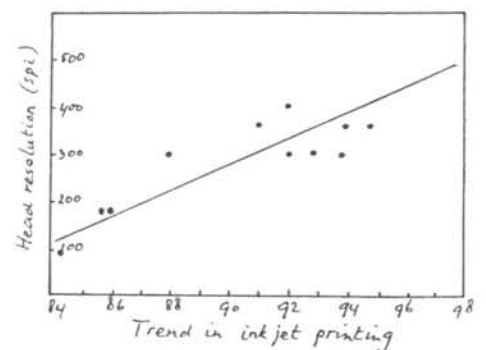
Figuur 3. De schrijfdichtheid in bits/mm² van optische en magnetische schijfgeheugens als functie van de tijd.



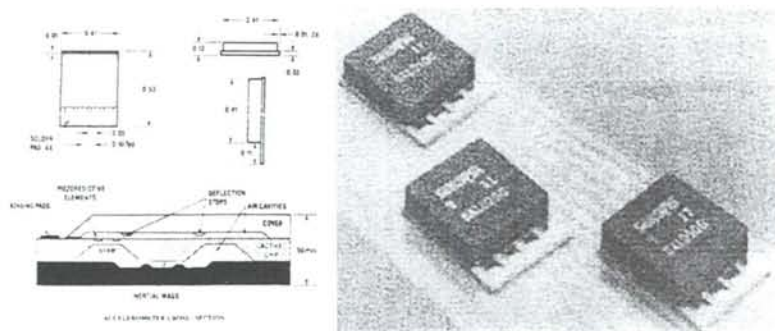
Figuur 1. De afmetingen in μm^2 van een CCD-cel als functie van de tijd.



Figuur 2. De afmetingen in μm van de kleinste details in een IC-halfgeleider (voor logische schakelingen en DRAM-geheugens) als functie van de tijd.



Figuur 4. De resolutie van spuitkoppen voor inkjet-printers als functie van de tijd.



Figuur 5. Een accelerometer van Sensym ontstaan door MST-microbewerking van silicium. (ontleend aan een catalogus van Sensym)

baar waren. Ik geef U daarvan een paar voorbeelden. De main-frame-computer van de jaren zestig past nu als "palmtop" in Uw binnenzak. De harde schijf met zijn aandrijving ter grootte van een koelkast kan nu worden opgeborgen in een lucifersdoosje. Een micro-reservoir op een geïntegreerde schakeling vervangt reageerbuisen voor chemische analyses. De hoeveelheid informatie die vroeger per tijdseenheid door een loodzware bundel koperdraad ging, doorloopt nu één enkele glasvezel. In een operatiekamer kan men vandaag de dag met de miniatuur-gereedschapjes aan het eind van een katheter in veel gevallen hetzelfde resultaat bereiken als niet zo lang geleden met een open operatie. Met een scanning-tunneling-microscop kunnen we heden ten dage naar atomen "kijken". Gevoelige sensoren zoals versnellingsmeters en gyroscopen passen tegenwoordig op niet meer dan een vierkante millimeter van het oppervlak van een geïntegreerde schakeling.

Figuur 6. Een micro-
klep van Redwood.
(ontleend aan een
catalogus van

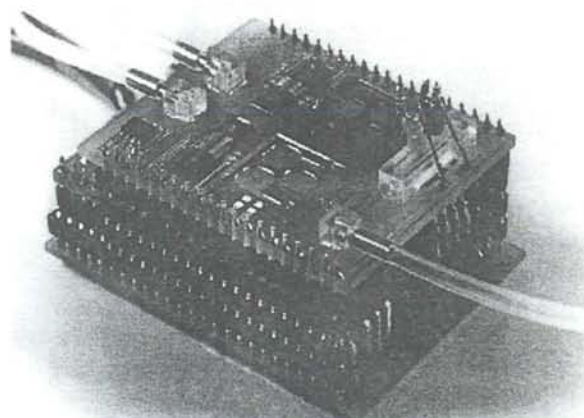
The diagram illustrates the trend of miniaturization in CCD technology. It shows a cross-section of a CCD cell structure. The top layer is labeled 'Closed'. Below it is a layer labeled 'P+'. The main body of the cell is labeled 'Silicon'. Below the silicon is a layer labeled 'Silicon Dielectric'. The bottom layer is labeled 'Control Liquid'. Arrows indicate the direction of light or signal flow, showing the cell becoming smaller over time.

de verandering van de geheugendichtheid gedurende de afgelopen dertig jaar. En figuur 4 laat het toenemen van de resolutie van spuitkoppen van inkjet-printers zien, maar nu voor de afgelopen tien jaar, eenvoudigweg omdat er vóór het begin van de jaren tachtig nog niet zulke printers bestonden.

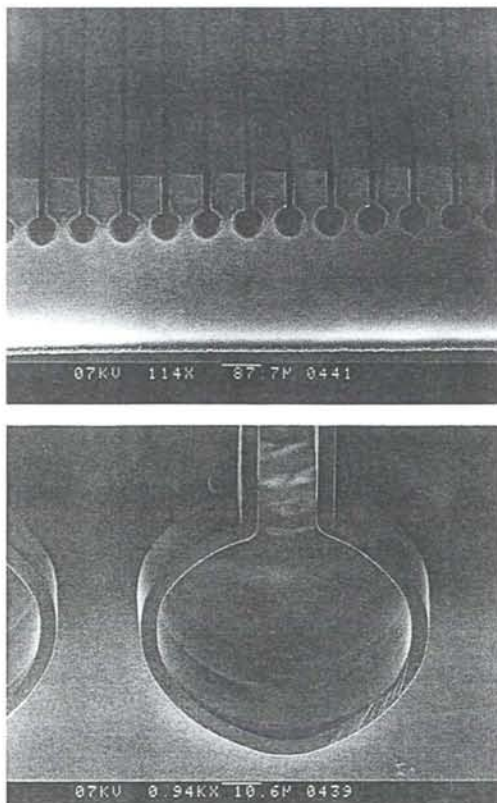
Maar terug naar de Microsysteemtechnologie. Als U Mikroniek regelmatig leest, bent U op de hoogte van diverse praktische aspecten van deze technologie. Daarom zal ik hier niet ingaan op MST als zodanig, maar enkele applicatie-hoogstandjes van de laatste tijd aan U laten zien en wat nader toelichten. De toepassingen die ik U toon, zijn het resultaat van de samenwerking van specialisten van verschillende disciplines. Die samenwerking is niet zo vanzelfsprekend, omdat het gaat om mensen van verschillende "cultuur", die begrip voor elkaars problemen moeten opbrengen.

De eerste twee voorbeelden van multidisciplinaire samenwerking zijn een accelerometer van de firma Sensym en een microklep van Redwood, zie figuur 5 en 6. De bewegende massa van de versnellingsmeter is via balkjes verbonden met het "frame" van silicium. De doorbuiging van de hefbomen wordt gemeten door middel van rekstrookjes die daarin zijn gediffundeerd. De microklep van Redwood vertoont een ongeveer vergelijkbare opbouw. De vormgeving ervan is het resultaat van anisotroop etsen.

Het volgende voorbeeld (figuur 7) laat een nog verdere integratie van disciplines zien. De afgebeelde MAS5-module - bedoeld voor chemische analyses - is in staat vloeistofstromen te besturen met behulp van kleppen en



Figuur 7. Een MASS-module voor het besturen van vloeistofstromen voor chemische analyses. Kleppen en flowmeters in MST zijn gemonteerd op een printplaat met meet- en regel-elektronica.



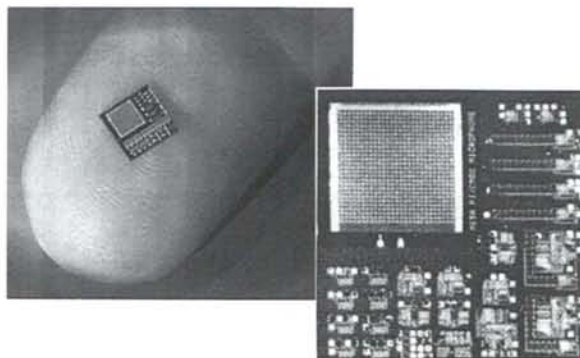
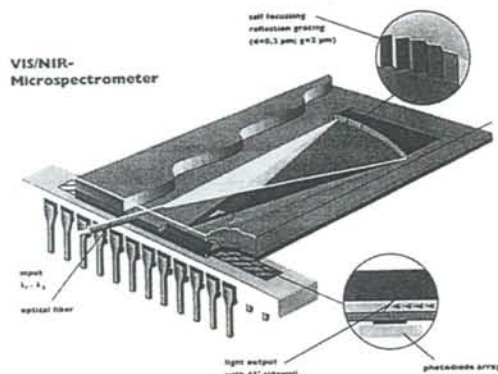
Figuur 8. Door eerst een diep kanaal met rechte wanden anisotroop te etsen, daarna de bodem isotroop te etsen, en ten slotte het geheel te bedekken door middel van een CVD-stap kan men in het MESA-laboratorium "rioolstelsels" in silicium maken.

flowmeters in MST, die zijn gemonteerd op een miniatuur-printplaat met meet- en regel-elektronica.

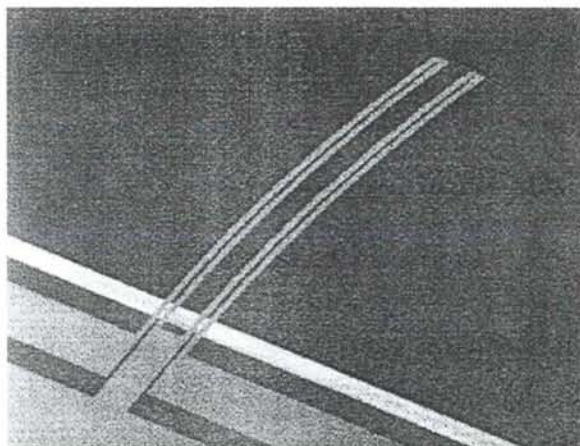
Figuur 8 toont technologie die is ontwikkeld in Twente in ons MESA-laboratorium. Er kan een soort "rioolstelsel" op microschaal in silicium worden gecreëerd door eerst anisotroop droog te etsen (diep kanaal met rechte wanden) en daarna de bodem isotroop te etsen (ronde uitetsing onderaan). Het geheel kan daarna worden bedekt met een laagje door middel van Chemical Vapour Deposition.

Een interessant voorbeeld van een multidisciplinaire aanpak is de spectrometer van figuur 9. Een essentieel onderdeel hiervan is het reflecterende optische rooster met een steek van $0,2 \mu\text{m}$, waaraan zeer hoge eisen worden gesteld. Alleen in LIGA-techniek is de gevraagde geometrie van het rooster realiseerbaar. In de spectrometer is MST geïntegreerd in optica en elektronica. Dat wij in Twente praktische problemen niet uit de weg gaan, wordt bewezen door het feit dat wij met een grote brouwer aan de slag zijn om bier nog helderder te maken. Door Aquamarijn binnen MESA zijn microfilters ontwikkeld die bestaan uit een parallelschakeling van zeven met microgaatjes. De zo verkregen filters nemen veel minder ruimte in beslag dan conven-

Figuur 9. Microspectrometer met rooster in LIGA-techniek. (foto Wechsung)



Figuur 10. Mini-microfoon geïntegreerd op een elektronisch IC, ontwikkeld door dr.M. Pederson.



Figuur 11. Een MicroFlow gasstroomsensor, die als microfoon wordt toegepast en die is ontwikkeld door dr.H. Elias de Bree.

tionele filters. We denken dat zulke filters ook bruikbaar zijn voor het zuiveren van bloed.

Een ander praktijkvoorbeeld is een mini-microfoon in MST (figuur 10), die is ontwikkeld door dr.M. Pederson en die is geïntegreerd in een elektronische schakeling op silicium. Het geheel is kleiner dan 2 mm en bedoeld om te worden toegepast bij gehoorapparaten.

Het laatste voorbeeld dat ik U wil laten zien, is de MicroFlow gasstroomsensor, zie figuur 11, die is ontwikkeld door dr.H. Elias de Bree. Deze sensor kan ook werken als microfoon.

Ik dank U voor Uw aandacht.



**Voor technologische
hoogstandjes...**



**...kunt u op RMB BENELUX
rekenen.**

**Miniatuur precisie kogellagers,
lineaire kogellagers, wormasjes,
fijnmechanisch draaiwerk (titanium)
micromotoren, actieve magneet-
lageringen, luchtlagers, precisie
kogeltjes en samenstellingen met
precisie lagers.**

Genoemde producten worden thans
direct in de Benelux door RMB BENELUX
vertegenwoordigd. Leveringen direct
van fabrikant aan eindgebruiker.
Hierdoor kunt u rekenen op hoogwaardige
Zwitserse precisie producten van een
Europese marktleider, alsmede
op technische lokale ondersteuning.

RMB BENELUX:

Tel.: 0162-523528
Fax.: 0162-512892

RMB SA

Eckweg 8, Postfach 121
CH-2500 Biel-Bienne 6
Tel. +41 32 344 43 00
Fax +41 32 344 43 01



microlinea



RMB MECOS

SEATERS IN MAGNETIC BEARING

smoovy

Instrument makerij



Tomatenstraat 4, 2321 HG
Leiden, tel. 071-5765507

**metaal
kunststof**

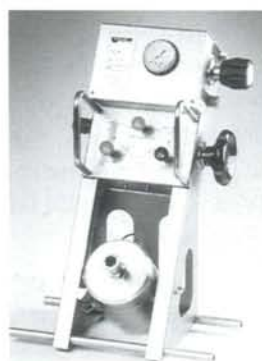
**tevens
micro
argon/arc**

ProSpec

Produkt- & systeem-
realisatie



- CAD/CAM
- 3D CNC frezen
- vacuüm gieten
- kunststoftechnologie



- proefmodellen
- prototypes
- integratie technieken
- kleine series

ProSpec bv
Koraalrood 153
2718 SB Zoetermeer
Tel. (079) 362 10 66
Fax (079) 362 15 11

Lid Multin Technology Group

Commercialisering van MST-producten

Beknopte en vrije weergave van een voordracht ter gelegenheid van het

NVPT-jubileumcongres (tekst: Frans Zuurveen)

V.L. Spiering *De firma Twente MicroProducts is ontstaan als een "spin-off" van het MESA Research Instituut van de Universiteit Twente. TMP houdt zich bezig met de productie van micro-systemen en -componenten in kleine of middelgrote aantallen op substraten van 3" tot 6". Daarnaast maakt MST prototypes en levert het adviezen.*

Doelgebieden van MST zijn:

- microcomponenten voor vloeistofdynamica als doorstroomsensoren, pompen en weerstanden,
- microsystemen en -componenten voor het meten van krachten en vervormingen,
- structuren van glas en silicium, zoals kanalen, groeven en membranen,
- separate bewerkingen als diep droogetsen, het opbrengen van dunne lagen en het bedraden ("bonden") van chips.

Belangrijke toepassingsgebieden zijn de automobiellindustrie, de chemische industrie, milieu-meting, gezondheidszorg, printerindustrie en ruimtevaart.

Met behulp van microsysteemtechnologie kan men structuren met een grootteorde van enkele micrometers tot enkele millimeters realiseren op een substraat van glas of silicium, waarbij microbewerken (etsen), dunne-film-techniek en fotolithografische methodieken worden toegepast. Om van die structuren producten te maken zijn er nog omhullings-, assemblage- en precisiemechanische technieken nodig.

Karakteristiek voor microbewerken is de batch-technologie, die resulteert in een reproduceerbare kwaliteit en lage kostprijs bij grote aantallen. Verder hebben microsystemen het voordeel van geringe afmetingen en een laag gewicht, met bijkomende gunstige eigenschappen als gevoeligheid, nauwkeurigheid, korte responstijden, laag energieverbruik en de mogelijkheid onderdelen en hun functies vergaand te integreren.

Bij de start van de ontwikkeling zijn aanzienlijke investeringen nodig, zodat de toepassing van microsystemen pas dan succesvol kan zijn als er een nood-

zaak is de prestaties te verhogen, de kostprijs te verkleinen of de afmetingen te verminderen als andere technieken niet tot resultaat hebben geleid.

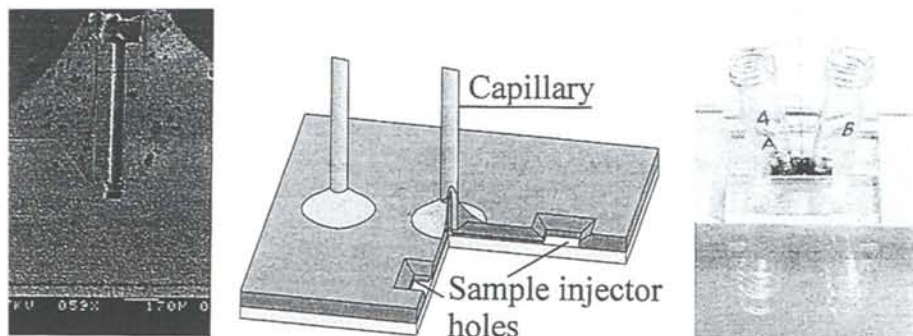
Algemeen erkent men dat MST een fabricagetechnologie is die voor nu of de nabije toekomst belangrijke perspectieven biedt. Door batch-processen met sub-micron-toleranties kan dikwijls een hoge toegevoegde waarde worden gecreëerd. Inmiddels zijn er heel wat producten uitgevonden die alleen dank zij MST kunnen worden gefabriceerd.

Om MST beschikbaar te laten komen voor alle takken van industrie in Europa, heeft de Europese Gemeenschap het programma EUROPRACTICE opgezet. Dat programma is bedoeld om de toegang tot MST-faciliteiten te vergemakkelijken, bekendheid te geven aan de toepassingsmogelijkheden en de capaciteit op het gebied van training en scholing te vergroten.

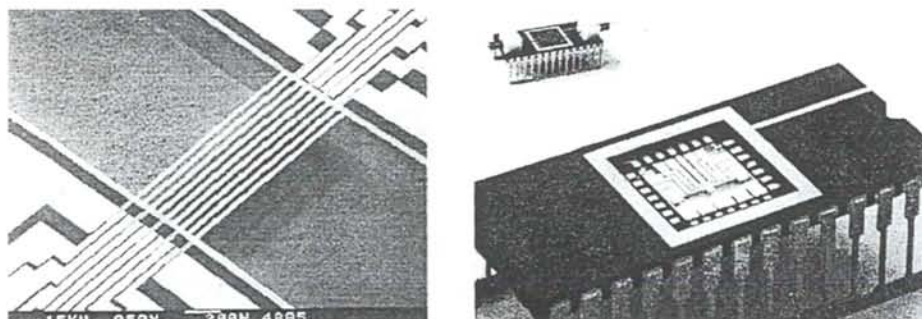
De methodiek die EUROPRACTICE toepast om expertise over te dragen van research-instituten naar de industrie is het creëren van consortia die worden geleid door het bedrijfsleven, maar waarin ook laboratoria en universiteiten deelnemen die een technologische voorsprong hebben. Deze "clustering" wordt gezien als de oplossing voor het probleem van het verkorten van het traject:

ontwikkeling → vervaardigen van prototypen → produceren.

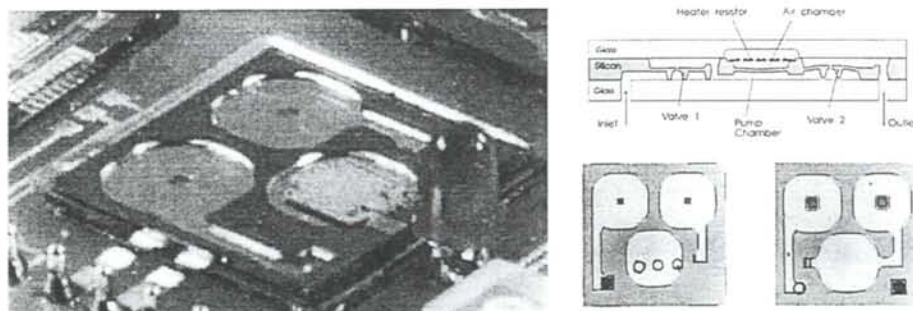
Op deze manier zijn er voor MST een viertal fabricageclusters (MC's) gevormd. MC1 in Duitsland wordt geleid door Bosch, MC2 in Frankrijk door Sagem, MC3 in het Verenigd Koninkrijk door GEC Marconi, en MC4 in



Figuur 1. Het verbinden van capillairs met vloeistofinjectoren. Links: doorsnede van de koppeling van een 280/75mm-capillair met een microkanaal. Midden de combinatie van capillairs met vloeistofinjectoren. Rechts: zo'n combinatie op een chip.



Figuur 2. Het detecteren van de massastroom van gassen of vloeistoffen. Links een SEM-opname van een doorstroomsensor met een kanaalbreedte van 1 mm. Rechts het prototype van een complete doorstroomsensor met elektronica in zijn omhulling.



Figuur 3. Het schoon en nauwkeurig verpompen en doseren van vloeistoffen. Links een micropomp die deel uitmaakt van een systeem voor de chemische analyse van vloeistoffen. Rechts een doorsnede en een onder- en bovenaanzicht van een micropomp.

Zwitserland en Nederland door CSEM in Neuchâtel. Aan MC4 nemen ook Twente MicroProducts in Enschede en Holland Signaal Apparaten in Hengelo deel. Cluster MC4 is een goed voorbeeld van verticale integratie, want MC4 biedt MST-faciliteiten voor het produceren van één enkel product tot en met twee miljoen stuks.

Binnen MC4 is Twente MicroProducts opgesteld voor bulk- en oppervlakte-microbewerkingen. Het ontwerpt en maakt prototypen van doorstroom-sensoren, druksensoren, micropompen en passieve structuren als microka-

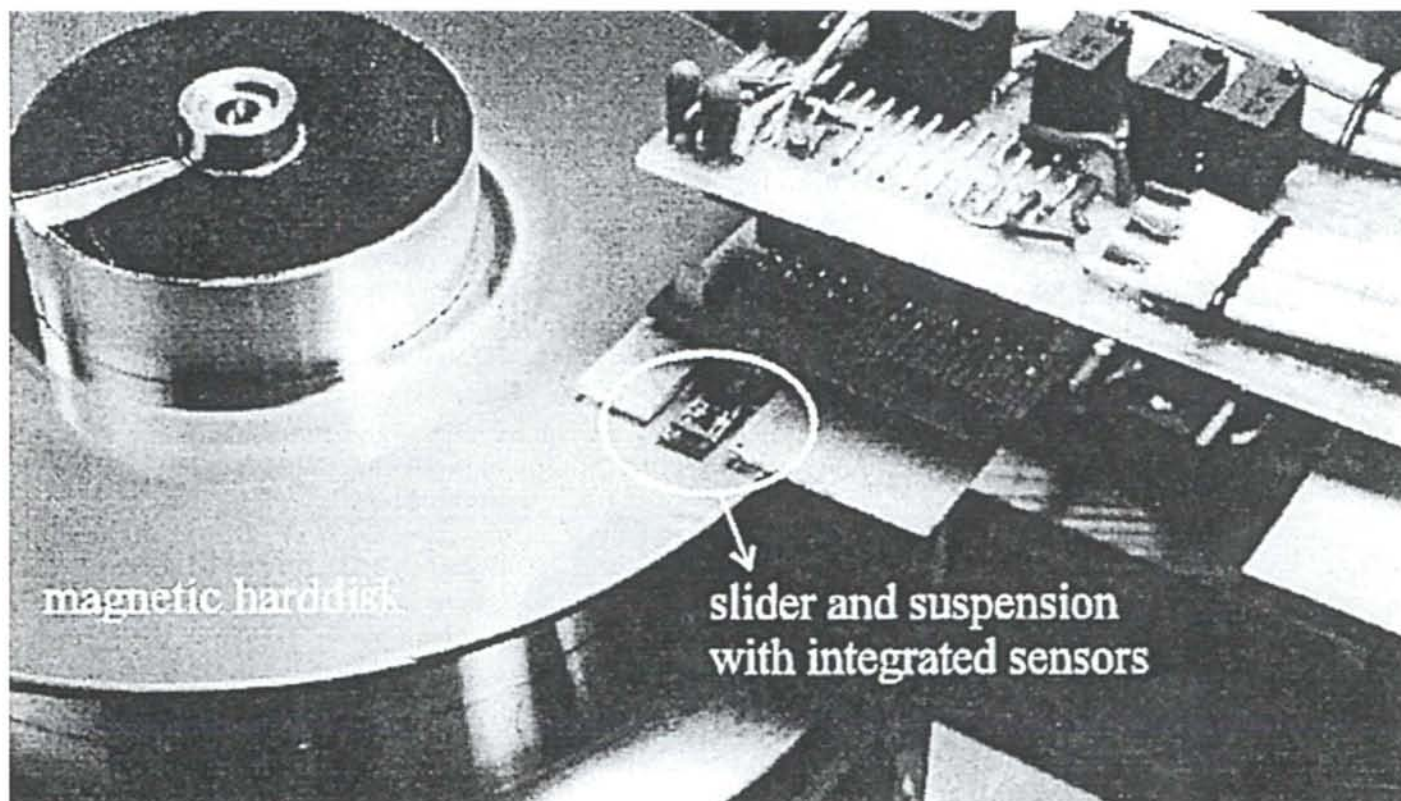
nalen. Afhankelijk van de afmetingen is productie tot 100 000 stuks mogelijk. Daarnaast is CSEM verantwoordelijk voor de productie van 100 000 tot en met 2 miljoen stuks. Het heeft faciliteiten voor silicium-microbewerken, galvanische processen, ASIC-ontwerpen, assemblage van microsystemen en testen in huis. HSA biedt een reeks aanvullende processen: de productie van dunne-film-substraten, laser-boren en -afregelen, omhullen en testen. Het voordeel van de cluster-strategie is dat er bij het ontwerp van een product al rekening gehouden kan worden met de latere productie in grote aantallen, dank zij het vroegtijdig uitwisselen van kennis en ervaring.

Daarnaast is er een samenwerking tot stand gekomen met Philips Magnetic Heads and Modules voor massa-productie van 6"-plakken tot 100 000 per jaar. Dat heeft onder andere geleid tot de levering van grote aantallen accelerometers voor airbags.

Hierna volgen enkele voorbeelden van klant-gerichte activiteiten van Twente MicroProducts op de gebieden vloeistofmechanica en het meten van kracht en vervorming.

Figuur 1 geeft een voorbeeld van de combinatie van capillairs met vloeistofmonsterinjectie. De verbinding tussen een capillair en de vloeistofinjector loopt via microkanalen in silicium. De diameter daarvan is aangepast aan de inwendige diameter van de capillair, zodat de "schadelijke ruimte" gering is. Elektrische isolatie tot een veldsterkte van 250 V/cm is mogelijk.

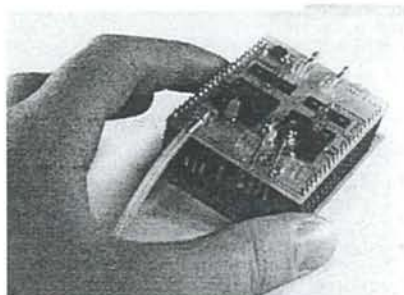
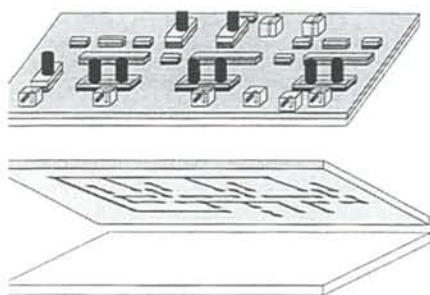
Figuur 2 toont het detecteren van de massastroom van gassen en vloeistoffen. De sensoren zijn gebaseerd op anemometrie: de warmte die door een weerstand wordt afgegeven is afhankelijk van de stroming van het medium er omheen. Door middel van een aantal temperatuursensoren kan de stroming in twee richtingen worden gedetecteerd, waarbij gebruik wordt gemaakt van een brug van Wheatstone.



Figuur 5. Het meten van krachten en vervormingen op microschaal. Afgebeeld is een tribometrisch systeem voor het meten van de contactkracht tussen een leeskop en een harde schijf met behulp van in silicium geïntegreerde rekstrookjes.

Figuur 3 laat een klantgerichte oplossing zien voor het verpompen en doseren van vloeistoffen tot 500 μl /minuut. De werking berust op de pompende beweging van een membraan met gebruikmaking van een in- en uitlaatklep. De membraan kan thermisch of piëzo-elektrisch worden aangedreven. Indien gewenst garanderen uiterst precieze weerstandskanalen in silicium een nauwkeurige dosering.

Figuur 4. Een microsysteem voor de chemische analyse van vloeistoffen. Links een planair modulair systeem voor de sturing van vloeistoffen. Rechts een systeem voor chemische analyse, geïntegreerd met de elektronica in één behuizing.



Figuur 4 geeft een voorbeeld van een compleet systeem voor chemische analyse. Zo'n systeem vormt een microlaboratorium, compleet met alle benodigde doseer- en detectiefuncties. Het integreert MST-componenten met regelelektronica op een substraat van silicium of glas.

Figuur 5 laat zien hoe krachten en vervormingen op microschaal kunnen worden gemeten. In dit geval gaat het om het contact tussen een magnetische leeskop en een harde schijf. De kop is gemonteerd op een drager van silicium, waarin piëzo-elektrische rekstrookjes zijn geïntegreerd. De krachten zijn in drie richtingen meetbaar met een resolutie van 50 μN en een bandbreedte van 25 kHz.

Essentieel voor de genoemde voorbeelden is dat steeds in nauwe samenwerking met de klant een doelgerichte oplossing kon worden bereikt, dank zij precisietechnologie in een multidisciplinaire wereld.

Ik dank U voor Uw aandacht.



precision etching & electroforming

Het Etchform team feliciteert de N.V.P.T. met haar 50-jarig bestaan

Etchform is sinds 1980 gespecialiseerd in het precisie-etsen van standaard en exotische metalen in een dikte van 10 micron tot 2 mm.

De productie varieert van nul-series tot seriematige leveringen, eventueel voorzien van een oppervlaktebehandeling, uitgevoerd in eigen beheer.

De engineering & development afdeling lost specifieke klantenproblemen op.

Kwalificaties volgens NEN-EN-ISO 9002 en NPR 5001.

Toepassingen zijn connectoren voor de elektronica- en ruimtevaart sector, fijnmechanische componenten, kodeerschijven, positioneermaskers, afdichtingen, leadframes, veren en strips, zeven, flexibele prints, enz. Export vindt plaats naar alle Europese landen.

Etchform BV
1223 RE Arendstraat 5
1200 LA Postbus 4025
Hilversum

tel. 035 - 6855 194
fax 035 - 6835 616
E-mail: etchform@xs4all.nl
homepage: <http://www.xs4all.nl/~etchform>

Onbeperkt HOUTBAAR



Koffers, kisten,
displays, verpakkingen.
Wij maken ze. In allerlei
houtsoorten en maten.
Zorgvuldig vervaardigd en
met "Eco" imago.
Moderne houtbewerkers
met een
ambachtelijke touch!



Houtbewerking Segerink - Kloppendijk 58, 7591 BV Denekamp -NL
Telefoon (31) 541 - 35 14 36 Fax (31) 541 - 35 42 93



EXAKT
FIJNMECHANIKA

Exakt Fijnmechanika B.V.
Postbus 102
9100 AC Dokkum
Telefoon 0519-295995
Fax 0519-295986

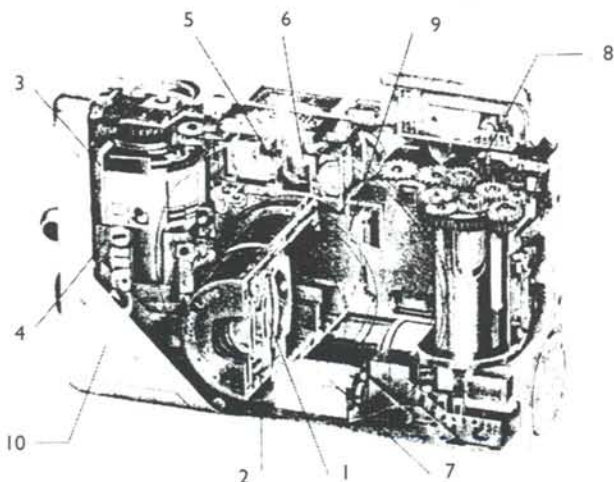
De kleinste zoomcamera

Niek Kat De IXUS is de kleinste zoomcamera ter wereld. Om dat te bereiken zijn een aantal ruimtebesparende technieken bijeengebracht waarvan hier een overzicht wordt gegeven. De camera heeft de afmetingen van een pakje sigaretten (60 x 88 x 26 mm) en is voorzien van alle moderne gemakken, zoals zoom, autofocus, flitser en drie verschillende beeldformaten van normaal tot panorama. De diverse functies zijn instelbaar en worden door een microprocessor gestuurd.

Ruimtebesparende technieken

De buitenafmetingen van een camera worden bepaald door de optiek van de zoomlens en de behuizing waarin film, filmtransport, zoeker, autofocus, flitser, actuatoren, microprocessor en batterij een plaats moeten krijgen. Door de afmetingen van elk van deze onderdelen te minimaliseren kon deze compacte camera worden ontwikkeld, zonder op de kwaliteit van het beeld of het bedieningsgemak veel te hoeven inleveren. Figuur 1 geeft een overzicht van de ruimte besparende technieken zoals die in de IXUS zijn toegepast.

Figuur 1. Ruimte besparende technieken zoals toegepast in de IXUS zoomcamera.



1. Compact objectief bestaande uit twee asferische lenzen en een set lenzen rond het apertuur mechanisme.
2. Nieuw ontwerp voor een zeer compacte lens buis waarbij de aandrijving geëlimineerd is.
3. Chassis uit roestvast staal van minimale afmetingen en een plaatdikte van 0,5 mm.
4. Ruimte besparend filmtransportmechanisme in een compacte module met zeer smalle tandwielen.
5. Compacte zoeker met zes asferische lenzen.
6. Zeer compact autofocussysteem.
7. Grotere componenten als flitscondensator en batterij zijn in de bodem ondergebracht.
8. Roestvast stalen grondplaat maakt het mogelijk om dingen op het achterpaneel te monteren.
9. Nieuwe flexibele elektronica prints reduceren de benodigde ruimte met 30%.
10. Dunne, harde roestvrijstalen behuizing van 0,5 mm plaatdikte.

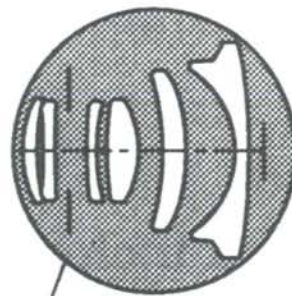
Optisch systeem

Van de zoomlens zijn de diameter en de lengte in ingetrokken en uitgetrokken toestand van belang. Figuur 2 geeft een beeld van de opbouw van de optiek, bestaande uit zes lenzen die in twee groepen zijn verdeeld. De lenzen worden gescheiden door lucht. Elke groep heeft een asferische lens voor het corrigeren van optische fouten (aberratie), zodat de bouw zeer compact is. Door de apertuur in de eerste lensgroep te plaatsen wordt de lengte van het lensstelsel in ingetrokken toestand tot een minimum terug gebracht. Het resultaat is dat een doorsnede van het optisch systeem in ingetrokken toestand binnen een cirkel van 22 mm past.

Ingenieus is de aandrijving van de tubus waarin de lenzen gemonteerd zitten. De tubus maakt een axiale beweging langs een meergangige schroefdraad, wanneer hij wordt rondgedraaid. Aan de omtrek van de

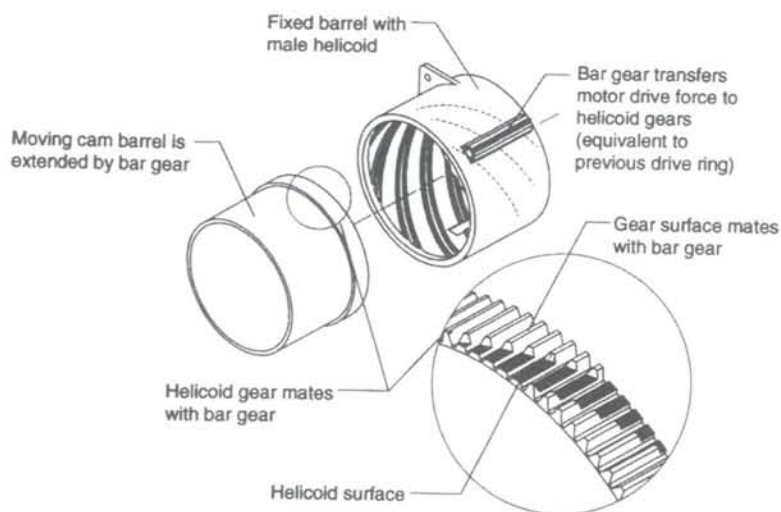
IXUS/ELPH

10-yen coin
(US25¢)

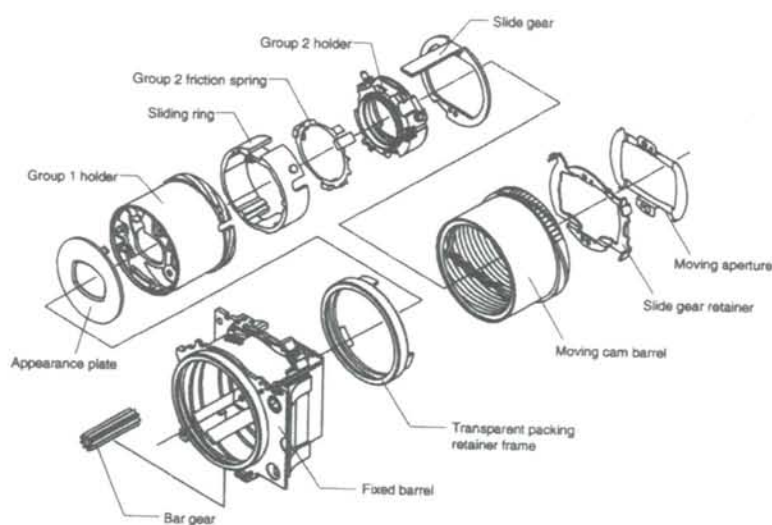


Figuur 2. Optisch systeem. De zoomlens bestaat uit twee groepen met zes elementen. Zichtbaar is de stand van de lenzen voor de verschillen de instellingen: ingetrokken, groothoek of tele.

De kleinste zoomcamera

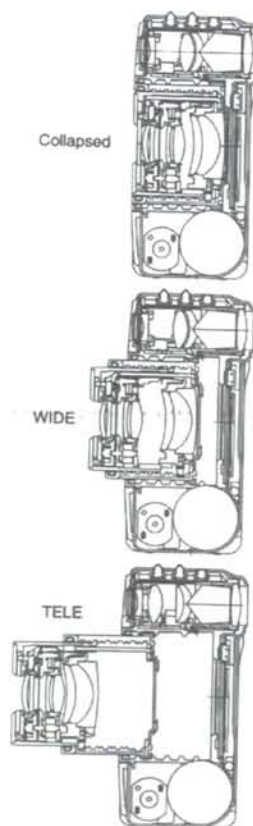


Figuur 3a. Aandrijving van de zoomlens. De rand op de binnentubus is voorzien van een vertanding waardoorheen een grove meervoudige schroefdraad loopt. De tanden zijn breder dan de breedte van de schroefdraad. In het huis is een staaf tandwiel (zeer lang tandwiel) aangebracht dat de vertanding op de tubus aandrijft, waardoor de tubus zich axiaal beweegt gedwongen door de schroefdraad. Dit aandrijfsysteem neemt nauwelijks enige ruimte in beslag.



Figuur 3b. Opbouw van het gehele zoomsysteem met lensvattingen en abertuurplaten.

tubus zit een rand met een fijne vertanding, zie figuur 3a, die met een tandwiel wordt aangedreven. De meergangige schroefdraad loopt dwars door de vertanding, zodat twee functies in een zeer kleine ruimte worden samengebracht. Als gevolg van de axiale verplaatsing moet het aandrijvende tandwiel een lengte hebben die overeenkomt met de uitschuiflengte van de tubus. Desondanks bestaat het aandrijfsysteem toch nog uit een respectabel aantal onderdelen, zoals zichtbaar is in figuur 3b. In figuur 3c valt te zien hoe het lensstelsel geheel in de behuizing



Figuur 3c. Camera in drie standen: geheel ingetrokken zoomlens, als groothoeklens en als telelens. Opvallend is dat in de camera nog een tweede groep lenzen beweegt om de instellingen groothoek en tele te realiseren.

van de camera kan worden getrokken. In de standen groothoek en tele valt te zien hoe de verplaatsing van de lensgroepen onderling moet zijn.

Niet alleen de lens, maar ook het optisch systeem van de zoeker moet worden meebewogen met de camera-lens. Bovenin de doorsnede van de camera in figuur 3c is zichtbaar hoe de lenzen in de zoeker moeten verplaatsen om een overeenkomstig beeld in de zoeker te krijgen.

Autofocus

Het meetsysteem om de afstand tot het voorwerp te meten ten behoeve van de automatische scherpstelling is eveneens zeer compact. Het systeem werkt als volgt: een infrarode lichtbundel, zie figuur 4, wordt uitgezonden en door het voorwerp gereflecteerd. De gereflecteerde straling wordt op twee sensors opgevangen. Elke sensor bestaat uit een lineaire CCD van 64×2 pixels ($15 \mu\text{m}$ steek). Uit het verschil in positie van het beeld op elk van de CCD's valt de afstand tot het voorwerp te berekenen.

Filmtransport

Voor de IXUS-camera wordt een APS-film (Advanced Photo System) gebruikt. Dit systeem heeft een groot aantal voordelen:

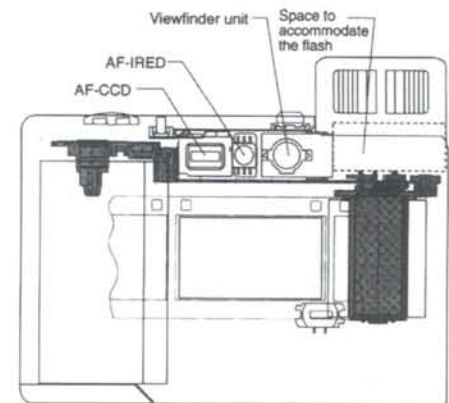
De kleinste zoomcamera

De compacte cassette wordt in de camera geschoven en de camera trekt zelf de film uit de cassette. Bij het inleggen van de film komt geen mensenhand meer te pas. In de kop van de cassette zit een informatieschijf die na uitlezing de volgende informatie kan verschaffen: ISO-nummer, lengte en type film en of de film al dan niet belicht is. Wanneer de film onbelicht is wordt hij automatisch in de camera gespoeld.

De APS-film is langs de zijkant van voorzien van een magnetisch spoor waarop informatie wordt weggeschreven over de belichtingsinstelling en de beeldgrootte. Deze informatie wordt bij het afdrucken gebruikt voor het toepassen voor correcties en het afdrucken van het gewenste beeldformaat.

Daartoe zit een magneetkop in de camera die de magneetstrip op de film kan beschrijven.

Voor het aandrijven van het filmtransport en het terugspoelen van de film in de cassette dient een trein van tandwielen die zeer dun zijn uitgevoerd. De eerste trap van de tandwielen heeft een tandhoogte van 0,34 mm (normaal 0,6 mm). Tandwielen met deze kleine tanden kunnen niet meer in kunststof



Film advance unit of Autoboy Luna (Same Scale as above)



Figuur 5 Filmtransportmechanisme voor de APS film.

De opening in de camera is net groot genoeg om de filmspoel (cartridge) door te laten.

Let op de magneetkop voor het schrijven van informatie langs de zijkant van de film.

worden uitgevoerd. De uit metaal gestante tandwielen hebben een dikte van 0,5 mm.

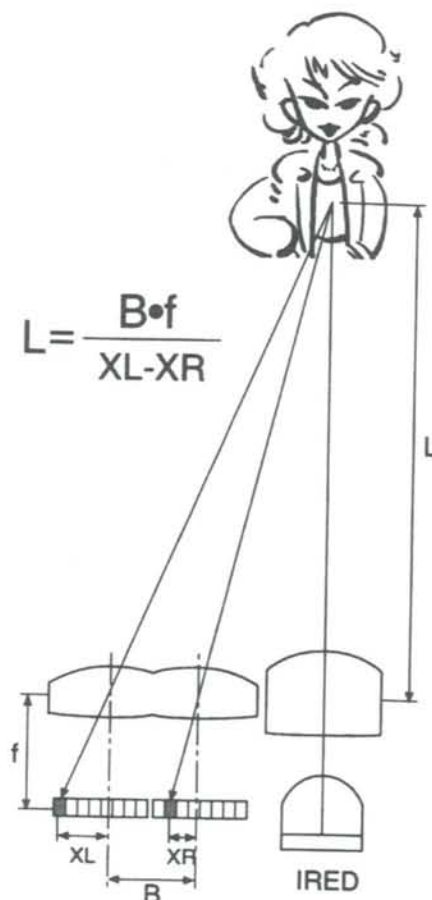
Omdat de achterkant van de camera niet kan worden geopend, kan de gebruiker niet ingrijpen als er iets mis gaat. Het filmtransport moet dus altijd feilloos verlopen.

De diverse functies worden gestuurd door een microprocessor die via een flexibele print met alle te besturen functies is verbonden. Om een optimale ruimtebesparing te realiseren worden de elektronische componenten geplaatst in de overblijvende holten tussen de mechanische delen. Zelfs de afmetingen van de bevestigingsgaten van de componenten zijn enkele tienden van millimeters kleiner geworden, zodat de componenten kleiner konden worden uitgevoerd. En als laatste, zelfs de batterij is niet ongemoeid gebleven. De leverancier heeft een nieuwe 3V lithium batterij ontwikkeld met afmetingen $d \times h = 15,6 \times 27$ mm en een gewicht van 11 gram. De capaciteit is 750 mAh.

Noot

Dit is een verkorte weergave van de voordracht van Niek Kat, werkzaam bij Canon Benelux NV te Amstelveen.

Figuur 4.
Afstandmeting gebeurt door correlatie van twee beelden.
De uitlezing vindt plaats met twee lineaire CCD-camera's met 2 maal 64 pixels en een steek van 15 μ m tussen de pixels.



IT IS A SMALL WORLD:
TAKE A CLOSER LOOK AT
MICROLAB OPTICS AND HARDWARE



Melles Griot, your supplier of
◆ Optical Research Equipment
◆ Lasers
◆ Components

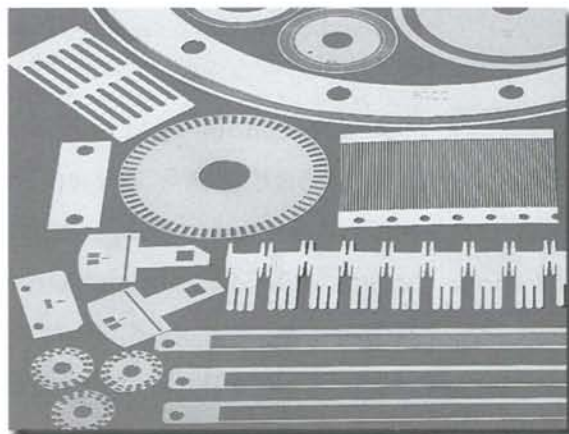
Call one of our Application Engineers for assistance
in specifying Optics for your requirement
call: 0316 - 333041

Melles Griot B.V.
P.O. Box 272
6900 AG ZEVENAAR
The Netherlands

STORK®

De specialisten in precisiedelen

Verbeter de kwaliteit van uw produkten door het gebruik van onze geëtste en geëlectroformeerde precisiedelen. Benut onze expertise op het gebied van optische maskers, kodeerschijven, contacten, veren, opdampmaskers, nozzle platen, e.d.. Stuur ons uw tekening voor een vrijblijvende offerte.



Stork Veco, werken aan uw toepassing

Stork Veco B.V.
Postbus 10
6960 AA Eerbeek
Nederland

Telefoon +31 313 672911
Telefax +31 313 655752
Internet www.StorkGroup.com



M e v i

**FIJNMECHANISCHE
INDUSTRIE**

CO-MAKERSHIP in:

- Precisie
- Prototypen
- Mechatronica
- Machinebouw



Voor meer info:
<http://www.worldonline.nl/~mevifmi>

Postbus 238, 5700 AE Helmond, Weth. den Oudenstraat 1, 5706 ST Helmond
Telefoon +31 492 53 86 15, Fax +31 492 53 87 35, E-mail info@mevi.com

Medische precisietechniek

Beknopte en vrije weergave van een voordracht ter gelegenheid van het NVPT-jubileumcongres (tekst: Frans Zuurveen)

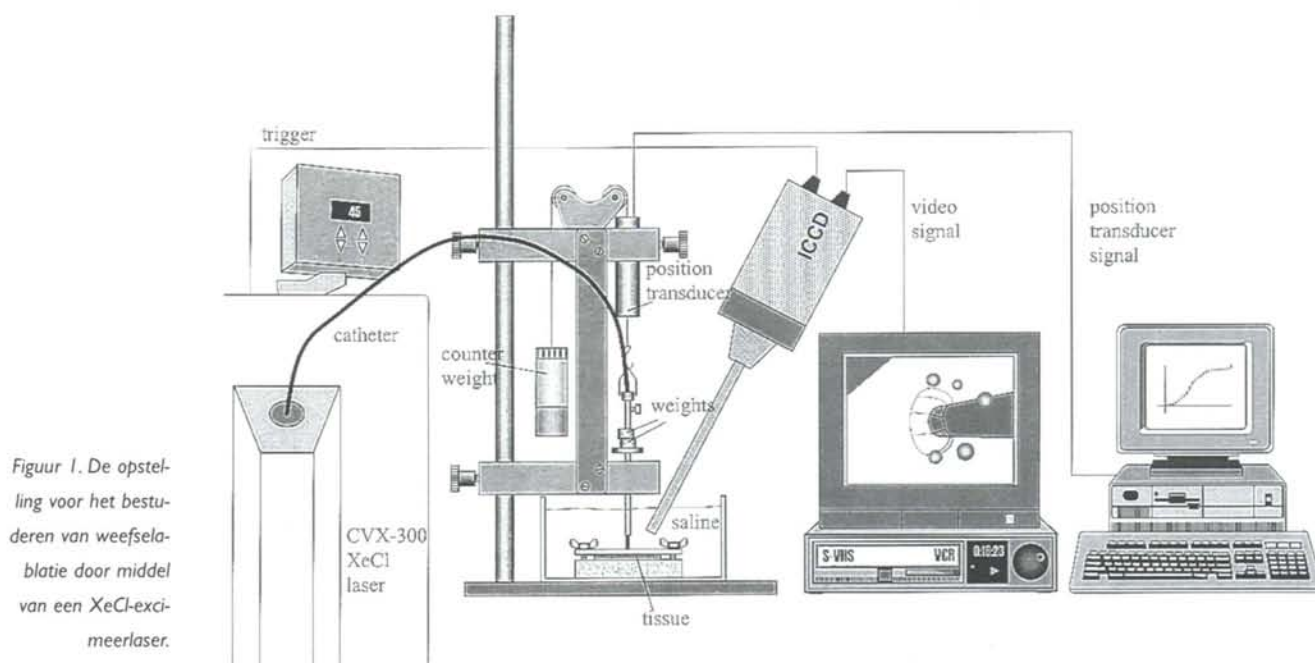
C.J. Snijders "Precisietechnologie in een multidisciplinaire wereld" is de naam van dit symposium.

Nu actief in het vakgebied biomechanica en afgestudeerd bij professor Alexandre Horowitz - bekend van de Philishave, een staaltje van massa-precisietechnologie - mag ik mezelf met enig recht kenner van een multidisciplinaire wereld noemen. Van de samenwerking van wetenschapsmensen van verschillende disciplines in de Medische Faculteit van de Erasmus Universiteit in Rotterdam wil ik met U in deze korte voordracht twee voorbeelden behandelen. Die hebben te maken met de behandeling van hart- en vaatziekten, en met het onderzoek van rugklachten.

Bij interventiecardiologie kijkt men naar verstoppingen in hartvaten, zogenaamde. oclusies. Zonder dat er een echte operatie nodig is, kunnen oclusies worden opgeruimd door middel van het bekende dotteren. Dat dotteren en in het algemeen het werken met katheters in de bloedvaten rondom het hart vraagt om precisietechnologische hoogstandjes. Daarbij is te allen tijde een voerdraad nodig, die vanuit de heup tot in of bij het hart wordt geleid. Aan die voerdraad zijn gereedschapjes, dotterballonnetjes, een laser of een op een miniatuurmotor draaiend spiegeltje - voor het afbeelden van de oclusie met ultrageluid - gekoppeld. En dat binnen een diameter van enkele millimeters!

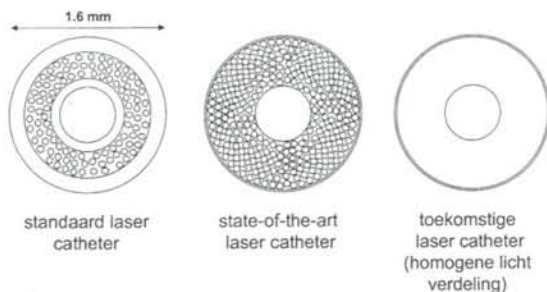
Voor de ablatie - het verwijderen - van een oclusie in de bloedvaten wordt tegenwoordig steeds vaker gebruik gemaakt van uiterst kleine lasers, die de blokkering laten verdampen. Daarvoor zijn excimeerlasers zeer geschikt, en in het bijzonder de XeCl-oftewel xenonchloride-laser. In de multidisciplinaire werkgroep ELCA - Excimer Laser Coronary Angioplasty - is geprobeerd een beter inzicht te krijgen in het proces van verdampen van oclusies. Die werkgroep wordt geleid door de medicus dr.J.N. Hamburger en de fysicus dr.ir.G.H.M. Gijsbers.

Figuur 1 toont de opstelling waarmee het laser-ablatie-proces is gesimuleerd. Weefsel in een zoutoplos-



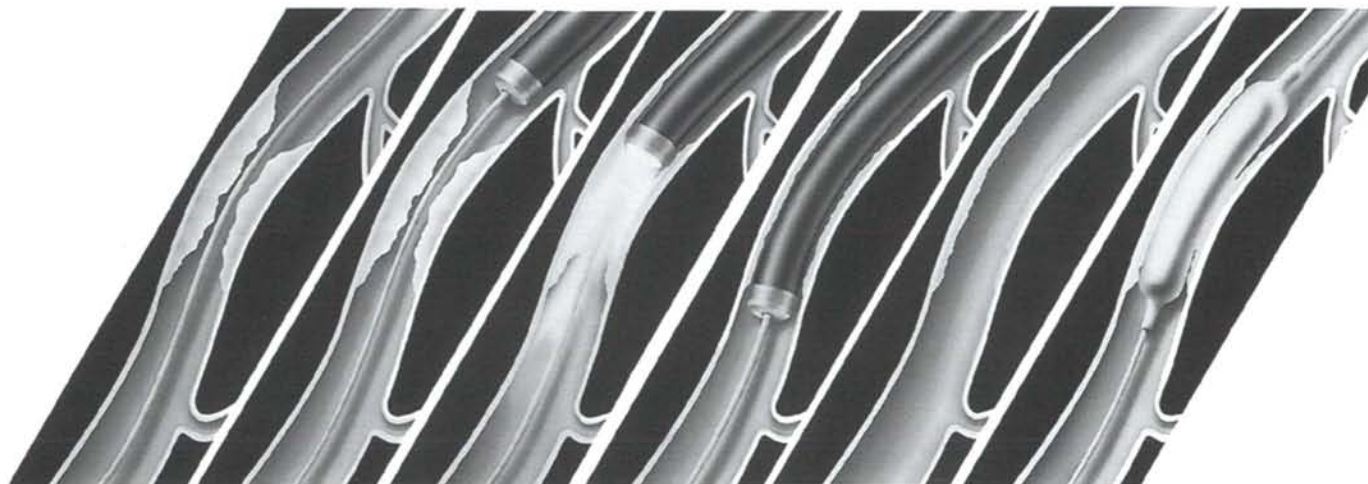
Figuur 1. De opstelling voor het bestuderen van weefselablatie door middel van een XeCl-excimerlaser.

Figuur 2. De ideale intensiteitsverdeling (rechts) in de XeCl-laser-lichtvlek.



gebruikt, bestaat een aantal uitvoeringsvarianten, zie figuur 3. Het zal duidelijk zijn dat de vervaardiging van zulke ballonnetjes in relatief grote aantallen en tegen acceptabele prijs een precisietechnologische uitdaging van formaat is.

Ik kom nu bij het tweede voorbeeld van multidisciplinaire samenwerking: het onderzoek van rugklachten. Lage rugklachten zijn niet alleen vervelend voor de



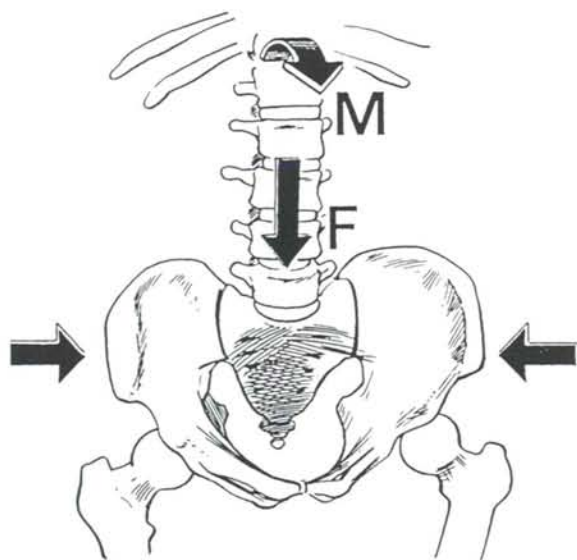
Figuur 3. Diverse uitvoeringsvormen van ballonnetjes voor dotteren.

sing wordt bestraald door een XeCl-laser, waarbij de belasting en de intensiteit en daarmee de ablatiesnelheid kunnen worden gevarieerd. Gebleken is dat het proces gunstiger verloopt bij een lage ablatiesnelheid. Er is ook gekeken naar de verdeling van de stralingsdichtheid over het weefsel. Figuur 2 geeft rechts de gewenste ideale homogene verdeling in de laserspot weer.

Van de ballonnetjes die bij het dotteren worden

betrokken, ze eisen ook een substantieel deel van het budget in de gezondheidszorg en de sociale verzekeringen op. Dat komt omdat de kosten van de behandeling verre worden overtroffen door verzuimkosten en arbeidsongeschiktheidsuitkeringen en de patiënt aan deze ziekte als zodanig niet overlijdt, om het even cru te zeggen.

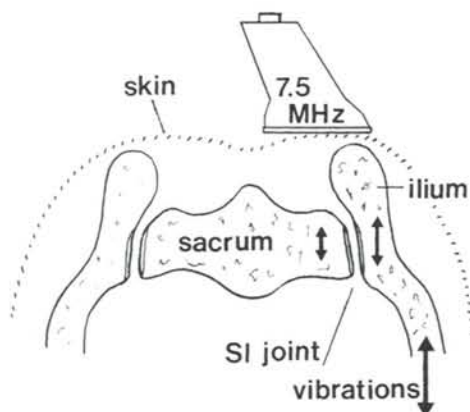
Figuur 4. De platte, bijna verticaal staande sacroiliacale gewrichten (tussen heiligbeen en beide heupbeenderen) worden op afschuiving belast. Krachten in de dwarsrichting uitgeoefend door o.a. de dwarse en schuine buikspieren zorgen voor klemming, dus voor krachtsluiting op de basis van de wervelkolom.



Rugklachten worden soms veroorzaakt door een hernia: het uitpuilen van het kraakbeen van een tussenwervelschijf in het ruggemergkanaal, waardoor een zenuw wordt afgekneld. Die klacht komt relatief veel voor bij personen met een leeftijd tussen 30 en 40 jaar. Vroeger werden hernia's steeds geopereerd bij uitval van de beenspieren, maar sinds ontdekt werd dat de prognose op lange termijn bij wel of niet opereren niet of nauwelijks verschilt, is men daar in veel gevallen van teruggekomen.

Een andere bron van rugklachten wordt gevormd door de gewrichten tussen het sacrum - oftewel heiligbeen - en de beide heupbeenderen. Die gewrichten zijn eigenlijk, mechanisch gezien, een ontwerpfout van Moeder Natuur. Want een mechanicus zou een gewricht met platte gewrichtsvlakken nooit ontworpen hebben met de belastingsrichting in het vlak van het gewricht zelf. In plaats van op druk worden de

Figuur 5.
Dwarsdoorsnede van het bekken. De "stijfheid" van het platte sacroiliacale gewricht (SI joint) volgt uit een verschil in trillingsintensiteit aan de kant van de bekkenkam (ilium) en aan die van het heiligbeen (sacrum). Het heupbeen werd geëxciteerd met een frequentie van 200 Hz, de meting van de trilling gebeurde met een Colour Doppler Imaging (CDI) Transducer van Philips.



bekken-gewrichten dan immers op afschuiving belast. De mens is hier in feite niet optimaal geschapen om rechtop te lopen en over een paar miljoen jaar zal de mensheid - als die dan nog bestaat - wel geen beweegbaar bekkengewricht meer bezitten. In ieder geval is dat gewricht heden ten dage bij de vogels verdwenen, maar die zijn - evolutionair gezien - dan ook bijna honderd miljoen jaar ouder dan de mens.

Volgens een in Rotterdam ontwikkeld biomechanisch model kan alleen door krachtsluiting (figuur 4) via de dwarse buikspieren de verticale belasting op de bekkengewrichten worden weerstaan. Dat betekent dat die spieren vermoeid kunnen raken of dat ze niet voldoende voor hun taak kunnen zijn berekend, waardoor lage rugklachten kunnen ontstaan. Als we bij het zitten de benen over elkaar slaan, worden de dwarse buikspieren ontlast.

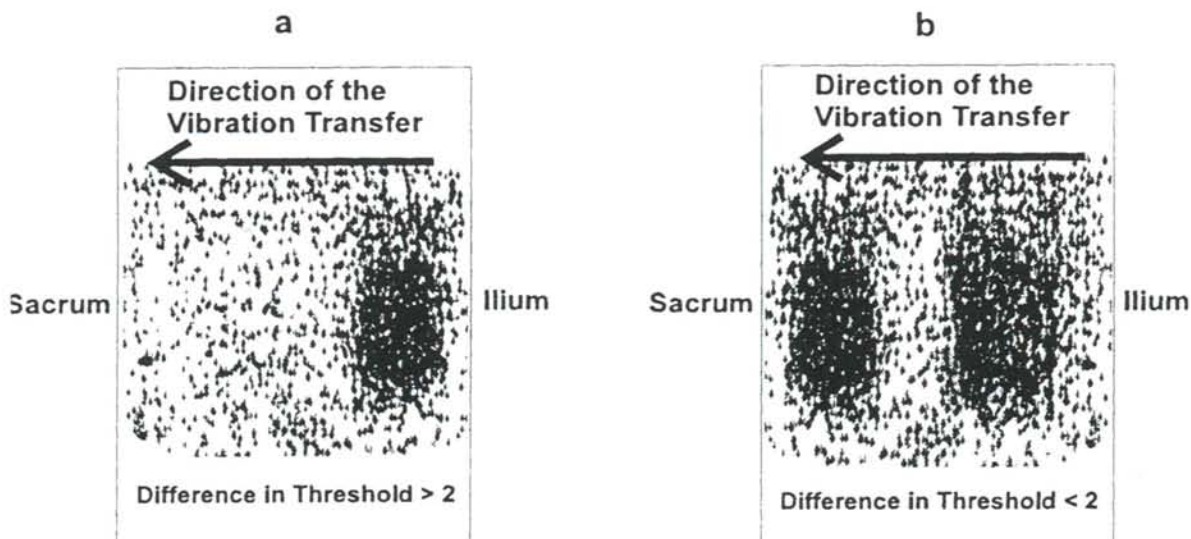
In onze vakgroep is instrumentatie ontwikkeld om de "stijfheid" van de bekkengewrichten te meten. Daarbij exciteren we een heupbeen met een frequentie van 200 Hz en meten de responsie aan de andere kant van het gewricht op het sacrum (figuur 5). Zo hebben we een criterium kunnen formuleren voor de "stijfheid" van een gewricht dat normaal niet meer rotatie vertoont dan drie à vier graden. Bij patiënten denkt men vaak als oorzaak van lage rugklachten aan "te los of te vast". Bij een groep patiënten in het Dijkzigt Ziekenhuis in Rotterdam bleek er echter asymmetrie te bestaan: er was verschil in stijfheid tussen het linker en het rechter sacroiliacale gewricht.

Uit dit onderzoek kan men opmaken dat de bekkengewrichten een sensorische functie hebben: ze fungeren als een soort rekstrookjes die de belasting van het lichaam meten. Op grond van die meting worden andere functies in het lichaam gestuurd. Daarbij hoeft het niet alleen om de eigenlijke verplaatsing van het lichaam te gaan, maar lijken vooral hogere afgeleiden van betekenis, met name de derde afgeleide oftewel de ruk.

Tot slot wil ik U graag nog ter lezing een boekje aanbevelen, dat tot stand is gekomen dank zij het werk op het gebied van de medische technologie door de Faculteit Industrieel Ontwerpen van de TU Delft: Medisign, geschreven door J.M. Dirken, R.H.M. Goossens en C.J. Snijders.

Ik dank U voor Uw aandacht

Figuur 6.
Voorbeeld van het meetresultaat van de CDI-transducent bij SI-stijfheidsmetingen. Links van een "stijf" en rechts van een "niet stijf" gewricht.



PRECISIE OPTISCHE COMPONENTEN

Lenzen in standaard waarden of geheel volgens Uw specificatie. Onze slijperij kan t/m testglas-controle, optische kwaliteits onderdelen leveren

- Lenzen en Prisma's
- Optische Bovenvlakspiegels, Deel-Spiegels, Achtervlak Spiegels
- Testglazen, Optische Vensters
- Coaten met metalen Fluoriden op uw Substraten en Spiegels
- Bosscreens en Matglazen voor camera's
- Precisie glasbewerking in Standaard Glas, Optisch Glas, Kwartsglas en Kwarts kristal



STABILIX B.V.
Burg. Hovylaan 84
2552 AZ DEN HAAG
tel. 070 - 3970061
fax 070 - 3979321

Physik Instrumente:

Produkten voor micro-positionering



Piezo-electrische flexure stages / sub-assemblies

Physik Instrumente is een wereldwijd gevestigde naam op het gebied van micro-positionering tot in het sub-nanometer gebied. Het programma omvat onder andere translatie- en rotatiesleden, piezo-translatoren, capacitieve sensoren, kortom alles wat met micropositioneren te maken heeft, in vele vormen en combinaties.



Laat u vrijblijvend informeren of vraag de schitterende Physik Instrumente catalogus op bij:

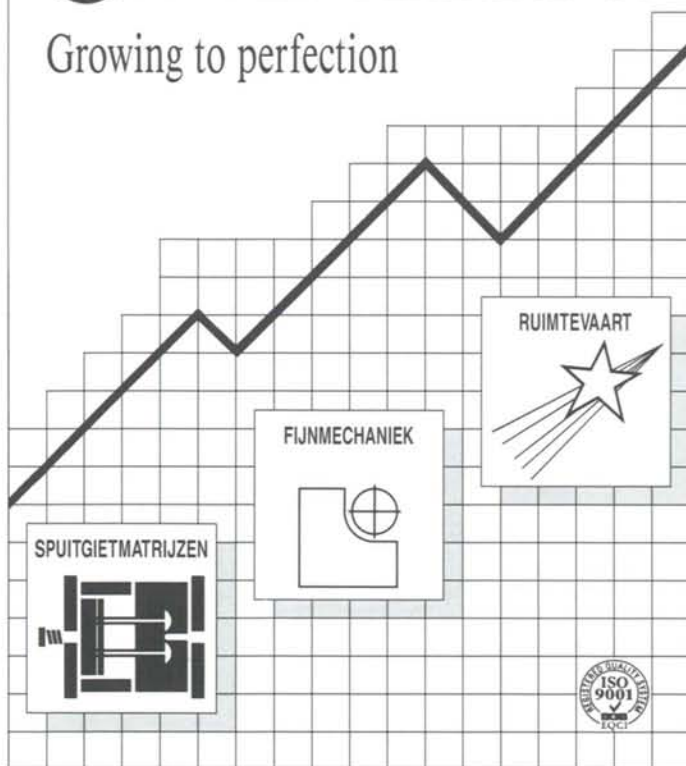
APPLIED LASER TECHNOLOGY

Applied Laser Technology BV
Best, tel: (031)-499-375 375
fax: (031)-499-375 373

Uw partner voor een deskundig advies.

PEDEO TECHNIEK

Growing to perfection



PEDEO TECHNIEK Martijn Van Torhoutstraat 15, B-9700 Oudenaarde
Tel 32 (0) 55 31 35 61 • Fax 32 (0) 55 31 26 85

main supplier

Onze specialiteit is micro-assemblage van functionele componenten met buitenafmetingen tot maximaal 40x42x50 mm. Liefst met electronica/optica geïntegreerd.

Onze fijnmechanische kennis van serieproductie en assemblage is gebaseerd op onze intensieve contacten met de Zwitserse fijnmechanische industrie. Daardoor zijn wij tevens in staat u bij de engineering en product-optimalisatie ter zijde te staan.



micro montage

Postbus 3108 - NL 3760 DC SOEST - Holland

GROOT IN HET KLEINE

Piëzo-aangedreven vervormbare spiegel

Dr.ir. G. van Schothorst *In het algemeen wordt een optische systeem gevormd door een samenstel van een aantal starre lenzen en spiegels. In een aantal gevallen kunnen de optische elementen ten opzichte van elkaar bewogen worden, zodat het optische systeem een bepaald bereik krijgt en niet slechts in één bepaald werkpunt functioneert. Bekende voorbeelden zijn de verrekijker en het foto-toestel. Voor hoogwaardige optische systemen, zoals die onder andere voorkomen in de ruimtevaart, in de astronomie, de laserindustrie en ook in de lithografische industrie, kan het starre karakter van de optische elementen een beperking vormen.*

Daarvoor kunnen twee redenen zijn:

Ten eerste kan het zijn dat de optische elementen niet ideaal zijn, zodat zij beeldfouten veroorzaken. Om deze beeldfouten, de zogenaamde aberraties, te elimineren, zullen de optische eigenschappen moeten worden aangepast. Dit kan door de elementen zelf aan te passen (beter te maken), of door een compenserend element toe te voegen. Hierbij kan nog onderscheid worden gemaakt tussen fouten die constant zijn in de tijd (bijvoorbeeld fabricagefouten) en fouten die in de tijd variëren. Deze laatste kunnen veroorzaakt zijn door temperatuursinvloeden, doorzakking ten gevolge van gravitatie-krachten, en door veroudering (kruip). Ten tweede kunnen er externe verstoringen in de lichtweg van het optische systeem optreden, die afbeeldingsfouten veroorzaken. Een bekend voorbeeld is turbulentie in de astronomie.

In de bovengenoemde gevallen kan actieve optica [1,2] een oplossing bieden. Deze technologie, die zich voorlopig vooral richt op vervormbare spiegels, gaat uit van een compenserend optisch element met variabele optische eigenschappen. Getracht wordt, om de afbeeldingsfouten die zich manifesteren als een niet-vlak golffront, te corrigeren door de spiegel de geconjugeerde vorm van het niet-vlakke golffront te geven, mogelijk variërend in de tijd.

In dit artikel zal worden ingegaan op het concept-ontwerp van een piëzo-aangedreven vervormbare spiegel. Eerst worden de specificaties opgesteld; daarna zal de conceptkeuze worden toegelicht. Vervolgens zal de conceptkeuze worden onderbouwd met enkele modelvormings resultaten. Tenslotte zullen enkele aspecten

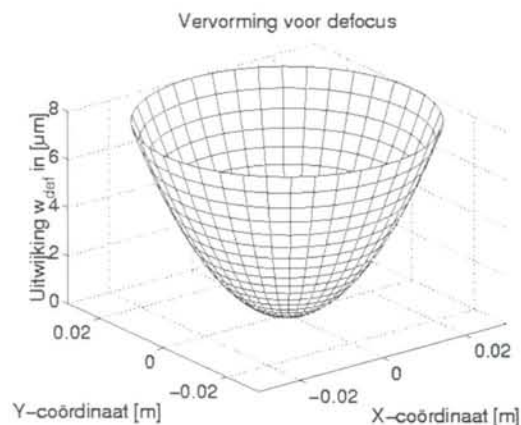
van de realisatie van de actief vervormbare spiegel worden belicht.

Specificaties

In de aanloopfase van het onderzoek is ervoor gekozen een eenvoudige vervormbare spiegel te realiseren, om ervaring op te doen met de voor actieve optica relevante technologieën. Daarbij is uitgegaan van een ronde spiegel met een diameter van 60 mm. In eerste instantie zullen slechts twee modes van vervorming worden bestudeerd, één voor defocus en één voor astigmatisme.

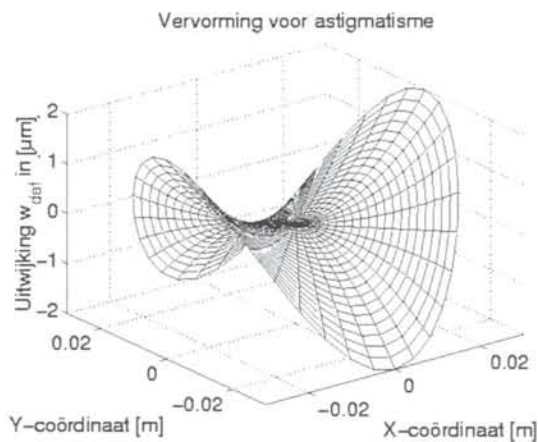
Parabolische vervorming.

Door middel van de parabolische vervorming, geïllustreerd in figuur 1, kunnen de optische eigenschappen veranderd worden in de zin van focussering. Er is



Figuur 1: Gewenste vervorming voor defocus.

Figuur 2: Gewenste vervorming voor astigmatisme.



uitgegaan van de denkbeeldige situatie, dat een optisch systeem een beeldafstand s' heeft van 4 meter. Nu moet de actieve spiegel voor een (de)focussing kunnen zorgen, zodat ook een beeldafstand s' van bijvoorbeeld 3,4 m gerealiseerd kan worden. Vertaald naar de spiegel betekent dit, dat deze een beeldafstand $s'=3,4$ m en een objectafstand $s=-4$ m moet kunnen aannemen. Gegeven de basisformule voor een optisch systeem [3]:

$$\frac{1}{s'} + \frac{1}{s} = \frac{1}{f}$$

levert dit een benodigde brandpuntsafstand $f \approx 23$ m voor de vervormbare spiegel. Met de formule $f=-R/2$ (zie [3]) wordt de kromtestraal $R = -45$ m gevonden, waarbij het min-teken aangeeft dat de spiegel concaaf is. Als de vervorming ten behoeve van defocus w_{def} wordt beschreven als functie van de straal r , dan wordt de gewenste kromtestraal gerealiseerd door $w_{def}(r) = \frac{1}{90} r^2$.

Dit levert een maximale uitwijking aan de rand van ongeveer 10 μm .

Zadelvlakvormige vervorming.

Een van de primaire en meest dominante aberraties in een optisch systeem is het zogenaamde astigmatisme. Dit verschijnsel veroorzaakt beeldfouten in de zin van onscherpte, die corresponderen met een zadelvlakvormig golffront. Astigmatisme kan ook geïnterpreteerd worden als een verschil in (de)focussing in de twee loodrechte richtingen van het beeldvlak. Door de vervormbare spiegel de geconjugeerde zadelvlakvorm te geven, zoals getoond in figuur 2, kan voor astigmatisme worden gecorrigeerd.

Evenals bij defocus is uitgegaan van de denkbeeldige

situatie, dat de beeldafstand voor de vervormbare spiegel $s'=4$ m is, terwijl er een afwijking ten gevolge van astigmatisme is van 0.15 μm en -0.15 μm voor de twee loodrechte richtingen in het beeldvlak. Met een gelijksoortige berekening als voor (de)focussing, wordt gevonden dat dit overeenkomt met uitwijkingen aan de rand van ongeveer 2 μm in de ene richting en -2 μm in de andere richting (zie ook figuur 2). De gewenste zadelvlakvervorming kan wiskundig worden beschreven door

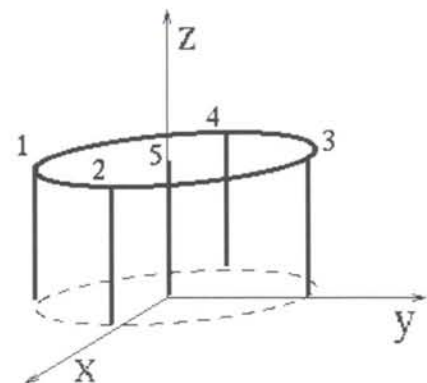
$$w_{ast}(r) = \frac{1}{450} r^2 \sin 2\theta,$$

waarbij r, θ de poolcoördinaten zijn die het vlak van de spiegel beschrijven.

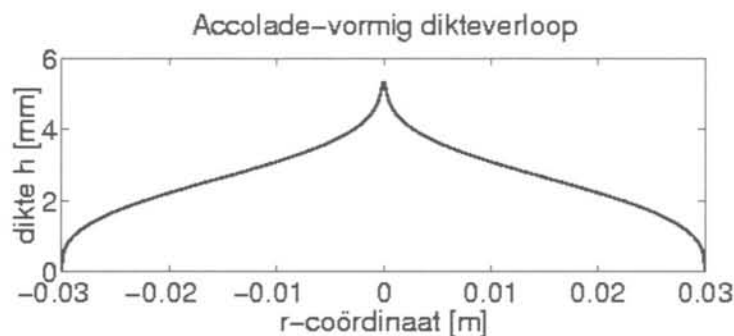
Totaal specificatie en tolerantie

De uiteindelijke eis aan de vervormbare spiegel is, dat deze elke gewenste combinatie van vervormingen kan realiseren, waarbij de bovengenoemde formules voor deze vervormingen w_{def} en w_{ast} de maximale amplitude aangeven. Als tolerantie voor de vervormingen is gekozen voor 2 % van de maximale amplitude van de astigmatische vervorming, dus 40 nm. Bij gebruik van een He-Ne laser als lichtbron, met een golflengte $\lambda=633$ nm, komt dit overeen met $\lambda/16$; dit is een veelgebruikte vuistregel voor toleranties in optische systemen.

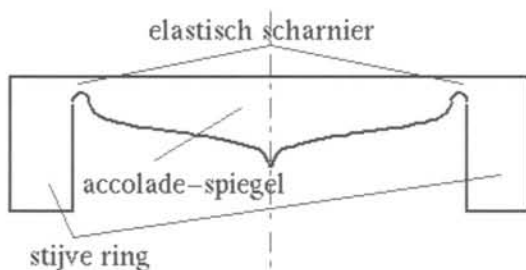
Omdat primair de vervormingen bestudeerd worden, zijn de eisen aan de vorm van de spiegel in onvervormde toestand minder stringent dan bovengenoemd. Toch zal ten behoeve van het verkrijgen van een goede optische meting van het oppervlak aan enkele eisen moeten worden voldaan: voor de vlakheid is een tolerantie van 0,2 μm gesteld, terwijl voor de oppervlakteruwheid een RMS-waarde van 3 nm wordt nagestreefd.



Figuur 3: Schematische weergave actuatorlocaties.



Figuur 4: Ideaal dikteprofiel voor vervormbare spiegel.



Figuur 5: Doorsnede van de vervormbare spiegel (schematisch).

Conceptkeuze

In het vakgebied van de actieve optica zijn verschillende basistechnieken bekend [1,2]. Zo worden in de astronomie, waar spiegels met een zeer grote diameter (bijvoorbeeld 10 m) toegepast worden, gesegmenteerde spiegels veelvuldig toegepast. De verschillende segmenten kunnen dan meestal in drie richtingen (axiaal en twee tilt-richtingen) gepositioneerd worden, zodat de optische eigenschappen van het geheel aangepast kunnen worden. De niet-gesegmenteerde spiegels bestaan meestal uit een relatief dun vervormbaar lichaam, dat vervormd wordt door een aantal actuatoren.

Er valt een belangrijk onderscheid te maken tussen *zonaal* en *modaal* vervormbare spiegels.

Bij *zonaal* vervormbare spiegels is meestal sprake van een groot aantal (> 10) actuatoren, geplaatst in een soort matrixstructuur, waarbij elke actuator slechts *zonaal*, in één bepaald gebied, de spiegel vervormt. Dit betekent, dat voor het aanbrengen van een eenvoudige modale vervorming, zoals de parabolische vervorming van figuur 1, alle actuatoren aangestuurd zullen moeten worden. Bij *modaal* vervormbare spiegels is dit niet het geval. In principe wordt de spiegel zo geconstrueerd, dat slechts één actuator nodig is om één bepaalde modale vervorming te realiseren.

Het nadeel van *modaal* vervormbare spiegels is, dat de constructie zeer complex wordt indien het aantal modale vervormingen toeneemt.

Actuatorplaatsing

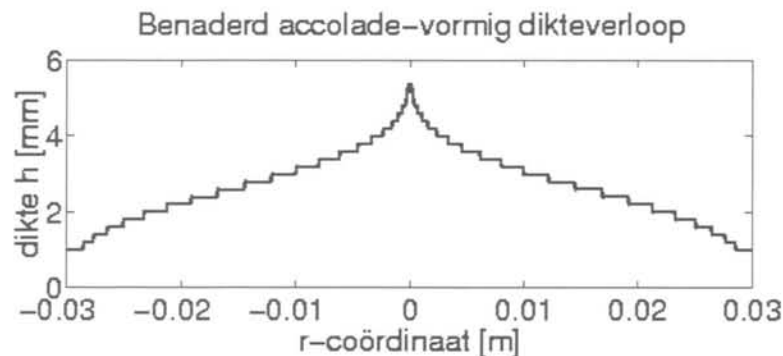
Omdat bij de gegeven specificaties slechts twee modale vervormingen hoeven te worden gerealiseerd, is het concept van de *modaal* vervormbare spiegel als uitgangspunt gekozen. Strikt genomen zouden dus slechts twee actuatoren nodig zijn, die elk één van de vervormingen aanbrengen. Het nadeel is dan echter, dat de positie (in verplaatsingsrichting) en de oriëntatie van de spiegel niet instelbaar zijn. Bovendien is een speciale constructie vereist, om de vervorming voor astigmatisme te realiseren met één enkele actuator. Daarom is er gekozen voor een concept met vijf actuatoren, één in het midden, en vier aan de omtrek van de spiegel, zoals geïllustreerd in figuur 3. Door een juiste aansturing van de actuatoren kan de spiegel zowel vervormd als gepositioneerd worden. In tabel 1 is een overzicht gegeven van de benodigde actuatorsturingen (positief, negatief, of nihil) voor de verschillende positioneer- cq. vervormingsacties. Merk op, dat in deze tabel de positionering en de vervorming van de spiegel ontkoppeld zijn, indien alle actuator sturingen gelijke amplitude hebben.

Actuator	1	2	3	4	5
Verplaatsing in z-richting	+	+	+	+	+
Rotatie om x-as	-	0	+	0	0
Rotatie om y-as	0	+	0	-	0
Vervorming defocus	+	+	+	+	-
Vervorming astigmatisme	+	-	+	-	0

Tabel 1: Actuatoraansturingen voor positionering en vervorming.

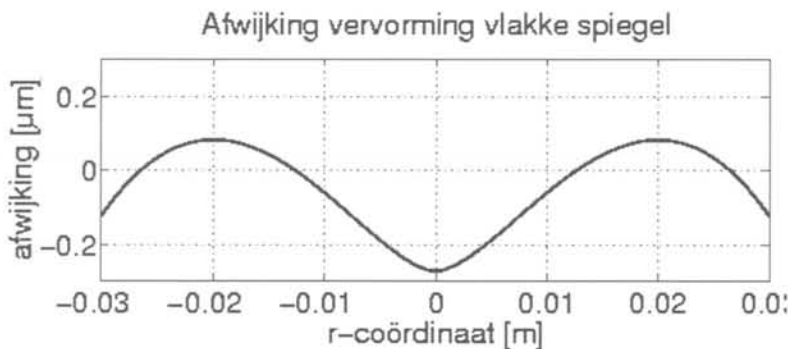
Spiegelvorm

Hoewel met de actuatorplaatsing volgens figuur 3 de spiegel hol of bol, en ook in een zadelvlakvorm gezet kan worden, is een vervorming volgens de specificaties (zie de formules voor w_{def} en w_{ast}) nog niet gegarandeerd. De uiteindelijke vervorming hangt namelijk af van de vorm van de spiegel, en van de wijze van bevestiging van de actuatoren. De meest elementaire oplossing, die vaak gevonden wordt in de literatuur van adaptieve optica [1,2], is een dunne vlakke plaat, waarop de actuatoren (geïdealiseerd) puntkrachten uitoefenen. Echter, deze oplossing geeft een niet-parabolische vervorming, zoals later zal worden aangetoond. Daarom is gekozen voor een 'accolade-



Figuur 6: Benaderd dikteprofiel, gebruikt in berekeningen.

Figuur 7: Afwijkingen van ideale defocus-vervorming voor vlakke spiegel.



vormig' dikteprofiel voor de spiegel, zoals getoond in figuur 4, beschreven door de formule $h = h_0 \sqrt{\ln(r/r_0)}$, met $h_0 = 3,5$ mm en $r_0 = 30$ mm. Dit dikteprofiel is door Sluijmer analytisch afgeleid uit de differentiaalvergelijkingen van de vervorming van een ronde, niet-vlakke plaat, belast met een kracht in het middelpunt [4].

Omdat de rand van de spiegel zeer dun moet zijn om het gekozen dikteprofiel te benaderen, is het moeilijk de actuatoren direct aan de spiegel te bevestigen. Bovendien is het gewenst, dat de krachten van de vier omtreksactuators goed verdeeld over de omtrek in de spiegel geleid worden, om randeffecten ten gevolge van complexe spanningsverdelingen rond de actuators te voorkomen. Daarom wordt de spiegel voorzien van een stijve ring aan de omtrek, met een elastische scharnierverbinding tussen spiegel en ring. Zie figuur 5 voor een schematische weergave van deze constructie. De elastische verbinding heeft een lage rotatiestijfheid; hiermee wordt voorkomen, dat er momenten op de rand van de spiegel inwerken.

Door de actuators op de omtrek om en om positief en negatief aan te sturen, zal de stijve ring vervormen; deze 'golfvormige' vervorming levert een verplaatsing op aan de rand van de spiegel, die daarmee in een zadelflakkvorm gezet wordt.

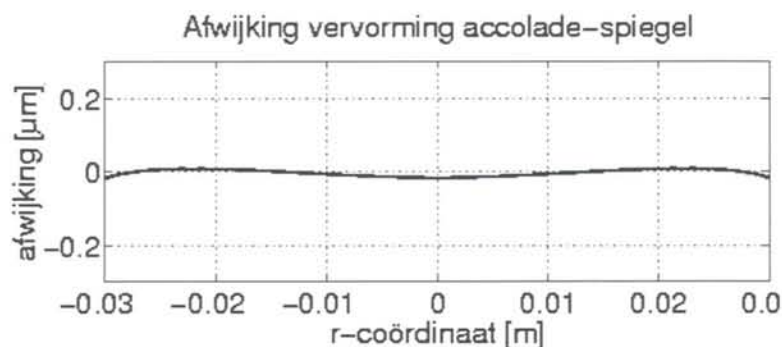
Modelvormings-resultaten

Ter onderbouwing van de conceptkeuze, met name de keuze voor het accolade-vormig dikteprofiel van de spiegel, zijn beschikbare theoretische modellen [5,6] geïmplementeerd in het rekenpakket Matlab. Deze modellen zijn gebaseerd op de theorie van de vervorming van een dunne, vlakke, ronde plaat. Menikoff [5] beschijft voor dit geval de vervormingen onder invloed van een willekeurig aantal actuators, op willekeurige posities geplaatst. Wan et.al. [6] breiden dit model uit voor het geval dat de dikte niet constant, maar wel cirkelsymmetrisch is. Daarbij wordt de ronde plaat opgedeeld in een beperkt aantal ringen met verschillende dikte, zodat een willekeurig dikteprofiel kan worden benaderd. Voor de accolade-vorm van figuur 4 is deze benadering gegeven in Figuur 6.

Bij de uitgevoerde berekeningen is met name gekeken naar de invloed van de accolade-vorm op de vervorming voor defocus. Met andere woorden, in hoeverre de gewenste vervorming van figuur 1 beter benaderd wordt dankzij de accolade-vorm. Omdat de spiegel flexibel bevestigd is aan de stijve ring, is aangenomen dat er slechts een verdeelde kracht aan de omtrek van de spiegel heerst, terwijl de rand verder vrij is. Verder grijpt in het midden een kracht aan, gelijk aan de integraal van de verdeelde belasting aan de omtrek. In figuur 7 is het verschil gegeven tussen de ideale defocus vervorming van figuur 1 en de berekende vervorming voor een vlakke ronde spiegel met dikte $h = 3,5$ mm. Hetzelfde verschil voor de (benaderde) accoladevorm van figuur 6 is gegeven in figuur 8. Duidelijk is te zien, dat door de accolade-vorm de gewenste vervorming beter gerealiseerd wordt.

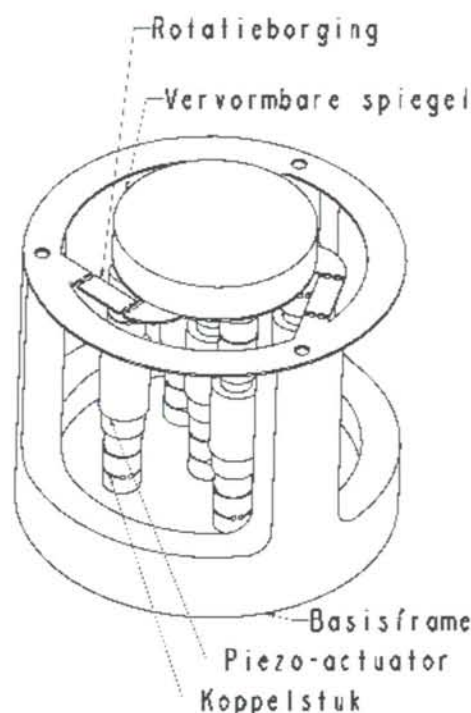
Realisatie en toekomstig onderzoek

Teneinde aan de gestelde eisen voor de onvervormde spiegel te voldoen, wordt de spiegel na voorbewerking gepolijst. In verband met deze bewerking is ervoor gekozen, een laag Ni-Cr van $150 \mu\text{m}$ op het basismateriaal te zetten; ten behoeve van een goede hechting wordt zuurstofvrij koper als basismateriaal gebruikt.



Figuur 8: Afwijkingen van ideale defocus-vervorming voor spiegel met accolade-vormig dikteverloop.

Hoewel de spiegel zelf niet erg stijf is (ongeveer $6 \text{ N}/\mu\text{m}$ in het midden), is de ring zeer stijf gedimensioneerd: met een hoogte van 17 mm en een breedte van 10 mm wordt een effectieve stijfheid op de actuatorlocaties gevonden van $60 \text{ N}/\mu\text{m}$. Om er voor te zorgen dat de gegenereerde verplaatsingen van de piezo-actuatoren goed overgedragen worden op de stijve ring, zullen de actuatormodules voldoende stijf moeten zijn. Gekozen is voor stijve, voorgespannen, laagspannings piezo-actuatoren. Hun maximale uitwijking is $15 \mu\text{m}$, de te leveren kracht ligt tussen -700 en 3000 N , terwijl de stijfheid $200 \text{ N}/\mu\text{m}$ bedraagt. Omdat dwarskrachten en koppels op actuatoren moeten worden vermeden, worden nog koppelstukken tussengevoegd, zowel boven als onder de actuator, die in



Figuur 9: Samenstelling van vervormbare spiegel, piezo-actuatoren, koppelstukken, en basisframe.

buigingsrichting flexibel zijn. Om te voorkomen dat de effectieve actuatorstijfheid (inclusief koppelstukken) kleiner wordt dan $100 \text{ N}/\mu\text{m}$, zijn de koppelstukken zodanig gedimensioneerd, dat hun stijfheid (per stuk) in axiale richting minimaal $100 \text{ N}/\mu\text{m}$ bedraagt. Het geheel van spiegel en actuatoren is bevestigd op een basisframe, waarbij een borgingsring de overgebleven vrijheidsgraden van de spiegel fixeert. In figuur 9 is een samenstellingstekening te zien.

Als de vervormbare spiegel constructief gerealiseerd is, zal het onderzoek zich richten op de aansturing van de piezo-actuatoren. In het bijzonder zal daarbij de interactie tussen de verschillende actuatoren worden onderzocht. Voor verschillende aansturingen van de piezo-actuatoren zullen de vervormingen van het spiegelloppervlak worden gemeten met behulp van een zogenaamde Fizeau interferometer, die een interferentiepatroon van het oppervlak genereert. Uit deze metingen kan het vervormingsgedrag van de spiegel worden geïdentificeerd, waarna een actief regelsysteem kan worden ontwikkeld, rekening houdend met de interactie tussen de actuatoren.

Noot

Dit artikel berust grotendeels op het afstudeerwerk 'Ontwerp van een vervormbare spiegel' van A.L. Sluijmer, verricht aan de Universiteit Twente. Hij werd bij dat afstudeerwerk begeleid door prof.dr.ir. M.P. Koster van de Universiteit Twente en door prof.dr.ir. J.J.M. Braat van de Technische Universiteit Delft, die een belangrijke bijdrage leverden aan de mechanische respectievelijk de optische aspecten van dit werk.

Literatuur

- [1] Hardy, J.W. Active Optics: A New Technology for the Control of Light. Proc. IEEE, 66(1978)6, pp.651-697.
- [2] Freeman, R.H. en J.E. Pearson. Deformable mirrors for all seasons and reasons. Applied Optics, 21(1982)4, pp. 580-588.
- [3] Hecht, E. Optics. 2nd edition, Addison-Wesley Publishing Co., 1990.
- [4] Sluijmer, A.J. Ontwerp van een vervormbare spiegel. Afstudeer-rapport WA-524, Universiteit Twente, Fac. Werktuigbouwkunde, Vakgroep Werktuigkundige Automatisering, April 1997.
- [5] Menikoff, A. Actuator influence functions of active mirrors. Applied Optics, 30(1991)7, pp. 833-838.
- [6] Wan, D.S., J.R.P. Angel en R.E. Parks. Mirror deflection on multiple axial supports. Applied Optics, 28(1989)2, pp. 354-362.2

euromex MICROSCOPES HOLLAND

MICROSCOPEN
 STEREOMICROSCOPEN
 REFRACTOMETERS
 KOUDLICHT

MICROSCOOP F-SERIE



STEREOMICROSCOOP E-SERIE

VRAAG NAAR
 ONZE DOCUMENTATIE
 3 EF

EUROMEX MICROSCOPEN B.V.

P.O. Box 4161

6803 ED ARNHEM - HOLLAND

Tel. +31 (0)26 3234473

Fax +31 (0)26 3232833

Papenkamp 20, Rijkerswoerd
 6836 BD ARNHEM- HOLLAND

Technische Precisie & Persoonlijke Visie

*Onafhankelijk ingenieursbureau
 met een specialistische kennis
 van de fijnmechanische techniek
 en lichte machinebouw*

- Engineering
- Detachering
- Cad-tekenwerk



Lumiflex Precision Engineering bv

Algolweg 9a

3812 BG Amersfoort

Tel.: 033 - 455 67 77

Fax: 033 - 455 56 76

KOPER / MESSING / ALUMINIUM

Voor het geval dat u 't nog niet wist...

ENORME VOORRADEN EN KORTE LEVERTIJDEN

beheersen onze handelswijze!

Onze voorraad platen, staven, buizen, draad,
 profielen etc. is groot, erg groot zelfs.

En onze voorraad wordt
 voortdurend op pijl gehouden,
 want lange levertijden zijn bij ons
 taboe.



Bel nu 050 - 5421200
 en ontvang p/o het dikke,
 geheel vernieuwde actuele
 voorraadboek.



KOPER

E-Cu/ SFCu

- - 2 t/m 250 mm
- - 4 t/m 200 mm
- - 6 t/m 60 mm
- - 6 x 2 t/m 100 x 60 mm
- - buis/holstaf t/m 156 mm

MESSING

Ms 58/ Ms 60Pb/ Ms 63

- - 1 t/m 350 mm
- - 2 t/m 150 mm
- - 2 t/m 110 mm
- - 3 x 2 t/m 100 x 80 mm
- - 6 x 3 t/m 40 x 6 mm
- - kartel 5 t/m 23 mm
- - buis/holstaf t/m 200 mm

ALUMINIUM

50 ST/ 51 ST/ 28 ST/ Si Pb

- - 2 t/m 500 mm
- - 5 t/m 200 mm
- - 5 t/m 80 mm
- - 10 x 2 t/m 125 x 70 mm
- - buis/holstaf t/m 365 mm
- * plat + vierkant
 ook in kortspanig 28 ST

SALOMON'S
METALEN B.V.

*Voorsprong
 door Voorraad!*

GOTENBURGWEG 24,

9723 TL GRONINGEN TEL. 050-5421200 FAX 050-5416892

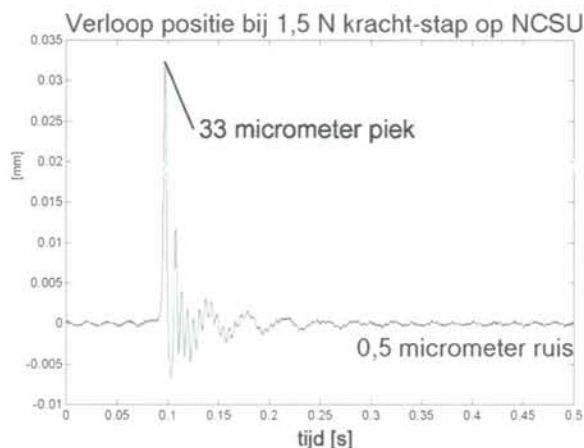
Magneetlaging

Alexander Molenaar De bouw van de eerste actieve magneetlager opstellingen viel samen met de oprichting van de NVPT, zo'n 50 jaar geleden. Hoewel het idee daarvoor al een eeuw oud was, werd praktische realisatie pas mogelijk dankzij de ontwikkeling van vermogenselektronica en regeltechniek na de tweede wereldoorlog. Magneetlaging is een vorm van mechatronisch ontwerpen bij uitstek (zie kader AMB). Bij moderne integrale ontwerpen als het sensorloos magneetlager en de lagerloze motor komt dit nog duidelijker naar voren.

AMB

De basisvorm van een actief magneetlager (ofwel Active Magnetic Bearing [AMB]) is een stilstaande elektromagneet (stator) waarmee een regelbare reluctantiekracht wordt uitgeoefend op een rotor (die kan roteren of transleren!). Een AMB bestaat uit een regelkring van actuator, positiesensor, regelaar en versterker. Omdat de reluctantiekracht een negatieve veerstijfheid heeft is dit regelsysteem noodzakelijk voor de stabiliteit en geeft het instelbare verings- en dempingseigenschappen.

De statische stijfheid kan met een integrator in de regelaar oneindig groot worden gemaakt, tot de maximale belastbaarheid wordt bereikt door verzadiging van de rotor (Kobalt legeringen met een verzadigingsfluxdichtheid van 1,9 T halen 60 N per cm² pooloppervlak). De dynamische stijfheid wordt echter beperkt door de snelheid waarmee de kracht kan veranderen. Deze hangt af van zowel de gehele regellus (maximale uitgangsspanning van vermogensversterker, gevoeligheid van de sensor) als van de actuator (magnetische voorspanning, hysteresis) en is typisch 1 N/mm voor harmonische verstoringen binnen de bandbreedte van de regelaar (typisch 100 Hz).



In de figuur is de reactie zichtbaar van een 1,5 newton last-stap op de rotor van een lineair magneetlager met PID regeling. De doorschot van 33 μm wordt veroorzaakt door de eindige bandbreedte van de (digitale) regelaar. De uiteindelijke positiefout valt binnen de positienuis van 0,5 μm (veroorzaakt door de eddy current –wervelstroom– positiesensor).

Motivatatie

Voor de toekomst heerst de verwachting dat door hun specifieke voordelen magneetlagers zullen worden toegepast waar alternatieven als kogel-, glij- en luchtlagers geen optie zijn. Deze voordelen zijn contactloosheid (geen slijtage en dus onderhoudsloosheid, toepasbaarheid in ultra hoog vacuüm (UHV) of ultra schone omgeving (UCE), afwezigheid van stick-slip) en instelbare lager-karakteristieken (stijfheid en demping, actieve trillingsonderdrukking). Vooral de ontwikkelingen in de lithografie richting de korte golflengte van röntgen motiveert de ontwikkeling van alternatieve positioneerstelsels met een hoge nauwkeurigheid die in vacuüm kunnen werken. Nadelen als de hoge ontwikkelingskosten voor iedere specifieke toepassing, de warmte ontwikkeling, het uitvalrisico van een actief systeem en de beperkte belastbaarheid en stijfheid, zullen de toepassingsmogelijkheid op hun beurt beperken.

Sectie Micro-techniek

Het thema van de sectie Micro-techniek (faculteit Werktuigbouwkunde, TU Delft) is statisch en dynamisch aligneren en positioneren. Het project lineaire magneetlaging dat hier een onderdeel van is, startte in 1991 met het promotieonderzoek van Frank Auer (Auer, 1995). Auer heeft een magnetisch gelagerde positioneerstaf gerealiseerd. Deze XYF tafel zweeft met 6 graden van vrijheid in een luchtspleet van 1 millimeter, met 10 millimeter slag in het vlak bij 1 micrometer relatieve positienuwkeurigheid (Auer et al., 1996). Dit onderzoek wordt sinds juni 1995 vervolgd door de auteur met een door de STW gefinancierd promotieproject. Doel hiervan is in brede zin

Stabiliteit

In het afgelopen jaar zijn diverse vormen van magneetlagering in het nieuws gekomen. De meest markante is de zwevende levende kikker van dr.A.K. Geim (Berry en Geim, 1997).

Ook de eerste consumentenproducten zagen het licht: een passief gelagerde zwevende tol (Levitron) en een actief magneetgelagerde zwevende bol (Levitor). Earnshaw bewees dat stabiele lagering niet mogelijk is met alleen stilstaande magneten en ladingen, dus passief (Earnshaw, 1842). Hier buiten vallen echter diamagnetisme (zwevende kikker en waterdruppels), stabiliserend impulsmoment bij draaiende rotoren (Levitron), supergeleiding (Meissner effect), actieve regeling (zwevende tol en magneetlagering), quantum effecten (de atomen van een boek zweven boven de atomen van de tafel) en oscillerende velden (inductieve lagering bij maglev treinen).

Met krachten die ontstaan uit magnetische velden kunnen op vele manieren bewegingsmogelijkheden worden beperkt. Dit noemen we lagere. Aandrijven is het positioneren in de vrijheidsgraden die niet beperkt worden door de lagering. Er kunnen vele combinaties van beide worden gemaakt; bijna alle zijn ondertussen wel eens gerealiseerd. Er zijn drie hoofdtypen elektromagnetische kracht. Dit zijn reluctantie- (magnetische potentiaal-), Lorentz- (elektrodynamische-) en inductieve kracht (Bleuler, 1992). Zie tabel 1 voor een klein overzicht. Reluctantiekracht blijkt de meeste voordelen te bieden voor het lagere/leviteren/dragen, vooral qua snelheid en kracht per volume-eenheid. Voor de stabiliteit moet een reluctantielager wel actief worden geregeld. Voor aandrijving is Lorentzkracht meer geschikt, zowel met permanente magneten als met geïnduceerde velden. Met inductie ontstaat echter zowel een aandrijf- als een lagerkracht.

Lorentz	stabiel	zwak	stijf	onzuinig
Inductie FOC	dynamisch	sterk	stijf	onzuinig
Inductie MDC	dynamisch	sterk	slap	zuinig
Reluctantie	instabiel	sterk	stijf	zuinig

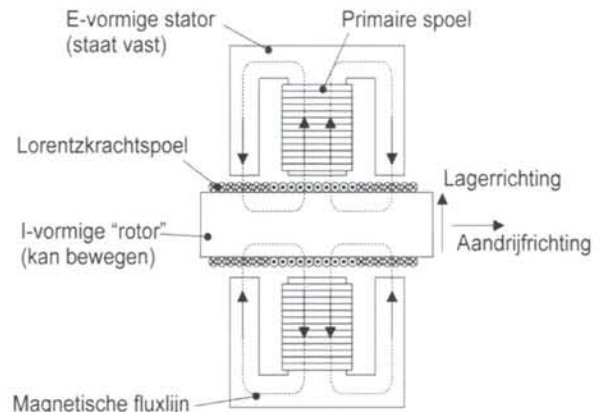
Tabel 1. Karaktereigenschappen van magnetische krachten.

De eerste en ook meest voorkomende toepassing van AMBs is de lagering van assen van systemen die heel snel draaien of die onderhoudsintensief zijn wanneer klassieke kogellagering toegepast zou worden. De maximaal gehaalde omloopsnelheid met trafo-blik is 565 m/s, met amorf metaal 826 m/s. Omdat magneetlagers wrijvingsloos werken kan het kostbare systeem onderhoudskosten besparen. Later volgde de ontwikkeling van zogeheten lineaire magneetlagers, aangevoerd door dr.D. Trumper (MIT) waarbij de mogelijkheid werd benut om binnen de luchtspleet van een reluctantielager nauwkeurig te positioneren (Trumper, 1990).

het uitbreiden van kennis over lineaire magneetlagering. In enge zin geldt als doel een nieuw te ontwerpen XYF-tafel met een:

- slag van 100 x 100 mm²,
- maximale versnelling in aandrijfrichting van 1 g,
- dynamische stijfheid van 100 N/mm, en
- absolute nauwkeurigheid van 1 mm.

Ten opzichte van de XYF tafel van Auer moeten hier toe vooral slag, lagerstijfheid en aandrijfkracht worden verbeterd, en zal de warmteontwikkeling moeten



Figuur 1. Schematische weergave van het werkingsprincipe van de Suspension en Propulsion Unit (SPU).

worden teruggebracht.

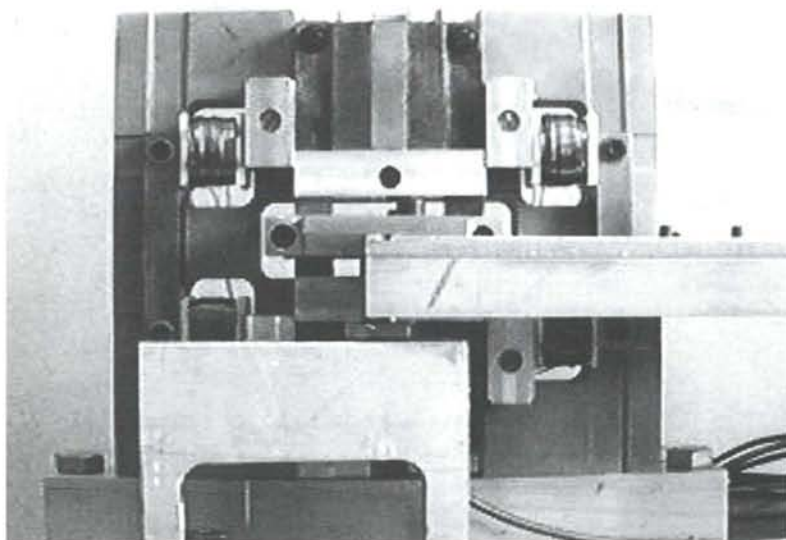
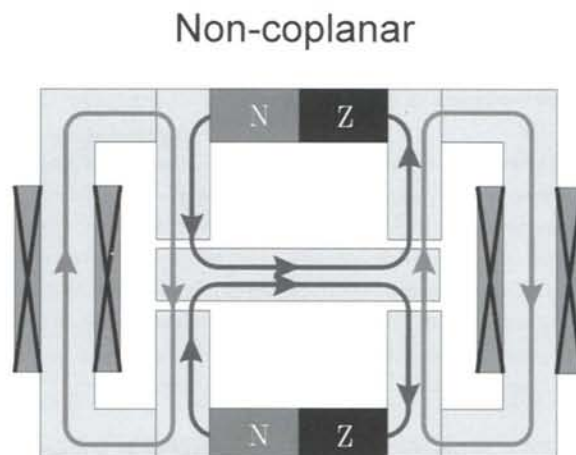
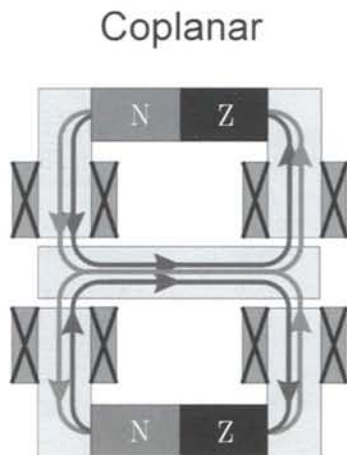
Combinatie

Voor het uitvoeren van een nuttige beweging wanneer een plateau met magneetlagers zweeft, is een aandrijving nodig die de lagering zo min mogelijk verstoort. De door Frank Auer ontwikkelde Suspension en Propulsion Unit (SPU) combineert lagering en aandrijving in één eenheid. Figuur 1 laat zien dat de SPU elektromagneten gebruikt voor lagering (suspension) middels reluctantie krachten, en dat hetzelfde veld wordt gebruikt voor aandrijving (propulsion) door Lorentzkracht middels een daarvoor op de rotor aangebrachte spoel.

Met diverse opstellingen is het werkingsprincipe van de SPU gevalideerd. Vooral de ont koppeling van de magnetische velden voor de lager- en aandrijfkracht zijn onderzocht. De invloed van de lagering op de aandrijving, door de variaties van de magnetische inductie in de luchtspleet, bleek onder normaal bedrijf slechts enkele ppm te bedragen. Zolang de rotor niet verzadigd is, is de invloed van de aandrijving op de lagering te verwaarlozen. De opstellingen toonden een stabiele werking. De lagernauwkeurigheid was gelijk aan die van de eddy-current sensor: 1 micrometer.

Drie SPU's kunnen, statisch bepaald, een platform lagere. Zo is een XYF-tafel gebouwd met een draagvermogen van 3 kilogram en een resolutie van enkele tienden micrometer. Nadelen van deze tafel zijn de beperkte slag (10x10 mm), de grote dissipatie (60 W) en de bescheiden aandrijfkracht van enkele newtons. Daarom werd een nieuwe actuator ontworpen, de NCSU.

Figuur 2. De enige twee mogelijke manieren waarop permanente magneten met elektromagneten kunnen worden gecombineerd in één circuit: co-planar en non-co-planar.



Figuur 3. De testopstelling van het lineaire non-co-planar magneetlager NCSU.

Permanente magneten

Wanneer de energie die gedissipeerd wordt door de ruststroom van de elektromagneten (om het magneetlager te kunnen voorspannen) hinderlijk is bij een bepaalde toepassing, kunnen deze vervangen worden door permanente magneten. Voorbeelden zijn lagers die zuinig moeten zijn zoals van compressoren in vliegtuigen, of die in vacuüm moeten werken. Ook wanneer de aandrijfkraft volgens het SPU principe moet worden vergroot bieden permanente magneten uitkomst omdat hiermee een grotere inductie kan worden verkregen in de luchtspleet.

Er kunnen principieel slechts twee keuzes gemaakt worden: de elektromagneten (EM) in serie met de permanente magneten (PM) of ieder in een eigen circuit tot ze vlak voor de luchtspleet samenkomen. De eerste vorm heet in de literatuur voor roterende lage-

ring co-planar; de tweede non co-planar, zie figuur 2. Vandaar dat een nieuwe lineaire lagereenheid volgens het tweede principe de Non Co-planar Suspension Unit (NCSU) is genoemd (Sanders, 1997).

Met behulp van analytische modellering en 2D eindige elementen simulaties is het magneetcircuit gemodelleerd. Uit de simulaties kwam een bijzondere eigenschap naar voren: de permanente magneten zijn zelf-instellend te maken voor een bepaalde rustflux door een slimme keuze van de geometrie van het circuit. De permanente magneet kan dan worden overgedimensioneerd waardoor de rotor verzadigd raakt. De inductie in de luchtspleten is dan de halve verzadigingswaarde en daarmee is het lager ideaal voorgespannen.

De opstelling van een enkele NCSU, zoals getoond in figuur 3, werkt naar behoren. De draagarm zorgt ervoor dat de rotor alleen nog verticaal kan bewegen. De inductie in de luchtspleet, en daarmee de aandrijfkraft, is 3 maal hoger dan in de SPU. Terwijl het totale pooloppervlak 4 keer kleiner is geworden is de draagkracht gelijk gebleven, terwijl de dissipatie ten minste 25 maal kleiner is geworden. De eerder in kader AMB getoonde dynamische stijfheidsmeting is met deze opstelling verricht. De prestatieverbeteringen worden hoofdzakelijk verklaard door de toepassing van permanente magneten, omdat eenzelfde regelsysteem is gebruikt.

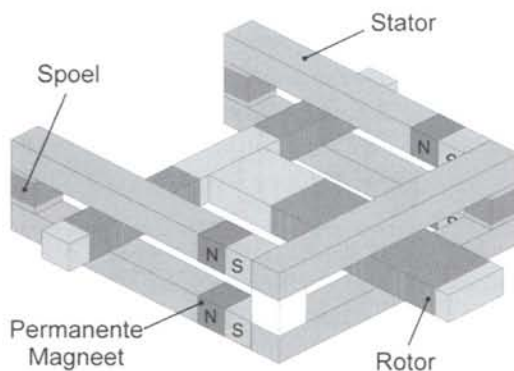
Planair AMB

Om de slag te vergroten bij een met reluctance actuatoren gelagerde tafel zoals de SPU, moeten de 3 zwevende ijzeren rotordelen waaraan wordt getrokken alle worden vergroot. Dit leidt dan tot een zware, logge tafel. De PAMB zoals getoond in figuur 4 is

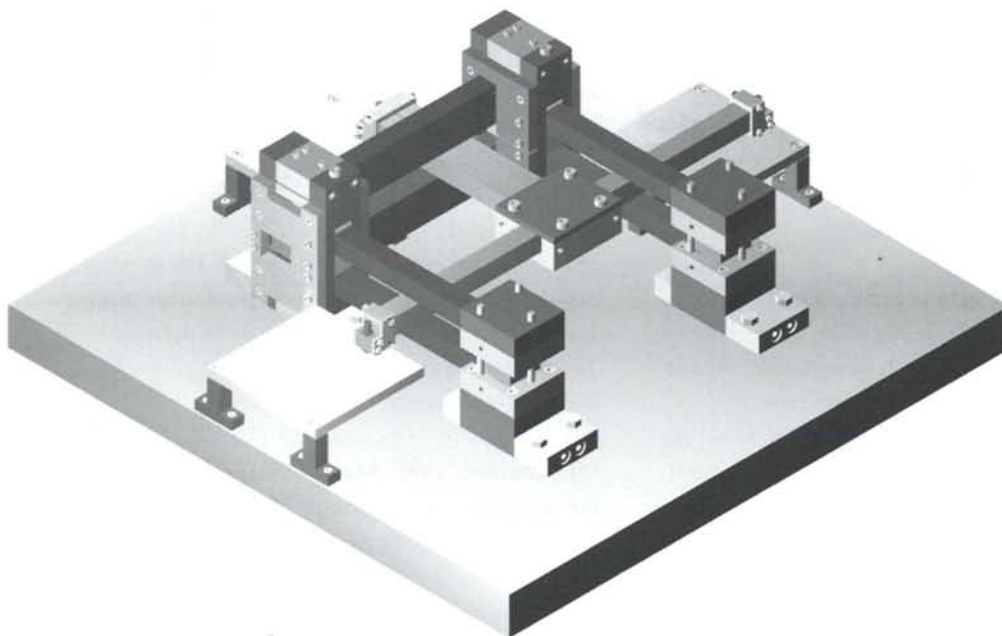
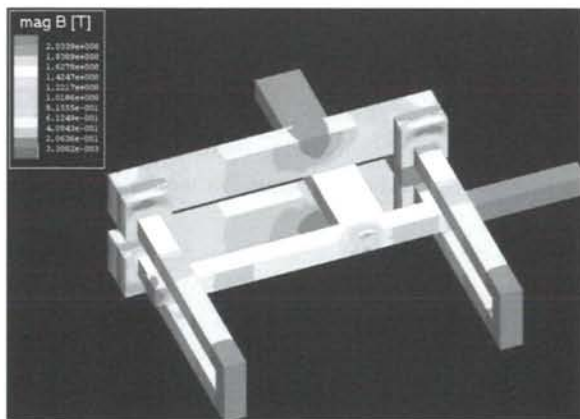
Magneetlagering

Figuur 4.

Schematische voorstelling van het planaire magneetlager PAMB, waarbij een zwevende T-vormige rotor tussen twee U-vormige statorleden wordt gelagerd en aangedreven met grote slag.



Figuur 5. Resultaat van een eindige elementen berekening van de magnetische inductie van de permanente magneten in de PAMB, die de rotor voorspannt. De inductie in de luchtspleten is net kleiner dan 1 tesla.



Figuur 6. Een constructietekening van de PAMB test opstelling zoals die momenteel wordt geassembleerd.

een gepatenteerde oplossing, die reluctantielagering koppelt aan de mogelijkheid van lange slag middels gekruiste fluxgeleiders (Molenaar, 1997). Deze oplossing werkt alleen wanneer de rustflux wordt gegenereerd door permanente magneten, dus de voordelen van de NCSU zijn hier wederom geldig.

Aandrijving in het vlak a la SPU blijft mogelijk. Een van de voordelen van deze configuratie is dat de veldrichting nergens omkeert (unipolair). Hysterese en wervelstroom-effecten die de dynamische werking van de lagering en aandrijving kunnen verstoren, blijven hierdoor tot een minimum beperkt.

Een magneetgelagerde tafel met een slag van 100 x 100 mm en de mogelijkheid van enkele graden hoekverdraaiing wordt momenteel geassembleerd door Erik Zaaijer. De eerste meetresultaten worden spoedig verwacht. Met behulp van analytische modellering en 3D eindige elementen simulaties is het magneetcircuit gemodelleerd, zie figuur 5. De verzadiging van de rotor leidt ook hier tot een perfecte rustflux in de luchtspleten ter grootte van de halve verzadigingsveldsterkte. Een optimale regelbaarheid is het gevolg, wat leidt tot een hoge belastbaarheid, zowel statisch als dynamisch. De tijdsafgeleide van de kracht is rechtevenredig met de rustflux. Een hogere rustflux is tevens gunstig voor de te halen aandrijfkraft (met de secundaire spoelen die rondom de rotor zijn gewikkeld).

In figuur 6 wordt een 3D tekening van de opstelling getoond zoals deze momenteel wordt geassembleerd. De drie vierkante plateaus zijn de doelen voor de eddycur-

rent sensoren die aan de drie rotoreinden zijn bevestigd. Deze meten de hoogte en de hoeken van het vlak. Voor positiemeting in het vlak wordt een optische positie-encoder gebruikt met een slag van 100 x 100 mm en maximaal drie graden hoekverdraaiing. Hiermee kan een sub-micrometer nauwkeurigheid worden gehaald.

De U-vormige stator en de T-vormige rotor bestaan uit een pakket verlijmd transformatorblik. De permanente magneten zijn Neodymium magneten; verborgen in de constructie

van de grote hoekpunten aan de rug van de dubbele U. De drie spoelen van de lagering zitten aan de uiteinden van de dubbele U.

Om de rotor wordt een dubbel pakket wikkelingen aangebracht, waarmee zowel twee orthogonale lineaire versnellingen in het vlak alsook rotaties om de verticale as

kunnen worden gegenereerd door middel van Lorentz krachten (DC motor principe). De interactie tussen lagering en aandrijving is bij een goede lagering nihil gebleken in de SPU. Omdat hetzelfde aandrijfprincipe bij de PAMB wordt gebruikt, is de verwachting dat de interactie ook hier verwaarloosbaar is.

Toekomst

Een aanpak waarmee de aandrijfkraft verder kan worden verhoogd is het gebruiken van zacht ferromagnetisch spoelmateriaal (ijzeren wikkelingen) voor de aandrijving (Molenaar en Van Beek, 1996). De mogelijkheid van een zelfdragende spoel als rotor wordt nog onderzocht. In ieder geval zal worden getracht om de invloed van verstoringen, hysteresis en verliezende verminderen. Dit kan door verbetering van sensoren en elektronica, maar ook door een nieuwe aanpak die momenteel wordt onderzocht: het regeltechnisch inbouwen van trillingsisolatie in reluctantie actuatoren. Tenslotte zal worden getracht om een planaire magneetlager configuratie als de PAMB te ontwikkelen waarbij de permanente magneten in de rotor opgenomen zijn zodat er geen draden naar de rotor gaan. Een eerste opzet ligt hiervoor klaar.

Noot

Dit onderzoek wordt mede mogelijk gemaakt door financiële steun van de Stichting Technische Wetenschappen (STW) en de inzet van de vele studenten die met enthousiasme hun afstudeerwerk verrichten bij de sectie Micro-techniek. Een van hen, Erik Zaaijer, wil ik in het bijzonder bedanken voor het verzorgen van de afbeeldingen in dit artikel.

Alexander Molenaar is promovendus Lineaire Magneetlagering bij de Sectie Micro-techniek, Vakgroep Ontwerp en Productie, Faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek & Industrieel Ontwerpen, Technische Universiteit Delft, tel.: 015-278 3142, fax: 015-278 1887, e-mail: a.molenaar@wbmt.tudelft.nl
Op internet: <http://www-op.wbmt.tudelft.nl/mt/projects/pamb/pamb.html>,
<http://www-op.wbmt.tudelft.nl/mt/>

Literatuur

- F. Auer, 1995. Combined Electromagnetic Suspension and Propulsion for Positioning with subMicrometer Accuracy. Dissertatie, Technische Universiteit Delft.
- M.V. Berry en A.K. Geim, juli 1997. On flying frogs and levitrons. Eur. J. Phys., 18(1997)4, 307-313.
- H. Bleuler, 1992. A Survey of Magnetic Levitation and Magnetic Bearing Types. JSME International Journal, 35(1992)3, 335-342.
- S. Earnshaw, 1842. On the nature of the molecular forces which regulate the constitution of the luminiferous ether. Trans. Camb. Phil. Soc., 7 (1842), 97-112.
- A. Molenaar, februari 1997. Aangedreven magneetlaer. Octrooiaanvraag nummer 1005344. Ten name van Stichting voor de Technische Wetenschappen te Utrecht.
- F. Auer, A. Molenaar, en H. F. van Beek, augustus 1996. Application of Magnetic Bearing for Contactless Ultra High Precision Positioning. In Proceedings of the Fifth Int. Symp. on Magnetic Bearings, p. 441-445, Kanazawa, Japan. 5ISMB.
- A. Molenaar en H. F. van Beek, June 1996. Minimization of the air gap in electromagnetic systems for levitation and propulsion through the application of high m_r winding material. In Conference Proceedings Actuator 96, p. 450-453, Bremen, D. AXON Technology Consult GmbH.
- M.J. L. Sanders, januari 1997. A new linear active magnetic suspension configuration; a permanent magnet biased non-coplanar circuit. Doctoraalscriptie, Technische Universiteit Delft, faculteit Werktuigbouwkunde.
- D.L. Trumper, 1990. Magnetic suspension techniques for precision motion control. Dissertatie, Massachusetts Institute of Technology, U.S.A.

Wij doen *precies* wat anderen beloven



TNO-TPD beschikt over bijna 400 medewerkers, die dagelijks multidisciplinair bezig zijn met de probleemoplossing van hun klanten. De TPD is in staat om nanometernauwkeurigheden, integratie van optische componenten en hoge eisen ten aanzien van dynamisch en thermisch gedrag vorm te geven in één ontwerp. Bovendien bouwt de TPD dat ontwerp ook daadwerkelijk. De systemengineers en de instrumentmakers werken in onze platte organisatiestructuur nauw samen. Onze werkwijze wordt beloond: hoogwaardige industriële bedrijven behoren tot onze opdrachtgevers.

Met een jaaromzet van bijna 80 miljoen gulden kunnen we onszelf gerust een stevig bedrijf noemen. Die omzet komt voor een groot deel tot stand uit rechtstreekse opdrachten van overheden, brancheorganisaties en bedrijfsleven. Opdrachtgevers kiezen voor ons, omdat wij voorop lopen in technologische ontwikkelingen. De vragen van die klanten variëren sterk. Soms gaat het om het geven van een helder advies, meer nog geven wij een concrete oplossing in de vorm van een apparaat of meetinstrument.

De piëzo-aangedreven vervormbare spiegel is slechts een van de vele voorbeelden, waaruit blijkt dat we uitstekend in staat zijn verschillende vakgebieden met elkaar te verbinden. Wij dragen zorg voor een totaaloplossing die leidt tot een prototype, opschaalbaarheid met betrekking tot serieproductie kan hierin worden meegenomen.

Onze vakgebieden:

- Fijnmechanica/Systeemengineering
- Mechatronica/Regeltechniek
- Optica
- Visiontechnologie
- Geluidbeheersing



De kracht van kennis.

TNO Technisch Fysische Dienst, Postbus 155, 2600 AD Delft, voor meer informatie: Rob
Lansbergen,
Tel. 015 - 269 20 74, Fax. 015 - 269 21 11, email: lansbergen@tpd.tno.nl

Elektrolytische product-markering

Kenmerkend voor het Östling markeringssysteem is, dat producten gemarkeerd kunnen worden zonder beschadiging van het product. Producten die vervaardigt zijn uit staal of niet-ijzermetalen, kunnen gemarkeerd worden of deze nu gehard, gebruineerd, damp-behandeld, vernikkeld, verchromd, klein, groot, rond, vlak, convex of concaaf zijn.

Mogelijke markeringen die aangebracht kunnen worden zijn letters, cijfers, logo's, grafieken, het aanbrengen van schaalverdelingen voor meetinstrumenten (DIN ISO 9000 FF) of barcodes. De markering wordt duurzaam, precies, contrast-scherp, zwart en tot 0,1 mm diep aangebracht. Elektrolytisch markeren is economisch uitvoerbaar bij zowel kleine als grote series. Voor het



markeren van alfanumerieke codes en serienummers is er een PC-gestuurde oplossing die meerregelige tekst met logo's kan combineren. Hoogwaardige schablonen kunnen worden geleverd voor langdurig gebruik bij grote series of wanneer zeer hoge kwaliteitseisen worden gesteld.

Voor uitvoerige info:

Meininger
Tel.: 070-340 1780
Fax: 070-340 1602.

CCD videocamera

Snel en compact is de 4 Quik 05A serie CCD videocamera-serie van Stanford Computer Optics, die voor allerlei toepassingen kan worden ingezet, zoals analyse van snelle productie- of fysische processen en



spectroscopisch onderzoek. De camera heeft de mogelijkheid tot directe communicatie met de computer in combinatie met de juiste applicatie-software. De grote lichtgevoeligheid varieert van 1 micro-lux tot 1 nanolux, de belichtingstijd kan ingesteld worden ingesteld van 3 ns tot 8 s. Bovendien kan men de camera zo instellen dat zeer snel een aantal opnamen automatisch achter elkaar wordt gemaakt. Bediening op afstand is mogelijk, wat een voordeel is bij onderzoek in een mensonvriendelijke omgeving. De besturing kan gebeuren vanuit de ingebouwde microprocessor of over de RS232 uitgang door een PC. Ook is de camera voorzien van een ingebouwde puls/vertragingsgenerator.

Het optisch systeem omvat onder andere een versterker, die zorgt voor een onvervormde afbeelding van het op de CCD-chip opgenomen object, zonder kussenvormige beeldvervalsing, of een andere vorm van geometrische vertekening. Versterkers zijn er in verschillende uitvoeringen voor een goflengtegebied dat loopt van 110 tot 1300 nm, dus van ultraviolet tot 'aangrenzend' infrarood.

De camera produceert beelden bij

zeer geringe lichtsterkten en is tevens geschikt voor het analyseren van zeer snelle processen zoals balistisch onderzoek of snelle stromingsverschijnselen.

Andere gebruiksdoelen zijn spectroscopische detectie voor snelle acquisitie van spectra of lage lichtniveaus (Raman scattering) of gepulst en tijdopgelost meten.

Voor uitvoerige info:

Optilas BV
Tel.: 0172-446 060
Fax: 0172-443 414

Taaisterke cyano-acrylaatlijm

Permabond heeft een taaisterke uitbreiding op de huidige cyanoacrylaatlijmen, "Black Magic C737" genaamd. Normaal zijn dergelijke lijmen hard en bros met de bijbehorende nadelen zoals een minder goede stootvastheid.

Het taaisterke karakter maakt de lijm stootvast, beter bestand tegen afpelkrachten (de meest gevreesde krachten bij de lijmverbindingen). De grotere sterkte bij hogere temperaturen en de donkere kleur maken de lijm geschikt voor veel uiteenlopende toepassingen.

Materialen als aluminium, staal, kunststoffen en rubbers kunnen probleemloos worden verlijmd. De snelheid waarmee een handvaste



verbinding tot stand komt is 20 - 50 seconden, daardoor kan de productie vlot doorgaan zonder te moeten wachten op het uitharden

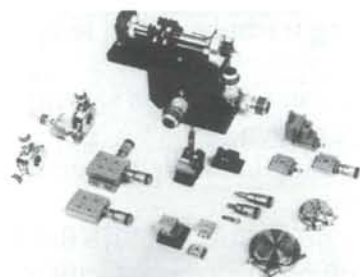
van de lijm. De volle sterkte wordt bereikt na ongeveer 24 uur. De snelheid van het uitharden wordt uiteraard beïnvloed door de temperatuur, luchtvochtigheid en de soorten materiaal die worden verbonden. Grotere te vullen ruimtes en zure oppervlakken zullen de uitharding vertragen. Om dit tegen te gaan heeft Permabond een speciale oppervlakte conditioner, de CSA activator.

Voor uitvoerige info:

Laagland BV
Tel.: 010-292 2236
Fax: 010-292 2229

Optische vezels

Elliot Martock leverancier van onder andere micropositionersystemen heeft een nieuwe catalogus uitgebracht. De hierin ondermeer



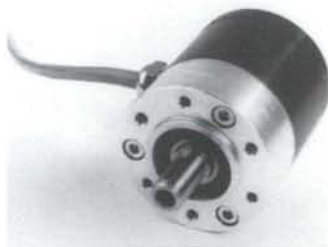
genoemde glasvezelhouders hebben het voordeel dat de vezel makkelijk is te plaatsen en dat alle klemmen mechanisch instelbaar zijn en vastgezet aan het blok, zodat de kans op verliezen wordt verkleind.

Voor uitvoerige informatie:

Te Lintelo Systems BV
Tel.: 0316-340 804
Fax: 0316-340 805

Pneumatische stappenmotoren

De onlangs geïntroduceerde pneumatische stappenmotor van het



Zwitserse Richiger is geschikt voor alle mogelijke stel- en regelopgaven. De motoren zijn minder snel dan elektrische stappenmotoren maar kunnen meer kracht leveren. De serie motoren levert een koppel dat loopt van 0,4 tot 14 Nm/per bar druk. De besturing is eenvoudig en kan met een normale PC kunnen worden uitgevoerd. Er kunnen diverse soorten besturingssoftware geleverd worden.

De motoren hebben de eigenschap dat zij in elke stand mechanisch zijn vergrendeld, ook wanneer ze stroom en drukloos zijn. Aansturing vindt plaats door 3 stuks 3/2-weg ventielen.

Voor het maken van de meest geschikte motorkeuze is gratis software onder Windows beschikbaar, waarin tevens wordt aangegeven welk type Rotex koppeling dient te worden toegepast.

Voor uitvoerige info:

Berendsen PMC BV/Meininger
Tel.: 070-413 8787
Fax: 070-413 8777

Compacte veiligheidskoppeling

De EAS-Compact veiligheidskoppeling van Mayr is bedoeld om te worden toegepast bij aandrijvingen met sterk wisselende draaimomenten of veelvuldige en snelle omkering van de draairichting. In alle gevallen zorgt de koppeling ervoor dat de vermogensoverdracht ogenblikkelijk wordt onderbroken op het

moment dat het ingestelde draaimoment wordt overschreden, terwijl onder normale omstandigheden een spelingvrije werking gewaarborgd blijft. De EAS-Compact koppeling kan door zijn beperkte omvang in vrijwel iedere situatie worden toegepast, heeft een gering massatraagheid en een afleesbare draaimoment-instelling waarmee een nauwkeurige afstelling eenvoudig mogelijk is.

De kern van de EAS overbelastingsbeveiliging wordt gevormd door



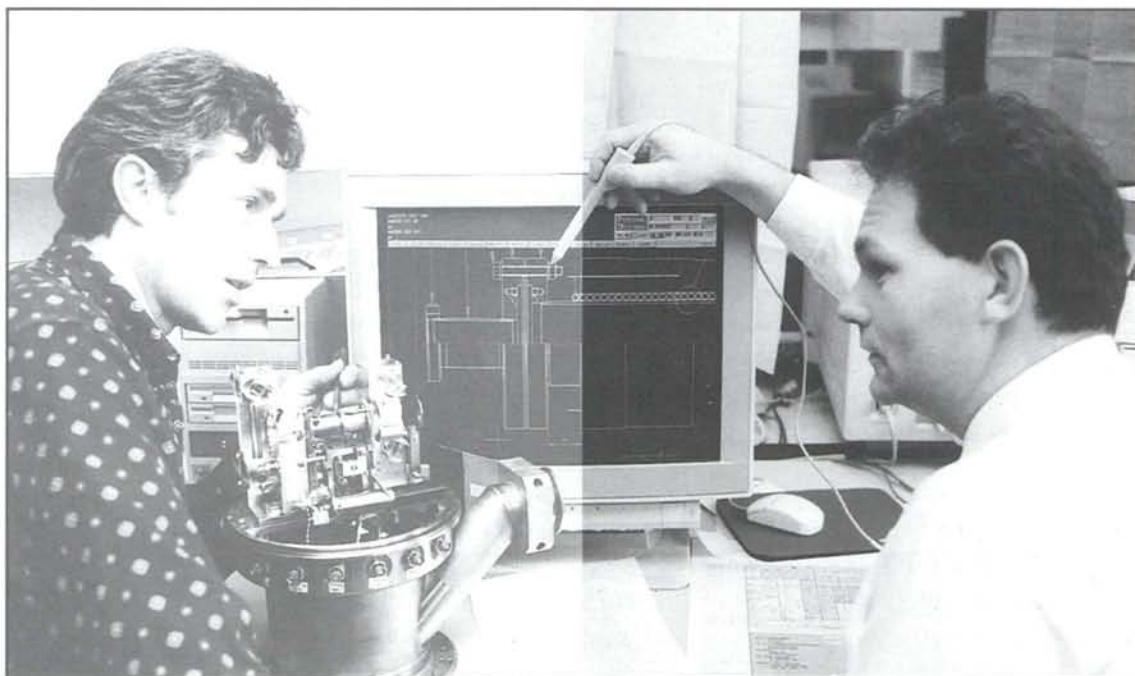
een kogelkrans, waarmee het vermogen volledig spelingvrij van de naaf op de flens wordt overgebracht. Speciale schotelveren zorgen ervoor dat de koppeling in geval van overbelasting onmiddellijk uitschakelt. De koppeling wordt in verschillende afmetingen en verschillende asdiameters op de markt gebracht. De uitschakelmomenten lopen van 5 Nm (max. 4000 omw/min) tot 700 Nm (max. 1200).

Voor nadere info:

Groneman B.V.
afd. Aandrijf- en besturingstechniek,
Tel.: 074-255 1140
Fax: 074-255 1109.



De uitwerking van een produktidee is bepalend voor de kwaliteit



Samen krijg je meer voor elkaar!

De NVPT stimuleert ontwikkelingen en toepassingen van de precisietechnologie in Nederland en wil daarmee tevens de belangstelling van dit kennisintensieve vakgebied vergroten.

Door het grote kennispotentieel dat qua niveau en vakdisciplines in de vereniging aanwezig is, kan door onderlinge contacten een vruchtbare kennisoverdracht tot stand komen.

Daarmee wordt een belangrijke bijdrage geleverd zowel aan de vaktechnische ontwikkeling van de leden als aan de ontwikkeling van de precisietechnologie in het algemeen.

De vereniging tracht haar doel te bereiken door onder meer:

- Deelname aan vakbeurzen samen met bedrijfsleden.
- Bedrijfsbezoeken.
- Samenwerking in Landelijke en Regionale Werkgroepen.
- Uitgave van het vakblad MIKRONIEK.
- Mikropool, een onderlinge dienstverlening op het gebied van materialen en bewerkingen.
- Deelname aan de organisatie van vakgerichte symposia, themadagen en tentoonstellingen.

Indien u in de activiteiten van de NVPT bent geïnteresseerd, stuur ons dan deze antwoordstrook.

Voor informatie en aanmelding:
Nederlandse Vereniging voor Precisietechnologie NVPT
Postbus 6367, 5600 EJ Eindhoven
Tel.: 040-2947937, Fax: 040-2125075

Naam

Adres

Postcode Woonplaats

Tel.: Fax:

Werkzaam bij

Functie

Vakgebied(en)

Omvang bedrijf

Lidmaatschap: ☐ wil informatie

☐ geeft zich op als lid.





The success of your product depends on the performance of every single part — even those your customer doesn't see. That's why Philips Mechatronics is the smart choice for precision components.

Take advantage of Philips' expertise: high-performance parts in tightly controlled production and even to extreme tolerances — for just about every application. If standard units won't do, our design engineers will work with you to develop the specific component you need. And take advantage of our global presence and production facilities: Philips can meet your delivery schedule, wherever your needs arise.

Then there's quality... And while everyone else is making claims, Philips Mechatronics is making commitments. We understand that you're staking your reputation on our quality. So we'll do whatever it takes to deliver the best designed, most reliable, optimum tolerance product.

It's the little things that make a difference.



These components are small — so small, your customers won't know they're from Philips. But they will know if they're not.

Philips Mechatronics
Kerkeplaat 12, 3313 LC Dordrecht
P.O. Box 57, 3300 AB Dordrecht
Tel. +31 78 621 99 10
Fax +31 78 621 32 76

Let's make things better.

Philips
Key
Modules



PHILIPS

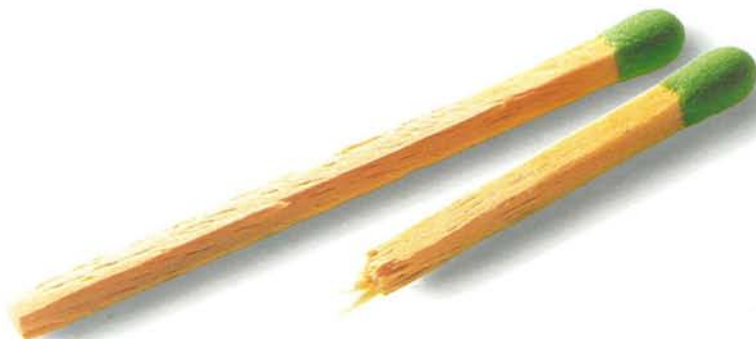


Voordat U aan het kortste eind trekt, kunt U beter naar ons komen: HEIDENHAIN-lengtemeetsystemen registreren posities op een μm nauwkeurig en bieden derhalve de beste vooruitzichten op de exacte bewerking van Uw werkstuk. Daarbij kunt U kiezen uit lengtemeetsystemen met verschillende aanbouwmogelijkheden, thermische eigenschappen en uitgangssignalen. Om het even, welke het beste aan Uw eisen voldoet: met meetstappen tot het nanometerbereik en nauwkeurigheden tot $\pm 0,1 \mu\text{m}$; elk meetsysteem zorgt steeds weer voor de hoogste bewerkingsnauwkeurigheid. Mocht U tevens perfectie in andere toepassingen verlangen, zorg dan voor HEIDENHAIN-componenten in Uw machine.



Belt U ons:
HEIDENHAIN info-service
(03 18) 54 03 00

U kunt het kort of
lang maken, beter
komt U naar ons.



Wereldwijd maatgevend.

HEIDENHAIN

HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.

Postbus 107 · NL-3900 AC Veenendaal

(03 18) 54 03 00 · FAX (03 18) 51 72 87