

Mikroniek

VAKBLAD OVER PRECISIETECHNOLOGIE

JAARGANG 45 - NUMMER 4

Precisietoepassingen van glas
Actieve demping versus optimale stijfheid
PrecisiePortaal: Lijmen van kleine onderdelen

MIKRONIEK IS EEN UITGAVE VAN DE NVPT

**ELK JAAR 100 NIEUWE PRODUCTEN
DE OPLOSSING VOOR UW MEETPROBLEMEN!**

Mitutoyo Europe



ABSOLUTE™
Absolute System Patented by MITUTOYO

NIEUW!

IP67

Absolute Super Solar Caliper

- IP67 stof- en waterbestendig
- Ongeëvenaard betrouwbaar meten dankzij wereldwijd gepatenteerd Mitutoyo Absolute systeem
- Geen batterij nodig, werkt op omgevingslicht
- Shock Proof behuizing

Duo-ratel schroefmaat

- Meet nauwkeurig met constante meetkracht, ongeacht of u aan de knop of de trommel draait.
- Dus ook geschikt voor meten met één hand!

*Bij Mitutoyo wordt
dag in dag uit gewerkt aan
de ontwikkeling van nieuwe
producten en technologieën.*

Mitutoyo

*Bij de wereldwijde marktleider op het
gebied van precisie meettechniek
bent u dan ook aan het juiste
adres voor hoogwaardige
oplossingen van uw
meetproblemen.*



NIEUW!

Titaan driepunts- binnenschroefmaten

- Meetpunten met TiN coating
- Verbeterd ratelmechanisme voor nauwkeurige metingen
- Inwendige conus en contactpunten tussen spindel en conus voorzien van hardmetaal, dus zeer slijtvast

NIEUW!

ID-H meetklok

- Hoge nauwkeurigheid in combinatie met een groot meetbereik (30 of 60 mm)
- Aflezing tot op 0,5 μm (instelbaar)
- Bij tolerantieoverschrijding verandert de verlichting van groen naar rood
- Zeer veel functies, gegevensuitgang

Meer weten over de Mitutoyo probleemoplossers?

Vraag er naar bij uw dealer, kijk op www.Mitutoyo.nl of bel Mitutoyo Nederland: 0318-534911

Colofon**Doelstelling**

Vakblad voor precisietechnologie en fijnmechanische techniek en orgaan van de NVPT. Mikroniek geeft actuele informatie over technische ontwikkelingen op het gebied van mechanica, optica en elektronica. Het blad wordt gelezen door functionarissen die verantwoordelijk zijn voor ontwikkeling en fabricage van geavanceerde fijnmechanische apparatuur voor professioneel gebruik, maar ook van consumentenproducten.

**Uitgever**

Nederlandse Vereniging voor
Precisie Technologie (NVPT)
Postbus 190
2700 AD Zoetermeer
Telefoon 079 - 353 11 51
Telefax 079 - 353 13 65
E-mail office@nvpt.nl

Abonnementskosten

Nederland € 55,00 (ex BTW) per jaar
Buitenland € 70,00 (ex BTW) per jaar

Redactie

Hans van Eerden
E-mail eerd9@introweb.nl

Advertentie-acquisitie

NVPT
Janette van de Scheur
E-mail office@nvpt.nl

Vormgeving en realisatie

Twin Design bv
Postbus 317
4100 AH Culemborg
Telefoon 0345 - 470 500
Telefax 0345 - 470 570
E-mail info@twindesign.nl

Mikroniek verschijnt zes maal per jaar.
© Niets van deze uitgave mag overgenomen of vermenigvuldigd worden zonder nadrukkelijke toestemming van de redactie.

ISSN 0026-3699

De coverfoto (een glas-metaaldoorvoer) is beschikbaar gesteld door Louwers Glass and Ceramic Technologies.

In dit nummer

5

Precisietoepassingen van glas

Glas is meestal niet de eerste keus als materiaal voor een precisietechnologische toepassing. Maar vanwege zijn specifieke (optische, chemische en thermische) eigenschappen zijn er voor glas wel degelijk precisietoepassingen. Verslag van een themadag van Mikrocentrum.



10

PrecisiePortaal: Lijmen

Ter kennismaking met NVPT-website het PrecisiePortaal worden interessante publicaties uit het verleden besproken. Ditmaal de artikelen "Lijmen van kleine onderdelen" uit 1993 en 1994. De drie Delftse auteurs zetten daarin het lijmp proces uiteen: (theoretische) aspecten van lijmen, reiniging, optimalisatie en testresultaten.

17

Opleidingen van Mikrocentrum

Naast Precisiebeurs en themadagen verzorgt Mikrocentrum op het gebied van de precisietechnologie opleidingen, zoals 'Constructieprincipes voor de precisietechnologie'. Voor komend najaar staan twee nieuwe cursussen op het programma, te weten 'Micro Systeem Technologie' en de 'Piëzo Training Course'.

18

Actieve demping versus optimale stijfheid

Een aardige toepassing van piëzotechnologie ligt in de actieve demping van trillingen in precisieapparatuur. De uitdaging ligt hier in de combinatie van regeltechniek voor actieve demping met gevestigde constructieprincipes voor met name optimale stijfheid. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van de lensophanging van een wafer scanner.

24

Persberichten

Met onder meer:
Eerste Nationale Micro Nano Conferentie
Nyquist introduceert geavanceerde motion-control software
Meten met een microtaster
Congres Mechatronica2005

29

NVPT-nieuws

Nieuwe eindredacteur Mikroniek
NVPT neemt deel aan Studiebeurs 2005
Mikroniek Beursspecial

30

Kennis van Elkanders Kunnen

Productontwikkeling op AMOLF

Open innovatie

Op 25 mei hebben EZ-minister Laurens Jan Brinkhorst en zijn Vlaamse collega minister Fientje Moerman het groene licht gegeven voor het Holst Centre op de High-Tech Campus in Eindhoven. Dit centrum gaat technologie ontwikkelen voor 'autonome draadloze microsystemen' en 'systemen op folie' (elektronica in dunne lagen, op grote oppervlakken). In de woning, in de zorg, op de werkplek, in industriële toepassingen of in de vrije tijd: de trend is naar kleinere en plattere producten, met intelligentie aan boord en draadloos communicerend met hun omgeving.

Trekkers zijn IMEC (Leuven) en TNO, Philips is mede-initiatiefnemer en eerste partner. Het Holst Centre richt zich op 'open innovatie': medewerkers van IMEC, TNO, bedrijven en universiteiten werken onder één dak samen in programma's. Deze leiden tot generieke technologie (bouwblokken, platforms, demonstrators) waarmee de bedrijven vervolgens hun eigen, specifieke producten kunnen creëren.

De relatie met precisietechnologie is significant. Binnen het programma 'autonome draadloze systemen' gaat het bijvoorbeeld om het miniaturiseren van draagbare apparaten waarmee de gezondheidstoestand van mensen voortdurend kan worden bewaakt. Een draagbaar monitoringapparaat van schoenendoos- naar dobbelsteenformaat brengen, is een uitdaging op het vlak van microassemblage en interconnectietechnologie. En bij folie-systemen: hoe maak je (bio)chemische sensoren voor eenmalig gebruik, met polymeerelektronica in meer lagen, geprint op kunststof? De benodigde processtappen (zoals het structureren van en *jetten* op substraten) zijn slechts met precisietechnologie realiseerbaar.

De ambitie is internationaal toonaangevend te zijn. Maar dat begint met goede inbedding in de eigen industriële en universitaire omgeving. Het Holst Centre wil daarom tot uitstekende samenwerking komen met Nederlandse en Vlaamse spelers op het gebied van precisietechnologie. Zij kunnen deelnemen in de programma's van het centrum en resultaten van het onderzoek toepassen in hun producten en productiesystemen. Doordat programma's in het centrum spelers uit de gehele keten bij elkaar brengen, komen aanbieders van precisietechnologie bovendien in samenwerking met hun potentiële afnemers. Het 'open innovatie'-concept zal overigens nog wel even wennen zijn. Maar zonder innovatieve manieren van samenwerken gaan we de wedstrijd in ieder geval verliezen. De tijd van bedrijven en kennisinstellingen als bolwerken is voorbij.

Jaap Lombaers
TNO Industrie en Techniek

Precisietoepassingen van glas

Glas is meestal niet de eerste keus als materiaal voor een precisietechnologische toepassing. "Pas wanneer de specifieke eigenschappen als transparant, chemisch bestendig, isolerend, thermoshock-bestendig, lage uitzetting of bijzondere optische eigenschappen nodig zijn, wordt er aan gebruik van glas als constructiemateriaal gedacht." Dat schreef Mikrocentrum in de uitnodiging voor de themadag 'Precisietoepassingen van Glas' op 10 mei jl. Interessante inleidingen van diverse glasspecialisten maakten het ruimschoots de moeite waard die in Mikroniek samen te vatten.

• Frans Zuurveen •

Dagvoorzitter is Jaco Saurwalt, manager Technology Services & Consultancy van ECN in Petten. Na een korte inleiding geeft hij het woord aan Antoon Wesselink, directeur van Schott Benelux BV in Tiel, die ingaat op de belangrijke rol van Schott in de ontwikkeling van speciaalglas en bijbehorende technologieën.

Glas, een ongelooflijke vloeistof

Het oudste glasrecept, opgeschreven 700 jaar voor het begin van onze jaartelling: "Neem 60 delen zand, 180 delen as van zeeplanten, 5 delen krijt en je krijgt glas." Als je voor die as van zeeplanten 'soda' en voor krijt 'kalk' leest, kom je op een recept dat vandaag de dag nog geldig is. Zand oftewel siliciumdioxide is het basismateriaal, en soda oftewel natriumcarbonaat en calcium (benevens stoffen als loodoxide en kaliumcarbonaat) dienen als structuurveranderaars. En



Afbeelding 1. Diverse producten van het Schott-concern.

natuurlijk is een oven nodig om al die componenten samen te smelten.

In Jena legde Otto Schott vanaf 1884 samen met Ernst Abbe de theoretische en praktische fundamenten voor twee suc-

cesvolle concerns: Carl Zeiss voor optische instrumenten en Schott voor het daarvoor benodigde speciaalglas. Gedurende zijn bestaan ontwikkelde het Schott-concern niet alleen allerlei bijzondere optische glazen maar ook diverse technologieën voor de fabricage ervan. Dat zijn: blazen voor het maken van hol glas, persen voor (bijvoorbeeld) TV-glas, gieten voor grote producten, trekken voor glasbuizen of vlak glas, rollen voor (bijvoorbeeld) kookplaten, en floaten ('drijven' op een tinbad) voor LCD-glas. Naast deze 'warme' procédés ontwikkelde het bedrijf 'koude' bewerkingstechnologieën als zagen, slijpen en polijsten. Zie Afbeelding 1.

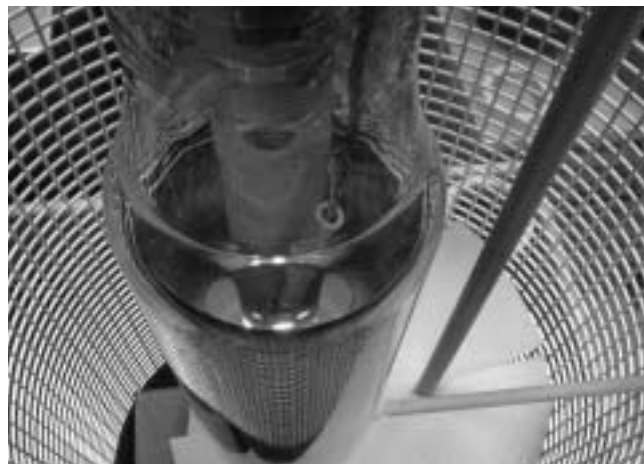
Van de technologische mijlpalen in de lange geschiedenis van Schott noemen we hier de uitvinding van borosilicaatglas (laboratoriumglas bestand tegen temperatuurwisselingen) in 1887, de ontwikkeling van Zerodur-glaskeramik (onder meer als drager voor telescoopspiegels) in 1968, de invoering van PICVD-coating (Plasma Impulse Chemical Vapour Deposition) in 1993 en de levering van een compleet programma van optische materialen voor de IC-industrie vanaf 1998. Op het ogenblik heeft Schott 18400 medewerkers in 37 landen en een omzet van twee miljard euro.

Schott is onder het motto "glass made of ideas" van de pure levering van producten overgestapt op het samen met klanten zoeken naar oplossingen van technische problemen. In dat kader wordt er fundamenteel onderzoek gedaan in drie platformen: lithografie, coatings en substraten. Voorbeelden van toepassingen daarvan zijn een airbagsensor met glas als isolator, inwendige SiO₂-coating van PET-flessen en glas als substraat voor dataopslag.

Technisch glas

De titel van de voordracht van Ardi Dortmans, programmeur Precision Ceramics bij TNO Industrie en Techniek in Eindhoven, luidt: "Materiaal performance van technisch glas". Hij vertelt dat voor optische precisietoepassingen een instantane geometrische stabiliteit van 10⁻⁹ en een stabiliteit van 10⁻⁶ over één jaar worden geëist. Vooral anisotropie en interne spanningen maken het halen van die maatvastheidseisen een zware opgave. Voor optische toepassingen wordt tegenwoordig – naast conventionele glassoorten, kwarts en Zerodur – ook SiC gebruikt. Voordelen van dat materiaal zijn onder meer dat het lichter en stijver is dan glas. Bij het ultraprecies bewerken – "craft or art?", vraagt Dortmans zich af – wordt vandaag de dag zelfs in picometers (10⁻¹² m) gedacht en gewerkt!

Microkruip en -plasticiteit spelen een rol als het gaat om de hoogste geometrische stabiliteit. Voor glas blijkt de blijven-



Afbeelding 2.
De door ECN ontwikkelde oven voor neutronendiffractie.

de (dus plastische) vervorming bij trekspanningen pas op treden in de buurt van de treksterkte, bij compressie bij spanningen in de orde van grootte van de helft tot een derde van de hardheid. Dat laatste is relevant voor praktische toepassingen. Het slijpen en polijsten van glas leidt tot restspanningen en haarscheurtjes, waardoor vormveranderingen optreden. Dit staat bekend als het Twyman-effect.

De geometrische stabiliteit van glas is door TNO experimenteel onderzocht door dunne schijven te bewerken en de kromming ervoor en erna te meten. Dortmans toont enkele resultaten: de interferometrisch gemeten kromming van een proefstuk bedraagt 660 nm na een warmtebehandeling en 1400 nm na de daaropvolgende mechanische bewerking. Bewerken met fijne korrel blijkt als functie van de tijd minder vervorming op te leveren dan bewerken met grove korrel. Dit heeft te maken met een soort spanningsrelaxatie. Als de hoogste geometrische stabiliteit wordt verlangd, is daarom spanningsvrij etsen na het bewerken aan te raden.

Antiballistisch (kogelwerend) glas wordt toegepast in legervoertuigen, sensoren en persoonlijke beschermingsmiddelen. Tot nu toe wordt daar bijvoorbeeld floatglas voor gebruikt, maar TNO heeft gezocht naar alternatieve materialen. α -Al₂O₃, γ -AlON en MgAl₂O₃ zijn of lijken geschikt. In het Europese project TRAM (Transparent Armour Materials, 4 MEUR) wordt verder onderzoek gedaan, waarin ook oxinitride-glas (YSiAlON) wordt betrokken.

Technisch glas als constructiemateriaal

Vervolgens vertelt Jaco Saurwalt over een aantal toepassingen van glas in de ECN-praktijk. Voor het bepalen van ato-

maire materiaalstructuren met neutronendiffractie was het nodig proefstukken tot 1600 °C te verwarmen. Daarvoor is gekozen voor een kwartsglazen omhulling, die vacuüm wordt gepompt, zie Afbeelding 2. Het buisvormige proefstuk wordt van binnen aangestraald door een verwarmingselement van molybdeen, waarvan de oxidatie door een zuurstofgetter wordt voorkomen.

Een andere toepassing van glas is die in een simulator voor kolenvergassing (Pressurized Entrained-Flow Gasification). In een kwartsglazen buis van 3 m lengte wordt een laminaire stroming van gas met poederkool opgewekt. Over een aantal lengtesegmenten van de pijp wordt de temperatuur tot maximaal 1600 °C ingesteld met behulp van stralingsbranders aan de buitenzijde. Kwartsglas is ook gekozen bij de constructie van een pneumatische transportreactor voor de dehalogenering van stookgas met behulp van HCl.

Verzuring van omgevingslucht wordt gemeten met een dunne waterfilm in een roterende buis van borosilicaatglas, zie Afbeelding 3. Gassen als ammoniak lossen op in de waterfilm en zijn op ppb-niveau detecteerbaar door analyse van de vloeistof. Glas verdient hier de voorkeur omdat dit milieu-meetinstrument bij een seriegrootte van enkele tientallen stuks hiermee goedkoop realiseerbaar is.

Andere toepassingen van glas die Saurwalt noemt, zijn die in zonnecellen (hard glas ter bescherming van de eigenlijke

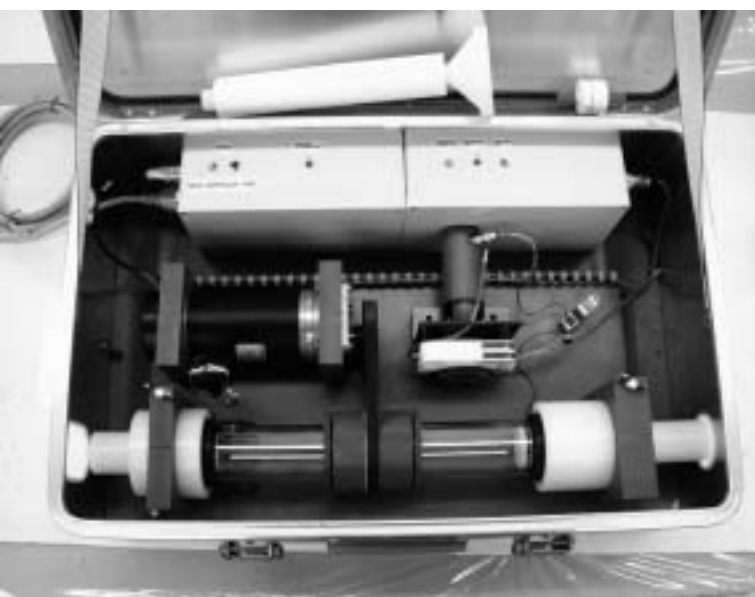


Afbeelding 4. Een conventionele opstelling in een chemisch laboratorium.

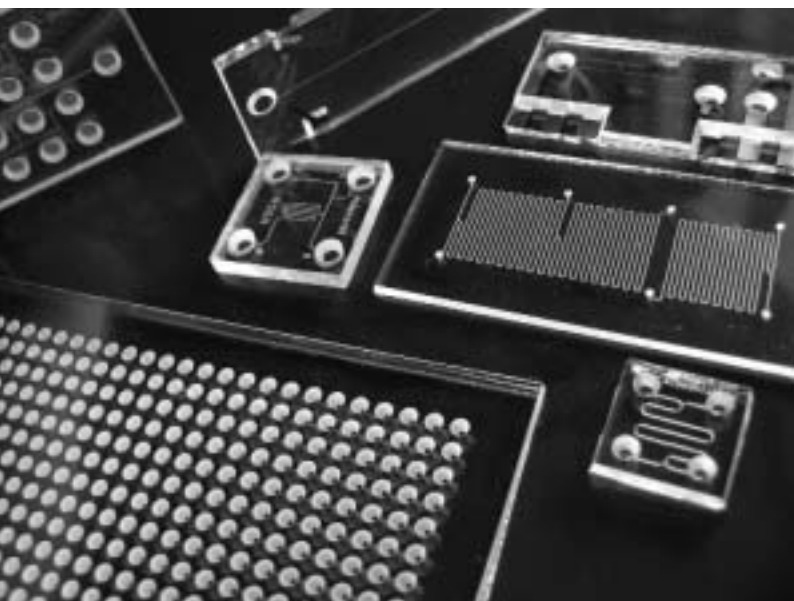
PV-cellen), in keramische membranen voor pervaporatie (coating van SiO_2 met poriën ter grootte van enkele tienden van een nanometer) en in nieuwe reactorconcepten (vanwege de transparantie van glas met creatie van diverse stromingsprofielen bij variërende temperatuur).

Laboratorium op glazen chip

Ronny van 't Oever is directeur van Micronit Microfluids BV in Enschede. Hij vertelt hoe dit innoverende bedrijf zich vanaf 1999 heeft toegelegd op de miniaturisatie van chemische en fysische laboratoria. In plaats van een omvangrijke labopstelling met retorten, kookvaten, pompen en leidingwerk, zie Afbeelding 4, realiseert Micronit zo'n compleet laboratorium op een glazen chip. Enkele dimensies: chips van 1 tot 10 cm^2 , kanalen met een breedte van 10 tot 100 μm en volumes van 0,01 tot 10 μl . De lab-on-chip's van Micronit kunnen worden toegepast voor DNA- en proteïne-analyse, chemische reacties, screening, en analyses van ionen en deeltjes.



Afbeelding 3. Het ECN-instrument voor het meten van de concentratie van verzuringsgassen in lucht.



Afbeelding 5. Door Micronit bewerkte onderdelen van glas.

Als materialen worden, afhankelijk van de agressiviteit en viscositeit van de vloeistoffen, voornamelijk kwarts, borosilicaatglas en kalksodaglas toegepast. De bewerkingstechnologieën – vergelijkbaar met die uit de dunnefilm- en IC-techniek – zijn poederstralen, natchemisch en plasma-etsen, elektrodedepositie, bonden en zagen; zie Afbeelding 5. Poederstralen is relatief goedkoop maar levert altijd vrij ruwe V-vormige kanalen met een eenzijdige hoek van 70 tot 80°. Natchemisch etsen geeft gladdere oppervlakken en is nauwkeuriger. Met plasma-etsen zijn loodrechte wanden realiseerbaar en de kanalen kunnen dieper zijn dan hun breedte, bij een uitstekende maatbeheersing.

Elektroden worden op het glas aangebracht door opdampen of sputteren in combinatie met fotolithografisch etsen. Bonden is het verbinden van twee glassubstraten zonder lijm, puur op grond van de adhesie van de gladde en uiterst schone glasoppervlakken, zo ongeveer als het ‘aanspringen’ van eindmaten. Bonden kan ook plaatsvinden door de twee substraten een tegengestelde elektrische polariteit te geven: anodisch bonden. Zagen en breken zijn de laatste stappen in het fabricageproces.

Verpompen van geladen vloeistofdeeltjes gebeurt in de lab-on-chip met behulp van een elektrisch veld. Met zogeheten elektrokinetische injectie kunnen zeer kleine vloeistofvolumes nauwkeurig worden gedoseerd. Deze principes zijn door Micronit succesvol toegepast in chips voor elektroforese (scheiden van geladen deeltjes in een elektrolyt met

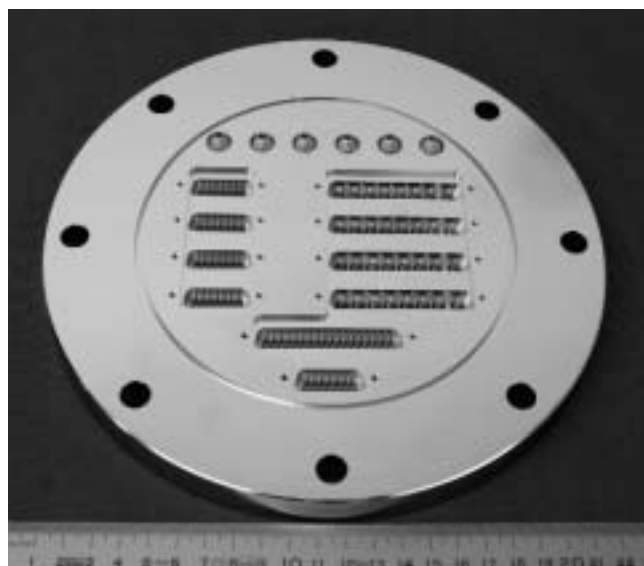
behulp van een elektrisch veld), voor geïntegreerde detectie (meten van geleidbaarheid met geïntegreerde elektroden), in microreactoren (mixen en laten reageren van diverse vloeistoffen) en wafers voor MEMS (Micro Electro Mechanical Systems, hier voor het inkapselen van sensoren op een siliciumsubstraat).

Glas aan metaal

Jan Vervest is technisch directeur van Louwers Glass and Ceramic Technologies in Hapert, gespecialiseerd in de ontwikkeling en productie van precisiecomponenten van glas en keramiek. Zijn voordracht gaat over glas-metaalverbindingen, waarvan de basisproblematiek al zo oud is als de ontwikkeling van de gloeilamp.

De verschillende glas-metaalverbindingstechnieken zijn – met afnemend temperatuurgebied – smelten, solderen, thermocompressie en anodisch verbinden. Belangrijke uitgangspunten bij de keuze van een techniek zijn de thermische uitzetting van de te verbinden materialen, de verbindingstemperatuur versus gebruikstemperatuur, de geometrie (streven naar rotatiegeometrie), de maattoleranties en de vacuümtechnische en elektrische eisen.

Voorbeelden van smeltverbindingen zijn te vinden in buisvoeten voor helderheidsversterkers en zendbuisen, van soldeerverbindingen in elektrische doorvoeren voor procesvaten, van thermocompressie in hogedruk-kwiklampen en zon-neboilersystemen, en van anodisch verbinden in microzeef-



Afbeelding 6. Een UHV-doorvoerder als voorbeeld van de glas-metaalexpertise van Louwers.

elementen; zie Afbeelding 6. Heel belangrijk bij de keuze van de technologie is dat de thermische expansie van de verschillende materialen uitsluitend – zo klein mogelijke – drukspanningen veroorzaakt, en dus geen trekspanningen, die tot breuk kunnen leiden. Kennis van de thermische materiaaleigenschappen is daarvoor onontbeerlijk.

Aan het eind van zijn voordracht concludeert Jan Vervest dat er, afhankelijk van de toepassing, een veelheid aan materiaalcombinaties mogelijk is en dat de gekozen verbindings-techniek bepalend is voor de uiteindelijke maattoleranties. Veel van de glas-metaalverbindingen zijn daarbij uitstekend toepasbaar in het UHV-gebied (ultrahoogvacuüm). Hij beveelt klanten aan zoveel mogelijk te standaardiseren op één techniek en de kwaliteitsaspecten goed meetbaar te specificeren.

Metten van vrije vormen

Vision Dynamics in Eindhoven ontwikkelt processen en meettechnieken voor het op submicrometerniveau fabriceren van producten met een optische eindkwaliteit. Hugo de Haan is managing director van de Vision Dynamics Group en legt uit dat het veel efficiënter is gekromde oppervlakken rechtstreeks op de bewerkingsmachine te meten dan separaat op 'stand alone'-meetmachines.

De conventionele keten voor de bewerking van vrije precisievormen (bijvoorbeeld matrijzen voor multifocale brillenglazen) bestaat uit voorbereiden, meten, polijsten of diamantdraaien, meten, correctief polijsten of diamantdraaien, meten en coaten. Duidelijk is dat het vervangen van dit iteratieve proces door een 'first time right'-productieproces tijd en dus geld bespaart. De rol van Vision Dynamics daarin bestaat uit het ontwikkelen van technieken voor het meten tijdens het bewerken.

Een van de technieken is IIPM: Interferometric In Process Metrology. Die is alleen toepasbaar als de te meten oppervlakken spiegelend zijn door een voorgaande polijstbewerking. De techniek werkt contactloos en maakt het mogelijk afwijkingen tot 50 nm te detecteren. In het kader van een IOP-Senter-project is samen met TNO een FJP-robot (Fluid Jet Polishing) ontwikkeld die tijdens het bewerken meet met behulp van IIPM; zie ook het artikel in Mikroniek 2005, nr. 3. Het doel is vormafwijkingen tot 60 nm en rms-ruwheidsafwijkingen tot 1 nm te meten.

Een andere ontwikkeling van Vision Dynamics in samenwerking met Philips Electronics is deflectometrie; zie Afbeelding 7. Deze meettechniek is gebaseerd op een opti-

sche 'slope sensor', waarmee contactloos en met hoge snelheid de slope (helling) van een oppervlak gemeten kan worden. Dit gebeurt puntsgewijs en langs verschillende lijnen op het oppervlak. Vervolgens kan met behulp van een integratie-algoritme de 3D-topografie van het oppervlak worden gereconstrueerd. Deze meetmethode heeft als voordelen dat het meetproces op de machine kan worden uitgevoerd, en dat het snel, nauwkeurig ($\pm 0,5 \mu\text{m}$ over 200 mm, resolutie 200 nm) en heel flexibel is. Dat laatste omdat zowel sferische, asferische als vrije-vormoppervlakken met een grote variëteit in radii kunnen worden gemeten.

De Haan concludeert dat het begrijpen en transformeren van de bewerkings- en meetketen van vrije precisievormen leidt tot hogere nauwkeurigheid en lagere kostprijs. Succesvol meten tijdens het bewerkingsproces is alleen snel te bereiken als researchinstituten en de industrie marktgeoriënteerd samenwerken.

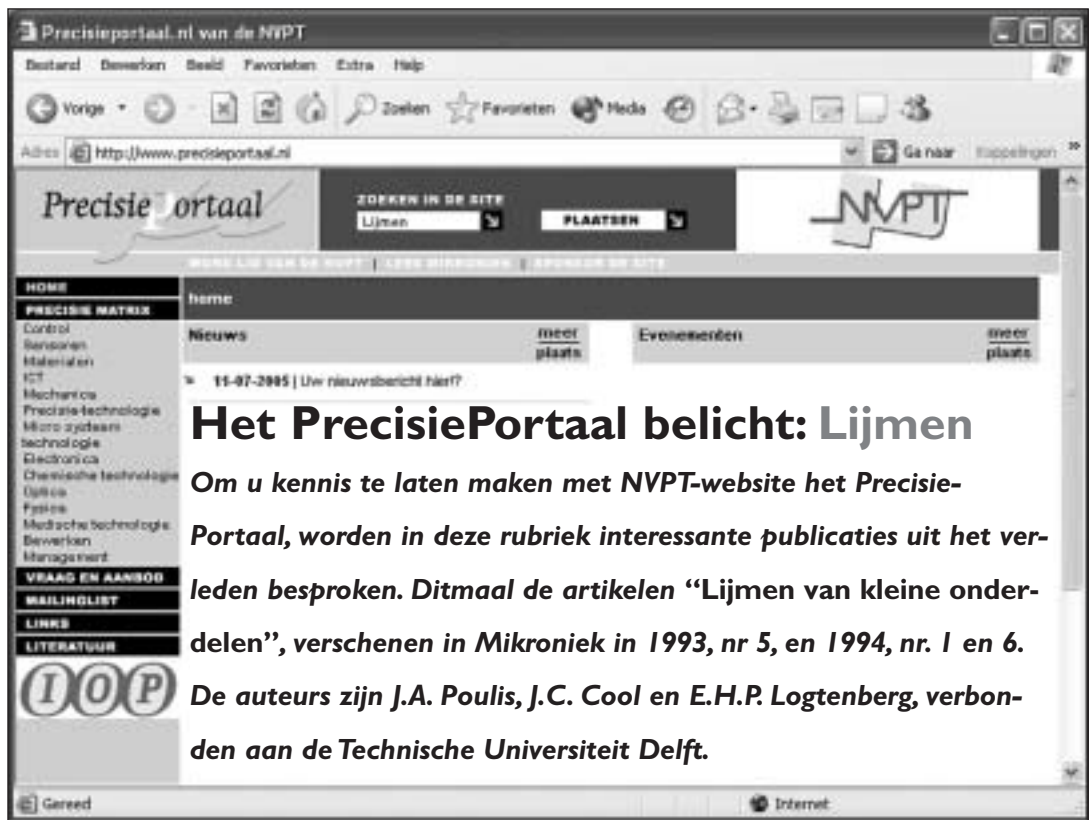
Informatie

saurwalt@ecn.nl
antoon.wesselink@schott.nl
ardi.dortmans@tno.nl
ronny.oever@micronit.nl

jan.vervest@louwers.nl
hugo.dehaan@
visiondynamics.nl



Afbeelding 7. De polijstrobot van Zeeko waarop TNO het 'fluid jet'-polijstproces heeft geïmplementeerd, samen met de deflectometer van Vision Dynamics.



• **Jeroen Heijmans** • *Redactielid van het PrecisiePortaal* •

Het doel van het PrecisiePortaal is het informeren van de Nederlandse precisiesector over cursussen, evenementen, onderzoek en internetlinks. Daarnaast bevat het PrecisiePortaal een database, de zogeheten PrecisieMatrix. Deze bevat artikelen en andere informatie gerangschikt onder veertien disciplines. Hieronder bevinden zich veertig jaargangen Mikroniek-artikelen, tot en met 2004. Eén van de interessante onderwerpen die in de PrecisieMatrix is te vinden is lijmen, een verbindingstechniek die in de markt groeiende belangstelling krijgt. Een zoekopdracht leidt tot twaalf hits, waaronder de drie delen van het ‘Delftse’ artikel van ruim tien jaar geleden. Daarin zetten de auteurs het lijmproces uiteen: (theoretische) aspecten van lijmen, reiniging, optimalisatie en testresultaten. Er volgt nu een samenvatting van deze artikelen.

Mechanismen

Lijmen leidt nogal eens tot teleurstellingen door een voortijdig falen van de verbinding. In tegenstelling tot wat te dikwijls gedacht wordt, is het construeren van een kwalitatief goede lijmverbinding een vrij ingewikkelde zaak, waarbij naast praktische ervaring enige kennis van de fysische en

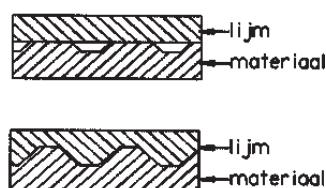
chemische processen die bij het lijmproces een rol spelen, onontbeerlijk is. In de literatuur kan men de volgende algemeen aanvaarde hoofdmechanismen onderscheiden:

- mechanische verankerings­theorie,
- adsorptietheorie,
- diffusietheorie.

Mechanische verankerings­theorie

De hechting tussen lijm en substraat berust volgens deze theorie op het mechanisch verankeren (vastgrijpen) van de lijm in de onregelmatigheden van het substraatoppervlak, zie Figuur 1.

Goede hechting berust volgens deze theorie op het geheel met lijm bevochtigen van een ruw substraatoppervlak dat vooraf goed gereinigd is.



Figuur 1. Een typisch voorbeeld van mechanische veranker­ing tussen lijm en substraat.

Adsorptietheorie

De moleculaire bindingskrachten zijn (ietwat willekeurig) ingedeeld naar sterkte in primaire en secundaire krachten, zie Tabel 1. De primaire of chemische bindingen kunnen worden onderverdeeld in ionische, covalente en metaalbindingen.

Tabel 1. De soorten aantrekkingskrachten die een rol kunnen spelen in het lijmp proces, tesamen met hun typische bindingsenergie.

| Type | Bindingsenergie(kJ/mol) |
|--------------------------------|-------------------------|
| Primaire bindingen | |
| Ionisch | 590 - 1050 |
| Covalent | 63 - 710 |
| Metallisch | 113 - 347 |
| Secundaire bindingen | |
| Waterstofbruggen | 10 - 30 |
| Van der Waals bindingen | |
| Permanente dipool-dipool | 10 - 42 |
| Dipoolgeïnduceerde dipool | 4 - 21 |
| London dispersiekrachten | 0,08 - 42 |

De hechtingsverbetering die ontstaat door het opruwen van het oppervlak, kan volgens de adsorptietheorie gevolg zijn van vergroting van het contactvlak tussen lijm en substraat.

Diffusietheorie

Bij deze theorie berust de adhesie tussen lijm en substraat op diffusie tussen de polymeerketens in de grenslaag, ervan uitgaande dat het substraat ook een polymeer is. Deze theorie kan de hechting bij het lijmen van zachte kunststoffen verklaren, zoals het lijmen van PVC met PVC-lijm. Het oplosmiddel weekt beide kunststofdelen op en laat ze daarna als het ware versmelten. Ook de hechting tussen lijm en primer berust ten dele op dit mechanisme.

Lijmkeuze

Voor het verlijmen van assen in gaten komen twee 'lijmfamilies' in aanmerking: acrylaten en epoxies. Een van de voordelen van moderne acrylaten is dat zij kunnen hechten aan enigszins olieachtige metalen oppervlakken. Deze eigenschap ontstaat door speciale toevoegingen in de primer of in de lijm zelf, die door de olie heendringen of met de oppervlakteverontreinigingen reageren. Sommige acrylaten zijn gevoelig voor vocht. Zowel cyanoacrylaten als anaëroëbics behoren tot de acrylaatlijmen.

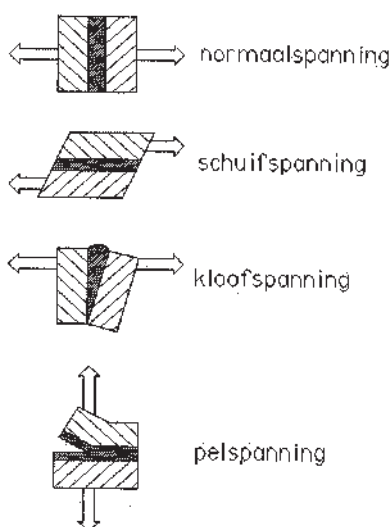
- **Cyanoacrylaten** zijn eencomponentlijmen. De uithardingsreactie wordt geïnitieerd door een licht basisch oppervlak; waterdamp op het oppervlak is vaak al voldoende om de uitharding op gang te brengen. Door de lage viscositeit penetreert de lijm goed in de poriën van het substraatoppervlak en de lijm is daarom in staat een blijvende en sterke verbinding te realiseren bij bijna alle soorten materialen. Beperkingen in de toepasbaarheid van cyanoacrylaten zijn de sterkte op lange termijn en de snelle hechting, waardoor slechts kleine oppervlakken verlijmd kunnen worden.
- **Anaëroëb lijmen** zijn een speciale soort acrylaten. Sinds hun introductie is het aantal technische toepassingen enorm uitgebreid. Ze zijn vloeibaar en beginnen uit te harden als ze van de lucht worden afgesloten. Ze worden veel toegepast als moerborging, voor het op zijn plaats houden van lagers en voor het bevestigen van coaxiale delen.
- **Epoxies** zijn tweecomponentlijmen die in vele vormen beschikbaar zijn. Eigenschappen die speciaal aan het gebruiksdoel kunnen worden aangepast zijn: viscositeit, hoge schuifsterkte, goede pelsterkte en schokweerstand, hittebestendigheid en hoge duurzaamheid. Vergeleken met andere lijmen zijn het uitstekende spleetvullers en beschermen ze tegen galvanische corrosie. Hoewel de optimale sterkte bereikt wordt bij uitharden op 80 °C, is ook een behoorlijke sterkte mogelijk zonder extra verwarming. Epoxies hebben een ruime verwerkingstijd, scheiden nauwelijks vluchtige stoffen uit tijdens het uitharden en hun hardingskrimp is gering. Voor een optimale bindingssterkte is een zeer schoon en droog oppervlak vereist.

Belastingsvorm

Een groot dragend lijmpoppervlak alleen is geen voldoende voorwaarde om een sterke lijmverbinding te creëren. Ook de wijze van belasten van de verbinding speelt een grote rol. Omdat een lijmverbinding slechts tegen afschuiving bestand is, moet het ontwerp van de te verlijmen onderdelen daarop worden aangepast. In Figuur 2 zijn vier verschillende belastingsvormen weergegeven.

Vocht en duurzaamheid

Een van de grootste boosdoeners voor een lijmverbinding op korte maar zeker ook lange termijn is vocht. In sommige gevallen kan het aanbrengen van een O-ring boven in het gat een goede bescherming tegen vocht geven.



Figuur 2. Vier belastingsvormen, waarvan afschuiving de hoogste belastbaarheid heeft.

Temperatuur

Over het algemeen is de temperatuurgevoeligheid van de lijmverbinding makkelijker te doorgronden dan die voor vocht. Het temperatuurgebied waarin de lijm goed functioneert is meestal duidelijk aangegeven door de fabrikant. Snel optredende grote temperatuurschommelingen kunnen spanningspieken doen ontstaan, die fatale haarscheurtjes in de lijmnaad kunnen veroorzaken. Vaak gemaakte fouten zijn het plaatsen van een zojuist gelijkde (maar nog niet uitgeharde) verbinding in een voorverwarmde oven en het wegzetten van een heet product op een koude ondergrond.

Reinigen

Het is algemeen bekend dat het verven of lijmen op verontreinigde oppervlakken zal leiden tot loslaten van de verf of lijm. Het complete reinigingsproces dat gericht is op het verwijderen van zowel de organische als de anorganische vervuiling van het lijmoppervlak bestaat uit twee reinigingsstappen. Eerst de voor- of bulkreiniging, met water en zeep, waarbij het grootste gedeelte van de (an)organische vervuiling wordt verwijderd. Aansluitend de hoofdreiniging, met gasplasma of UV/ozon, waarbij het restant aan vervuiling, slechts enkele atoomlagen dik, wordt weggenomen.

UV/ozon-reiniging

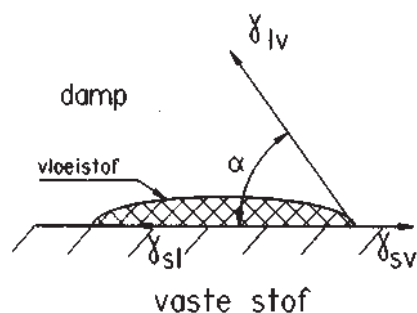
De methode werkt op basis van de reinigende werking van UV-licht tezamen met ozongas. Van bijzonder belang is de combinatie van twee golflengten uit het spectrum van de UV-lamp: 184,9 nm (verantwoordelijk voor de ozonproductie) en 253,7 nm. De hoge oxidatie-reactiviteit van ozon tezamen met de destructieve invloed van UV-licht is zeer effectief in het verwijderen van kleine hoeveelheden organische vervuiling als huidvetten, snijoliën, siliconenolie (vacuümpomp) en restanten van oplosmiddelen zoals aceton, ethanol en methanol. De hoogste reinigingssnelheid wordt bereikt wanneer het substraat zo dicht mogelijk bij de UV-bron wordt gebracht en bij een lage ozonconcentratie. Praktisch gezien houdt dit in dat UV-reiniging vooral geschikt is voor vlakke onderdelen.

Gasplasma-reiniging

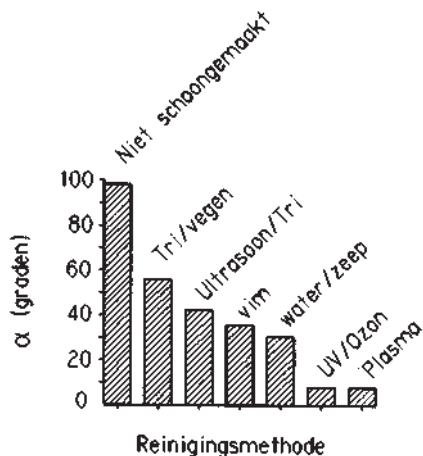
Het gasplasma is een toestand waarbij een gas, in een vacuüm van ongeveer 6,5 Pa, wordt aangeslagen door een elektrisch hoogspanningsveld. Als gevolg hiervan komt het gas in geleiding, waarbij geïoniseerde atomen op het substraatoppervlak slaan.

Metten van de reinheid

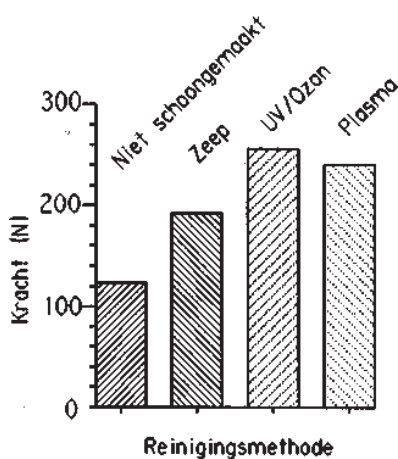
Het meten van de randhoek (bijvoorbeeld met water op het oppervlak) geeft een goede indicatie van de organische vervuiling (zoals vetten) aan het lijmoppervlak; zie Figuur 3. Hoe meer oppervlaktevervuiling, des te groter de randhoek. Deze methode kan in de praktijk worden gebruikt om snel een indicatie te krijgen van de oppervlaktereinheid; zie Figuur 4.



Figuur 3: De randhoek α van een vloeistof op een substraat.



Figuur 4: Randhoekmeting van een vloeistof op een gepolijste RVS-plaat, standaarddeviatie ~10%.



Figuur 5: Vergelijking van drie reinigingsmethoden en hun invloed op de verbindingsterkte.

UV/ozon geeft in de uitgevoerde experimenten een winst in initiële hechtsterkte van zo'n twintig procent ten opzichte van zeepreiniging; zie Figuur 5. Op langere termijn wordt deze winst steeds groter. Voordelen van UV/ozon zijn:

- milieuvriendelijk;
- de vervuiling wordt geoxideerd en verdwijnt gasvormig als CO_2 , H_2O , NO_2 ;
- werkt bij kamertemperatuur;
- droge reinigingsvorm;
- zowel op metalen als op kunststoffen toepasbaar.

De randhoekmetingen geven uitsluitend een indicatie over de na reiniging op het substraat nog aanwezige restvervuiling. Om deze meer kwantitatief te bepalen en te onderzoeken welke reinigingsmethode welke vervuiling aanpakt zijn aanvullende metingen nodig. Een methode hiervoor is de zogenaamde XPS-analyse (X-ray photon spectroscopy), waarbij het intensiteitsverschil wordt gemeten van de nog aanwezige elementen.

Algemene conclusies betreffende reinigen

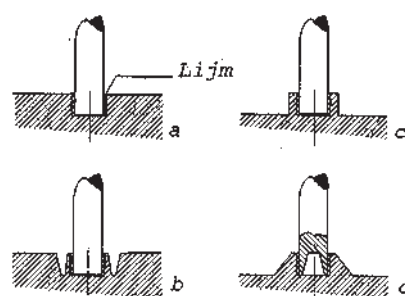
Het goed reinigen van materialen moet als essentieel worden gezien voor het verkrijgen van een duurzame lijmverbinding. De relatie tussen een gemeten randhoek en de (initiële) hechtsterkte blijkt voor de onderzochte verbindingen slechts gedeeltelijk te gaan. De experimentele resultaten laten zien dat de oppervlaktereinheid van de substraten vooral de aanvangswaarde van de hechtsterkte bepaalt. De zeer hoge reinheidsgraad die met gasplasma-reiniging behaald kan worden, blijkt op langere termijn geen betere hechting op te leveren dan UV/ozon-reiniging. Vooral om praktische redenen is UV/ozon-reiniging de meest aanbevelenswaardige methode, zowel voor laboratorium- als industrieel gebruik.

Optimalisatie en testresultaten

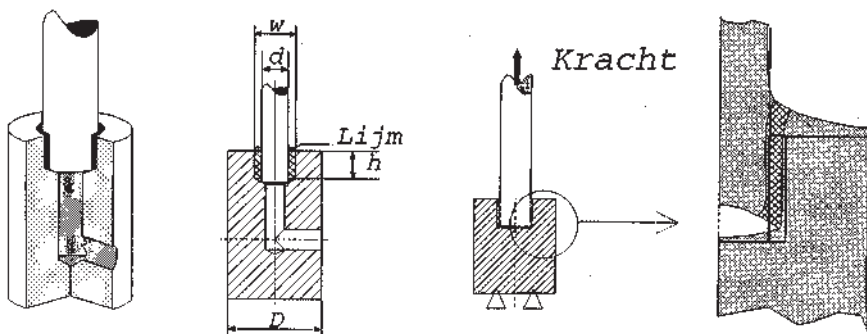
De invloed van de dimensies op de sterkte van de verbinding is experimenteel onderzocht, ondersteund met eindigelementenanalyses. De volgende resultaten zijn gevonden.

Geometrie

Uit berekeningen blijkt een hoge piekspanning te ontstaan aan het 'open' uiteinde van de lijmlaag, waar de dop overgaat in de staf; zie Figuur 6. Het ontstaan van deze piek



Figuur 6:
a) Een niet-elegante lijmpassing met grote lijmspanningsconcentraties; b) en c) verbeterde lijmpassing; d) gereduceerde lijmspanning aan beide randen.

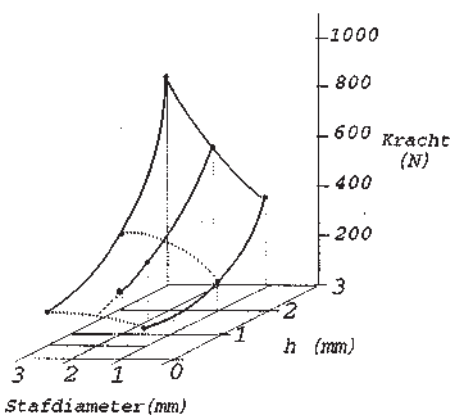


Figuur 7: Schets van de onderzochte proefstukken, met rechts een vergrote weergave van de elastische vervorming tijdens axiale belasting.

wordt grotendeels toegeschreven aan het grote verschil in stijfheid van de staf vergeleken met de stijfheid van de dop, waardoor grote verschillen ontstaan in de elastische rek. De lijmlaag moet dit verschil in rek kunnen overbruggen, wat een spanningspiek tot gevolg heeft. De stijfheden kunnen volgens Hooke worden gerelateerd aan de oppervlakte van hun doorsnede. Deze veronderstelling is met berekeningen en proeven geverifieerd; zie Figuur 7.

Overlappende lengte en diameter

De invloed van de overlappende lengte h en de stafdiameter D is getoond in Figuur 8 en is het resultaat van 207 proeven. De overlappende lengte vertoont een duidelijk niet-lineaire relatie met de verbindingsterkte.



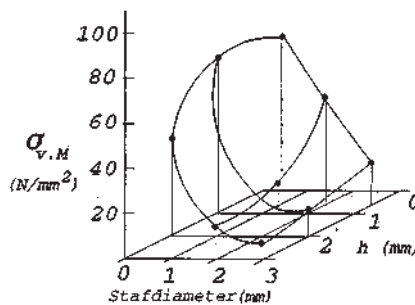
Figuur 8: De hechtsterkte bij een variërende overlappende lengte en diameter.

Lijmlaagdikte

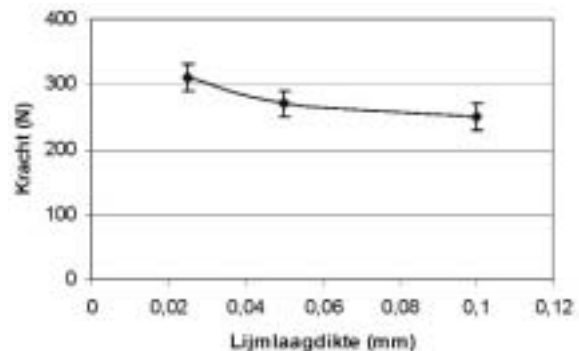
De dikte van de lijmlaag wordt als belangrijke ontwerpparameter beschouwd. Experimenten bevestigen dat en laten zien dat een dikke lijmlaag bij de beschouwde verbindingen in het algemeen resulteert in een afname van de verbindingsterkte.

De eindige-elementenanalyse toont aan dat een dikke lijmlaag de spanningspieken doet toenemen met bijna dertig procent in vergelijking met eenzelfde verbinding met een veel dunner lijmlaag, zie Figuur 9. Dit is het gevolg van een sterkere buiging van de dikke lijmlaag aan de uiteinden.

De experimentele gegevens van Figuur 10 doen vermoeden dat bij een nog kleinere lijmspleetdikte de sterkte van de verbinding zal toenemen, echter tevens de fabricagekosten.



Figuur 9: De Von Mises-lijmspanning aan de open zijde als functie van de overlappende lengte en diameter.



Figuur 10: Invloed van de lijmlaagdikte op de hechtsterkte ($d = 2,0 \text{ mm}$; $h = 1,5 \text{ mm}$).

Luchtinsluitels

Luchtinsluitels kunnen worden ingebracht bij het mengen of inbrengen van de lijm. Een luchtbel is een mogelijke waterbuffer in een vochtige omgeving, hetgeen de duurzaamheid van de verbinding verlaagt. Daarbij veroorzaakt de luchtbel een spanningsconcentratie en vermindert daarmee de hechtsterkte. Figuur 7 toont een lijmkanaal welke verbonden is met de buitenlucht. Op deze manier kan de ingesloten lucht en de overtollige lijm naar buiten worden gedrukt tijdens het inbrengen van het product.

Tot slot

Ondanks het op de markt verschijnen van computerprogramma's, waarbij soms zelfs 'uitgeklede' eindige-elementpakketten worden geleverd, blijft het ontwerp van echt goede lijmverbindingen een zaak van experimenteren en ervaring opbouwen. Nauwkeurig beheersen van de condities waaronder het verlijmen plaatsvindt, is van essentieel belang voor de kwaliteit en de reproduceerbaarheid.

Bezoek voor meer informatie over dit onderwerp eens het PrecisiePortaal. Zo vindt u op het onderwerp 'lijmen' bijvoorbeeld informatie over de vormgeving van de lijmverbinding in het artikel "*Constructies voor het nauwkeurig bewegen en positioneren*" (deel 11 van de reeks), waarbij het artikel "*Berekenen van lijmverbindingen*" het verhaal nogmaals ondersteunt met getallen.

Tenslotte wil ik u er op wijzen dat het PrecisiePortaal een interactieve site is waarop u informatie kunt vinden maar óók plaatsen. Op het PrecisiePortaal weten bedrijven en technici elkaar te vinden!

Auteursnoot

Ten tijde van het schrijven van hun artikel (1993-1994) waren de drie auteurs verbonden aan de TU Delft: J.A. Poulis en J.C. Cool bij de Faculteit Werktuigbouwkunde en Maritieme Techniek, en E.H.P. Logtenberg bij het Hechtingsinstituut. Anno 2005 is J.A. Poulis in Delft werkzaam in het Hechtingsinstituut voor de faculteit Luchtvaart- en Ruimtevaarttechniek en E.H.P. Logtenberg in de faculteit Technische Natuurwetenschappen. J.C. Cool is nu emeritus hoogleraar.

Informatie

www.precisieportaal.nl
www.hi.tudelft.nl

Meer informatie:
www.mikrocentrum.nl

Contactpersonen:
dhr. F. Bruls of dhr. M. Weijs
tel. +31 (0) 40 - 296 99 33



Precisie-technologie

1 Constructieprincipes voor de precisietechnologie

2 Micro System Technologie **NIEUW!**

3 Piëzo Training Course **NIEUW!**

Subsidiemogelijkheden
o.a. via OOM-fonds en
Vlaamse opleidingcheques



mikrocentrum

Opleidingen voor de precisietechnologie

Mikrocentrum manifesteert zich de laatste jaren steeds nadrukkelijker op het gebied van de precisietechnologie, met de Precisiebeurs, themadagen én op het gebied van opleidingen.

Het afgelopen jaar is de cursus 'Constructieprincipes voor de precisietechnologie' ontwikkeld en een succes gebleken. Voor komend najaar staan twee nieuwe cursussen op het programma, te weten 'Micro Systeem Technologie' en de 'Piëzo Training Course'.

Constructieprincipes voor de precisietechnologie

In de precisietechnologie is een trend naar kleiner, sneller en nauwkeuriger construeren waarneembaar. Systemen bevatten onvermijdelijk elektronische actuatoren, opnemers, regelunits en software. Van de mechanisch ontwerper wordt een essentiële bijdrage verwacht om de andere disciplines te ondersteunen in het bereiken van de steeds zwaardere systeemspecificaties. Vakkennis van constructieprincipes is daarbij onmisbaar. Een goed mechanisch ontwerp is de basis voor een nauwkeurig en snel product.

Deze cursus is bestemd voor ontwerpers van producten en productiemiddelen waarin precisie een belangrijke rol speelt. Men verkrijgt gedurende deze cursus een conceptueel inzicht in werkwijzen om precisiemechanismen te ontwerpen. Geleerd wordt om probleemgebieden beter te zien, alternatieven te identificeren en keuzes te maken.

3 dagen, 1x per week, startdata: 27 oktober te Eindhoven, 15 november te Utrecht.

Micro Systeem Technologie (MST)

Microsystemen zullen ons leven en welzijn de komende jaren steeds meer beïnvloeden; ze kunnen er voor zorgen dat verschillende technologieën worden geïntegreerd tot kleine autonome systemen en netwerken met verschillende functies zoals sensing, verwerking van data en draadloze communicatie.

De introductiecursus Micro Systeem Technologie geeft een overzicht van de basistechnologie die gebruikt wordt om microsystemen gebaseerd op silicium te realiseren. In de cursus wordt de werking en de opbouw van een aantal specifieke MST-producten behandeld. Deze cursus is bestemd voor ingenieurs die in hun praktijk toepassing van microsteemtechnologie aan zien komen.

2 dagen, 1x per week, startdata: 29 november te Eindhoven, 6 december te Utrecht.

Piëzo Training Course

De mogelijkheden met piëzo-electrisch materiaal worden vooral bepaald door de combinatie van een aantal interessante eigenschappen: snelle responsie, grote krachten, compacte bouw, afwezigheid van elektromagnetische velden en grote gevoeligheid (als sensor). Doordat andere aandrijf- en meetprincipes één of meerdere van deze eigenschappen missen, biedt piëzotechnologie een aantal bijzondere mogelijkheden. Door deze uit te buiten en toe te passen in product- en machineontwerp, ontstaan producten en machines met een betere performance. Onder andere in de high-end semiconductorindustrie heeft piëzotechnologie geleid tot apparaten en machines met hoognauwkeurige bewegingssystemen in vacuüm en met actieve systemen ten behoeve van trillingsdemping. Maar ook in de wereld van printers, meetsensoren, de auto-mobiellindustrie, consumentenelektronica en lucht- en ruimtevaart heeft piëzotechnologie haar weg gevonden!

De cursus geeft een beter inzicht in de technologie en het ontwikkeltraject met de piëzotechnologie. Daarnaast wordt ingegaan op de verschillende mogelijkheden en onmogelijkheden op technisch en economisch gebied.

2 achtereenvolgende dagen, startdatum: 28 november te Eindhoven.

Informatie

Frank Bruls of Marcel Weijs, tel. 040 - 296 99 33
www.mikrocentrum.nl

Actieve demping ... haaks Optimale stijfheid ...

Hoewel piëzo-elektrisch materiaal op zich welbekend en goed begrepen is, is het vooral de kunst om er op een goede manier gebruik van te maken. Een aardig voorbeeld is het 'Smart Disc'-concept, waarin piëzo's worden gebruikt om trillingen in precisie-apparatuur actief te dempen. Het regeltechnische principe achter actieve demping is op zich niet ingewikkeld. De uitdaging ligt er in om de regeltechniek een plaats te geven tussen de gevestigde constructieprincipes voor het ontwerpen van nauwkeurige mechanismen.

• Jan Holterman • Theo J.A. de Vries •

In een eerdere Mikroniek-bijdrage [1] hebben we geschetst hoe trillingen in een wafer scanner gedempt kunnen worden met behulp van piëzo's in de lensophanging. Een van de nadelen ten opzichte van de originele, passieve lensophanging bleek de afgenomen stijfheid: het principe van actieve demping staat daarmee haaks op het constructieprincipe om machineframes zo stijf mogelijk te maken. In dit artikel gaan we nader in op dit ontwerpprobleem, opnieuw aan de hand van de lensophanging van een wafer scanner. De belangrijkste les die we hieruit zullen leren is dat we niet alleen moeten zorgen voor voldoende stijfheid in de *actieve* richting van het piëzo-materiaal, maar vooral ook in de *niet-actieve* richtingen. Speciale aandacht derhalve voor *stijfheid haaks op de richting van actieve demping*.

Voor een wafer scanner gelden, net als voor tal van andere apparaten die worden ingezet bij de productie van IC's, extreme nauwkeurigheidseisen. Positioneringsfouten mogen typisch niet groter zijn dan een tiende micrometer, en veelal worden ze uitgedrukt in nanometers. De minste of

geringste verstoring kan er al toe leiden dat de specificaties niet worden gehaald.

Trillingen vormen een belangrijke bron van ellende in een wafer scanner. Met de almaar toenemende nauwkeurigheidseisen zullen vooral trillingen van de lens, het gevoeligste onderdeel van de machine, op termijn voor problemen gaan zorgen. Aan de Universiteit Twente is daarom, in het kader van het 'Smart Disc'-project, geprobeerd om deze trillingen *actief* te dempen. Om dit mogelijk te maken, zijn piëzo-elektrische actuatoren en sensoren ingebouwd in de lensophanging van een speciaal daartoe aangepast frame van een wafer scanner [2].

Constructieprincipes

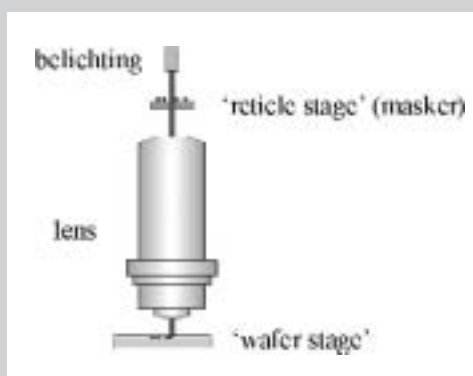
Bij het opnemen van piëzo-elektrisch materiaal in het frame van een nauwkeurig apparaat als een wafer scanner moet rekening worden gehouden met de constructieprincipes die aan het ontwerp van het frame ten grondslag liggen. In de oorspronkelijke lensophanging van de wafer scanner (sche-

op optimale stijfheid? haaks op actieve demping!

Wafer scanner

Wafer scanners worden ingezet bij de productie van IC's (integrated circuits). Ze brengen volgens een lithografisch procédé een patroon van elektronische schakelingen aan op een siliciumschijf, de zogeheten wafer (zie Figuur A).

Het masker met het gewenste patroon wordt op de juiste plek gebracht door de 'reticle stage', die zich boven in de machine bevindt. De wafer wordt gepositioneerd met behulp van de 'wafer stage', onderin de machine. Tussen beide stages bevinden zich ver-



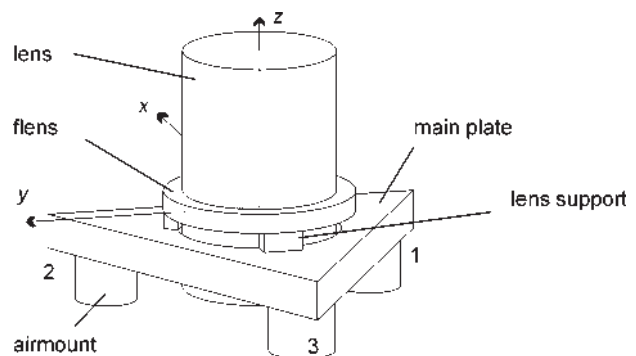
Figuur A. Eenvoudige voorstelling van het lithografisch proces in een wafer scanner.

scheidene opeengestapelde lenzen, samen gemakshalve aangeduid als lens. Via deze lens wordt het gewenste patroon op het silicium geprojecteerd. Het niet-belichte materiaal op de wafer wordt na de belichting weggeëtst, zodat uiteindelijk een circuit met de gewenste vorm overblijft. Hierbij is het de kunst om de patronen van het circuit zo klein mogelijk te maken. Hoe fijner de lijnen, hoe meer schakelingen per oppervlak, hoe kleiner en hoe sneller het IC.

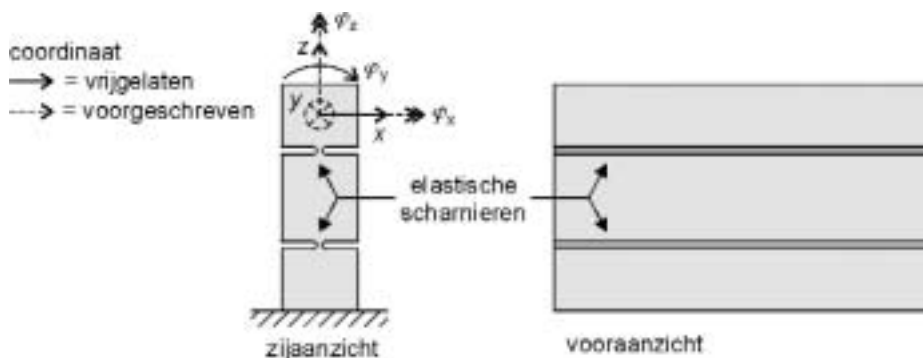
matisch weergegeven in Figuur 1) herkennen we de volgende constructieprincipes:

- *Trillingsisolatie* – De machine is opgesteld op drie trillingsisolatoren of *airmounts*. De basis voor de trillingsarme 'schone wereld' is de zogeheten *main plate*.
- *Statisch bepaald* – De *lens* is bevestigd aan de *main plate* middels een *flens*, ondersteund door drie stalen blokken. Deze zogeheten *lens supports* zijn symmetrisch opgesteld rond de lens. Om de zes vrijheidsgraden van de lens exact één keer voor te schrijven moet elk van de drie lens supports lokaal twee coördinaten voorschrijven: verticaal en tangentieel. De overige vier lokale coördinaten moeten worden vrijgelaten. De lens supports zijn daartoe uitgevoerd met scharnieren.
- *Vrij van speling en hysteresis* – Om speling en hysteresis, notoire bronnen van onnauwkeurigheid, te vermijden, is gebruik gemaakt van *elastische* scharnieren. Een gevolg van het spelingsvrij en hysteresisvrij ontwerpen is dat in het systeem nauwelijks wrijving optreedt, en daarmee dat trillingen van de lens of de *main plate* nauwelijks gedempt worden. De relatieve demping van de belangrijkste trillingsmodes bedraagt minder dan 0,5%.
- *Optimale stijfheid* – Een conventionele lens support is uitgerust met twee horizontale elastische scharnieren over de volle lengte van de support. Hiermee worden per ophang-

punt niet vier, maar slechts twee coördinaten vrijgelaten (zie Figuur 2). Deze keuze is het resultaat van de afweging tussen de constructieprincipes om de lens enerzijds zo stijf mogelijk en anderzijds netjes statisch bepaald op te hangen. Het vrijlaten van meer dan twee lokale coördinaten zou leiden tot te veel stijfheidsverlies. Een gevolg van dit besluit is dat de twee eindvlakken van de lens support, en ook de daarmee corresponderende aanlegvlakken in de machine, voldoende evenwijdig moeten worden aangeboden.



Figuur 1. Schematische weergave van de lensophanging in een wafer scanner.

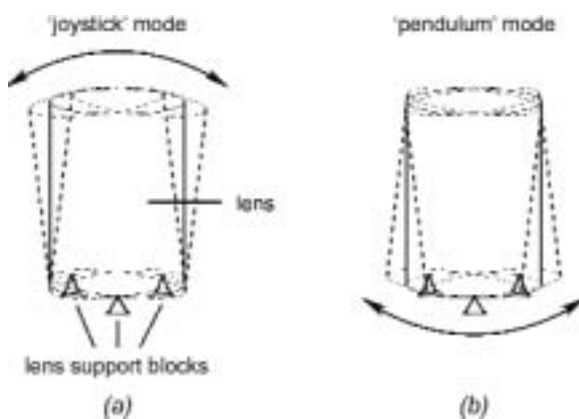


Figuur 2. Schematische weergave van conventionele lens support; $l \times b \times h = 100 \times 20 \times 60$ [mm³].

Lenstrillingen

Bij het opnemen van piëzo-elektrisch materiaal ten behoeve van het actief dempen van trillingen is het bovendien van groot belang te weten welke trillingsmodes tot de meeste problemen leiden. Wanneer we gemakshalve aannemen dat de lens, de flens en de main plate intern niet vervormen, dan kan het systeem in Figuur 1 worden gekarakteriseerd door zes trillingsmodes van de lens ten opzichte van de main plate:

- De twee trillingsmodes met de laagste eigenfrequenties (circa 100 Hz) worden de 'joystick modes' genoemd (Figuur 3a). Bij deze modes is er sprake van kanteling van de lens om een as in het vlak van ophanging (x - y -vlak in Figuur 1). Hierbij wordt een beroep gedaan op de *verticale stijfheid* van de lens supports.
- Twee andere trillingsmodes zijn de zogenaamde 'pendulum modes' (Figuur 3b). Hierbij beweegt de lens min of meer horizontaal in het vlak van ophanging. In deze modes wordt vooral een beroep gedaan op de *horizontale*



Figuur 3. Schematische weergave van dominante trillingsmodes van de lens ten opzichte van de main plate.

stijfheid, dat wil zeggen de afschuifstijfheid van de lens supports.

- In de twee overige trillingsmodes van de lens ten opzichte van de main plate (niet getekend in Figuur 3) is er respectievelijk sprake van relatieve verticale verplaatsing en van relatieve rotatie om de verticale as.

In de wafer scanner leiden vooral de joystick modes, en in iets mindere mate de pendulum modes, tot de hoogste trillingsniveaus. In de loop van het 'Smart Disc'-project zijn daarom twee prototype actieve lens supports ontworpen. Het eerste prototype, de zogenaamde Smart Lens Support (SLS), was gericht op demping van de joystick modes. Het tweede prototype, de zogenaamde Piezo Active Lens Mount (PALM), was gericht op demping van zowel de joystick als de pendulum modes.

Smart Lens Support

De *Smart Lens Support* (SLS) is ontwikkeld om de joystick modes in de wafer scanner actief te dempen. Hiertoe is de SLS voorzien van Smart Disc-functionaliteit in *verticale* richting, dat wil zeggen [2]:

- een piëzo-elektrische actuator die vervormt in verticale richting;
- een piëzo-elektrische sensor die de kracht meet in verticale richting.

Het mechanisch ontwerp van de Smart Lens Support is in eerste instantie gebaseerd op de conventionele lens support. Hiervan zijn de twee horizontale elastische scharnieren gekopieerd, evenals de aanlegvlakken en de draadgaten voor de bouten aan de boven- en de onderkant. Bovendien heeft de SLS dezelfde afmetingen als een conventionele lens support.

Regeltechniek: 'collocation'

De gebruikte regelstrategie om met de SLS en de PALM actief te dempen, is gebaseerd op het feit dat de actuator en de sensor zich op dezelfde plek in het frame bevinden. Dit maakt het mogelijk 'collocated control' toe te passen, waarmee actief (dat wil zeggen met behulp van actuatoren, sensoren en versterkers) het gedrag van een passief element (bijvoorbeeld een demper) kan worden gerealiseerd.

Het sensorsignaal vormt, samen met (de tijdsafgeleide van) het stuursignaal voor de actuator, een zogenaamd vermogensgeconjugeerd variabelenpaar: het product van de gemeten kracht en de gestuurde snelheid is gelijk aan het vermogen dat van het mechanische systeem naar het regelsysteem vloeit. Door er nu voor te zorgen dat dit product te allen tijde positief is, kan men er zeker van zijn dat het regelsysteem energie aan het mechanisch systeem onttrekt.

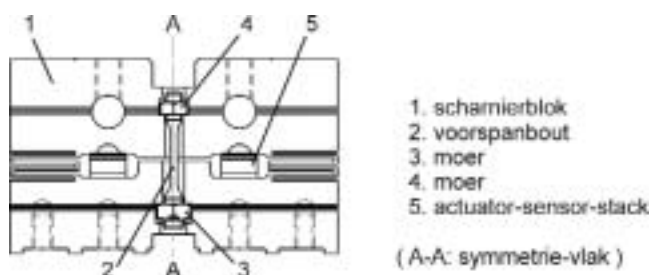
Deze situatie kan eenvoudig gerealiseerd worden door in de regellus een eerste-orde laagdoorlaatfilter op te nemen.

Wanneer dit filter een voldoende lage afsnijfrequentie heeft, gedraagt de regelaar zich rond de resonantiefrequenties als een integrator. De actief geregelde actuator-sensorstack vertoont dan hetzelfde gedrag als een visceuze demper.

Voor de regelaar hoeft, naast de afsnijfrequentie, slechts één parameter ingesteld te worden, een zekere versterkingsfactor. Omdat hiervoor geen gedetailleerde modelkennis nodig is, anders dan de wetenschap dat de actuator en de sensor zich op dezelfde plek in het frame bevinden, is deze regelstrategie zeer robuust en 'gegarandeerd' stabiel.

De SLS is opgebouwd uit (zie Figuur 4; zie ook [1]):

- een scharnierblok, waarvan de boven- en onderkant verbonden zijn met zogeheten harmonicaveren, die zorgen voor een elastische graad van vrijheid in (onder meer) verticale richting;
- twee actuator-sensorstacks, elk bestaande uit een piezoelektrische actuator en sensor; zowel de beide actuatoren als de beide sensoren zijn parallel geschakeld, dat wil zeggen ze functioneren effectief als één actuator-sensorpaar;
- een voorspanbout, met twee bijbehorende moeren, om ervoor te zorgen dat de piezo's te allen tijde op druk en niet op trek belast worden. De stijfheid van de voorspanbout bedraagt minder dan 5% van de stijfheid van de actuator-sensorstacks. Als gevolg van deze lage voorspanstijfheid is de invloed op de slag van de actuator minimaal. Bovendien blijft hiermee de voorspankracht over het hele werkgebied voldoende constant.



Figuur 4. Smart Lens Support.

Met de SLS bleek het goed mogelijk om de joystick modes (en de verticale trillingsmode) actief te dempen. Met de SLS kan de relatieve demping van deze modes actief worden opgeschroefd tot maar liefst 16%. Trillingen van de lens kunnen hiermee gereduceerd worden tot minder dan 25% van het oorspronkelijke niveau.

De pendulum modes worden met de SLS daarentegen nauwelijks gedempt, simpelweg omdat de actuator-sensorstacks enkel actief zijn in verticale richting.

Piezo Active Lens Mount

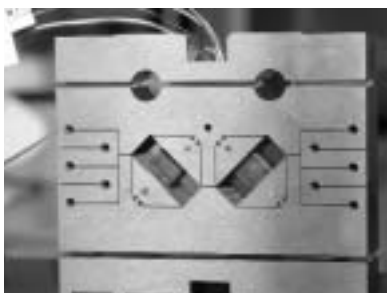
Om naast de joystick modes ook de pendulum modes te kunnen dempen is een tweede prototype lens support ontwikkeld die ook actief is in horizontale (of tangentiële) richting: de PALM [3] (zie Figuur 5). De meest in het oog springende wijzigingen in het ontwerp van de PALM ten opzichte van de SLS zijn de volgende:

- In de PALM zijn de actuator-sensorstacks 45° gekanteld. Door de actuator-sensorstacks onafhankelijk van elkaar aan te sturen en uit te lezen worden per PALM twee actieve graden van vrijheid gecreëerd.
 - Wanneer de actuatoren *in fase* worden aangestuurd, resulteert een *verticale* beweging. De *som* van de sensorsignalen is maat voor de *verticale* kracht op de PALM.
 - Wanneer de actuatoren *in tegenfase* worden aangestuurd, resulteert dit in *horizontale* beweging van het bovenste deel van de PALM ten opzichte van het onderste deel. Het *verschil* tussen de sensorsignalen is een maat voor de *horizontale* kracht op de PALM.
- Als gevolg van het kantelen van de piezo's over 45° (in plaats van over een andere hoek), heeft de PALM in horizontale en in verticale richting een even groot actuatiebereik, en leveren de piezo's in horizontale en in verticale richting een gelijke bijdrage aan de PALM-stijfheid.
- Om het piezomateriaal te behoeden voor eventuele

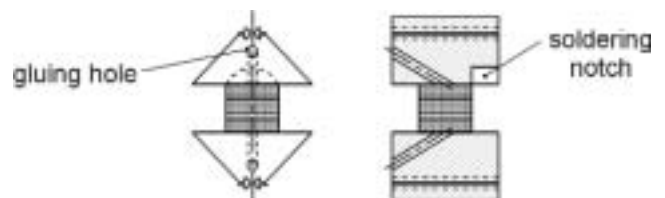
afschuifbelastingen zijn in het scharnierblok rondom de actuator-sensorstacks extra gatscharnieren aangebracht. Deze zijn zo gedimensioneerd dat de trekstijfheid voldoende hoog is in verhouding tot de andere 'slappe' onderdelen van de PALM, te weten de oorspronkelijke elastische scharnieren en de actuator-sensorstacks.

- In de SLS werd de mechanische voorspanning voor de piëzo's geleverd door een voorspanbout, die nogal onhandig in gebruik is gebleken. Het bepalen van de juiste aandraaihoek, en daarmee het reproduceerbaar instellen van de voorspankracht in de SLS, bleek nagenoeg onmogelijk. Om die reden is besloten in het PALM-ontwerp de voorspanbout weg te laten, en de harmonicaveren zo te dimensioneren dat deze voldoende mechanische voorspanning kunnen leveren. Dit is mogelijk gemaakt door enerzijds gebruik te maken van een ander type staal, met een hogere vloeigrens, en anderzijds de maximale oprekking van het scharnierblok (nodig om tijdens assemblage van de PALM ruimte te creëren voor het plaatsen van de piëzo's) tot een minimum te beperken.
- De piëzo's in de PALM zijn, net als in de SLS, vastgelijmd. Om na assemblage de juiste hoogte van de PALM te kunnen garanderen is gebruik gemaakt van een speciaal hiervoor ontworpen lijmmal. Omdat voor het aanbrengen van de lijm in de PALM nauwelijks enige ruimte was, als gevolg van het bestaan van een minimum aan rek van het scharnierblok, is er voor gekozen de lijm aan te brengen via speciale kanaaltjes in het scharnierblok (zie Figuur 6).
- Met het oog op eventueel gebruik in een ander machine-type is de hoogte van de PALM gewijzigd van 60 in 85 [mm]. Dit komt de stijfheid van de lensophanging, zowel in verticale als in tangentiële richting, niet ten goede.

Evenals met de SLS bleek het ook met de PALM goed mogelijk om actieve demping te realiseren, zij het nu voor alle zes de trillingsmodes van de lens ten opzichte van de main plate – inclusief de pendulum modes. De relatieve demping voor de diverse modes kan zelfs worden opgeschroefd tot meer dan 20%.



Figuur 5. Piezo Active Lens Mount (foto: Job van Amerongen).



Figuur 6. Detail van de PALM: lijmkanaaltjes. (De uitsparing aan de achterzijde – 'soldering notch' – is aangebracht om soldeerreparaties aan de elektrodes van het piëzomateriaal mogelijk te maken.)

Stijfheidsverlies

Hoewel zowel de SLS als de PALM uitstekend geschikt zijn gebleken om trillingen van de lens te dempen, kleven er aan beide ontwerpen toch de nodige nadelen. Het voornaamste probleem bij zowel de SLS als de PALM is zonder twijfel de afgenomen stijfheid van de lensophanging, en daarmee de afgenomen eigenfrequenties. In Tabel 1 zijn de eigenfrequenties van de joystick en de pendulum modes voor de verschillende lens supports verzameld. Hieruit is gereconstrueerd hoe de effectieve verticale en horizontale stijfheden van de SLS en de PALM zich verhouden tot de stijfheden van de conventionele lens support (genormaliseerd op 100%).

Vanzelfsprekend was voor beide actieve lens supports enig stijfheidsverlies wel ingecalculiseerd, simpelweg vanwege het feit dat 'een plak staal' met een oppervlak van 20×100 [mm²] is vervangen door twee stapeltjes piëzo-materiaal met een oppervlak van 10×10 [mm²]. Zo bezien valt de stijfheidsafname bij de SLS in de actieve, verticale richting nog mee: van 100% naar 76%.

Zorgwekkender is dat juist in de niet-actieve, *horizontale* richting van de SLS de stijfheidsafname zoveel groter is: van 100% naar 45%! De les die we hieruit kunnen leren, is dat we – terwijl we bij het ontwerp van de actuator-sensorstacks voor de SLS de aandacht met name hadden gericht op de stijfheid in *actieve* richting – juist zuiniger om hadden moeten springen met de stijfheid van de lens support in de *niet-actieve* richting.

Voor de PALM geldt eenzelfde verhaal. Hier is bij het ontwerp van de extra gatscharnieren rond de actuator-sensorstacks vooral gezorgd voor voldoende trekstijfheid. Met het kantelen van de stacks heeft dit ertoe geleid dat het extra stijfheidsverlies in horizontale richting binnen de perken is gebleven: van 45% naar 40%.

Bij de PALM is juist de afname van de *verticale* stijfheid het meest zorgwekkend: van 76% naar 37%. Deze extra afname van de stijfheid (een halvering!) is te verklaren uit het feit dat, waar in de SLS alle normaalstijfheid van de piëzo's beschikbaar was voor de verticale richting, daar in de PALM slechts de helft van over is. De andere helft van de normaalstijfheid van de piëzo's wordt nu immers aangewend in horizontale richting.

Dat dit laatste niet heeft geleid tot een toename van de *totale* stijfheid in horizontale richting, is te verklaren uit het feit dat de horizontale stijfheid in de SLS wordt gevormd door de *afschuifstijfheid* van de piëzo's. Als gevolg van de extra gatscharnieren, bedoeld om de piëzo's op afschuiving te ontlasten, speelt in de PALM deze afschuifstijfheid – logisch – geen rol meer. Ten tweede male kunnen we dus concluderen dat we zuiniger om hadden moeten springen met de stijfheid, vooral in de *niet-actieve* richting van de piëzo's.

Tabel 1. Vergelijking dominante trillingsmodes voor verschillende types lens supports.

| type lens support | joystick modes | | | pendulum modes | | |
|----------------------|--------------------|------------------------|----------------------|--------------------|--------------------------|----------------------|
| | frequentie [Hz] | verticale stijfheid | (actieve) demping | frequentie [Hz] | horizontale stijfheid | (actieve) demping |
| passief | 107 | 100% | < 0,5% | 270 | 100% | < 0,5% |
| SLS | 94 | 76% | ≈ 16% | 181 | 45% | ≈ 1,5% |
| PALM | 65 | 37% | > 20% | 170 | 40% | > 20% |

Als gevolg van het drastische stijfheidsverlies heeft de PALM ten opzichte van de SLS, in termen van de trillingsniveau's op de lens, ondanks de toegenomen dempingsmogelijkheden nauwelijks tot enige verbetering geleid.

Conclusie

De SLS en de PALM zijn voorbeelden van het met behulp van piëzo-elektrisch materiaal realiseren van actieve demping in frames voor nauwkeurige apparatuur. Mits verstandig toegepast kan actieve demping op basis van het 'Smart Disc'-concept de nauwkeurigheid van precisie-apparatuur aanzienlijk verbeteren. In experimenten met een wafer scanner zijn lens-trillingen gereduceerd tot minder dan 25% van het oorspronkelijke niveau.

Een nadeel van het opnemen van piëzo-elektrisch materiaal in een machineframe is het onvermijdelijke verlies van stijfheid. Actieve demping staat hiermee haaks op het construc-

tieprincipe om machineframes zo stijf mogelijk te maken. Bij het ontwerpen van piëzo-mechanismen is het dan ook zaak om het stijfheidsverlies tot een minimum te beperken. Uit de stijfheidsanalyse van de actieve lens supports in de wafer scanner is gebleken dat hierbij vooral de stijfheid in de *niet-actieve* richting van het piëzo-materiaal speciale aandacht verdient.

Literatuur

- [1] Holterman, J. en T.J.A. de Vries, (2002), "Actieve demping. Een nieuw constructieprincipe?", *Mikroniek* nr. 5.
- [2] Holterman, J., (2002), "Vibration Control of High-precision Machines with Active Structural Elements", proefschrift, Universiteit Twente, Enschede.
- [3] Van den Elzen, S.A., (2001), "Design of a Smart Lens Support with Two Active Degrees of Freedom", afstudeerverslag, Universiteit Twente, Enschede.

Auteursnoot

Het 'Smart Disc'-project (1998-2004) is uitgevoerd binnen de vakgroep Regeltechniek aan de Universiteit Twente en is mede mogelijk gemaakt dankzij financiële ondersteuning door het ministerie van Economische Zaken in het kader van het Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma (IOP) Precisietechnologie, onder de noemer 'Intelligente structuurelementen (Smart Disc)'.

De PALM-experimenten zijn mede mogelijk gemaakt door Frank Auer en Stefan van den Elzen. Dank daarvoor.

Informatie

www.senternovem.nl/iopprecisietechnologie

j.holterman@imotec.nl

Nauwkeurig testen van printkoppen

Anorad Europe, onderdeel van Rockwell Automation, introduceert het zogenaamde 'split-axes' systeem voor het testen van inktjetprintkoppen. Het idee achter het ontwerp is dat de prestaties van het testsysteem een orde van grootte beter zijn dan die van de printkop, zodat eventuele afwijkingen en onvolkomenheden in de printkop kunnen worden ontdekt. De printkop wordt aan de bovenste as gemonteerd en het testsubstraat op de

onderste as. De bovenste as voert een scannende beweging van de ene naar de andere kant uit terwijl er ondertussen op het substraat wordt geprint. Tijdens het omkeren van de printbeweging maakt de onderste as een stapje. Daarna wordt de volgende printbeweging uitgevoerd. Na het bestuderen van het printresultaat kan de printkop worden goedgekeurd, eventueel beter worden afgesteld dan wel worden afgekeurd.

De scannende beweging wordt met een snelheid van 0,5 mm/s \pm 1% uitgevoerd. Tijdens de gehele beweging wordt voor de bovenste as een nauwkeurigheid van 3,5 μ m en voor de onderste as 5 μ m gehaald. Dit is gemeten ter hoogte van de printkop. De rechtheid en vlakheid van beweging van beide assen bedraagt \pm 1 μ m/25 mm.

www.anorad.com

Samenwerking laserleverancier en machinebouwer

Laser 2000 Benelux, onderdeel van de Europese Laser 2000-groep, is een samenwerking aangegaan met machinebouwer 3D Micromac. Deze strategische beslissing is voortgekomen uit de behoefte om naast laserbronnen en optische accessoires complete systemen te kunnen leveren. Een eindgebruiker van een lasersysteem wil graag bij één leverancier terecht,

zodat hij zich niet meer hoeft te bekommeren om de eindverantwoordelijkheid voor de samenbouw van verschillende typen lasers en optomechanische onderdelen.

3D Micromac onderscheidt zich vooral op het gebied van lasermicrobewerkingen. Hierbij moet men denken aan lasersintering, -snijden, -markeren, -structuring, -boren, etcetera; dit alles

binnen het microbereik. Laser 2000 Benelux is gespecialiseerd in de distributie van lasers, op laser gebaseerde systemen, optische test- en meetapparatuur, optische componenten en fiber optics voor industriële en wetenschappelijke toepassingen.

www.laser2000.nl

www.3d-micromac.com

Nationale CleanroomDag

Op donderdag 27 oktober organiseert de Vereniging Contamination Control Nederland (VCCN) de 5e Nationale CleanroomDag, in congrescentrum Spant! in Bussum. Tijdens deze dag kunnen nieuwe vakgenoten deelnemen aan een lezingenprogramma, om een goede basiskennis op te doen over werking en gebruik van de cleanroom.

Ook kunnen zij via de informatiemarkt op informele wijze kennis maken met (medewerkers van) bedrijven en dienstverleners die werkzaam zijn in de cleanroombranche.

Nieuw bij deze 5e Nationale CleanroomDag is dat ook de meer ervaren vakgenoten aan hun trekken kunnen komen door te participeren in

workshops en/of gebruik te maken van de inloopsessies. In de workshops kunnen zij discussiëren met specialisten uit het vakgebied. Bij de inloopsessies kunnen bedrijven die deelnemen aan de informatiemarkt een nieuw product/systeem presenteren.

www.vccn.nl

Nieuws van Mikrocentrum

Vijfde editie Precisiebeurs

Op 30 november en 1 december 2005 vindt in Veldhoven de vijfde editie van de Precisiebeurs plaats. De belangrijkste vakbeurs in de Benelux gespecialiseerd in precisietechnologie is na vier edities een begrip. Onder de 1800 bezoekers in 2004 bevonden zich veel engineers, inkopers en managers van bedrijven als Philips, ASML, OTB en Océ. Naast precisietechnologie worden ook nieuwe ontwikkelingen op het gebied van microsysteemtechnologie en micro-assemblage onder de aandacht gebracht.

Themadagen

Precisiemeten

*Nederlands Meet Instituut (NMI), Delft,
donderdag 13 oktober 2005*

Tastend of contactloos? Of wellicht beide? Wat is de betrouwbaarheid van software bij het meten? Wat zijn de voorwaarden voor doelmatig beheersen van (meet)onzekerheid? Deze en andere thema's komen aan bod. Daarnaast een rondleiding bij het NMI: de lange meetgang, primaire standaarden en nanometrologie, contactloos meten, 3D meetmachine, etcetera.

Microverspanen

Mikrocentrum, Eindhoven, donderdag 10 november 2005
Diverse technieken passeren op deze dag de revue: micro-milling, -injectionmoulding, -grinding, -edm, -ecm, -caving en -welding. Toonaangevende sprekers vertellen over de (on)mogelijkheden en technische haalbaarheid.

Belang van precisietechnologie voor moderne geneeskunde

*Academisch Medisch Centrum (AMC), Amsterdam,
dinsdag 15 november 2005*

Ontwikkelingen in de precisietechnologie en MST hebben grote invloed op de geneeskunde. Twee workshops en een rondleiding binnen verschillende AMC-afdelingen maken duidelijk waar behoeftes en mogelijkheden liggen.

Meer informatie:

www.mikrocentrum.nl, afdeling Themadagen;
of tel. 040 - 296 99 11, Karin Mous.

URS Series High Precision Rotation Stages



Newport **URS** family of rotation stages allows fastest rotation over large angles with outstanding bidirectional repeatability. When used with our XPS or ESP300 controllers, they can deliver smoothest motion at low speeds.

- Available in 3 sizes
- Unidirectional repeatability: 0.002°
- Max. payload: 300 N
- DC or stepper motorized models available
- Directly compatible with Newport VP, M-ILS & M-IMS series stages

XM Series Ultra-Precision Linear Motor Stages



- 10 nm sensitivity
- 300 mm/s speed
- Built to order

**Delivers air bearing technology performances
without the cost**

XM Series stages combine ultra-precision motion with the high dynamics and reliability offered only by complex and costly air-bearing stages. Driven by a linear motor, XM stages represent the ultimate solution for demanding applications in:

- Wafer inspection
- Micro-electronics test and assembly
- Ultra-precision pick & place
- Sensor test & calibration

Belgium

Newport B.V.

Tel: +32-(0)1 6402927
Fax: +32-(0)1 6402227
belgium@newport-de.com

Netherlands

Newport B.V.

Tel: +31-(0)30 6592111
Fax: +31-(0)30 6592120
netherlands@newport-de.com

Call Newport B.V
sales office for
more information
or check out our
web site at:

www.newport.com

AD-060511-NL



Eerste Nationale Micro Nano Conferentie

Vooraf kleine bedrijven kunnen snel hun bestaan opbouwen met microsystem- en nanotechnologie. Grote bedrijven, toepassers, doen er veel langer over om de nieuwe technologie te commercialiseren. Dit blijkt uit de lezingen op de eerste Nationale Micro Nano Conferentie, die op 5 oktober 2005 plaatsvindt in het WICC in Wageningen.

De organiserende instanties (SenterNovem, STW en de branchevereniging MinacNed) willen tijdens de conferentie laten zien met welke technologie bedrijven nu al geld verdienen in een aantal toepassingsgebieden. Dit zijn de

voedingsmiddelenindustrie, de medische sector en complexe machine- en instrumentenbouw. Ondersteund door het initiatief 'PPM fonds' van federatie van technologiebranches FHI streeft men er naar om tijdens de conferentie in workshops nieuwe ontwikkelingsprojecten te genereren. Ter plekke kunnen consortia worden gevormd, die een beroep kunnen doen op het PreProject-Management fonds, voor geld om plannen uit te werken. In deze workshops worden voorstellen gelanceerd voor ontwikkelingen als 'een chemische fabriek in table top formaat', 'inline meting van micro-organismen in food' en 'de handheld huisarts'.

Tijdens de conferentie treden sprekers op van grote bedrijven als Friesland Foods, Unilever, Philips en DSM. Min of meer commercieel opererende onderzoeksinstituten als NIZO food research, KIT, SRON, TNO en Mesa+ presenteren applicatietrajecten. Middelhoge en kleine bedrijven die hun technologie en businesscases voor het voetlicht brengen, zijn onder meer Aquamarijn, Micronit, Future Diagnostics, Encapson, IMS, C2V en Mecon Engineering.

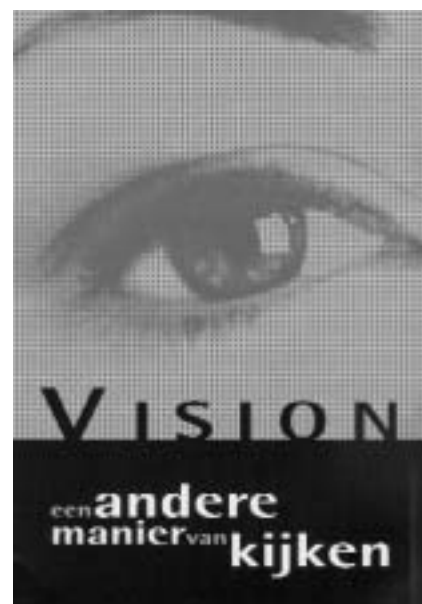
Voor meer informatie en inschrijving als deelnemer zie www.minacned.nl.

Boekje over machine vision

De Vision Groep van FME/CWM-branchevereniging GTA (Groep Technische Automatisering) heeft een handzaam boekje uitgegeven over machine vision. Onder de titel "Vision, een andere manier van kijken" maakt het boekje duidelijk dat machine vision veel meer mogelijkheden biedt dan menigeen denkt. Machine vision is een snel oprukkende techniek voor het met camera's en speciale software snel en contactloos meten, controleren en inspecteren van producten en halffabrikaten in productieomgevingen. Het boekje (32 pagina's A5-formaat) start met een uitgebreide introductie van het begrip 'zien'. Begrippen als snelheid versus nauwkeurigheid komen uiteraard aan bod, terwijl de mogelijkheden en voordelen van machine vision uitgebreid de revue passeren.

Vision maakt het mogelijk om sneller, efficiënter en kwalitatief hoogwaardiger te produceren. Door het uitvoeren van een aantal (soms redundante) controles met behulp van visionsystemen, is het mogelijk om zonder tussenkomst van de mens foutloze producten te leveren. Door het voortschrijden van de technologie daalt de investeringsdrempel, met name voor het groeiende aantal standaardsystemen, waarmee veelvoorkomende controles op vorm, kleur en eigenschappen zijn uit te voeren. Machine vision is dan ook betaalbaarder dan menigeen denkt. In het GTA-boekje zijn uiteraard de namen en mogelijkheden van alle bij de Vision Groep van GTA aangesloten specialisten te vinden.

www.gta-nederland.nl



Nyquist introduceert geavanceerde motion-control software

Nyquist Industrial Control in Eindhoven introduceert een geïntegreerd pakket van softwaretools voor het recent gelanceerde NYCe4000 Motion Control Systeem. Een van de meest in het oog springende tools is 'User-Definable Control'. Dit biedt gebruikers de mogelijkheid om optimale control loops te ontwikkelen waarmee complexe mechanische systemen kunnen worden bestuurd. Met User-Definable Control kunnen complexe control loops snel worden ontwikkeld door gebruik te maken van reeds gedefinieerde 'control'-blokken, die gekoppeld worden aan de standaard Nyquist-functionaliteit. De software ondersteunt de ontwikkeling van klant-specifieke (user-defined) algoritmes. Met User-Definable Control kunnen machinebouwers sneller dan ooit machines op de markt introduceren, zo claimt Nyquist.

Een van de unieke kenmerken van Nyquist's software is de volledige ondersteuning van Simulink, de dynamische-simulatiETOOLBOX van MATLAB. Simulink heeft een uitgebreide standaard library met functieblokken welke door Nyquist's software vertaald worden in de embedded controller. Dit in tegenstelling tot bestaande software die 'proprietary', en dus veel kleinere, libraries ondersteunt.

Een multi-assencontroller stelt gebruikers in staat om meerdere control loops toe te passen. Aan iedere as kan bijvoorbeeld een andere control loop worden toegewezen. Ook kan een gekozen combinatie van assen worden samengevoegd in één diagram. Dit biedt een belangrijk voordeel ten opzichte van bestaande software welke maar één diagram tegelijk ondersteunt.

Productinformatie is verkrijgbaar bij Piet Draak, product manager, Nyquist Industrial Control, tel. 040-2578888, p.draak@nyquist.com.

www.nyquist.com
www.mathworks.nl



Step Up To OptoSigma

Custom Optical Coatings.

Precision Optics.
OptoSigma Corporation is a global manufacturer of precision optics, optomechanics and custom thin film coatings. Difficult coating specifications are designed to meet the industry's most demanding specifications.

Fiber Optic Coatings.
OptoSigma thin film engineers customize the spectral performance to meet the customer needs. Through implementation of optimization algorithms and ion assisted deposition, performances are accurately obtained. Low temperature (<90°C) durable coatings are designed to facilitate connectorized fiber of all types.

Substrates & Optic Holders.
With accurate control of temperature and Ion Assisted Deposition (IAD), OptoSigma can deposit dielectric and all-oxide coatings on cemented achromats, connectorized fibers, or other materials which require <90°C - 230°C temperature coatings with repeatable results and full yields. Precision optic holders are manufactured for accurate alignment for both fiber and precision optics in various sizes.

Thin Film Coatings.
Impressive, high performance thin film coatings are manufactured in computer controlled Ion Assisted Deposition (IAD) chambers. Our highly talented Optical Engineers are able to design difficult coating specifications for telecom and laser applications with requirements ranging from 193 nm to 2500 nm and low temperature optical coatings on fiber optic endfaces and achromats with a repeatable, precision process.

molenaar optics
tel.: 030-6951038, fax: 030-6961348
e-mail: info@molenaar-optics.nl
website: www.molenaar-optics.nl

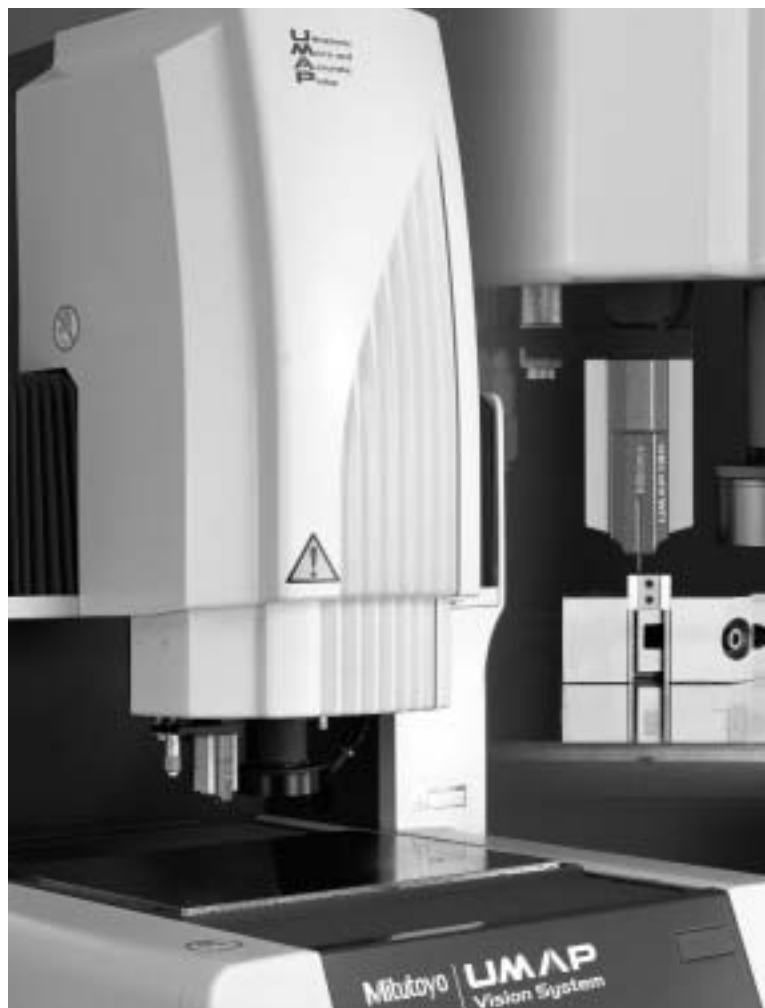
OptoSigma®
Optics • Opto-Mechanics • Motorized Products
a Sigma Koki Company

Metten met een microtaster

Tijdens de beurs Control 2005 in Sinsheim introduceerde Mitutoyo onder meer het coördinatenmeetapparaat Nanocord alsmede twee nieuwe versies van het beeldverwerkingssysteem UMAP. Nanocord, uitgerust met een beeldverwerkingssensor en een schakelende of metende microtaster, maakt zeer nauwkeurige 3D-vormmetingen met een oplossend vermogen van een nanometer mogelijk. Naast de standaard optische sensor kan het apparaat op klantwens worden voorzien van een tweede sensor: een zeer precieze UMAP-ultrasoon-taster of een LNP-taster (Long range Nano Probe) voor scannende metingen met een zeer geringe tasterdruk. Daarnaast beschikken de apparaten over een megapixel CCD-camera met een sterk oplossend vermogen voor een nauwkeurige beeldverwerking.

Tevens heeft Mitutoyo het reeds succesvolle UMAP Vision System, waarmee zelfs in het nagenoeg microscopische bereik tactiele metingen mogelijk zijn, uitgebreid met een tweede variant. De apparatuur is gebaseerd op het beeldverwerkingssysteem Quick Vision, dat met een zeer nauwkeurige ultrasoon-microtaster (UMAP, Ultrasonic Micro and Accurate Probe) is uitgebreid. De punt van de tastnaald bevindt zich in een continue, ultrasone trillingstoestand. Bij aanraking wordt de trilling gedempt, hetgeen als tastsignaal wordt herkend en waaraan een waarde wordt toegekend. De in diameter slechts 30 μm grote glazen meetkogel van de microtaster bevindt zich aan het uiteinde van een koolstof asje (diameter 20 μm , lengte 2 mm). Dit levert een bijzondere lengteverhouding op van 66,7 (aspect ratio), waardoor ook metingen in een verlengde Z-as, bijvoorbeeld in de allerfijnste boringen, mogelijk worden.

www.mitutoyo.nl



Het UMAP Vision System.

Congres Mechatronica2005

We Are, organisator van ICT- en high-tech-congressen, organiseert in samenwerking met de Brabantse Ontwikkelings Maatschappij (NV BOM) en NV Industriebank Liof het congres Mechatronica2005 voor uitbesteders en toeleveranciers. Het congres vindt plaats op 15 november 2005 in het Evoluon te Eindhoven. Achterliggende gedachte is dat kennisintensieve samenwerking van uitbesteders met hun toeleveranciers op mechatragebied de con-

currentiekracht van de Nederlandse maakindustrie versterkt. De onderscheidende kracht van Nederland binnen de Europese markt zit hem in het samenbrengen van verschillende kern-disciplines voor het maken van complexe onderdelen of microsystemen. In uitdagende samenwerkingsprojecten kunnen toeleveranciers zich ontwikkelen richting krachtige (applicatie) mainsuppliers. De Nederlandse economie en met name het industriële

MKB zal daar de vruchten van plukken. Voor de mechatricaleverancier impliceert dit dat hij, naast gedegen productkennis van de partners, een vergaande proces- en systeemkennis van zijn doelmarkten moet hebben. Samenwerking tussen bedrijven en kennisinstellingen is dus nodig om specifieke kennis en technologieën in te zetten voor toepassing in de praktijk.

www.mechatronica2005.nl

Nieuwe eindredacteur Mikroniek

Afgelopen januari heeft het bestuur van de NVPT de eindredactie van Mikroniek overgenomen van Twin Design. Vanaf dat moment zijn we gaan zoeken naar een eindredacteur voor Mikroniek. We zijn blij U te mogen informeren dat Hans van Eerden bereid is gevonden deze taak op zich te nemen.

Hans van Eerden is al jaren bekend met het vakgebied. Na zijn studie Technische Natuurkunde en zijn promotie op het gebied van de chemische fysica, beide aan de Universiteit Twente, heeft hij zich ontwikkeld tot freelance tekstschrijver/redacteur. Hij schrijft voor bladen als Link Magazine, Mikroniek en Constructeur, voor hightech-bedrijven als Demcon en De Koningh en voor instellingen als Universiteit Twente, Nederlandse Vereniging Algemene Toelevering en Ontwikkelingsmaatschappij Oost-Nederland. Als bureauredacteur bij Twente University Press was hij zeer nauw betrokken bij het omwerken van Rien Koster's collectie Constructieprincipes tot studieboek.

Met de komst van Hans denken we Mikroniek verder te kunnen uitbouwen en verdiepen.

In de tussenliggende tijd heeft Janette van de Scheur de eindredactie waargenomen. We mogen zeggen dat ze dat op een zo goede manier gedaan heeft, dat de kwaliteit zeker niet minder is geworden dan voorheen. Wij danken Janette voor



haar buitengewone inzet voor Mikroniek in de afgelopen periode.

Wij wensen Hans veel succes bij de verdere uitbouw van de redactie van Mikroniek. We hopen dat u als lezer daar uw bijdrage aan blijft leveren, in de vorm van opbouwende kritieken en uiteraard uw zeer gewaardeerde bijdragen.

Bestuur NVPT

Studiebeurs 2005

Van 5 tot en met 8 oktober 2005 vindt de Studiebeurs plaats in de Jaarbeurs te Utrecht. Vorig jaar hebben circa 84.000 personen deze beurs bezocht. Tijdens deze beurs kunnen (aankomend) studenten kennismaken met alle universiteiten, hogescholen, mbo-instellingen en de krijgsmacht. De NVPT neemt samen met de Leidse Instrumentmakerschool wederom deel aan de Studiebeurs. Op deze manier hopen we zo veel mogelijk aankomend studenten te interesseren voor een opleiding in ons vakgebied.

Mikroniek Beursspecial

Recent hebben de NVPT-leden en de deelnemers aan de Precisiebeurs bericht ontvangen over de beursspecial. Voor het eerst zal deze geheel in full colour worden uitgebracht. Een nieuw onderdeel in deze beursspecial is de 'productencatalogus'. Hiervoor krijgt u een half A4 ter beschikking om een specifiek product onder de aandacht te brengen. De kosten bedragen € 125,00 (ex BTW). Grijp deze kans om uw product onder de aandacht van de bezoekers van de Precisiebeurs te brengen.

Productontwikkeling op AMOLF

Uit een nauwe samenwerking tussen onderzoekers, tekenkamer en mechanische werkplaats ontstond in korte tijd de FTI-octopool. Een typisch praktijkvoorbeeld van productontwikkeling op een wetenschappelijk onderzoeksinstituut, en dagelijkse praktijk op het FOM-Instituut voor Atomaire en Moleculaire Fysica (AMOLF) in Amsterdam.

“Dit instrument wordt gebruikt om ionen te verzamelen en op te hopen, zodat een dichte wolk ontstaat. Vervolgens wordt deze wolk geïnjecteerd in de meetcel van een massaspectrometer”, legt promovenda Iona Taban uit. “Dit zorgt voor een hogere gevoeligheid van de meetcel, nodig voor de analyse van biologische monsters, waarin stoffen vaak in lage concentraties voorkomen.” Zij wil onder meer onderzoeken welke stoffen er voorkomen in hersenvloeistof van kankerpatiënten en dit vergelijken met de samenstelling van de hersenvloeistof van gezonde mensen. Met het oog op de vereiste gevoeligheid heeft ze eerst met simulaties de beste geometrie van de ionengeleider bepaald.

Kammen

Vervolgens gingen constructeur Iliya Cerjak en instrumentmaker Jan van der Linden om tafel, om te kijken hoe het ontwerp technisch was uit te voeren. “Al dertig jaar ontwikkelen we ionengeleiders met vier, zes of acht polen. Enkele ontwerpen verkopen we ook aan bedrijven. Eén van de innovaties van deze octopool is de nieuwe geometrie. Er bevinden zich kammen tussen acht staafvormige polen.”

De ionengeleider bestaat uit twee delen. Acht staafjes (lengte ongeveer 18 centimeter, diameter 6 millimeter) zijn gelijkmatig verdeeld op een cirkel van 23 millimeter. De staafjes

zijn afwisselend positief en negatief geladen. De vier positieve en de vier negatieve staafjes zijn onderling verbonden. Als er nu hoogspanning op de polen komt te staan, worden de ionen die door het binnenste vliegen gecentreerd en opgehoopt.

Om dit geheel zit de behuizing van roestvrijstaal. Hier kunnen acht kammen worden ingeschoven die precies tussen de staafjes passen. Aan beide zijden zijn ‘doppen’ van Vespel, een kunststof, gemonteerd om het geheel in de massaspectrometer te kunnen bevestigen. “Het is altijd een uitdaging om te voldoen aan de specificaties. Het materiaal komt in een vacuüm en onder hoogspanning te staan, en de onderdelen moeten zeer precies gepositioneerd worden.”

Figuurzagen

Uit één stuk roestvaststaal van achttien centimeter heeft Van der Linden dit deel gesneden met behulp van de draadvonkmachine. “Je kunt draadvonken vergelijken met figuurzagen. Door overslag van vonken van de elektrode, een dunne draad, naar het materiaal smelt en verdampt het materiaal ter plaatse. Met hoge precisie snijdt de draad geprogrammeerde contouren uit. Eerst waren de kammen en de behuizing een geheel. Na testen bleek de vorm van de kammen toch anders te moeten. Om daarin te kunnen variëren hebben we losse kammen gemaakt, die makkelijk te verwisselen zijn. De acht losse paraboolvormige kammen zijn als één pakket uitgevonkt. Ze hebben daardoor dezelfde vorm.” Van der Linden en Cerjak benadrukken de synergie waarmee zij productontwikkeling beoefenen. “Zonder de nauwe onderlinge samenwerking lukt dit niet.”

door Annemarie Zegers, Stichting FOM



Informatie

www.amolf.nl

**De Leidse Instrumentmakersschool
zoekt voor de Glastechnische afdeling**

een docent Glastechniek

Taak:

- Geeft leiding aan de afdeling waarin zowel opleiding als werkzaamheden voor derden plaatsvinden.
- Geeft als docent instructie aan leerlingen in opleiding voor glasinstrumentmaken tot niveau research-instrumentmaker/LIS B.
- Voert alle voorkomende werkzaamheden uit ten behoeve van de faculteit W&N (Universiteit Leiden).

Uw sollicitatie kunt u richten aan:

het bestuur van de Vereniging tot bevordering
van de opleiding tot Instrumentmaker
Einsteinweg 61, 2333 CC Leiden

Niveau:

- Opleiding op niveau Glas B (praktijk en theorie).
- Ervaring met het CNC-bewerken van harde en brosse materialen.
- Didactische vaardigheid is een pré.

Salarisindicatie: schaal 11 CAO-BVE.

Voor informatie:

J. Gonggrijp, directeur LIS
Tel: 071-5681169 (school)
of 's avonds na 20.00 uur: 0172-508640
E-mail: gonggrijp@lis-mbo.nl





HEIDENHAIN

Hoeveel miljoen functies passen er morgen op een microprocessor?

Waar functionaliteit en kosten tellen, mag geen plekje onbenut blijven. Dat geldt ook voor wafers. Steeds kleinere structuren op steeds grotere formaten: Deze schijnbare paradoxale eisen zorgen voor een optimaal gebruik. De eisen die gesteld worden aan lengte- en hoekmeetsystemen luiden daarom als volgt: De hoogste nauwkeurigheid en de kleinste resoluties bij steeds grotere meetbereiken. Een voorwaarde waaraan voldaan wordt door de meettechniek van HEIDENHAIN, want door voortdurend onderzoek en permanente ontwikkeling zijn wij vandaag al gereed om de schijnbare tegenstellingen van morgen op te lossen. HEIDENHAIN NEDERLAND B.V., Postbus 92, 6710 BB EDE, Telefoon: (03 18) 58 18 00, Telefax: (03 18) 58 18 70, www.heidenhain.nl, e-mail: verkoop@heidenhain.nl

Hoekmeetsystemen + Lengtemeetsystemen + Contourbesturingen + Digitale Uitlezingen + Meettasters + Impulsgevers