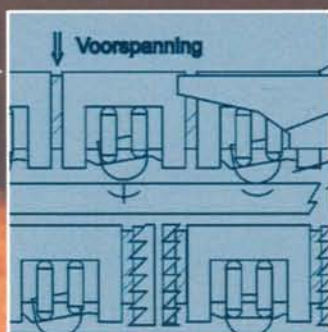


Mikroniek

JAARGANG 38

(6)

INVT VAKBLAD VOOR PRECISIE-TECHNOLOGIE

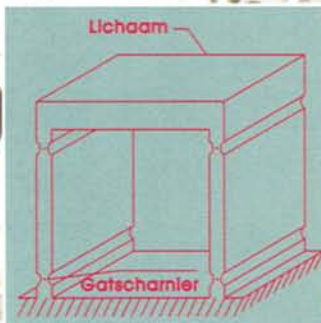


Piëzo-stepper



Technologiesprongen in metaal

Monolitische rechtgeleiding





Mevi

FIJNMECHANISCHE INDUSTRIE



CO-MAKERSHIP in:

- Precisie
- Prototypen
- Mechatronica
- Machinebouw

Voor meer info:
<http://www.mevi.com>

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

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

In dit nummer

Mikroniek nummer 6 - 1998

148 *Editorial*

149 *Verenigingsnieuws/actueel*

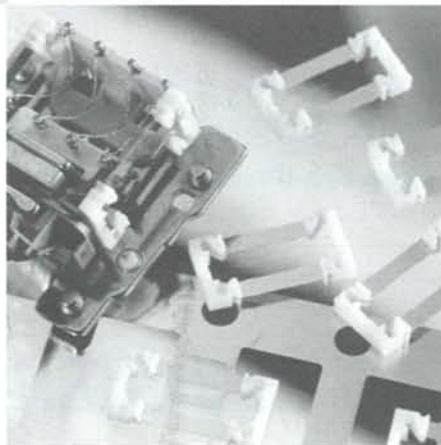
152 *Technologiesprongen in metaal*
Frans Zuurveen

158 *Piëzo-stepper*
Mark Versteyhe, Dominiek Reynaerts,
Hendrik van Brussel

166 *Monolitische rechtgeleiding*
Johan van Seggelen, Raimond Dumoulin

173 *Laser maakt kunstok geleidend*

174 *Productinfo*



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.

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:

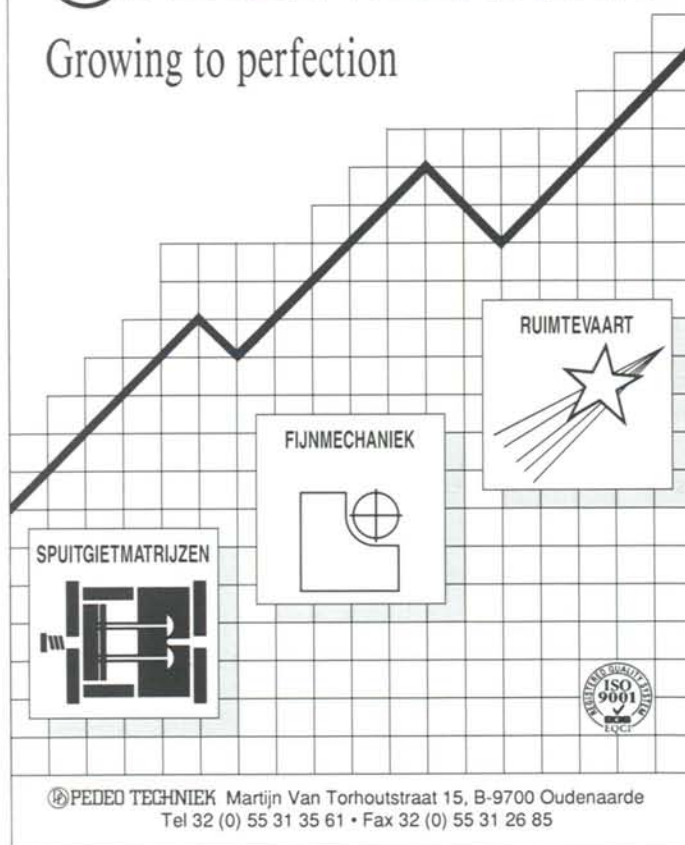
Het contactloos aanbrengen van teksten, afbeeldingen, CE-markeringen, barcodes of doorlopende cijfermatige coderingen op metaaloppervlakken, keramiek, kunststof, hout, leer, glas en textiel.

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

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

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

V.H.M. Eënsnijders

Uw leverancier van V.H.M. Spie-vingerfrezen.

Alle soorten V.H.M. Graveerbeitels en H.M. Stijlfrezen.

Tevens het slijpen van alle soorten speciaal gereedschap in H.M. & H.S.S.



• **kafra tools v.o.f.**

Alles uit voorraad leverbaar.
Vraagt u vrijblijvend informatie.

Oude Eibergseweg 4a, 7161 RN Neede
Tel.: 0545 - 294945 Fax: 0545 - 295117



Test & Kalibratie Service

Specialisten in kalibraties op locatie:

- * Van -40°C tot 1100°C;
- * Ovens, galvanische baden, klimaatkasten, vries- en koelruimten
- * Regel- en registratieapparatuur
- * Thermokoppels en PT- elementen
- * Uitsluitend met NKO-gecertificeerde standaarden

tel : 072-5337117

fax: 072-5340805

PC's rukken op in de instrumentenbouw

Editorial

Uitgave:

NVPT

Redactie:

Dr. ing. D. Blank
Dr. J. Elders
Ir. S. van de Graaf (hoofd redactie)
M.N. Koning
Dr. ir. P.C.J.N. Rosielle
Dr. ir. D. Reynaerts
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. Dierselhuys
Prof. ir. C. Heuvelman
Ir. D. de Hoop
Dr. ir. J.A. Rietdijk
Prof. dr. ir. P.H.J. Schellekens
Prof. dr. ir. Ch. Sijnders
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
Internet: www.burojet.nl
E-mail: info@burojet.nl

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

Nieuwe ontwikkelingen zorgen ervoor dat pc's in toenemende mate worden toegepast in de instrumentenbouw als regelaar of besturingssysteem.

In het verleden werd de pc ook als regelaar toegepast, maar er kleefden te veel nadelen aan deze wijze van werken. Het begon met een insteekkaart, waarop een aantal analoge en digitale in- en uitgangen en een autonome processor voor de besturing zaten. Om deze te monteren moest de kast van de pc eerst opengemaakt worden. Vervolgens moest er een bos draden aan deze kaart worden aangesloten, waarvoor nauwelijks ruimte was, want van elke sensor of schakelaar gingen tenminste twee draden naar de insteekkaart. Ook het leggen van de dradenbos naar de pc was geen pretje en je hoopte dat de kaart niet door het gewicht van de draden uit de pc werd getrokken. De insteekkaarten waren bovendien duur.

De afgelopen paar jaar kwam er verandering in deze situatie. Er was een toenemende behoefte om randapparaten, zoals als printers, scanners en data-opslag, op de pc aan te sluiten. Dat ging zonder insteekkaart via de parallelle poort, sneller en bi-directioneel. Om die reden wordt u tegenwoordig door uw pc gewaarschuwd als het papier in uw printer op is.

Voor besturingsmodulen, die de insteekkaarten functioneel vervingen, was dit een prachtige oplossing. De module kan in het te besturen apparaat ingebouwd worden en wordt met een elegante "printer kabel" aan de parallelle poort verbonden. Geen gedoe meer met bossen draad bij de pc. Een extra voordeel is dat de pc makkelijk te vervangen is door domweg de stekker om te steken en de bijbehorende software op de nieuwe pc te installeren.

Met Windows98 zijn we weer een stap verder. Randapparatuur als printers en scanners kunnen nu met een elegant dun kabeltje aan de USB (universele seriële bus) worden aangesloten. Dus ook de besturingsmodule. Daarbovenop komt het aanbod in hoogwaardige software, zoals LabView, waarmee makkelijk een processturing geprogrammeerd kan worden. Vaak blijkt het mogelijk tegelijkertijd procesgegevens te verzamelen en deze meteen grafisch weer te geven, zodat het verloop van het proces zichtbaar is.

PC's rukken op in de instrumentenbouw en vormen een universele oplossing voor het regelen van processen, het besturen van aandrijvingen en het opslaan van meetgegevens.

Liefhebbers van Windows NT moeten nog even wachten omdat de huidige versie nog geen USB ondersteunt.

Jaap Verkerk

Verenigingsnieuws/Actueel

Professionele cleanroom in Hogeschool van Utrecht

Op 10 december j.l. presenteerde het Utrecht Micro Engineering Competence Centre (UMECC) van de Hogeschool van Utrecht officieel haar activiteiten. Een van de paradepaardjes van het centrum, de cleanroom, een volledig stofvrije ruimte, werd feestelijk in gebruik genomen. Een cleanroom is noodzakelijk bij het ontwikkelen van extreem kleine componenten. Denk aan sensoren van airbags, een microturbine die door de aderen wordt gestuurd om verkalking te verwijderen of een kompas ter grootte van een luciferskop.

Deze voorbeelden zijn toepassingen van de Micro-Systeem Technologie (MST), het terrein waarop het UMECC, het kenniscentrum op het gebied van Micro-Systeem Technologie, gespecialiseerd is. Het blijkt dat veel kennis op het gebied van MST is opgebouwd bij researchinstellingen. Tal van bedrijven hebben behoefte aan een 'vertaling' van deze kennis zodat er nieuwe producten ontwikkeld kunnen worden. Er gaapt kortom een kloof tussen de ontwikkeling en de toepassing van microcomponenten. Vaak ontbreekt de specifieke kennis over de productiemogelijkheden, de bedrijfszekerheid en het kostenaspect, maar ook van packaging en testresultaten. Vooral kleine bedrijven hebben advies nodig over bijvoorbeeld de marktsituatie en over de technologische aspecten van micro-ontwerpen. Het UMECC, dit jaar opgericht, wil deze kennis en verdere ondersteuning aan het bedrijfsleven aanbieden, zowel in de vorm van cursussen als met toepassingsgerichte projecten. Het UMECC zal zich vooral specialiseren op het gebied van packaging, assembling en testing van micro-systemen. Het kenniscentrum is gelieerd aan de opleiding Fijnmechanische Techniek van de Hogeschool van Utrecht en werkt samen met toonaangevende instellingen in binnen- en buiten-

land zoals MESA (MST onderzoeksinstituut Universiteit Twente) en Duitse Fachhochschulen. De ontwikkeling van extreem kleine componenten heeft de afgelopen 15 jaar een grote vlucht genomen. Micro-Systeem Technologie wordt toegepast in sensoren in de chemie, optica en biologie en in mechanische componenten. Reproduceerbaarheid, betrouwbaarheid, lange levensduur, functie-integratie en kostenbesparing bij grote aantallen zijn de belangrijkste voordelen van het toepassen van Micro-Systeem Technologie.

Voor nadere info:

UMECC

Rob Sillen

Tel.: 030-230 8303, Fax: 030-230 8303

Email: umecc@it.fnt.hvu.nl

Ontwerpen van hoogwaardige kunststof producten

Technodag, woensdag 13 januari; Beatrixgebouw van de Jaarbeurs te Utrecht.

De ontwerpen van hoogwaardige kunststof producten worden steeds vaker internationaal toegepast. Met deze marktverbreding nemen tevens de kwaliteitseisen en het aantal toepassingen toe, waarbij ook toleranties en nauwkeurigheden onder invloed van de miniaturisering essentieel zijn. Gevolg hiervan is een groeiende diversiteit aan specificaties en richtlijnen, die steeds hogere eisen stellen aan het ontwerp-proces. Tijdens de technodag worden het ontwerp-proces en de belangrijkste daarbij behorende ontwerpgeredenschappen op een praktische manier behandeld. Aspecten als materiaalkeuze, compounding, simulatietechnieken en rapid prototyping, verbindingen, relatie productontwerp en de matrijs, en schadepreventie komen voor het voetlicht.

Doelgroep: Technisch management, verantwoordelijken voor ontwerp, R&D, assemblage, kwaliteitscon-

trole en ondersteunende soft- en hardware, engineering- en ontwerp bureaus voor hoogwaardige kunststoffen.

Voor nadere informatie:

Techno Vision & Solution
Telefoon: 010 - 408 2162
Fax: 010 - 452 2398

Mevi neemt Gerkon engineering over

Mevi Fijnmechanische Industrie uit Helmond heeft het werktuigbouwkundig bureau Gerkon B.V. uit Bakel overgenomen. Het huidige team wordt daarmee met 12 ingenieurs versterkt. Dat brengt het totale personeelsbestand van Mevi, inclusief de medewerkers van de buitenlandse vestigingen in België en Tsjechië, op 85. De recente overname betekent voor Mevi een belangrijke versteviging van de concurrentiepositie in de markt. Met de eigen afdeling Engineering is Mevi nu een volwaardig mainsupplier geworden. Als specialist in het ontwikkelen en bouwen van prototypes en complete functies is een full-service benadering steeds belangrijker alles wordt, van idee tot eindproduct, binnen de muren van Mevi ontwikkeld. Efficiëntie is ook de drijfveer geweest om contacten te leggen in het buitenland. Mevi heeft buitenlandse vestigingen in België en Tsjechië, die een belangrijke capaciteitsvergroting betekenen.

Congres TNO- instituten

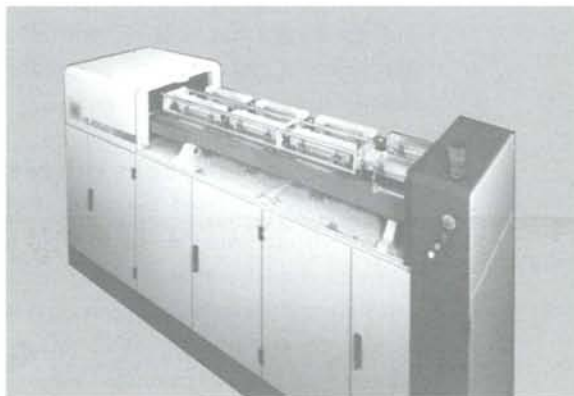
Vijf TNO-instituten organiseren op 21 januari 1999 van 9.30 tot 16.30, Papendaal, Arnhem een congres onder de naam: *Schakel in de keten: een kijk op kennis*. Het congres is bedoeld om ondernemend en innovatief Nederland op strategisch en operationeel niveau in contact te brengen met de allernieuwste multidisciplinaire kennis van systemen, organisaties en relaties.

Voor nadere informatie:

Bastiaanse Communication bv
Telefoon: 030-229 4247
Fax: 030-225 2910

4 kW continu Nd:YAG laser

Het Lasercentrum Friesland in Leeuwarden heeft de eerste Nd:YAG 4 kW CW laser van Haas-Laser in gebruik genomen. De installatie heeft twee laserlichtkabel uitgangen (LLK), waarmee twee werkstations worden bediend. De ene is een vlakbedmachine voor het lassen en snijden in 2D, de andere uitgang



wordt gekoppeld aan een robot, waarmee 3D bewerkingen kunnen worden uitgevoerd. De installatie is uitermate geschikt voor het lassen van aluminium, RVS en koper. Door de goede bundelkwaliteit is het mogelijk met een 0,6 mm fiber 4 kW op de werkplek te realiseren. De installatie heeft een vermogensregeling en telediagnose met modem. Doel van het Lasercentrum Friesland is het opzetten van projecten voor de industrie in Nederland.

Voor nadere informatie:

Lasercentrum Friesland
Telefoon 058-284 6492.

Millennium gedragscode getekend

Op initiatief van oud-Philips voorman Jan Timmer hebben 800 in Nederland gevestigde technologiebedrijven een onderlinge gedragscode afgesproken over hoe om te gaan met het millenniumprobleem. In zijn hoedanigheid van voorzitter van het Millennium Platform, hield Timmer op maandag 5 oktober in de Utrechtse Jaarbeurs een toezienend oog op de ondertekening van de Millennium Code of Conduct door de vier voorzitters van de branches die zijn verenigd in de federatie van technologiebranches FHI Het Instrument. De ondertekening vond plaats bij de opening van de vakbeurs Het Instrument '98.. Met elkaar vertegenwoordigen deze branches, met hun 800 aangesloten bedrijven, een totale jaaromzet van circa 11 miljard gulden. Volgens het bureau van FHI Het Instrument, komen in Nederland vrijwel alle producten die embedded, software bevatten via de aangesloten bedrijven op de markt. Met hun Code of Conduct, erkennen de leveranciers dat de gebruikers afhankelijk zijn van leveranciersinformatie over het al dan niet millennium compliant zijn van producten. De leveranciers signaleren ook een probleem, zij garanderen het millenniumproof zijn van

hun producten wel voor de toestand waarin ze worden geleverd, maar hebben geen controle over het inbouwen in grotere systemen.

TNO automatiseert omzetten van papieren archief naar database

TNO heeft een methode ontwikkeld waarmee een papieren archief automatisch kan worden omgezet in een bestaand elektronisch bestand. Veel bibliotheken houden noodgedwongen twee catalogi in stand, een papieren en een elektronische. Het toevoegen van de vroeger gebruikte kaartjes aan een database betekent dat een expert het kaartje moet interpreteren en invoeren. Dit kost een paar gulden per stuk. Scannen van de kaartjes en conversie door middel van OCR (optische karakterherkenning) is niet mogelijk; de kaartjes zijn vaak van te slechte kwaliteit en bovendien is de informatie vaak niet consistent. TNO-TPD heeft nu een methode bedacht waarmee kaartjes automatisch kunnen worden ingelezen. Het is weliswaar niet altijd helemaal foutloos, maar wel circa negentig procent goedkoper dan het overtypen van de kaartjes. Het systeem scant een kaartje met behulp van OCR en analyseert gelijktijdig de lay-out van het kaartje. Zodoende kunnen de structuur worden geanalyseerd en de belangrijkste trefwoorden worden geselecteerd. Een vergelijking met de gegevens uit de bestaande database plus een eventuele aanvulling maken eenvoudige opname in het elektronisch bestand mogelijk.

Werkgelegenheid mkb metaal groeit

In het midden- en kleinbedrijf (mkb) in de metaal zijn de bedrijfsresultaten en de orderposities in het derde kwartaal van 1998 licht verslechterd ten opzichte van het tweede kwartaal. De liquiditeitsposities en de winst-verliesposities zijn echter vrijwel niet veranderd. Hetzelfde geldt voor de ontwikkeling van de afzetprijzen en tarieven, zij het dat in de machinebouw bij per saldo 5% meer bedrijven een stijging daarvan werd geconstateerd. Met de export gaat het wat minder, vooral in de machinebouw. Voor het vierde kwartaal verwacht deze sector echter weer een verbetering. Dit blijkt uit de laatste conjunctuur-enquête van de Metaalunie, die gehouden is

in de sectoren constructie, verspanende toelevering (draaien/frezen), machinebouw, onderhoud en service, landbouwmechanisatie, elektronica, oppervlaktebewerking en overige sectoren. De Metaalunie is met meer dan 9.500 leden de grootste ondernemersorganisatie voor het midden- en kleinbedrijf in de metaal. De meeste metaalsectoren in het mkb boeken in het derde kwartaal minder binnenlandse orders dan in het tweede kwartaal. De verwachtingen voor het vierde kwartaal zijn gemiddeld gelijk aan of beter dan de uitkomsten in het derde kwartaal. Een verbetering wordt verwacht in de machinebouw en vooral in de sector onderhoud en service. De werkgelegenheid is in het afgelopen kwartaal gemiddeld iets meer toegenomen dan verwacht. Bij per saldo 23 % van de bedrijven is het aantal werknemers toegenomen. Voor het vierde kwartaal wordt een toename van het aantal personeelsleden verwacht bij per saldo 17 % van de bedrijven.

Kunststof en rubberprijs

De Federatie Nederlandse kunststof- en rubberindustrie NRK heeft de heer S. van Breugel uitgeroepen tot winnaar van de NRK HBO-Prijs voor kunststof en rubber 1997/98. Met de afstudeerstudie 'Ontwikkeling van een plasticceermethode voor langvezelversterkte thermoplastische pellets' viel Breugel in de prijzen en mocht hij een bedrag van f 1.000,- in ontvangst nemen. NRK-voorzitter drs. O.W.A.H.M. Mengelberg overhandigde de envelop en de bijbehorende oorkonde. Het feit dat Breugel in zijn verslag een algemeen voorkomend probleem bij de fabricage van vezelversterkte kunststoffen op een technisch wetenschappelijke wijze heeft opgelost, vormde een van de redenen voor zijn huldiging. Ook de geheel nieuwe fabricagemethode die hij heeft bedacht, die tevens een aanzet betekende voor de oplossing van het bewuste probleem, sprak de jury uitermate aan. Breugel studeerde af aan de Hogeschool Brabant te Tilburg. De NRK HBO-Prijs voor polymeren beoogt een stimulans te zijn voor HBO-studenten om op hun manier een bijdrage te leveren aan de ontwikkeling van kunststoffen en rubber op gebieden als productie, toepassing, verwerking en recycling.

Technologiesprongen in metaal

Innovatie in materialen, processen en technieken

Frans Zuurveen. Philips wil zijn metaalexpertise met derden delen. Dat is de boodschap die blijft hangen na het bijwonen op 9 september j.l. van de themadag "Technologiesprongen in Metaal", georganiseerd door de Philips-onderdelen CFT, CMTI, GMM Stempels en Mecoma. Cees Steenbrink, technisch directeur Philips Machinefabrieken, verwoordt dat in zijn openingstoespraak ongeveer aldus: "Vandaag de dag gaat het in het bedrijfsleven om het maken van de juiste strategische keuzes door het aangaan van partnerschappen en het deelnemen aan netwerken. (..) In een snel veranderende technologische wereld dreigen kleine bedrijven de boot te missen, tenzij ze de kunst verstaan deel te nemen aan kennis- en kunde-intensieve clusters." En zelfs de troonrede begint met dit jaar met het thema technologie: "In deze tijd van ongekende technologische ontwikkelingen....."

Het zelfstandig opereren van Philips-onderdelen in technologische clusters is kenmerkend voor de nieuwe wind die er door het concern waait. Het symposium - waarvan hieronder enkele indrukken volgen - geeft imponerende voorbeelden van dat wat het elektronicaconcern op het gebied van metaaltechnologie presteert. Blijkbaar is het concern bereid die kennis en kunde met andere bedrijven te delen, onder andere door gezamenlijk producten te ontwikkelen en te fabriceren.



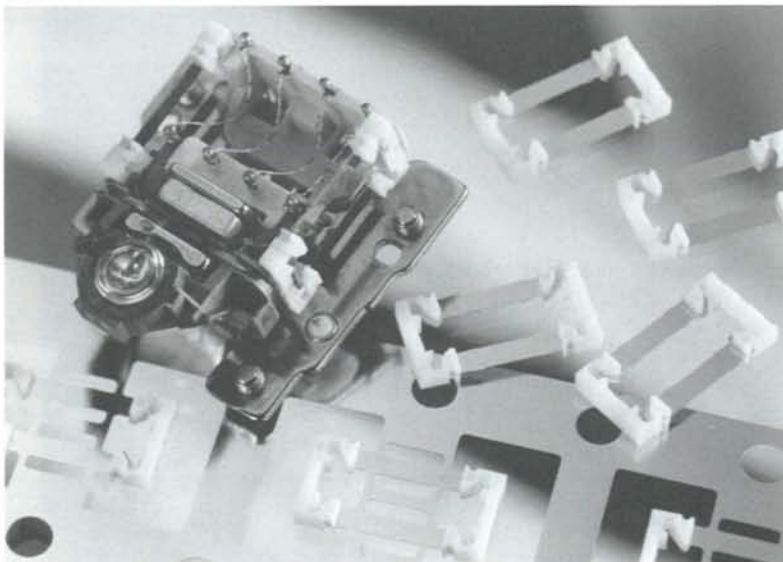
Figuur 1.
Deel van de gereedschapmakerij van Philips GMM Stempels.

Philips CMTI en Philips Mecoma zijn zelfstandig opererende bedrijven binnen de Philips PMF Groep. Philips CMTI richt zich op materiaal-, proces- en oppervlakte-onderzoek en voert ook zelf oppervlakte-bedekkingen en warmtebehandelingen uit. Philips Mecoma ontwikkelt en produceert metalen massacomponenten, dikwijls met hoge precisie en soms gecombineerd met kunststof. Philips GMM Stempels is een onderdeel van Philips Machinefabrieken en ontwerpt, maakt en beproeft gereedschappen voor de massafabricage van industriële producten en precisie-componenten, zie figuur 1. Philips CFT (Centre for Manufacturing Technology) ontwerpt en implementeert innovatieve producten en productieprocessen.

Eindige-elementen-methode

Ruud Voncken van Philips CFT gaat in op de bekende eindige-elementen-methode (EEM), waarmee vervormingen, rek en spanningen bij bewerkingsprocessen zijn te voorspellen. Driedimensionale processen zijn daarbij door hun complexiteit uitgesloten of vragen teveel kostbare rekentijd. Maar rotatiesymmetrische vervormingen, zoals die van een scheerkap, zijn met EEM heel goed berekenbaar. Voncken gebruikt EEM om te bepalen hoeveel austeniet overgaat in martensiet bij het toepassen van "maraging steel" voor scheerkappen. Die voorspelling is gebaseerd op de relatie tussen martensietvorming en de drukspanning in het materiaal. Verder levert EEM als resultaten de belasting en vervorming van het gereedschap.

*Figuur 2.
Optische leeskop
voor CD-loopwerken.
De rechtgeleiding
voor de optiek
bestaat uit een dubbele
bladveerconstructie. De metalen
bladveren zijn omspoten
met kunststof.*



Een ander voorbeeld van de toepassing van EEM is het optimaliseren van het dieptrekproces van achterkappen voor kleurenbeeldbuizen. Die kappen zijn van extreem dun materiaal - 0,15 mm - en dienen voor het afschermen van magnetische velden. In tegenstelling tot dieptrekprocessen in de automobielenindustrie is in dit geval plooiïvorming toegestaan en zelfs in beheerste mate gewenst, omdat plooiën de stijfheid verhogen. De berekeningen maken het mogelijk materiaal te besparen en toch scheurvorming te vermijden.

Keuze gereedschapmateriaal

Piet Hanenburg van Philips CMTI heeft een keuzetabel ontwikkeld waarmee metaal voor gereedschappen kan worden gekozen uit het overweldigende aanbod op de materialenmarkt. Richtlijn is daarbij de optimale combinatie van productmateriaal, gereedschap en bewerkingsproces. De tabel wordt voornamelijk gebruikt door de Philips-gereedschapconstructeur, maar het is duidelijk dat ook de externe klant profiteert van een economisch verantwoorde keuze van het materiaal voor het gereedschap waarmee zijn product wordt gefabriceerd.

Rechtgeleiding CD-leeskop

In Mikroniek is al vaker aandacht besteed aan de rechtgeleiding van de lens in de optische leeskop van loopwerken voor CD-Audio en CD-ROM. Binnen Philips wordt die rechtgeleiding, die bestaat uit een dubbele bladveerconstructie, "CDM-scharnier" genoemd. De professionele uitvoering daarvan bestaat uit een tweetal metalen bladveren, die omspoten zijn met kunststof, zie figuur 2. Roland Sniekers van Philips Mecoma vertelt hoe het stampen van de bladveren uit 40 µm dik chroomnikkelstaal is geoptimaliseerd.

Philips PMF produceert tienmiljoen CDM-scharnieren in de metaal-kunststof-uitvoering per jaar. De metalen bladveren blijven in de metaalband totdat ze worden omspoten met kunststof. Een van de eisen waaraan de veren in de band moeten voldoen, is een vlakheid van 0,15 mm of beter. Dat bleek een zeer zware eis, waaraan is voldaan door een multidisciplinair "verbeterteam" het gehele productieproces te laten analyseren. Resultaten daarvan waren de invoering van wegwerp-snijplaten en de introductie van een automatische 100%-inspectie in het proces. Dat houdt in dat ieder product door middel van

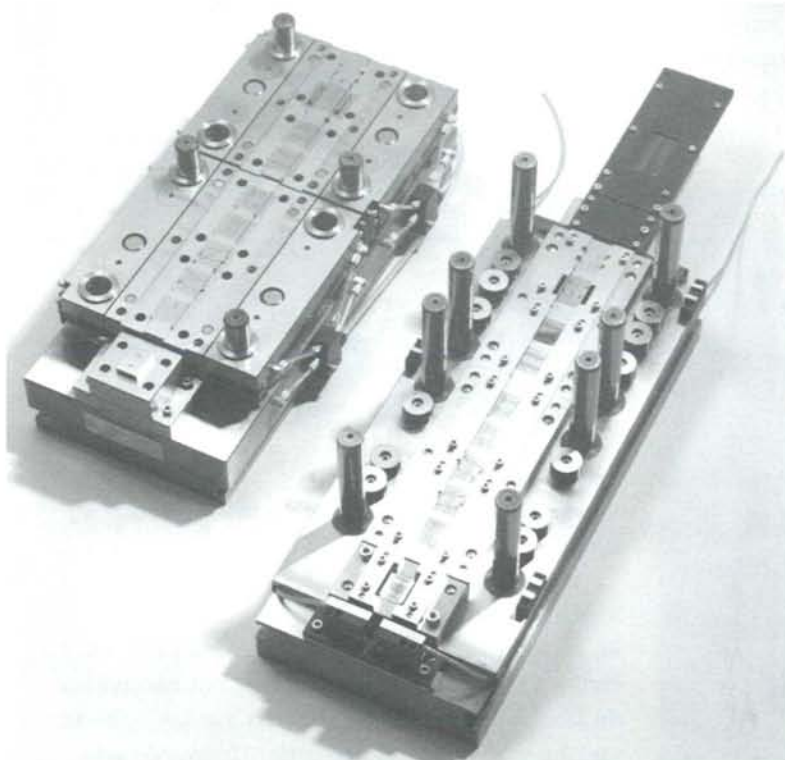
laser-focussing op het materiaaloppervlak op 8000 plaatsen wordt geïnspecteerd.

Analyse van de meetresultaten leverde onder andere op dat de aanvankelijke onvlakheid van de producten te wijten was aan golving van het bandmateriaal. In overleg met de materiaalleverancier kon een minimale waarde voor de golflengte worden opgesteld, waardoor nu de vlakheidsproblemen tot het verleden behoren.

Beheerst buigen

Buigen van metaal komt voor bij de massafabricage van leadframes voor geïntegreerde schakelingen, chassisplaten voor audio en video, messen voor scheerhoofden, onderdelen voor elektronenkanonnen voor beeldbuizen, en contactveren. Terugveren na plastische vervorming is de oorzaak van - dikwijls niet toelaatbare - spreiding in de buigingshoek. Armand Perduijn van Philips CFT is erin geslaagd die spreiding binnen toelaatbare perken te houden door in het volgereedschap de buighoek te meten en op grond van het meetresultaat het zogenaamde strijk-buigproces te sturen. Dat laatste gebeurt door de hoogte te variëren van een buiger in de bovenplaat. De schuine kant aan die buiger is bepalend voor de mate van plastische buiging.

Figuur 3.
Een volg-snijstempel.



Door het gestuurd buigen kon de 3σ -waarde van de toevallige variatie van de buighoek worden gereduceerd tot $0,06^\circ$. Dat wil beslist niet zeggen dat alle buigprocessen gestuurd dienen te worden. Wel bestaat nu de mogelijkheid te kiezen voor een niet-gestuurd, met de hand instelbaar of automatisch geregeld buigproces.

Demonstraties

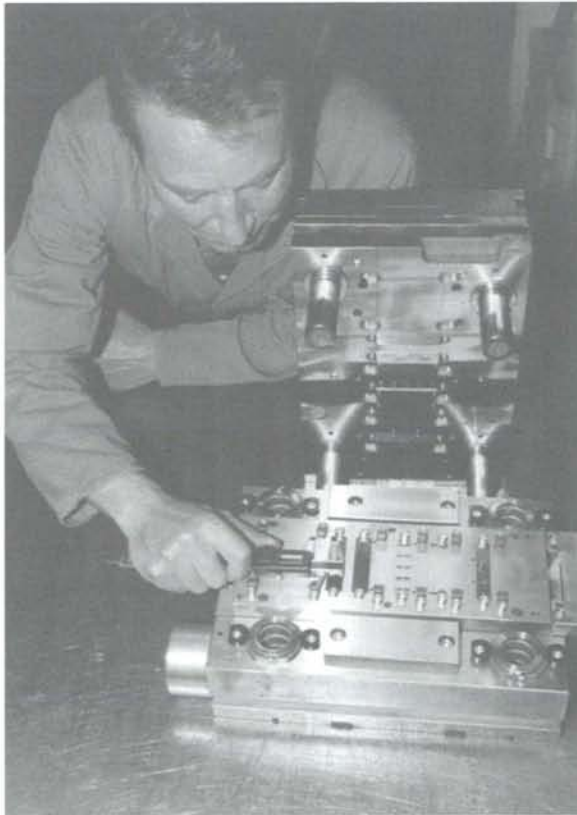
De echte praktijk zegt meer dan een theoretisch verhaal. Daarom was de rondleiding in laboratoria, werkplaatsen en fabrieken na de lezingen bijzonder illustratief voor Philips' metaal-technologische kunnen.

Precisie in stempels

In een tot $20 \pm 0,5^\circ\text{C}$ geconditioneerde ruimte worden door Philips GMM Stempels gereedschaponderdelen bewerkt door middel van draadvonken en coördinaten-slijpen. Jos van de Nieuwenhof zegt dat het draadvonken niet meer is weg te denken uit het fabricageproces voor stempels. Een batterij machines van Agie is dag en nacht in de weer met bewerkingen met een positioneer-nauwkeurigheid van $1,5$ à $2\text{ }\mu\text{m}$. Daarbij gaat het niet alleen om lei- en snijplaten, maar ook om snijders voor stempels. Het hedendaagse draadvonkproces is steeds meer een proces geworden dat 24 uur per dag doorgaat. Daarbij zijn geraffineerde spantechnieken, pallettisering, automatische procesbewaking en een uitgekiesde CAD/CAM-aanpak onontbeerlijk.

Platen tot maximaal 400 bij 750 mm kunnen met draadvonken worden bewerkt. De economische levensduur van de machines is circa vier jaar. Dat bewijst enerzijds dat de technologische ontwikkelingen op het gebied van draadvonken uiterst snel gaan, anderzijds dat Philips GMM Stempels die ontwikkelingen beslist wil bijhouden.

De coslijpmachines van Hauser zijn qua opbouw te vergelijken met coördinaten-meetmachines. Ze worden met behulp van thermostatisch gekoelde vloeistof op een gelijkmatige temperatuur gehouden en hebben een positienauwkeurigheid die beter is dan $1,5\text{ }\mu\text{m}$. Voor het nabewerken van ronde gaten voert de roterende slijpsteen een soort schroeflijnbeweging uit. Voor het nabewerken van niet-ronde vormen, het zogenaamde contourslijpen, maakt de draaiende steen alleen een translaterende beweging.



Figuur 4.
Monteren van een
volg-snijstempel.

Als het bij stampgereedschap gaat om snijspleten die kleiner zijn dan $5\text{ }\mu\text{m}$, worden de gedraadvonkte lei- en snijplaten door middel van coslijpen nabewerkt. Dat geldt met name voor de ronde gaten van de leipennen, die de positionering van de snijders ten opzichte van de snijgaten in het onderstempel bepalen, zie figuur 3.



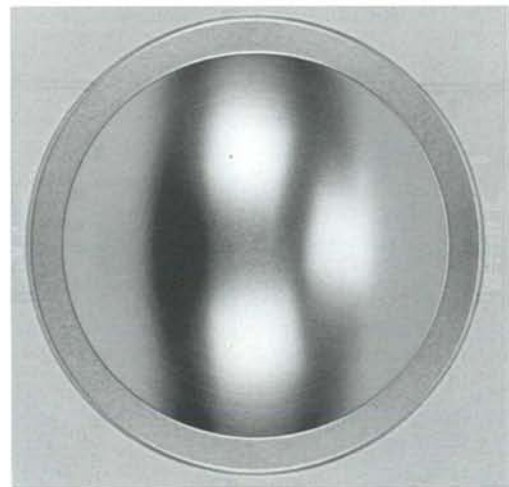
Figuur 5.
Proefdraaien van
een stempel.

Geïntegreerd ontwerpen

Johan van Lieshout legt uit hoe Philips GMM Stempels, zie figuur 4, tegenwoordig volg-snijstempels geïntegreerd ontwerpt in nauwe samenwerking met de klant. Vroeger lagen de trajecten tekenen – werkvoorbereiden – fabriceren na elkaar. Tegenwoordig overlappen deze werkzaamheden elkaar voor een belangrijk deel, waardoor kostbare tijd wordt bespaard: "concurrent engineering". Bij dat geïntegreerd ontwerpen van stempels krijgen de langlopende onderdelen prioriteit. Van de stempels is circa 35 % bestemd voor producten van externe klanten, zie figuur 5.

CNC-profielslijpen

Een vrij nieuwe techniek is het numeriek bestuurd profielslijpen. Daarbij zijn hoge nauwkeurigheden mogelijk, ook omdat de slijtage van de slijpschijf in rekening kan worden gebracht. Ook het dressen van de slijpschijf geschiedt CNC-gestuurd. In feite zijn, voor het maken van snijders, draadvonken en al dan niet numeriek bestuurd slijpen elkaars concurrenten. Slijpen levert tijdwinst en is in het algemeen een fractie nauwkeuriger dan draadvonken. Daar komt bij dat de standtijd van een geslepen snijder meestal wat langer is dan die van een gedraadvonkte snijder.

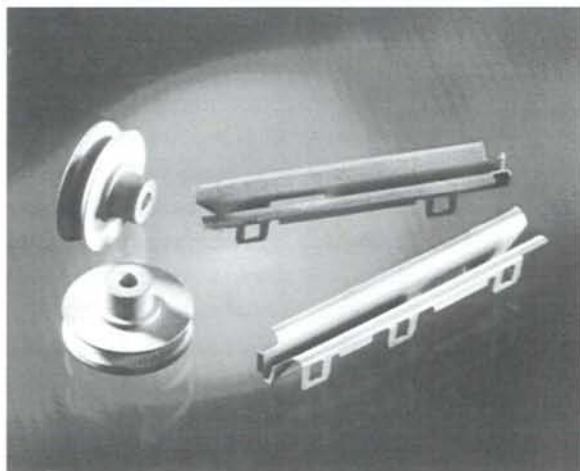


Figuur 6.

Ingangsscherm voor röntgenbeeldversterker met - ongewenste - concentrische vloeilijnen.

Scherm met schoonheidsfout

Bij de afdeling Metals Analyses & Consultancy van Philips CMTI vertelt Henk Reijersen van Buuren hoe dit laboratorium heeft meegewerkt aan het oplossen van een schoonheidsprobleempje. Philips Mecoma

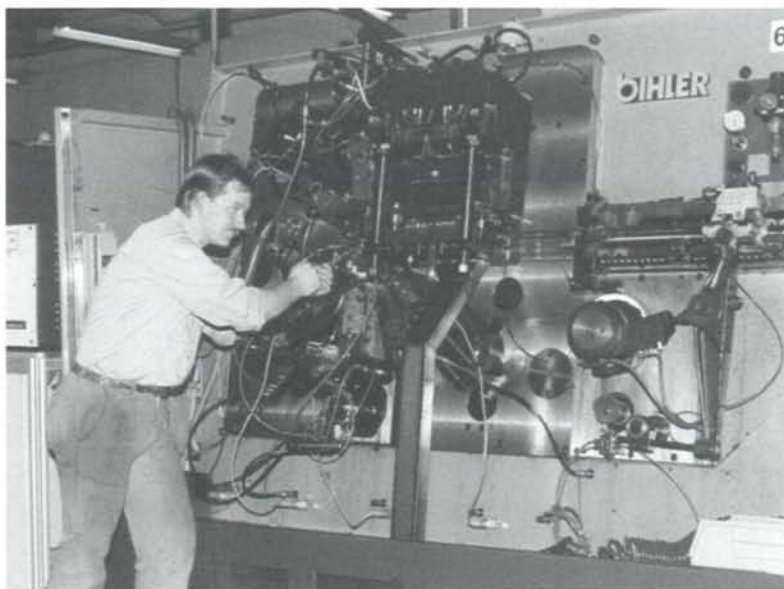


Figuur 7.
Rollen en geleiders
voor CD-spelers.

produceert gebolde ingangsschermen voor röntgen-beeldversterkers door dunne AlMg-plaat te strekken over een bolsegment. (Het verschil tussen strekken en dieptrekken is dat in het eerste geval het materiaal aan de rand wordt vastgehouden.) De klant vroeg aan Philips Mecoma of het technisch mogelijk was de concentrische vloeilijnen op het product minder zichtbaar te maken, zie figuur 6.

Bij Metals Analyses & Consultancy ontdekte men dat de concentrische patronen het gevolg zijn van het zogenaamde Portevin-le Chatelier-effect. Dat wil zeggen dat dislocaties in de kristalstructuur zich gedurende het vloeien verplaatsen en een inhomogeen materiaalgedrag veroorzaken, dat zich manifesteert als cirkelvormige patronen in het bolle product. De remedie is de keuze voor een ander materiaal of het verwarmen van het materiaal gedurende het strekproces.

Figuur 8.
Een Bihler buigauto-
maat.



Harde lagen

Philips CMTI houdt zich ook bezig met het aanbrengen van slijtvaste lagen door middel van CVD: Chemical Vapour Deposition. Vanuit de dampfase ontstaan harde chemische verbindingen - TiN, TiC of Cr_xC_y - die neerslaan op het product. Zulke lagen verbeteren de slijtvastheid en de corrosievastheid van metalen producten. (Het is niet mogelijk CVD-lagen aan te brengen op kunststof.)

Gerhard van der Kooi vertelt dat Philips CMTI onder andere het coaten van gereedschappen voor de gloeilampenfabricage en van rollen en geleiders voor CD-spelers verzorgt, zie figuur 7. Voor derden brengt Philips CMTI slijtvaste lagen aan op zogenaamde bits voor boormachines en op doppen voor professionele gereedschapssets.

Microscopie

Lichtmicroscopie bewijst zijn diensten voor het onderzoeken van hardmetaal. Ernst-Jan Melker laat zien dat lichtmicroscopen onmisbaar zijn bij de ingangscntrole van het hardmetaal dat Philips toepast voor stempels. Hardmetaal is voor microscopisch onderzoek moeilijk te prepareren, want je wilt poriën zichtbaar maken, maar die worden dichtgesmeerd als niet van het goede polijstmateriaal wordt uitgegaan. Bij gebruik van de goede prepareertechniek komen luchtinluitsels onder de lichtmicroscopie genadeloos aan het licht.

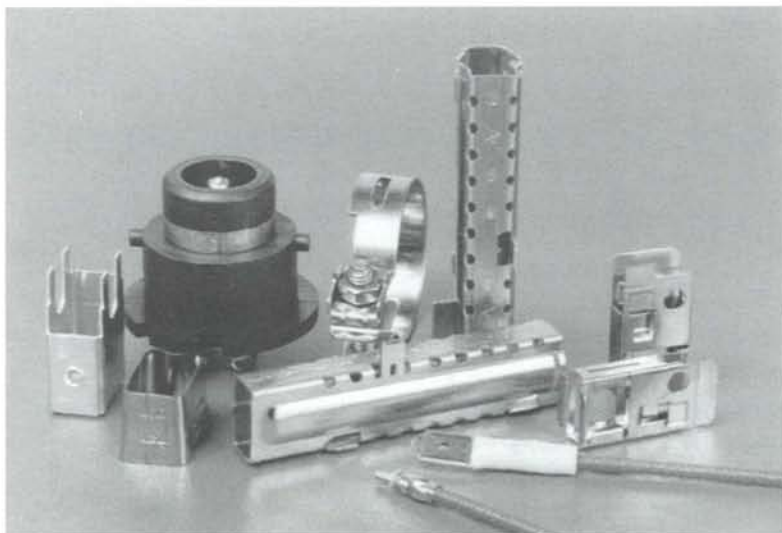
Hardmetaal bestaat van oudsher uit korrels wolframcarbide in een matrix van kobalt, al zijn er tegenwoordig ook andere combinaties op de materialmarkt. De Jonge laat zien dat er door "verkoling" ongewenste fasen kunnen ontstaan, bij voorbeeld wolframkobalt. Zulke inhomogeniteiten zijn erg bros en verzwakken het materiaal. Gelukkig kunnen ze onder de lichtmicroscopie zichtbaar worden gemaakt.

Jac Tournoij vertelt vanachter zijn Philips SEM 525M wat scanning-elektronenmicroscopie voor materiaalonderzoek kan betekenen. Als voorbeeld tovert hij op het monitorscherm beelden van de aders van een gebroken hoogspanningskabel. Inzoomen op één der breukvlakken leert dat vermoeiing de oorzaak van het bezwijken is. Bovendien bestaat de mogelijkheid het zuurstofgehalte van het koper te bepalen door middel van energie-dispersieve röntgenanalyse.

Röntgendiffractie

Figuur 9. Producten gemaakt en eventueel geassembleerd op Bihler-automaten. (De zwarte lampvoet voor MPXL-autoverlichting links is niet op een Bihler gemonteerd, maar bevat wel onderdelen die op zo'n automaat zijn gemaakt.)

Röntgendiffractie is een techniek die informatie oplevert op basis van kristalstructuren. Daardoor is het mogelijk de fasen in kristallijn materiaal te identificeren. In het algemeen zijn de korrels in een poeder willekeurig georiënteerd. In plaatmateriaal is dat meestal niet het geval, omdat het materiaal bij de walsbewerking in één richting extra is gedeformeerd. Röntgenpoederdiffractie kan in zulke gevallen informatie opleveren omtrent de walsgraad en de voorkeursoriëntatie van de kristalstructuur. Karel van den Aker licht deze techniek toe met behulp van professionele Philips-apparatuur en laat zien hoe hij de spanningen in aluminiumplaat als gevolg van materiaaldeformatie bepaalt.



Buigautomaten

Voor een werktuigbouwer is het genieten geblazen bij de demonstratie van Bihler-buigautomaten (figuur 8) bij Philips Mecoma. Vroeger werden er zogenaamde four-slides gebruikt voor het stampen en buigen van bandmateriaal. Nu zijn dat Bihler-buigautomaten: "armen-en-benen-machines" met door nokschijven aangedreven sleden, die ieder een

bewerking voor hun rekening nemen. Moeilijk programmeerbaar, want voor ieder product is een aparte set nokschijven nodig. Maar computer-software zorgt voor het berekenen van die nokschijven, zodat toch een zekere flexibiliteit gegarandeerd is.

Nico van Gennip laat zien dat Philips Mecoma met behulp van de Bihler-automaten zeer grote aantallen van de meest ingewikkelde, soms zelfs kokervormige producten vervaardigt, zie figuur 9, waaronder componenten voor de nieuwe MPXL-autoverlichting (Micro-Power Xenon Lighting). De automaten kunnen ook producten assembleren, waarbij trilvullers de afzonderlijke componenten aanvoeren. Een voorbeeld daarvan is een fitting voor TL-armaturen (niet afgebeeld), die uit vijf verschillende onderdelen bestaat, waaronder enkele van kunststof. Ook een vrij ingewikkelde samenstelling voor autoverlichting bestaande uit geïsoleerd koperdraad, een faston en een vertind contact wordt op een Bihler-automaat gemaakt.

Tot slot

Tegenwoordig treden de interne toeleveranciers van het Philips-concern veel meer naar buiten en spelen hun eigen spel op de externe markt voor metaalproducten. Want het is voor hen van levensbelang een substantieel deel van hun omzet bij derden te plaatsen. Bedrijven die niet zelf willen of kunnen investeren in kostbare metaaltechnologische expertise, kunnen daar de zoete vruchten van plukken. Vooral als het gaat om betaalbare precisie in grote aantallen.

Informatie

Dr.ir. W.L. Neijmeijer, Unit Manager Philips PMF Nederland bv, tel. 040-2736425, fax 040-2732865
Mevr. drs. Hannie Derks, Marketing Communications Philips PMF International bv, tel. 040-2734356, fax 040-2736731, E-mail: Hannie.Derks@nl.pmf.philips.com

Piëzo-stapper met submicron nauwkeurigheid

Ontwikkeling slede voor ultraprecieze bewerkingsmachines

Mark Versteyhe, Dominiek Reynaerts, Hendrik van Brussel Voor bewerkingen met sub-micrometer nauwkeurigheid zijn de bestaande traditionele geleidingen van sleden ongeschikt. Door het ontwikkelen van een piëzo-elektrisch aangedreven wandelmechanisme wordt de benodigde nauwkeurigheid tezamen met een hoge stijfheid gerealiseerd. Voor een vloeiend verlopende aandrijving is een regelaar ontwikkeld die er voor zorgt dat er tijdens het wandelen geen hameren voorkomt.

De vraag naar machinaal geproduceerde producten met een betere vormnauwkeurigheid, een lagere ruwheid en een geringere beschadiging van het materiaal vlak onder het oppervlak neemt gestaag toe. Traditioneel bestaat het productieproces van nauwkeurige en gladde oppervlakken uit enkele voorbereidingen, zoals draaien, en een aansluitende nabewerking zoals polijsten of precisie slijpen. Verbeterde slijpprocessen combineren hoge verspaningssnelheden met hoge oppervlaktekwaliteit van het product door sub-micron verspaning. Voorbeelden zijn het elektrolytisch vormgeven van de slijpschijf tijdens het slijpen (Electrolytic In-line Dressing of ELID), waarbij de vorm van de schijf niet meer beïnvloed wordt door slijtage, en ductiel slijpen met hoge snijsnelheid (High Speed Chipping). Voor een succesvolle toepassing van deze processen zijn uiterst stijve en uiterst nauwkeurige positioneersystemen noodzakelijk. Klassieke oplossingen die gebaseerd zijn op de traditionele geleidingstechnologie, voldoen niet aan de eisen die deze nieuwe processen stellen aan de machine. Een mogelijke oplossing is de aan de K.U.Leuven ontwikkelde piëzo-stapper (wandelaandrijving), die een nauwkeurige beweging combineert met een hoge stijfheid. Door de integratie van de aandrijf-overbrengings- en lageringsfunctie wordt een hoge passieve stijfheid verkregen. Dezelfde piëzo-actuatoren kunnen bovendien voorzien in een oneindig grote stijfheid, door het actief terugkoppelen van de positie van de slede ten opzichte van een absolute referentie (onbelaste liniaal). Deze piëzo-stapper onderscheidt zich van de reeds bestaande piëzo-stappers door zijn soepele gang en vanwege de rollende

aandrijving. Het hameren tijdens het stappen wordt vermeden door een klemming met hybride kracht- en positiesturing.

Positioneren in de 21e eeuw: stijf en nauwkeurig!

Overall in de industrie is een groeiende behoefte aan kosteneffectieve en kwalitatief hoogstaande fabricagemogelijkheden voor alle mogelijke soorten producten van hoge precisie zoals: conische rollagers, beeldbuisen, turbinebladen, silicium plakken, magnetische koppen, decoraties voor glasproducten, matrijzen voor contactlenzen, etc. [1]. De eisen ten aanzien van oppervlakteruwheid, vormnauwkeurigheid en geringe bewerkingsschade onder het materiaaloppervlak nemen gestaag toe, evenals de kosten die gemaakt worden bij de eindbewerking door polijsten. Polijsten is een langdurig proces waarbij de afnamesnelheid van het materiaal en de vormnauwkeurigheid slecht te beheersen zijn. Door deze geringe afnamesnelheid wordt polijsten zelden of nooit toegepast om een product vanaf het uitgangsmateriaal vorm te geven. Vaak zijn een of meer tussenliggende stappen noodzakelijk, zoals voor- en naslijpen, lappen of voorpolijsten. Recent zijn enkele veelbelovende nieuwe slijptechnieken ontwikkeld. Materiaalafname door plastische vervorming in plaats van door afschuiving of door bros uit te breken, kan nu gerealiseerd worden op alle mogelijke soorten materialen, zoals metalen, glas en technische keramiek.

Voorbeelden van deze nieuwe slijpmethoden zijn "Electrolytic In-process Dressing" (ELID) [2] en

"High-Speed Chipping" (HSC) [3] slijpen. Deze processen zijn gebaseerd op de afname van zeer kleine (sub-micron) spanen. Om deze sub-micron verspaning met een machine te kunnen uitvoeren, is een baanbeheersing in het sub-microngebied van de relatieve positie van gereedschap en werkstuk (in alle richtingen) noodzakelijk. Bestaande slijpmachines zijn niet nauwkeurig en stijf genoeg voor deze bewerkingen, zodat nieuwe positioneermethoden ontwikkeld moeten worden.

Dit artikel presenteert de ontwikkeling van een piëzo-elektrisch aangedreven positionersysteem voor nauwkeurig en stijf positioneren. Met deze methode worden tevens de nadelen van traditionele geleidingen ondervangen, zoals speling, stick-slip en rolweerstand. Bestaande piëzo-stappers, zoals bijvoorbeeld toegepast voor het positioneren van silicium plakken in waferstappers of het positioneren van monsters in een elektronenmicroscoop, hebben niet de noodzakelijke stijfheid en realiseren niet de gelijkmatige en continue beweging van de wandelende aandrijving zoals beschreven in [4] of [5,6]. Zhang et al. [7] en Shamoto et al. [8] waren de eersten die de noodzaak onderkenden van een hoge stijfheid in combinatie met een hoge nauwkeurigheid.

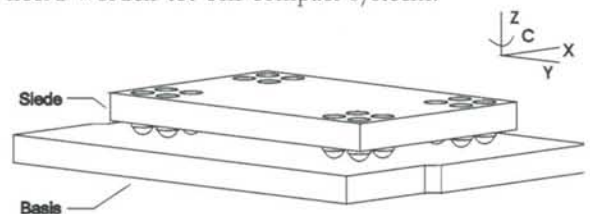
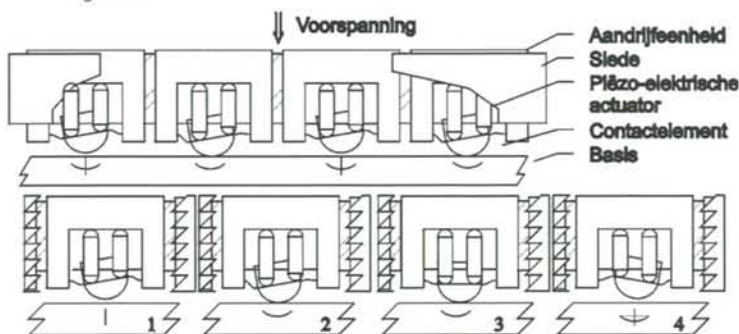
Een nieuw concept voor een piëzo-stapper

In tegenstelling tot de bestaande piëzo-stappers met hun hamerende stappen en hun ongelijkmatige bewegingssnelheid, moet deze slede een gelijkmatige beweging binnen nauwe toleranties uitvoeren. Sub-micron bewegingsresolutie en hoge passieve stijfheid worden gerealiseerd door het gebruik van piëzo-elektrische actuatoren. Deze keuze is gemaakt omdat piëzo-elektrische actuatoren een geringe responstijd (bandbreedte > 10 kHz) hebben en grote krachten

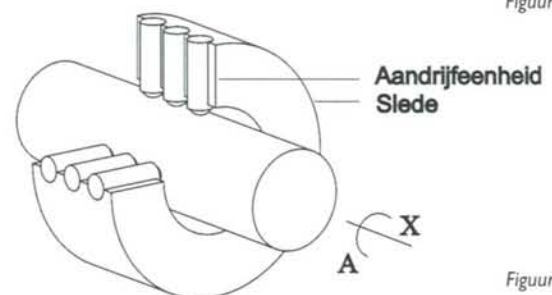
kunnen leveren (> 1kN). De beperkte slag van enkele micrometers wordt opgevangen door het maken van vele stapjes. Figuur 1 toont het principe van deze stappende aandrijving. De slede bestaat uit een serie aandrijfeenheden in een stijf frame. Elke aandrijfeenheid heeft een bolvormig hard contactelement dat op zijn plaats gehouden wordt door een stalen membraan. De aandrijfbeweging ontstaat door het afrollen van het bekrachtigde contactelement over de basis door middel van een duw- en trekkracht die door een set van twee piëzo's geleverd wordt. De kracht wordt dus overgebracht door rollende wrijving.

Aan het einde van de slag van de ene aandrijfeenheid, neemt een andere aandrijfeenheid de beweging over. In de tussentijd gaat de eerste aandrijfeenheid weer in de beginstand staan. De in figuur 1 getoonde cyclus spreekt voor zich. Door toepassing van een groot aantal aandrijfeenheden wordt als gevolg van het grote contactoppervlak van de bolvorm reeds een hoge passieve stijfheid gerealiseerd. Deze stijfheid wordt nog vergroot door een actieve regeling waarbij in feite lagerings- en aandrijffunctie gecombineerd worden tot één compact systeem.

Figuur 1.



Figuur 2.



Figuur 3.

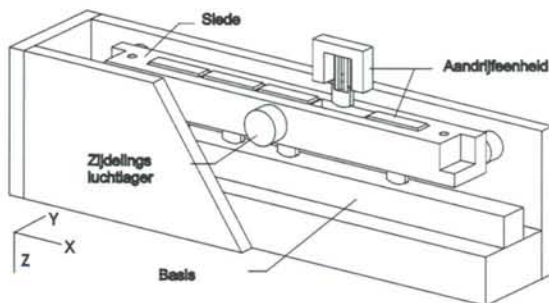
De aandrijfeenheden kunnen makkelijk in twee loodrecht op elkaar staande richtingen bewegen wanneer een tweede set piëzo-elektrische actuatoren gemonteerd wordt. De aandrijfeenheden kunnen ook geometrisch op verschillende wijze samengesteld worden, zodat verschillende types van aandrijvingen gebouwd kunnen worden met één en dezelfde soort eenheden (zie de figuren 2 en 3). De contactkracht tussen de aandrijfeenheid en de basis moet op een

voldoend gelijkmatige manier worden opgebouwd. Zou dit niet het geval zijn, dan zal bij elke stap die de eenheid zet een schokgolf door het systeem lopen, die trillingen veroorzaakt. Dit hamer-effect maakt het systeem dan ongeschikt voor de nauwkeurige continue beweging die nodig is bij de eerder genoemde nauwkeurige verspaningsprocessen. Het maken van zachte stappen was reeds eerder gerealiseerd door middel van een positieregeling voor de gehele slede [9,10]. Verderop in dit artikel wordt een hybride kracht- en positiegestuurde aanpak gepresenteerd, om het hameren tegen te gaan. Krachtsturing maakt niet alleen het zacht stappen mogelijk, maar is bovendien een oplossing voor de hyperstatische ondersteuning van de aandrijfsystemen getoond op figuren 2 en 3.

Proeven met een lineaire slede

De slede

Figuur 4 toont een proefopstelling om het hier besproken concept te evalueren. De slede wordt aangedreven in de x-richting en ondersteund in de z-richting door de aan de slede bevestigde aandrijfeenheden. De slag in x-richting is 100 mm. De positie van de slede in x- en z-richting en de rotatie om de y-as worden gemeten en teruggekoppeld via een eenvoudige lineaire positieregelaar. De vrijheidsgraden in alle andere richtingen worden met luchtlagers geblokkeerd. Verder komt deze opstelling overeen met het concept getoond in figuur 1.

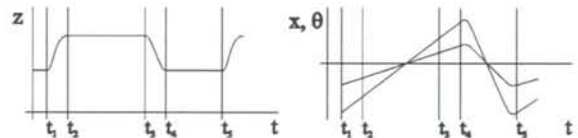


Figuur 4.

Functie van de eenheden

Elke eenheid heeft een dragende functie in de z-richting en een aandrijffunctie in de x-richting. Figuur 5 toont de x- en z-posities als functie van de tijd tijdens een typische aandrijfcyclus. De stapcyclus start op t_1 . Het contactelement van de eenheid beweegt naar de basis terwijl de aandrijfbeweging reeds loopt. Op tijdstip t_2 is de gemeten contactkracht hoog genoeg om de aandrijfbeweging over te brengen op de basis. De z-beweging van het

element hangt af van de positie van het frame ten opzichte van de basis, maar die is onbekend. Daarom wordt de z-beweging gestuurd door een krachtregelaar. Tussen tijdstip t_2 en t_3 is het element in contact met de basis. Op tijdstip t_3 is het element aan het eind van zijn slag en wordt omhoog getrokken. Na tijdstip t_4 gaat het element naar de startpositie en begint een nieuwe cyclus.

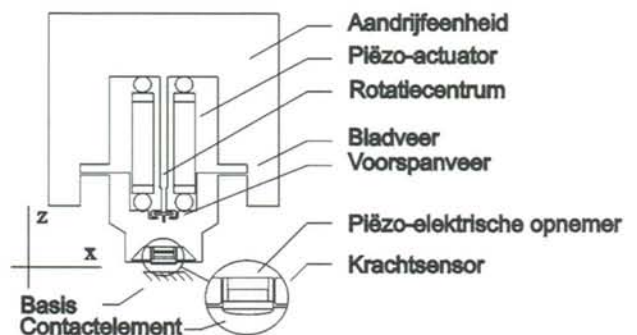


Figuur 5.

De duur van de cyclus heeft een vaste waarde. De slag van het element in de x-richting kan zowel positief als negatief zijn en wordt bepaald door de gewenste snelheid van de slede. Dit wordt getoond in figuur 5, de volle lijn voor hoge snelheid van de slede en de streeplijn voor lage snelheid. De maximale snelheid wordt bepaald door de cyclustijd en de maximale slag in de x-richting. Deze slag wordt bepaald door de piëzo-elektrische actuatoren en de mechanische versterkingsfactor van het ontwerp. De maximale aandrijfsnelheid kan worden verhoogd door de stapfrequentie te verhogen.

Ontwerp van de eenheid

Figuur 6 laat het ontwerp zien van het prototype dat bij de experimenten gebruikt werd. Twee meerlagige piëzo-keramische actuatoren zorgen in een trek- en duwconfiguratie voor het aandrijven van de eenheid. Ze worden voorgespannen door een centrale trekstang die verbonden is met een kleine gevouwen bladveer in het midden. Als de twee actuatoren in gelijke mate uitzetten beweegt het contactelement naar de basis. Als de twee actuatoren in de duw- en trekmode werken, beweegt het bolle contactelement



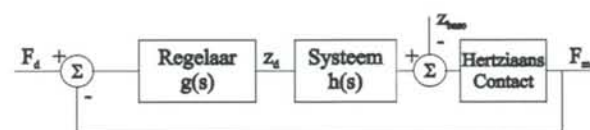
Figuur 6.

rond zijn middelpunt als gevolg van de kinematische beperking die wordt opgelegd door de horizontale bladveer. Wanneer het contactelement in contact is met de basis, resulteert deze rotatie in een aandrijfbeweging in de x-richting. Het ontwerp van figuur 6 heeft een mechanische versterking van twee. Dit wil zeggen dat de x-beweging gelijk is aan twee keer de uitzetting van de piëzo-actuator. Om de contactkracht continu te meten bevat het contactelement ook een krachtsensor. Deze sensor bestaat uit twee extra piëzo-elektrische pastilles. Deze pastilles zijn voorgespannen en gesteund door een membraan (zie detail in figuur 6). Door het membraan zal de aandrijfkraft in de x-richting de meting van de z-kracht niet beïnvloeden.

Klemmen door hybride kracht- en positie regeling

Problemen en aanpak

Omdat de individuele eenheden slechts een slag van ongeveer 30 μm hebben, en de gewenste sledesnelheid in de orde van 2 mm/s ligt, zal de stapfrequentie ongeveer 30 Hz moeten zijn. Dit vereist een stapcyclus van 30 ms. De tijd die de eenheid nodig heeft om contact te maken ($t_2 - t_1$, zie figuur 5) is derhalve erg kort. Als de positie van de eenheid ten opzichte van de basis niet exact bekend is, veroorzaakt het blind contacteren van de basis een stoot op het systeem. Dit kan vermeden worden door gebruik te maken van een krachtregeling die gestuurd wordt



Figuur 7.

door het krachtsignaal uit het contactelement. De cellen meten alle krachten die op de slede werken, dus ook deze veroorzaakt door voorspanning, snijkrachten en versnellingen van de slede. Met de gemeten kracht als uitgangspunt berekent een algoritme de gewenste krachtverdeling en daarmee ook de gewenste kracht voor elke individuele eenheid. Twee verschillende benaderingen worden nu gepresenteerd: klemmen met een zuivere krachtregelaar en klemmen met een hybride kracht- en positieregelaar.

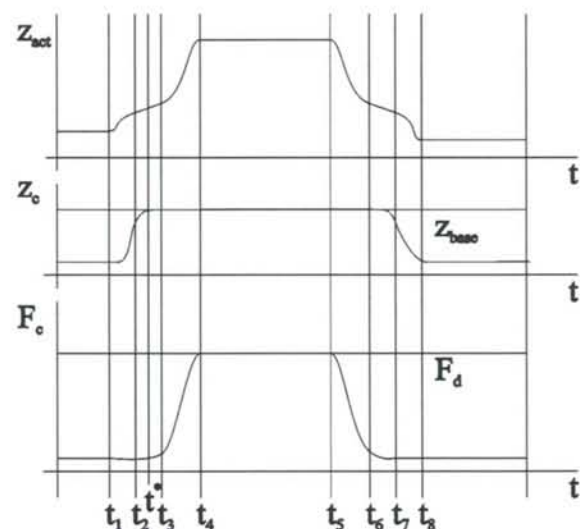
Zuiver krachtgestuurd klemmen

Figuur 7 toont een algemeen stuurschema voor het maken van een krachtgestuurd contact zoals besproken in referentie [11]. De gewenste kracht F_d is een

sprongfunctie op tijdstip t_1 van de stapcyclus. De regelaar vergelijkt de gewenste kracht F_d met de actuele kracht F_m die gemeten wordt in het contactelement van de eenheid, en levert een signaal om de positie van het contactelement te corrigeren. Voor de regelaar kan een zuiver integrerende regelaar gebruikt worden of een integrerende regelaar met extra terugkoppelingen (zie kader).

Klemmen met een hybride kracht- en positieregelaar

Een tweede benadering om stoten tijdens het krachtgestuurde klemmen te vermijden is veronderstellen van een vaste positie voor het berekenen van het moment van het eerste contact. Elke volgende cyclus wordt de positie-informatie aangepast door gebruik te maken van de krachtinformatie van de vorige cyclus. Hiermee kan een zachte contactovergang plaatsvinden zonder stoten. Daartoe wordt de verplaatsing van de actuators zo gestuurd dat ze snel naderen tot de positie waar het contact wordt verwacht om vervolgens te dalen tot een minimum waarde tot het moment van de aanraking. Het

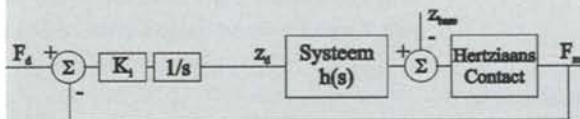


Figuur 11.

bovenste deel in figuur 11 toont het verplaatsingssignaal naar de actuators en tevens de verticale verplaatsing van de actuator z_{act} . De middelste tekening geeft de beweging van het contactelement z_c weer gemeten vanaf de basis. De onderste tekening toont het oplopen van de contactkracht op basis van de aanname dat de basis in werkelijkheid precies op de veronderstelde hoogte ligt. Zoals blijkt uit de figuur beweegt het contactelement met de actuators op

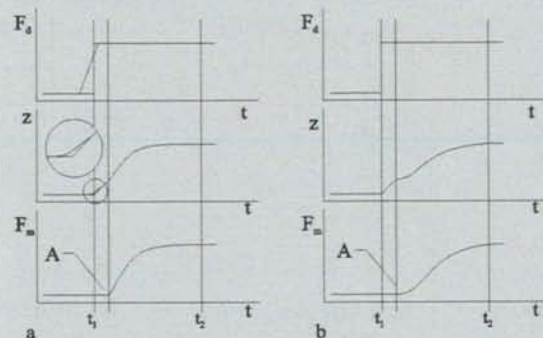
Krachtregeling door enkelvoudige integratie

Een pure integrerende regelaar (zie figuur 8) garandeert een eindwaarde zonder nulpuntsafwijking. Wanneer de gewenste kracht F_d wordt opgelegd aan de ingang en er geen contact is, (t_1 in figuur 9a) is het foutsignaal (op de kracht) constant. De integrator zet de constante fout om in een constante snelheid. Het contact element nadert dus de basis met een constante snelheid. Na botsing met de basis, ergens tussen t_1 en t_2 , neemt de snelheid van het contactelement af tot de gewenste contactkracht is bereikt op tijdstip t_2 . Op dezelfde manier wordt het contact verbroken wanneer men een kleine negatie-



Figuur 8.

ve kracht oplegt aan de ingang van de integrator. Het belangrijkste voordeel van deze methode is dat de naderingssnelheid van het contactelement naar de basis begrensd wordt door de regelaar [11]. Twee verbeteringen kunnen in dit schema aangebracht worden. In plaats van een sprongfunctie toe te passen, zou men een lineaire functie (streeplijn in figuur 9) als krachinput kunnen gebruiken. Daardoor wordt de beweging van de actuatoren vloeiender. Verdere verbeteringen kunnen worden gemaakt door de afgeleide van het krachtsignaal te gebruiken, zoals verderop uitgelegd wordt.

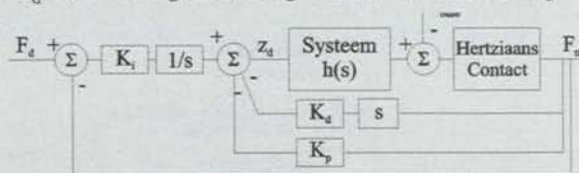


Figuur 9.

Uitbreiding op de integrerende regelaar

De dynamica van de overdrachtsfunctie $h(s)$ beschrijft een massa-veer systeem dat grofweg van tweede orde is met een hoge eigenfrequentie. Als

gevolg daarvan beïnvloedt $h(s)$ de dynamica van de integrator niet, zodat het gehele terugkoppelkring zich als een eerste orde systeem gedraagt. Dit heeft tot gevolg dat er een discontinuïteit optreedt in het krachtsignaal op het moment van de botsing met de basis (punt A in figuur 9a). Een gelijkmatiger gedrag kan verkregen worden door het gehele systeem van de derde orde te maken door gebruik van extra terugkoppelsignalen. Figuur 9b toont de krachtrespons op een sprong in het ingangssignaal F_d voor de uitgebreide regelaar waaraan twee terug-



Figuur 10.

koppelkringen zijn toegevoegd: een eerste voor terugkoppeling van de kracht en de tweede voor het terugkoppelen van de afgeleide van de kracht. Het schema staat in figuur 10. Wanneer contact gemaakt is en de krachtsignalen aanwezig zijn, reageert het gehele systeem als een derde orde systeem op een sprongfunctie. Er is dan geen discontinuïteit meer waarneembaar in de opbouw van de kracht (zie figuur 9b). Het systeem beschreven door $h(s)$ kan weergegeven worden door de volgende functie:

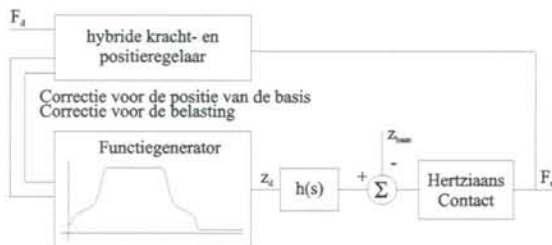
$$h(s) = \frac{1}{\left(\frac{s^2}{\omega_n^2} + 2\zeta \frac{s}{\omega_n} + 1 \right)}$$

Het gehele regelsysteem kan dan tijdens contact beschreven worden door een derde orde systeem dat bepaald wordt door de constanten K_i , K_d en K_p . De constanten K_d en K_p hebben een negatieve waarde en K_{hz} is de niet-lineaire Hertziaanse contactstijfheid.

$$\tilde{F}_m(z) = F_d(z) \frac{1}{1 + \frac{z}{K_i K_m} \left(\frac{z^2}{\omega_n^2} + \frac{2\zeta(z + K_d K_p \omega_n)}{\omega_n} + 1 + K_p K_m \right)}$$

Omdat K_{hz} varieert van nul, bij geen contact, tot de maximale contactstijfheid in de uiteindelijke contactsituatie is het systeem niet lineair. Het is aangetoond dat het systeem stabiel blijft volgens het Lyapunov criterium.

hoge snelheid gedurende het interval $(t_1 - t_2)$. De verplaatsingscurve van de actuatoren is zodanig van vorm dat de snelheid tussen t_1 en t_2 minimaal is. Als de basis werkelijk op de verwachte hoogte ligt, ligt het contacttijdstip t^* tussen t_1 en t_2 . Doordat de botsing van het contact bij lage snelheid plaatsvindt zijn trillingen door het aanstoten van de constructie geminimaliseerd. Als het contact eenmaal tot stand gebracht is wordt de beweging weer versneld totdat de contactkracht F_c de gewenste eindwaarde F_d heeft bereikt.

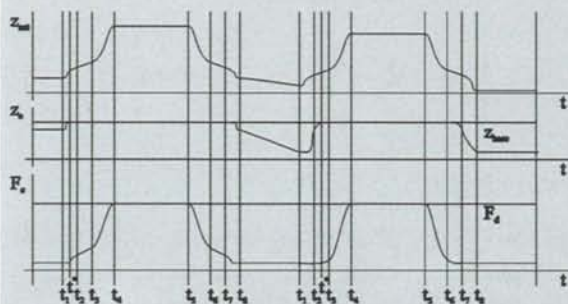


Figuur 12.

Correcties voor de positie van de basis

Als de basis niet op de verwachte plaats ligt, dan is de afstand tussen de basis en het contactelement niet juist. Dan ligt het contactmoment t^* niet tussen t_1 en t_2 . Daardoor vindt het contact plaats gedurende een snelle beweging van het contactelement en worden er trillingen in de constructie opgewekt. Het algoritme bewaakt het contactmoment t^* rekening houdend met de verschillende fasen in het bewegingspatroon van de actuatoren. Als contact plaatsvindt tussen t_1 en t_2 , dan is de veronderstelde relatieve afstand te klein, als contact plaatsvindt tussen t_3 en t_4 dan is de veronderstelde relatieve afstand te groot. Het algoritme past dan de relatieve afstand aan door de DC-waarde van het stuursignaal aan te passen.

Figuur 13 illustreert deze correctie. Aanvankelijk is de positie van de basis te ver weg verondersteld, de relatieve afstand van het contactelement en de basis is te klein. Het contactmoment t^* ligt daardoor



Figuur 13.

Er zijn twee redenen waarom dit ideale scenario niet goed zou werken:

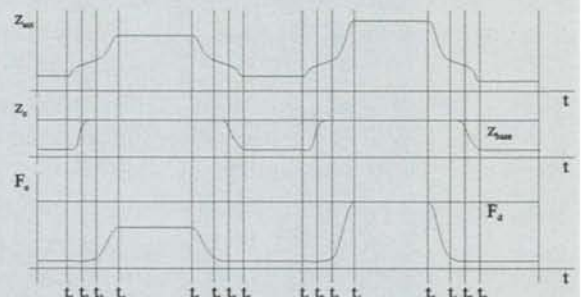
- De werkelijke positie van de basis is niet goed bekend en kan variëren langs de afgelegde weg van de slede, zodat het contact plaatsvindt op een ander deel van de verplaatsingscurve.
- De gewenste contactkracht F_d wordt niet gehaald als gevolg van een ongekende belasting van de slede.

Om dit te verhelpen is een externe "lerende" regelus toegevoegd in het regelsysteem. Zoals weergegeven op figuur 12 geeft deze lus twee correctiesignalen aan de generator van de verplaatsingsfunctie (zie kader): een correctie voor de positie van de basis en een correctie voor de gewenste eindkracht F_d .

ergens tijdens de snelle beweging van t_1 tot t_2 . Het algoritme maakt de relatieve afstand groter door de DC-spanning, die de beweging van de actuator stuurt, te verlagen. De gecorrigeerde functie aan de rechterkant van de figuur wordt dan zo dat het contact moment t^* tussen t_2 en t_3 ligt.

Correctie voor de belasting

Wanneer de na het contact opgebouwde contactkracht niet de gewenste eindwaarde bereikt, past het algoritme in het opwaartse deel $t_3 - t_6$ de kracht aan. Dit gebeurt door de gewenste waarde van de actuatorpositie aan te passen. Deze correctie beïnvloedt noch de beweging noch het tijdstip van het contact t^* . In figuur 14 is de kracht die door het

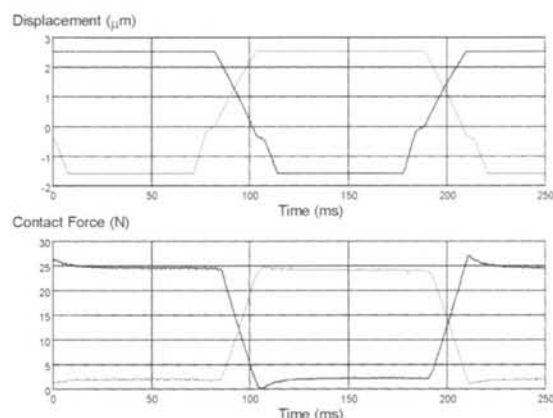


Figuur 14.

opgaande deel wordt veroorzaakt eerst te laag. De amplitude van de output is dan verhoogd zodanig dat de eindwaarde van de kracht overeenkomt met de gewenste kracht F_d .

Vergelijking van puur kracht geregeld en hybride geregeld klemmen

Omdat bij hybride klemmen de snelheid bij het maken van het contact laag is en daarbuiten hoog, kan de klemcyclus korter worden gemaakt dan in het geval van een zuivere krachtregelaar (waar de



Figuur 15.

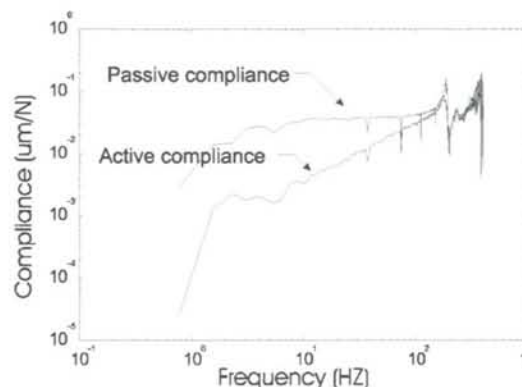
snelheid constant en dus altijd laag is). De verdere experimenten gebruiken dan ook een klemming met hybride regelaar. Figuur 15 illustreert daarbij de verschuiving van de kracht van de ene naar de andere eenheid tijdens het overnemen van het contact. In de bovenste figuur is de beweging van de actuators weergegeven door een ononderbroken lijn voor de eerste eenheid en door een streeplijn voor de tweede eenheid. Een zacht contact vindt plaats tijdens de langzame fase in de beweging van de actuators.

Experimentele resultaten

Voor de besturing van de slede is een globale positieregelaar in ontwikkeling. De positie van de slede wordt gemeten in alle vrijheidsgraden. De regelaar vergelijkt de gewenste positie met de actuele positie en zendt corrigerende stuursignalen naar de verschillende aandrijfeenheden. In de positieregelaar zijn twee vooruitkoppelingen opgenomen ter compensatie van de niet-lineaire Hertziaanse contactstijfheid en de hysteresis van de piëzo-actuators. Met deze regelaar zijn al voorlopige experimenten uitgevoerd ter bepaling van de actieve stijfheid en de nauwkeurigheid van de positionering van de slede.

Een ultra-stijf systeem

De mechanische stijfheid wordt bepaald door de componenten in de krachtlus: de basis van de slede, het contactelement, de aandrijfeenheid, en de piëzo-actuators. Het bolvormige contactoppervlak geeft de

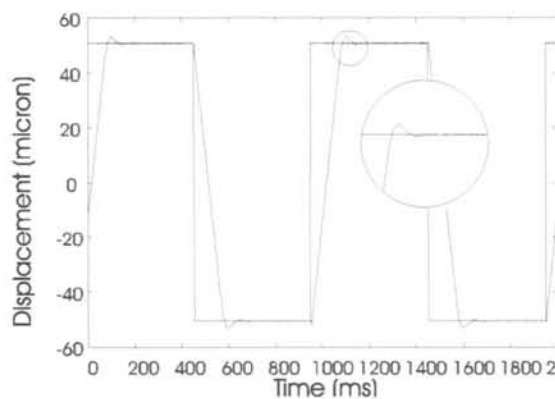


Figuur 16.

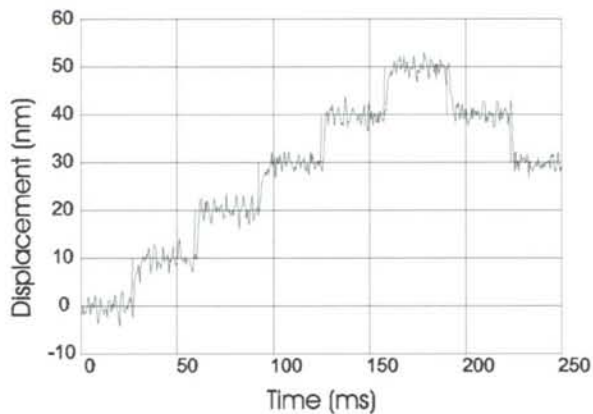
belangrijkste bijdrage aan de stijfheid. Het Hertziaanse contactgedrag met een vlak geeft in de gegeven situatie (radius, belasting en materiaal) een stijfheid van ongeveer 20 N/µm. De passieve stijfheid in de z-richting van de slede (gedragen door twee aandrijfeenheden) bedraagt dus 40 N/µm. Figuur 16 toont de gemeten passieve soepelheid van de slede in z-richting samen met de verbeterde soepelheid van het actieve systeem. Deze overdrachtsfunctie geeft de positieverstoring in de z-richting per eenheid stoorkracht (bijvoorbeeld de verspaningskracht) in functie van de frequentie. De regelaar zorgt voor een stijfheid die hoger is dan 100 N/µm (of een soepelheid van 0.01 µm/N) voor frequenties tot 100 Hz.

Een ultra-nauwkeurig systeem

De slede kan ofwel een snelle (onnauwkeurige) beweging uitvoeren, ofwel een fijne beweging met hoge positioneer-nauwkeurigheid uitvoeren. Voor snelle bewegingen wordt een hoge stapfrequentie gebruikt. Deze experimenten zijn met een vaste stapfrequentie van 40 Hz uitgevoerd. Figuur 17 toont het volgen van een blok golf met een slag van 100



Figuur 17.



Figuur 18.

μm . De maximale snelheid bij een stapfrequentie van 40 Hz is 2 mm/s, de nauwkeurigheid van het positioneren is ongeveer 0,1 μm . Voor hogere snelheden kan de stapfrequentie nog opgevoerd worden. De absolute nauwkeurigheid van de toegepaste sensoren is 50 nm. De bewegingsresolutie is echter beperkt door het ruisniveau van de meting, dat in ons geval 5 nm was. Figuur 18 toont het volgen van een trapfunctie met stappen van 10 nm. De rimpellijn is de gemeten positie, de rechte lijn de gewenste positie. De positioneer-nauwkeurigheid van het systeem is beter dan 10 nm. De responstijd voor het uitvoeren van een stap van 10 nm is ongeveer 10 ms.

Besluit

Een bijzonder nauwkeurig en stabiel positionersysteem is ontwikkeld. Er is aangetoond dat met een piëzo-stapper de bijzonder hoge specificaties kunnen worden gehaald die nodig zijn voor de nieuwste

sub-micron verspaningsprocessen. Krachtregeling wordt als oplossing voorgesteld voor het "hameren" van wandelende aandrijvingen. De eerste resultaten met krachtgeregeld stappen zijn zeer veelbelovend. De volgende problemen dienen nog verder uitgewerkt te worden: hyperstatische tractie bij meervoudige tractie, het verder elimineren van niet-lineariteiten en de ontwikkeling van een positieregelaar voor het gehele systeem.

Dankwoord

M. Versteyhe heeft een doctoraalbeurs van het Vlaamse Instituut voor de bevordering van het wetenschappelijk-technologisch onderzoek in de industrie (IWT). D. Reynaerts is post-doctoraal onderzoeker van het Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen (FWO) en deeltijds docent aan de K.U.Leuven. H. Van Brussel is gewoon hoogleraar aan de K.U.Leuven. Dit onderzoek werd gefinancierd door het Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek – Vlaanderen (FWO), project G0336.98N, en door het Belgische federale programma voor Interuniversitaire Attractiepolen, geïnitieerd door de Belgische Staat, kabinet van de Eerste Minister, Federale diensten voor wetenschappelijke, technische en culturele aangelegenheden, project IUAP4/24 "Intelligente mechatronische systemen". De auteurs bedanken R. Dona van het Philips Natuurkundig Laboratorium te Eindhoven voor zijn waardevolle bijdragen en voor de vele stimulerende discussies.

Monolitische rechtgeleiding

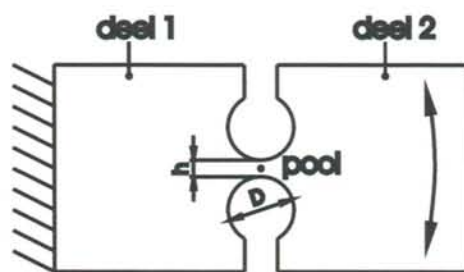
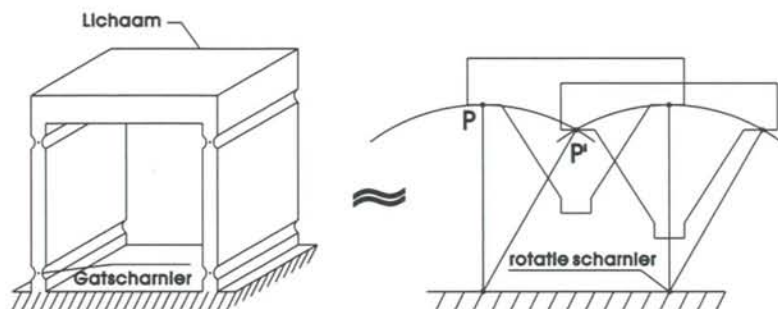
Nauwkeurig bewegen in het nanometer-gebied

Johan van Seggelen, Raimond Dumoulin. *Monolitische rechtgeleiding met gatscharnieren, waarvan de beweging overeenkomt met die van een ideaal vierstangenmechanisme met gelijke pootlengten, blijken uitermate geschikt voor toepassingen waarin een evenwijdige verplaatsing op micrometer-schaal wordt gevraagd. Maar omdat de nauwkeurigheidseisen gestaag toenemen, werd het van belang het bewegingsgedrag van dit type rechtgeleiding in het nanometer-gebied te onderzoeken. Bij de Gemeenschappelijke Technische Dienst van de Technische Universiteit Eindhoven wordt bij de bouw van experimentele opstellingen vaak een dergelijke monolitische rechtgeleiding toegepast. Dit onderzoek is uitgevoerd in het kader van een afstudeerproject van de auteurs aan de opleiding Fijnmechanische Techniek aan de Hogeschool van Utrecht.*

Figuur 1. Overeenkomsten tussen een monolitische rechtgeleiding op basis van gatscharnieren en een ideaal vierstangenmechanisme met gelijke pootlengten. Links een monolithische rechtgeleiding op basis van gatscharniere, rechts een ideaal vierstangenmechanisme met gelijke pootlengten

Een monolitische rechtgeleiding is eenvoudig voor te stellen door een tafel die in één richting wankel op zijn poten staat. Wanneer de tafel in deze richting wordt aangestoten, maakt het tafelblad een evenwijdige beweging ten opzichte van de 'vaste wereld'. Een monolitische rechtgeleiding wordt uit één stuk materiaal vervaardigd waardoor beweging alleen dan mogelijk is wanneer de poten vervormen. Door het aanbrengen van gatscharnieren die plaatselijke de stijfheid van de poten te verlagen, kan deze vervorming gecontroleerd plaatsvinden en daarmee de gewenste beweging worden verkregen. De beweging van de monolitische rechtgeleiding op basis van gatscharnieren wordt verondersteld overeen te komen met de beweging van een ideaal vierstangenmechanisme met gelijke pootlengten. Kenmerkend voor zo'n ideaal vierstangenmechanisme is dat alle punten van het lichaam een cirkelbaan

doorlopen. De kromming van deze cirkelbaan is afhankelijk van de lengte tussen de scharnierpunten. Bij het monolithisch vierstangenmechanisme zijn de vier scharnierpunten, zoals weergegeven in figuur 1, vervangen door vier identieke gatscharnieren. Een gatscharnier wordt toegepast met als doel het scheppen van één graad van vrijheid door hoekverdraaiing of het opheffen van een overbepaaldheid. De geometrie die dit mogelijk maakt ontstaat door het aanbrengen van twee gaten (gatdiameter D) op geringe afstand van elkaar (damhoogte h) in een plaat (dikte t) of een massief blok materiaal. Door het aanbrengen van zaagsneden ontstaat de mogelijkheid dat deel 2 ten opzichte van deel 1 kan roteren, zie figuur 2. Dit roteren wordt verondersteld te gebeuren om een punt dat aangeduid wordt als de pool van het gatscharnier.



Figuur 2. Schematische weergave van een gatscharnier

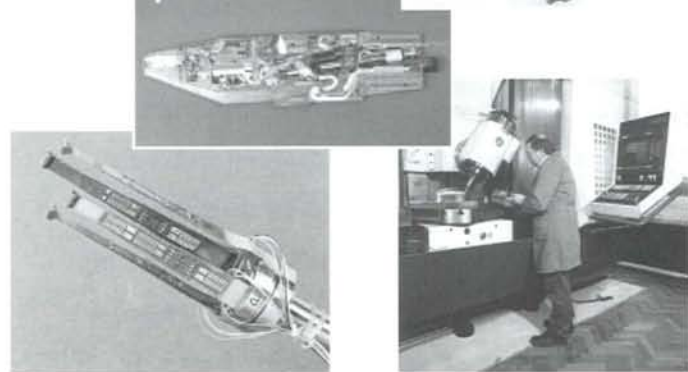


NLR Precision Engineering

Integratie van kennis en kunde
op vele gebieden:

- precisietechnologie
- mechatronica
- constructies en materialen
- testen, evaluatie, simulatie
- prototypebouw

Probleemoplossers



Nationaal Lucht- en Ruimtevaartlaboratorium
Technische Diensten
Voorsterweg 31, 8316 PR Marknesse
Tel. (0527) 24 84 01/2483 84

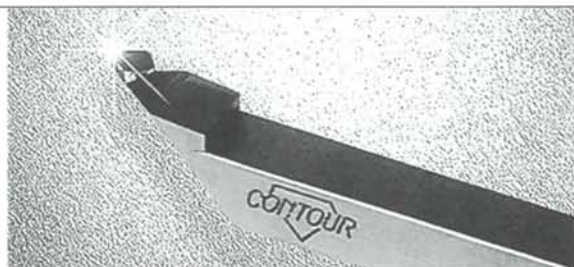
PRECISIE OPTISCHE COMPONENTEN

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



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

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

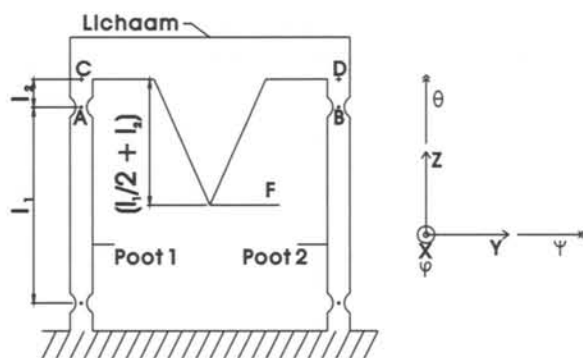
GROOT IN HET KLEINE

Door het aanbrengen van dergelijke gatscharnieren in de poten van een monolitische rechtgeleiding, ontstaat er een spelingvrije, wrijvingsloze en hysteres-arme constructie die in de vrijgegeven richting een gecontroleerde beweging met zeer hoge positie-nauwkeurigheid kan maken. De slag van deze beweging wordt beperkt door de elastische vervorming die het materiaal aankan en is dus afhankelijk van de geometrie van het gatscharnier en de rek-grens van het materiaal.

Ontwerp testmodel

Om de nauwkeurigheid van de beweging te onderzoeken is een testmodel ontworpen en vervaardigd. De beweging van het testmodel wordt tot stand gebracht door een verplaatsing op te leggen in een lijn halverwege de polen van de gatscharnieren, zie

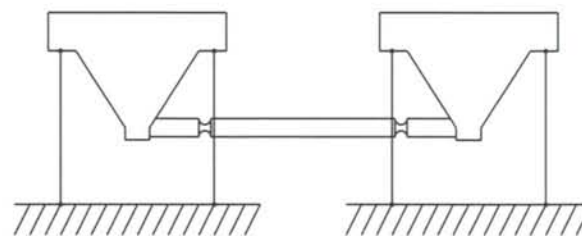
Figuur 3,
loodrechte aanstu-
ring op halve lengte
tussen de polen van
de gatscharnieren



figuur 3. Daarmee wordt een gelijke belasting op de linker en rechter poot bereikt zodat een zo zuiver mogelijke evenwijdige beweging ontstaat. Er zijn talloze wijzen waarop een verplaatsing kan worden aangebracht. Een nadeel van de monolitische

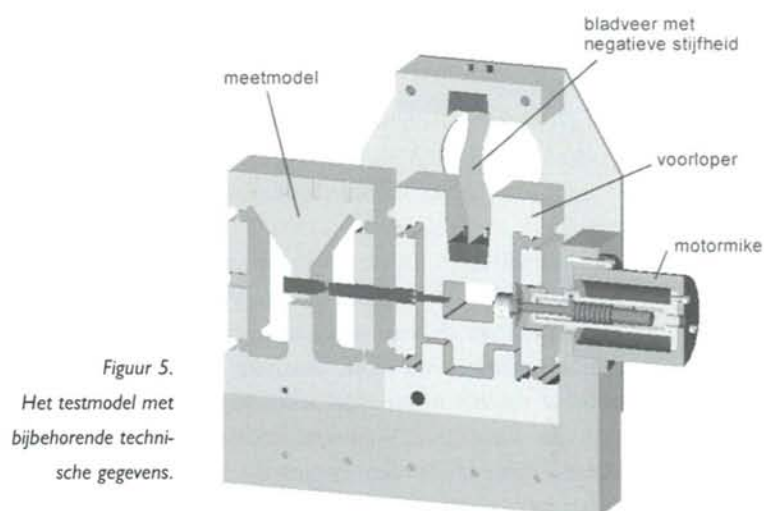
rechtgeleiding is echter dat deze tijdens de beweging richting vaste wereld zakt. Wanneer heel precieze bewegingen gewenst zijn, dan moeten kleine verschillen in elastische vervorming worden vermeden. Deze verschillen ontstaan door verschillen in belasting op de elastische elementen, en ontstaan doordat de aandrijfkraft niet op de juiste plaats en niet in de juiste richting is aangebracht.

Om de beweging onder alle omstandigheden zo ideaal mogelijk aan te sturen, moet de verplaatsing loodrecht op de geleiding worden aangebracht. Daarom wordt gebruik gemaakt van een tweede identiek model (de voorloper) dat verbonden wordt aan het eerste model (het meetmodel) door een buigslappe spriet, zie figuur 4. De spriet is buigslap gemaakt om een eventueel verschil in zakking tussen het meetmodel en de voorloper op te vangen.



Figuur 4,
Het systeem, het meetmodel gekoppeld aan de voorloper door een
buigslappe spriet.

De voorloper functioneert ook als 'buffer' om aandrijfkraften op te vangen. Het meetmodel dat door de buigslappe spriet gekoppeld is aan de voorloper wordt aangeduid met het begrip 'het systeem'.



Figuur 5.
Het testmodel met
bijbehorende techni-
sche gegevens.

Testmodel

– lengte	300 [mm]
– breedte	115 [mm]
– hoogte	325 [mm]
– materiaal	34CrNiMo6
– massa	50 [kg]

Gatscharnier parameters

– gatdiameter meetmodel	16 [mm]
– damhoogte meetmodel	0,5 [mm]
– gatdiameter voorloper	16 [mm]
– damhoogte voorloper	0,3 [mm]
– lengte tussen de polen	100 [mm]

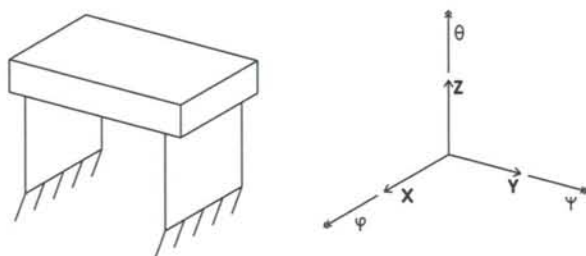
Aandrijving	
– motormike	AC 220 ~ 50 Hz
– besturing	
Spriet	
– insnoer diameter	0,6 [mm]
– lengte tussen insnoeringen	70 [mm]
– Bladveer	
– breedte	95 [mm]
– dikte	0,7 [mm]
– aandrukkracht	2250 [N]

Voorloper en meetmodel worden door draadvonken uit één stuk materiaal vervaardigd. Dit geheel wordt aangeduid met het begrip 'het frame'.

Er is een aandrijving gebruikt die al bij de Gemeenschappelijke Technische Dienst aanwezig was, te weten 'de motormike'. De motormike bestaat uit een motor met reductiekast die een schroefspil met een spoed van 0,5 mm aandrijft. Een nadeel van deze motormike is dat de axiale kracht, die nodig is om het systeem aan te drijven, te groot is voor de spil. De meest wenselijke toestand zou het ontbreken van een axiale belasting zijn. Een constructie met negatieve veerstijfheid is toegevoegd om dit te realiseren. Door een bladveer gecontroleerd te knikken kan er energie in worden opgeslagen. Hierdoor ontstaat een opstelling, die met een zeer geringe kracht kan worden verplaatst. Het systeem kan nu met enkele Newtons worden aangedreven, wat acceptabel is voor de motormike. Het uiteindelijke testmodel met bijbehorende technische gegevens is weergegeven in figuur 5.

Bewegingsrichtingen

Het lichaam van het meetmodel kan een beweging maken in de richting die door de gatscharnieren in de poten wordt vrijgegeven. Deze richting wordt hier

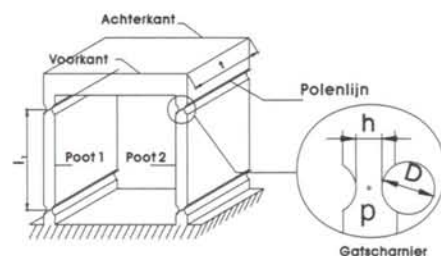


Figuur 6. Bewegingsrichtingen van het lichaam van het Meetmodel.

de ij-richting genoemd. Naast deze verplaatsing kunnen er nog afwijkingen van deze beweging optreden en wel een translatie in x-richting of een zakking in z-richting. Verder zijn er nog afwijkingen in de vorm van rotaties mogelijk, te weten: een hoekverdraaiing (ϑ) om de x-as, een hoekverdraaiing (ψ) om de ij-as en een hoekverdraaiing (θ) om de z-as. De bewegingsrichtingen van het lichaam van het meetmodel zijn weergegeven in figuur 6.

Vooronderzoek

Voordat een onderzoek naar de bewegingen van het meetmodel wordt gestart, is eerst nagedacht over de oorzaken die voor mogelijke afwijkingen van de ideale beweging zorgen. Bewegingsafwijkingen zul-



Figuur 7.

Parameters die afwijkingen in de geometrie van het meetmodel kunnen veroorzaken.

len hoofdzakelijk veroorzaakt worden doordat het model na productie, zie figuur 7, afwijkt van het ideale model. Dit zijn onder andere:

- onderling verschil in damhoogten (h);
- onderling verschil in gatdiameters (D);
- verloop van de damhoogte (h) over de damdikte (t);
- onderling verschil in damdikten (t);
- onderling verschil in de lengte (l_1) tussen de polen van poot 1 en poot 2;
- afwijkingen in de vorm en / of onderlinge positie van de polenlijnen. Onder polenlijn wordt de denkbeeldige lijn verstaan waarop de polen van een gatscharnier worden verondersteld te liggen.

De parameters (h , D en t) van het gatscharnier hebben invloed op de rotatiestijfheid. Wanneer de rotatiestijfheid van de vier gatscharnieren van het meetmodel onderling verschilt, dan mag worden verondersteld dat het meetmodel afwijkingen ten opzichte van zijn theoretische bewegingsrichting zal vertonen. Hierbij dient te worden opgemerkt dat niet elke parameter evenveel invloed heeft op de rotatiestijf-

	Damhoogte (h)	Gatdiameter (D)	Damdikte (t)
Nominale maat	0,5 mm	ϕ 16 mm	100 mm
Afwijking van de nominale maat	0,05 mm	0,05 mm	0,05 mm
Afwijking van de nominale maat in %	10 %	0,3 %	0,05 %
Verandering in de rotatiestijfheid	27 %	0,15 %	0,05 %

$$k_{\varphi} = \frac{0,093 \times E \times t \times h^{2,5}}{\sqrt{D}} \text{ [Nm.rad}^{-1}\text{]}^1$$

k_{φ} Rotatiestijfheid van een gatscharnier [Nm.rad⁻¹]
E Elasticiteitsmodulus [Pa]
h Damhoogte van het gatscharnier [m]
D Gatdiameter van het gatscharnier [m]
t Damdikte van het gatscharnier [m]

Tabel 1. Resultaten van het onderzoek naar de verandering van de rotatiestijfheid van de gatscharnieren van het meetmodel ten gevolge van mogelijke afwijkingen van het ideale model die ontstaan tijdens de productie.

heid van een gatscharnier. Het is daarom van belang voor elke parameter te onderzoeken in welke mate de rotatiestijfheid zal veranderen, wanneer een parameter door onnauwkeurigheid bij de productie een afwijkende waarde heeft gekregen.

Uit de gegevens in tabel 1 blijkt dat de afwijkingen van de ideale rechte beweging hoofdzakelijk afkomstig zullen zijn uit:

- het onderling verschil in damhoogte (h)
- het verloop in damhoogte (h) over de damdikte van de gatscharnieren.

Wanneer de damhoogte van de gatscharnieren onderling verschilt zal het lichaam tijdens het bewegen in de vrijgegeven richting een hoekverdraaiing om de x-as maken.

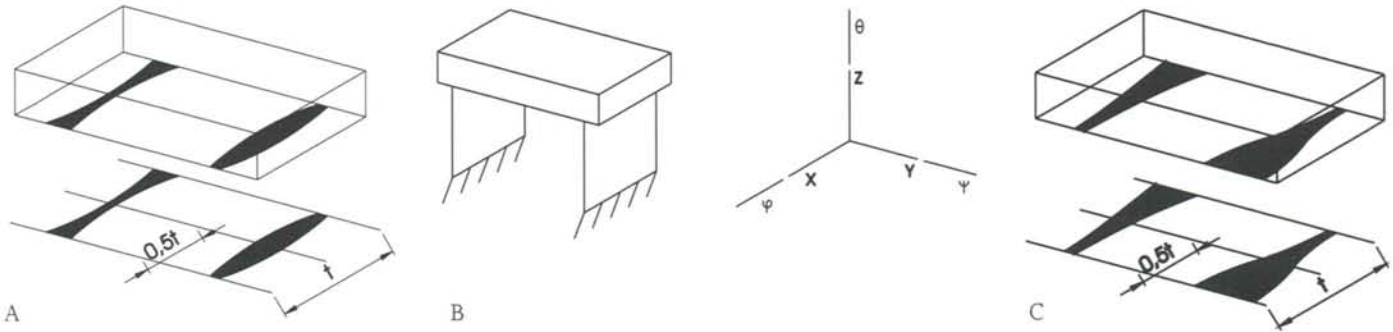
De bewegingsafwijking die ontstaat door het verloop van de damhoogte (h) is afhankelijk van de vorm van dit verloop, zie figuur 8. Is dit verloop symmetrisch ten opzichte van de lijn ter hoogte van een

halve damdikte, dan zal het lichaam tijdens het bewegen in de vrijgegeven richting een hoekverdraaiing om de x-as maken. Is dit verloop echter asymmetrisch ten opzichte van de lijn ter hoogte van een halve damdikte dan zal het lichaam tijdens het bewegen naast de hoekverdraaiing om de x-as ook nog een hoekverdraaiing om de z-as maken.

De verandering van het bewegingsgedrag door afwijkingen in de gatdiameter (D) en de damdikte (t) is, zoals blijkt uit tabel 1, verwaarloosbaar. Wanneer er onderling verschil in de lengte tussen de polen van poot 1 op poot 2 optreedt, zal het lichaam tijdens het bewegen in de vrijgegeven richting, net zoals bij onderling verschil tussen de damhoogten, een hoekverdraaiing om de x-as maken.

Doordat gebruik is gemaakt van een draadvonkmachine wordt er verwacht dat de lengte tussen de polen van de gatscharnieren veel minder gevoelig zal zijn voor afwijkingen dan de damhoogten van de

Figuur 8, voorbeeld van een symmetrisch / asymmetrisch verloop van de damhoogte (h) over de damdikte (t) Symmetrisch verloop van de damhoogte (h) over de damdikte (t) Asymmetrisch verloop van de damhoogte (h) over de damdikte (t)

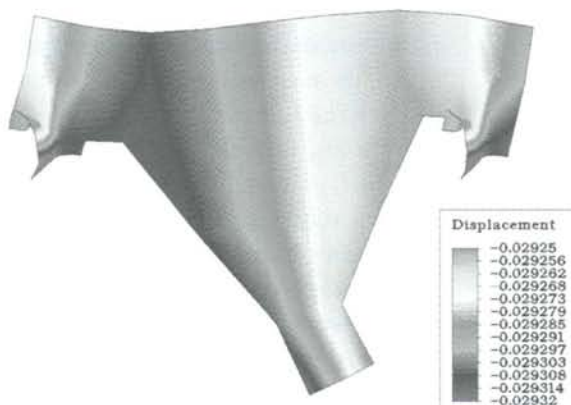


gatscharnieren. Vandaar dat afwijkingen die ontstaan door het verschil in lengte tussen de polen van poot 1 en poot 2 buiten beschouwing wordt gelaten.

Tot slot dient nog in gedachten gehouden te worden dat er afwijkingen in het bewegingsgedrag kunnen optreden wanneer de vorm en / of de onderlinge positie van de polenlijnen afwijkingen vertonen. Theoretisch levert dit een complexe situatie op, reden waarom deze analyse afhankelijk van de resultaten van de metingen, zonodig later zal worden uitgevoerd.

Metingen

Het onderlinge verschil in de damhoogten (h) en het verloop van de damhoogte (h) over de damdikte (t) bij de gatscharnieren van het meetmodel is gemeten. Dit is gedaan door contourmetingen aan de gatdiameters (D) van de gatscharnieren van het meetmodel uit te voeren. Uit deze metingen bleek dat bij alle gatscharnieren een ongedefinieerd verloop in de contour van de gatdiameter aanwezig was. Daarnaast is er door metingen met een digitale schuifmaat, tussen de damhoogten van de gatscharnieren onderling, een maximale afwijking van ongeveer 10 % geconstateerd. Met deze bevindingen kon worden veronder-



Figuur 9.
Vervorming van het
lichaam van het
meetmodel. De ver-
vorming in Z-rich-
ting is 100.000
maal vergroot weer-
gegeven.

steld dat het meetmodel van dit frame totaal niet voor onderzoek in het nanometergebied geschikt zou zijn. Vandaar dat in een vroeg stadium is besloten om een nieuw frame te fabriceren, onder de meest ideale omstandigheden. Om beide frames te kunnen onderscheiden wordt gebruik gemaakt van de begrippen: het oude en het nieuwe frame.

- Het oude frame is een frame waarvan de geometrie in één keer aan de maat is gevinkt. Het vinken van het dit frame heeft ongeveer één week geduurd.

- Bij het nieuwe frame is de geometrie niet in één keer, maar drie opeenvolgende cycli gevinkt voordat de gewenste maat werd bereikt. Dit voor en navonken is onder een hoek van 30 ten opzichte van het ij-z assenstelsel gebeurd, zie figuur 6, zodat de eventuele omkeerspelings op de spullen van de draadvonkmachine niet ter plaatse van de dammen in de gatscharnieren doorlopen zou worden.

Het nieuwe frame is onder ideale omstandigheden vervaardigd. De kans dat de Gemeenschappelijke Technische Dienst alsnog een frame kan fabriceren met nog kleinere afwijkingen ten opzichte van de gedefinieerde geometrie is daardoor uit te sluiten.

Omdat de fabricage van het nieuwe frame enkele weken in beslag zou nemen is er toch gestart met het onderzoek naar de nauwkeurigheid van de beweging van het oude frame. De metingen mochten echter niet zomaar op een willekeurige plaats aan het lichaam worden uitgevoerd, want in het nanometergebied kan elke vervorming, hoe klein dan ook, invloed hebben op de metingen. Om de maximale vervorming tijdens het doorlopen van de slag te kunnen schatten is een simulatie met het eindige elementenpakket Algor uitgevoerd.

Uit deze simulatie (zie figuur 9) bleek dat bij maximum slag:

- het bovenvlak in een 's-bocht' vervormde bij verplaatsing van het lichaam uit de evenwichtsstand. (Deze vervorming zal bij een beweging in tegengestelde richting ook tegengesteld zijn. Wat hier top is wordt dan dal en omgekeerd.);
- het verschil tussen top en dal bij deze simulatie ongeveer 28 nm is;
- in dit plaatje drie punten zijn aan te wijzen die,

Hoekverdraaiing (φ) om de X-as	Evenwijdigheid lichaam ten opzichte van de vaste wereld	Productiewijze
$\varphi \approx 2^\circ$	$\approx 1 \mu\text{m}$	Geometrie in 1 s aan de maat vinken
$1^\circ < \varphi < 2^\circ$	$0,5 \dots 1 \mu\text{m}$	Voor- en navonken onder een hoek van 30°
$\varphi < 1^\circ$	$< 0,5 \mu\text{m}$	Niet mogelijk

tijdens het doorlopen van de slag, ten opzichte van elkaar nauwelijks invloed van de vervorming zullen ondervinden.

Uit deze resultaten kon worden opgemaakt dat de beste plaats voor het uitvoeren van de metingen

boven de gatscharnieren of in het midden van het lichaam is.

Om een indicatie te krijgen van de afwijkingen van de ideale beweging, zijn meettasters gebruikt. Een dergelijke meetopstelling is relatief simpel op te bouwen en heeft weinig last van omgevingsinvloeden. Hieruit bleek al snel dat de zakking in z-richting het enig meetbare resultaat was. Bij alle overige bewegingen was de meetonnauwkeurigheid vele malen groter dan de meetwaarde zelf. Voor de overige metingen is daarom gebruik gemaakt van autocollimator en laserinterferometrie.

Evaluatie meetresultaten

Als eerste kan uit de metingen worden geconcludeerd dat de baan van het lichaam een verwaarloosbare afwijking vertoont ten opzichte van de cirkelbaan van een ideaal vierstangenmechanisme met gelijke pootlengten. Over de totale slag is een afwijking in de orde grootte van 0,25m gemeten op de berekende zakking van 31m (afwijking kleiner dan 1%).

e hoekverdraaiing van het lichaam om de x-as ligt ongeacht de wijze van draadvonken over de totale slag in de orde grootte van 2 ". Het lichaam blijft dan over de totale slag binnen ongeveer 1m evenwijdig ten opzichte van de 'vaste wereld'. Wordt er voor- en nagevonkt onder een hoek van 30 °, dan ligt deze hoekverdraaiing over de totale slag in een gebied tussen 1" en 2 ". Het lichaam blijft dan over de totale slag evenwijdig in een gebied dat ligt tussen 0,5m en 1m ten opzichte van de vaste wereld. Voor een hoekverdraaiing kleiner dan 1 " of met andere woorden een evenwijdigheid van het lichaam kleiner dan 0,5m ten opzichte van de vaste wereld is het meetmodel niet geschikt, zie tabel 2.

Uit de metingen blijkt dat de vervorming van het lichaam van het meetmodel nog zeer grote invloed heeft op de afwijkingen van de ideale baan. Beide modellen tonen een 's-bocht' vervorming aan het bovenvlak bij verplaatsing uit het midden, hetgeen blijkt uit eindige elementen berekeningen. In beide gevallen (meetmodel van het oude en meetmodel van het nieuwe frame) is er over de totale slag een verschil van ongeveer 1" tussen de minimum en maximum hellingshoek van de vervorming aan het bovenvlak gemeten.

De beweging in x-richting is moeilijk te meten in het nanometer-gebied. Dit omdat scheefstand van het meetmodel ten opzichte van de meetapparatuur invloed op de meting heeft. Daarnaast is geconstateerd dat bij het meetmodel van het oude frame torsie van het lichaam om de ij-as optreedt. Bij het meetmodel van het nieuwe frame komt deze torsie echter niet meer voor.

De hoekverdraaiing om de Y-as wordt verondersteld over de lengte van het lichaam constant te zijn in de orde grootte van 1". Tenslotte blijkt bij het meetmodel van het oude frame een hoekverdraaiing om de Z-as in de orde grootte van 2,5" op te treden. Bij het meetmodel van het nieuwe frame is deze hoekverdraaiing, ten opzichte van het oude meetmodel, met ongeveer een factor 2 is gereduceerd tot een afwijking in de orde grootte van 1,2 ".

De metingen waarop deze conclusies zijn gebaseerd, zijn voldoende nauwkeurig uitgevoerd, omdat ruis en drift relatief klein waren ten opzichte van de gemeten waarden.

Conclusies en aanbevelingen

Als hoge eisen aan een monolitische rechtgeleiding (parallelgeleiding) gesteld worden, dan is het aan te raden deze te simuleren met een eindige elementenpakket. Zo kan worden nagegaan of de afwijkingen van de ideale beweging en de vervormingen van de geleiding toelaatbaar zijn. Tevens kan worden gecontroleerd (parasitaire)krachten en spanningen binnen de perken blijven.

De geleiding volgt een cirkelbaan en veroorzaakt een zakking richting vaste wereld. Uit de meetresultaten blijkt dat afwijking van de voorspelde zakking als te verwaarlozen klein mag worden beschouwd.

Ook is het verstandig de monolitische rechtgeleiding op een zodanig wijze te construeren dat slechts een geringe aanstuurkracht nodig is en het lichaam een zo groot mogelijke stijfheid in alle bewegingsrichtingen bezit. Op deze wijze kunnen de afwijkingen in de beweging door vervorming van het lichaam worden geminimaliseerd.

Tevens dient goed nagedacht te worden over de nauwkeurigheid waarmee de geleiding wordt vervaardigd.

Zeer nauwkeurig en extreem duur produceren geeft nauwelijks verbetering in de nauwkeurigheid van de beweging.

Wanneer desondanks extreem nauwkeurige productie vereist, dan wordt aanbevolen de geleiding voor- en na te vonken onder een hoek van ongeveer 30° ten opzichte van het hoofdasstelsel van de gatscharnieren. Zo ontstaan slechts zeer geringe maatafwijkingen ten opzichte van de gedefinieerde contour en wordt voorkomen dat de vonkmachine zijn omkeerspelings doorloopt ter plaatse van de dammen in de gatscharnieren.

Literatuur

P.C.J.N. Rosielle, E.A.G. Reker; TUE dictaat *Constructieprincipes I* Bedoeld voor het nauwkeurig bewegen en positioneren; Faculteit Werktuigbouwkunde, sectie Precision Engineering, Eindhoven 1996.

Noot

Dit onderzoek is in het kader van een afstudeeropdracht uitgevoerd bij de stafgroep Constructie en Technologie van de Gemeenschappelijke Technische Dienst aan de Technische Universiteit Eindhoven. Dit ter afsluiting van de opleiding Fijnmechanische techniek aan de Hogeschool van Utrecht.

Voor nadere informatie: Gemeenschappelijke Technische Dienst van de Technische Universiteit Eindhoven, Ir. E.C.A. Dekkers, tel.: (040) 247 3356, e-mail: E.C.A.Dekkers@tue.nl.

Hogeschool van Utrecht, studievariant

Fijnmechanische Techniek, Ir. H.W. Croon, tel.: (030) 230 8108, e-mail: h.croon@it.fnt.hvu.nl

Auteurs: Ing. J.K. van Seggelen, tel.: (0495) 491336, e-mail: J.K.v.Seggelen@student.tue.nl en Ing. R.L.

Dumoulin, tel.: (0495) 496232, e-mail:

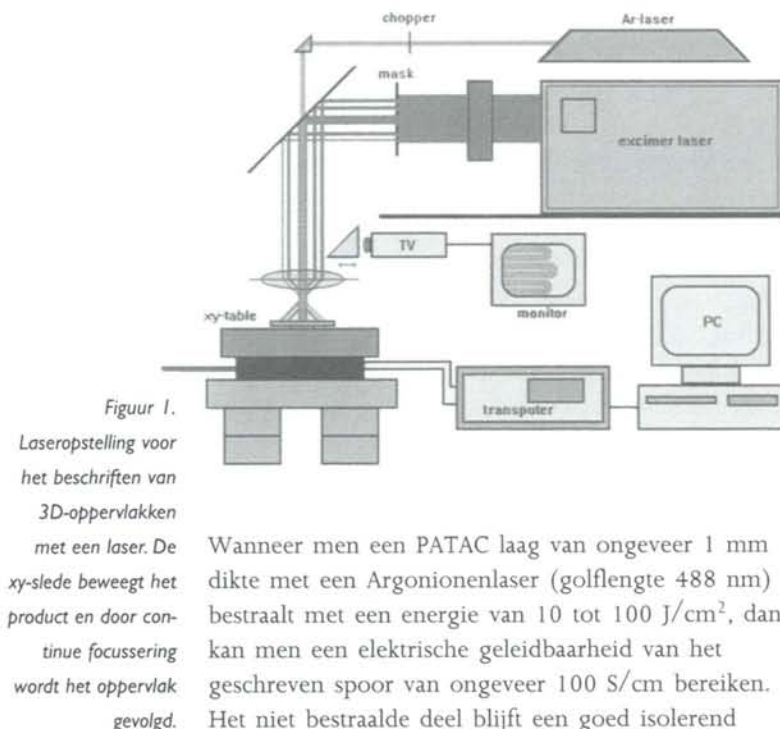
R.L.Dumoulin@student.tue.nl

Laser maakt kunststof geleidend

De kunststof PATAC (polybis-ethylthio-acetyleen) is in geringe mate oplosbaar in chloroform en toluol en vormt elektrisch goed isolerende laag op de oppervlakken van producten en folies. Wanneer de laag met een laserbundel wordt beschreven ontstaan elektrisch geleidende banen waarmee elektrische schakelingen kunnen worden gemaakt. De schrijfsnelheid hangt af van de focussering en de golflengte van de laserbundel, en ligt ergens tussen 0,2 en 10 m/s. Met behulp van een xy-slede en een focusseerinrichting, zie figuur 1, kunnen met eenvoudige plotprogramma's elektrische geleiders worden aangebracht op verschillend gevormde driedimensionale producten, zoals de behuizing van figuur 2.

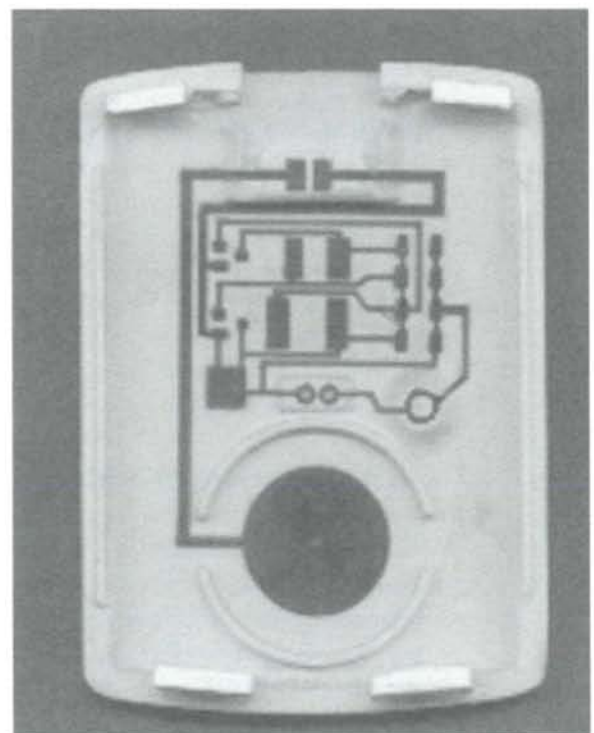
grens waarboven thermische beschadiging plaats vindt. Goede focussering van de laserstraal garandeert bij het bewerken goede resultaten, zelfs bij het maken van structuren met een lijndikte van 10 µm. Door de stabiliteit op lange termijn en de buitengewoon lage temperatuur en frequentie coëfficiënt van het basismateriaal is deze techniek bijzonder geschikt voor toepassingen in de informatica. Bovendien is het mogelijk ohmse weerstanden, condensatoren en zelfinducties direct op het oppervlak aan te brengen, door het kiezen van de juiste geometrie van de lijnpatronen. Met deze techniek is het gelukt een elektrische schakeling te maken zonder gebruik te maken van metalen.

Bron: *Laser-Praxis* (1998)2 p Ls44.



Wanneer men een PATAC laag van ongeveer 1 µm dikte met een Argonionenlaser (golflengte 488 nm) bestraalt met een energie van 10 tot 100 J/cm², dan kan men een elektrische geleidbaarheid van het geschreven spoor van ongeveer 100 S/cm bereiken. Het niet bestraalde deel blijft een goed isolerend polymeer met een geleidbaarheid van 10⁻¹⁴ S/cm. Er wordt dus een toename van de geleidbaarheid van een ordegrootte 16 bereikt.

Voor het beschriften bestaat een energie-ondergrens, die overschreden moet worden, alsmede een boven-



Figuur 2. Elektrisch geleidende banen van een multivibratorschakeling die op een kunststof behuizing door laserbeschriften zijn aangebracht.

Produktinfo

Meettaster

Een meervoudig meetsysteem vereist meettasters met geringe afmetingen en brede toepassingsmogelijkheden. Bovendien moeten de meettasters bij een gelijkblijvende lineaire nauwkeurigheid beschikken over een grotere meetweg, van een aantal millimeters, zodat meetopstellingen snel opgebouwd kunnen worden. Dat is zeker van belang als er verschillende meetopstellingen zijn. De incrementele meettaster uit het SPECTO-programma van Heidenhain heeft een meetweg van 12 mm bij een nauwkeurigheid van $\pm 1 \mu\text{m}$. In vergelijking met inductieve meetsystemen zijn metingen met SPEC-



TO-tasters over een langer tijdsbestek stabiel. Hierdoor is na-kalibratie van het systeem niet meer nodig. Het meetsysteem bestaat uit een DIADUR-roosterverdeling met een delingsperiode van $20 \mu\text{m}$ dient als maatverdeling. De aanbevolen meetstap bedraagt 1 of $0,5 \mu\text{m}$.

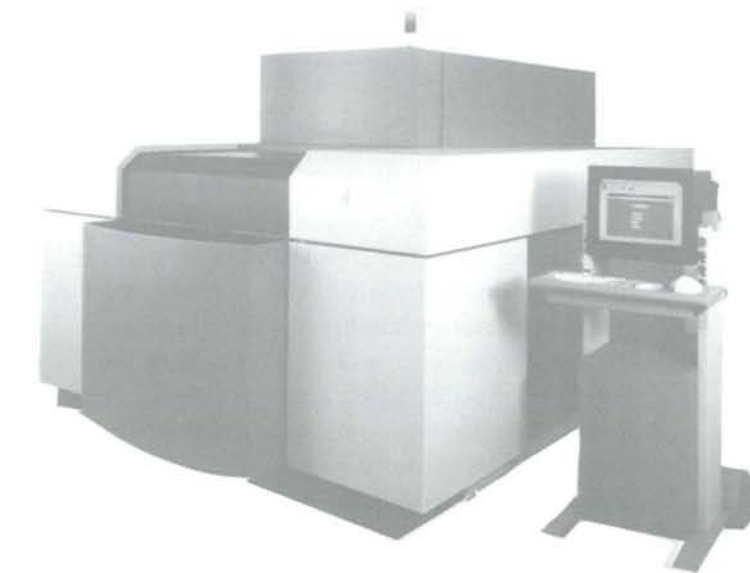
Voor uitvoerige info:

HEIDENHAIN

Telefoon 0318-540 300

Laserbewerkingsmachine

Het gebruik van lasertechniek bleef tot nog toe beperkt, aangezien het gebruikelijke procédé grenzen stelt aan de snelheid en precisie van de laserbewerking. De door Dat/tec ontwikkelde machine, de Laser Step Scanner 1000, kan nauwkeurigheid combineren met grote bewerkingsnelheid. Dit komt doordat de laserbron vast staat opgesteld en de bewerkings-tafel precies en met grote snelheid



verplaatst over een bereik van $1000 \times 800 \text{ mm}$. De afwijking in de X-richting bedraagt $10 \mu\text{m/m}$, terwijl deze in de Y-richting op niet meer dan $20 \mu\text{m/m}$ komt. Bovendien kan de laserbron over een afstand van 300 mm met een nauwkeurigheid van $150 \mu\text{m/m}$ in hoogte versteld worden, zodat een kwalitatief hoogwaardige bewerking in alle richtingen mogelijk is.

Naar behoefte kan een YAG-en/of CO₂-laser gemonteerd worden. Afhankelijk van de toegepaste laser zijn met de machine allerlei materialen te snijden, te boren, graveren en markeren of plaatse-lijk te verhitten. Te denken valt daarbij aan diverse metalen, kunststoffen, hout, glas, textiel en zelfs papier.

Omdat de machine slechts weinig aan slijtage onderhevige delen bevat, kan hij continu worden ingezet. De machine is zonder enig bezwaar in iedere omgeving te gebruiken, de vrijkomende dampen worden direct afgezogen en gefilterd. Het geluidsniveau is beneden 65 dB(A). De machine wordt geleverd met vrijstaande

bedieningsconsole met 17" kleurenmonitor, toetsenbord en alle benodigde laser-software.

Voor uitvoerige info:

Dat/tec

Telefoon: 023-564 0414.

Fax: 023- 563 2465.

Digitale meetklok

Op vele aanwijzende meetgereedschappen worden meetklokken toegepast. Nieuw in het programma van VIBA NV te Zoetermeer is de digitale aanwijzer (meetklok) Extramess 2000 van Mahr, een spatwaterdichte IP54 meetklok die drie omschakelbare meetbereiken heeft: $1 \mu\text{m}$, $0,5 \mu\text{m}$, en $0,2 \mu\text{m}$. De Extramess 2000 is standaard



voorzien van een OptoRS232- en digimaticdatauitgang. De ingebouwde accu zorgt ervoor dat u met deze digitale meetklok ongeveer 40 uur probleemloos kunt werken. De netvoeding zit standaard bij de levering, evenals een gebruiksaanwijzing, afstelsleutel en rubber afdichtbalg.

Voor uitvoerige info:

VIBA NV

Telefoon: 079-341 8881.

Fax: 079-341 8031.

Handmeetgereedschap

Het programma handmeetgereedschap van VIBA NV te Zoetermeer is uitgebreid met een groot aantal analoge en digitale meetmiddelen. Het nieuwe assortiment kent vele modellen in verschillende prijsklassen. In het assortiment vindt u zakschuifmaten, werkplaatsschuifmaten, hoogteschuifmaten, diepteschuifmaten en inbouwschuifmaten maar ook beugelschroefmaten, meetklokschroefmaten, diepteschroefmaten, binnenschroefmaten en speerschroefmaten.

Het programma machines voor het prepareren van metaalpreparaten voor materiaalonderzoek is geheel vernieuwd. Hierbij gaat het om doorslijpmachines, slijp- en polijstmachines, polijstkoppen,



vloeistofdoseersystemen en inbedmaterialen.

Zowel van het programma handmeetgereedschappen als het programma machines voor het prepareren zijn nederlandstalige catalogusbladen beschikbaar. Deze zijn een eerste stap naar een complete nederlandstalige catalogus geometrische meettechniek en materiaalonderzoek.

Voor uitvoerige info:

VIBA NV

Telefoon: 079-3418881.

Fax: 079-3418031.

Ergonomische werkplek

Een in hoogte verstelbare werktafel, een tafel die geschikt is voor montagewerk, waaraan het ook ideaal inpakken is en die bovendien precies de juiste hoogte heeft voor welke klus dan ook, voor iedere medewerker die er op dat moment aan bezig is.

In een werkplaats worden heel



wat uren staande doorgebracht. Niets is dan zo belangrijk als de houding waarin wordt gewerkt. Juist daarom schrijft de Arbo-wet voor, dat de hoogte van de werktafel optimaal moet zijn afgestemd op het werk en zijn gebruiker. Maar de bezigheden zijn divers en

geen medewerker is hetzelfde. De gewenste hoogte varieert dan ook van moment tot moment.

Spanpartner B.V. vond de oplossing met werktafels die in hoogte verstelbaar zijn. De bediening is uiterst eenvoudig, via een druk op de knop wordt het multiliftsysteem in werking gezet, en kan het werkblad en alles wat zich erop bevindt in precies de juiste stand worden gebracht.

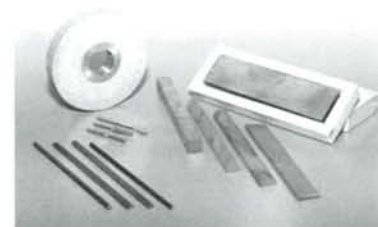
Voor uitvoerige info:

Spanpartner B.V.

Telefoon: 010- 456 2688.

Technische keramiek

Voordelen van keramisch materiaal zijn de grote vormvastheid, mechanische sterkte en hardheid. Deze voordelen komen naar voren bij toepassingen als slijpgereedschap, maar ook als onderdelen die



sterk aan slijtage onderhevig zijn.

Slijpgereedschap

Fijnslijpgereedschap worden gebruikt voor het bewerken van harde materialen. Voorbeelden zijn slijpschijven, fijnslijpstiften en slijpstenen. Degussit slijpgereedschappen van Fraitec worden gebruikt voor het verkrijgen van een hoge oppervlaktekwaliteit en een hoge vormnauwkeurigheid. De verwijderde materiaalhoeveelheid is gering. Dit is belangrijk bij de vervaardiging van precisiewerktuigen. De werking is niet alleen verspanend, maar ook polijstend. Door het toevoegen van stoffen op het slijppoppervlak

is de stroefheid, en daarmee de schurende werking, regelbaar. De slijpgereedschappen worden gemaakt uit hard mengkristal met als hoofdbestanddeel aluminium-oxide.

Degussit slijpgereedschappen zijn leverbaar in drie typen: fijn, middel en grof. Fijn heeft een zeer dichte structuur met een gemiddelde korrelgrootte van 20 µm. Middel is qua samenstelling identiek aan fijn, behalve het oppervlak, dit is door middel van lep- pen met siliciumcarbide geruwd. Grof heeft een structuur met een korrelgrootte van 140 µm.

Keramische pompdelen

Bij smeersystemen voor verspanende en niet-verspanende bewerkingen zijn betrouwbaarheid, nauwkeurigheid en beschikbaarheid belangrijke eisen.

Traditionele doseerpompen lijden vaak onder relatief snelle slijtage van de pompdelen. Met name bij continue productieprocessen heeft dat nadelige gevolgen. Een inno-

vatieve oplossing voor dit probleem bestaat uit pompdelen van hoogwaardig oxidekeramiek. De axiale beweging van de zuiger in het pomphuis van traditionele plunjerdoseerpompen zorgt voor grote slijtage van de pompdelen. Door juist deze onderdelen uit te voeren in oxidekeramiek wordt die slijtage voorkomen. Bovendien blijft de doseernauwkeurigheid lange tijd gegarandeerd en is de bedrijfszekerheid van de pomp maximaal.

Onder de merknaam Frialit-Degussit levert Groneman keramische pompdelen voor pneumatische doseerpompen. De keramische pompdelen zijn vervaardigd uit hoogzuiver aluminiumoxide. De plunjer heeft een diameter van 3 mm. Door de geringe speling van slechts 3 tot 5 µm tussen plunjer en cilinderwand, zorgt het plunjer zelf voor de afdichting. Het slagvolume bedraagt circa 0,025 ml.

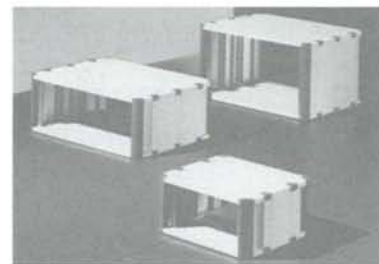
Voor uitvoerige info:

GRONEMAN Technisch Keramiek
Telefoon: 074-255 1130.
Fax: 074-255 1109.

Tafelbehuizing

RiCase, de nieuwe tafelbehuizing voor printplaten van Rittal wordt vooral gekenmerkt door een modern design. De behuizing wordt geleverd in hoogten van 1, 2, 3, 4, 6 en 7 HE en in inbouw-

breedten van 269 mm (1/2 19") en 482,6 mm (19") voor printkaartenrekken volgens DIN 41494, deel 5 en IEC 297-3. De diepte bedraagt 300, 420 of 540 mm. De tafelbehuizing is samengesteld uit zijwanden, afdekplaten, hoekafdekplaten, 482,6 mm (19") hoekprofielen alsmede inschuifprofielen met respectieve-

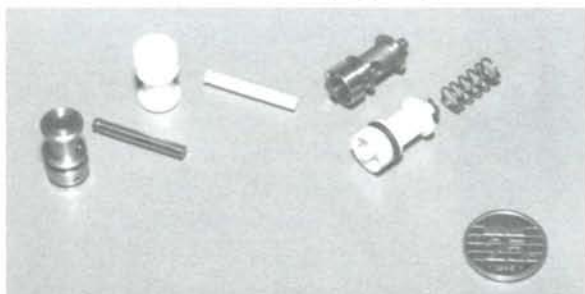


lijk zonder schroefdraad en een achterwand. De behuizingen worden gedeeltelijk gemonteerd geleverd, zodanig dat de tafelbehuizing met volledig op maat gemaakte zijwanden, afdek- en bodemplaten als flat-pack wordt afgeleverd.

Afdekplaten, zijwanden en 482,6 mm (19") hoekprofielen zijn vervaardigd van geëxtrudeerd aluminium profiel. De hoekprofielen zijn bovendien gechromatiseerd. De tafelbehuizingen worden geleverd met een groot aantal toebehoren.

Voor uitvoerige info:

Rittal bv.
Telefoon: 0316-591 640
Fax: 0316-591 646





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

Take advantage of Mechatronics' BV 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: Mechatronics BV can meet your delivery schedule, wherever your needs arise.

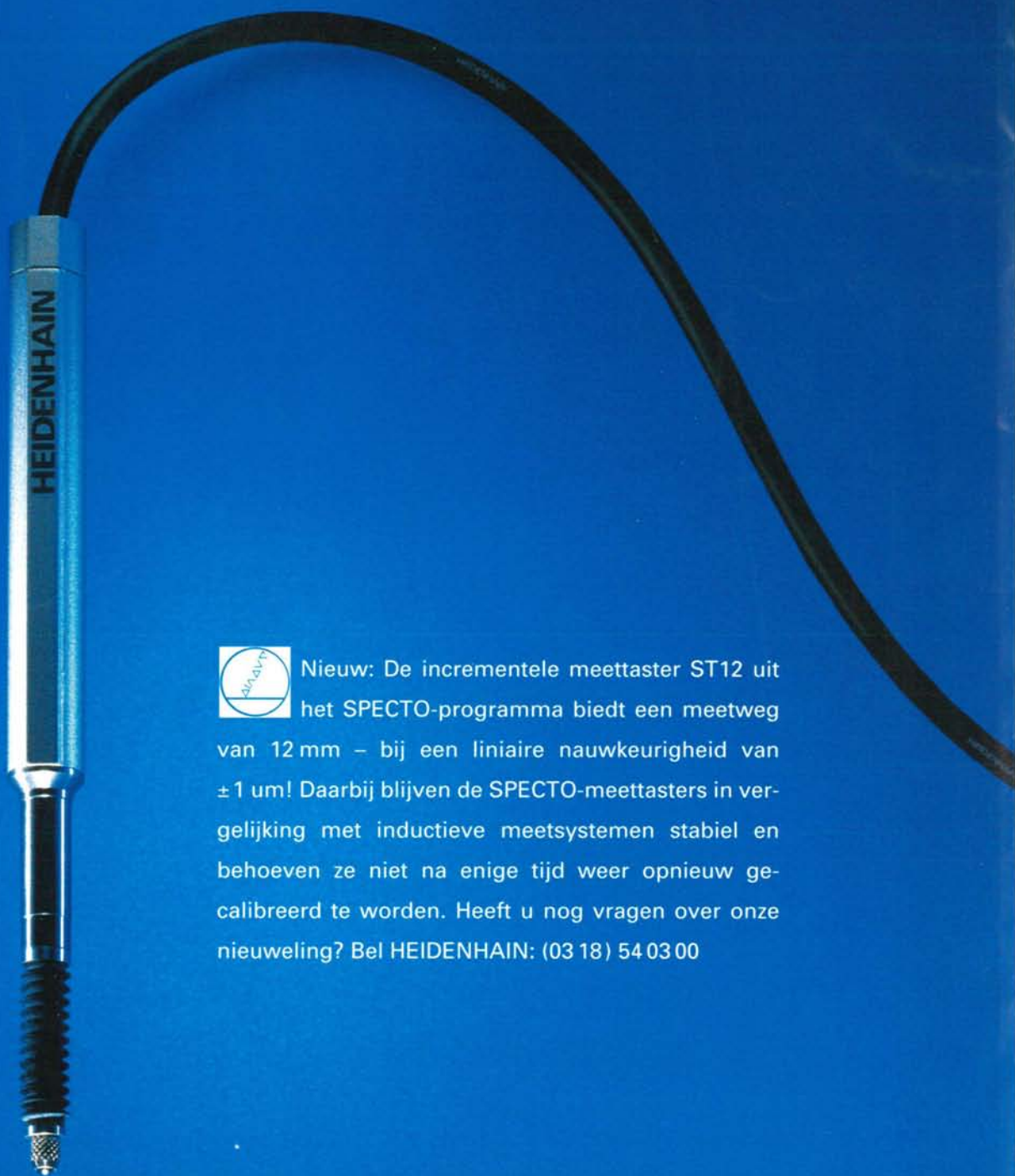
Then there's quality... And while everyone else is making claims, Mechatronics BV is making commitments. We understand that you're staking your reputation on our quality. So we'll do whatever it takes to deliver the best designed, most reliable optimum tolerance product.

It's the little things that make the difference.



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

Mechatronics BV
Precision Parts Technology
 Kerkeplaat 18, 3313 LC Dordrecht
 Tel. +31 78 6305432
 fax +31 78 6169121



Nieuw: De incrementele meettaster ST12 uit het SPECTO-programma biedt een meetweg van 12 mm – bij een lineaire nauwkeurigheid van $\pm 1 \mu\text{m}$! Daarbij blijven de SPECTO-meettasters in vergelijking met inductieve meetsystemen stabiel en behoeven ze niet na enige tijd weer opnieuw gecalibreerd te worden. Heeft u nog vragen over onze nieuweling? Bel HEIDENHAIN: (03 18) 54 03 00

Afbeelding ca. 1:1

Nieuw!

HEIDENHAIN

Wereldwijd maatgevend.

HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.

Postbus 107 NL-3900 AC Veenendaal

(03 18) 54 03 00 FAX (03 18) 5172 87

<http://www.heidenhain.de>