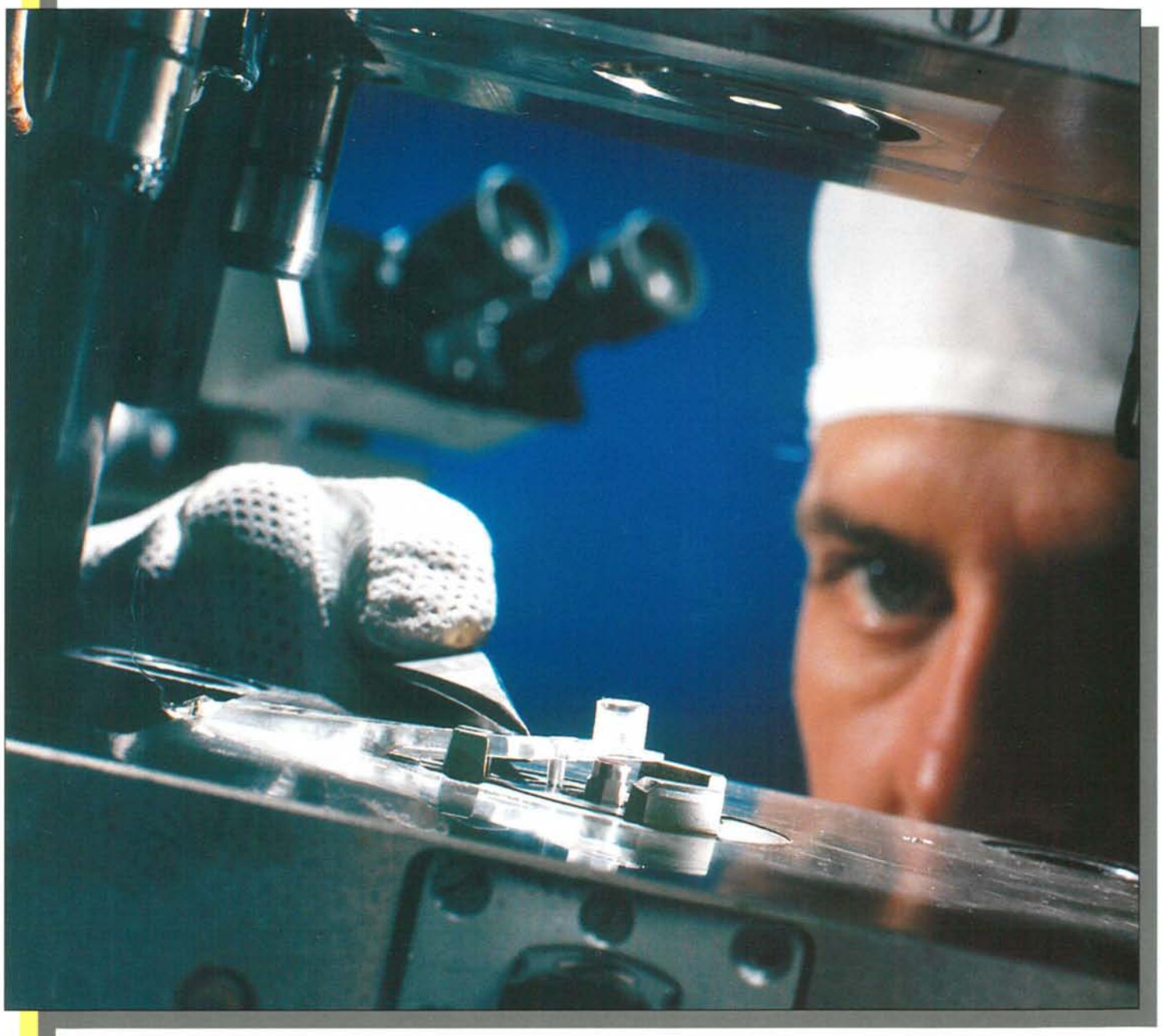
jaargang 34, nummer 5

Mikroniek

NVFT

VAKBLAD VOOR PRECISIE-TECHNOLOGIE



Grijper mechanisme – Boekbespreking MST

Miniatuurlensjes – Geïntegreerde optica

Spuitgieten precisie kunststofprodukten

BUHRAL-KLN bouwt geheel naar klantwens machines die elke kunststofverbinding naadloos tot stand brengen. Een volledig droge techniek.

Perfectie in kunststof verbindingen

Verbinden van thermoplasten d.m.v.

- Ultrasoon-techniek
- Heetspiegel-techniek
- Vibratie-techniek
- Rotatie-techniek

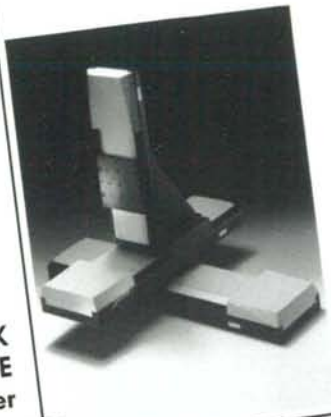
Voor meer informatie, ook over ULTRASOON REINIGEN:

ULTRASONE TECHNIEKEN

buhral - kln b.v.

Nijverheidsweg 60 - 3812 PM Amersfoort
Tel. 033-630544 - Fax 033-631530

U eist een uitzonderlijke POSITIONERINGS-NAUWKEURIGHEID



PHYSIK INSTRUMENTE is uw partner

De nieuwe serie lineaire translatoren (serie M 500 (100, 200 en 300 mm) garanderen u:

- nauwkeurigheid 1 micron
- positionerings-reproduceerbaarheid 0.1 micron (0.4 micron voor 300 mm uitvoering). Aandrijving middels stappenmotor of DC motor. Optioneel kan een Heidenhain-lineaal geintegreerd worden zodat absolute verplaatsingen bepaald kunnen worden.

Wij nodigen u graag uit tot een orientatie. Voor uitgebreide informatie en produktkatalogus

Tel. 04959 - 3300
Fax 04959 - 1153

APPLIED LASER TECHNOLOGY

MAAK NU GEBRUIK VAN DE VOORDELEN VAN ROESTVASTSTALEN RECHTGELEIDINGEN.

Uiterst geschikt voor bijvoorbeeld toepassingen in de voedingsmiddelenindustrie, medische en cleanroom apparatuur. Licht in gewicht, compact en corrosiebestendig, wat wilt u nog meer ?

Linear Way L (Miniature type) – LWL/LWLF

Deze miniatuur rechtgeleidingen beginnen al bij een railbreedte van 7 mm voor de LWL-serie resp. 14 mm voor de LWLF-serie.
Grote nauwkeurigheid en hoge belastbaarheid voor het opnemen van krachten in alle richtingen, inclusief momentbelastingen en combinaties van krachten.

Crossed Roller Way – CRW-SL

Een compacte rechtgeleiding bestaande uit precisierollers die zich tussen twee precisierails bevinden voorzien van V-groef. De CRW-SL kan grote belastingen opnemen, met hoge nauwkeurigheid en rustige loop.

Precision Linear Slide Unit – BWU

Geheel uit roestvaststaal vervaardigde rechtgeleiding. Uit een stuk vervaardigde tafel en bed constructie. Corrosiebestendig en bestand tegen hoge temperaturen. Uitstekend geschikt voor het toepassen in z.g. cleanroom condities.

IKO

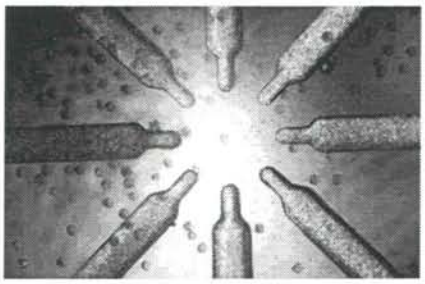
VOOR VERDERE DETAILS SCHRIJVEN NAAR:

NIPPON THOMPSON EUROPE B.V.

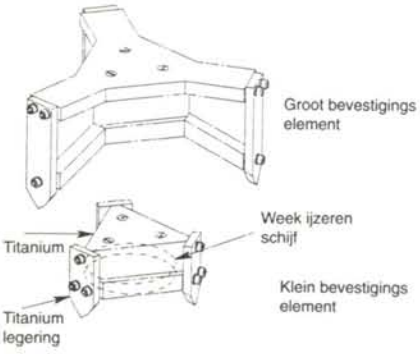
Sheffieldstraat 35-39, 3047 AN Rotterdam
Telefoon: 010-462 68 68 Fax: 010-462 60 99

- Mundelheimer Weg 56, 40472 Dusseldorf, F.R. Germany Telefoon: 0211-414061 Fax: 0211-427693
- Polig. Ind. AIDA, A-8, Ofic. 2, 12, 19200-Azuqueca de Henares (Guadalajara) Spain Telefoon: 949-263390 Fax: 949-263113
- 2 Vincent Avenue, Crownhill, Milton Keynes Bucks MK8 0AB, U.K. Telefoon: 0908-566144 Fax: 0908-565456

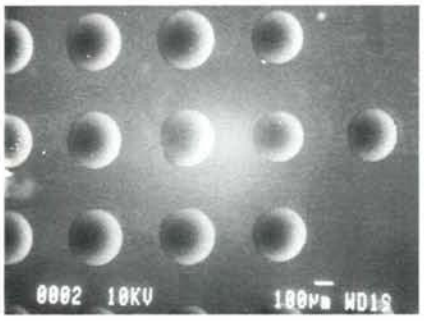
In dit nummer



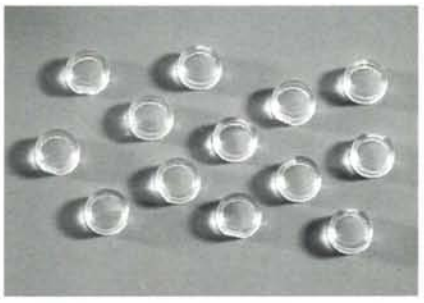
Zie pagina 134



Zie pagina 145



Zie pagina 146



Zie pagina 156

129 Kunststofprodukten met hoge precisie, verwachtingen en mogelijkheden
Editorial

130 Verenigingsnieuws/Actueel

133 Boekbespreking

138 Geïntegreerde optica
Guido J.J.M. Dalessi

140 Grijpermechanisme voor ruimteplatform
R.J.G. Ramaker

146 Miniatuurlensjes uit transparant teflon
Frans Zuurveen

149 Spuitgieten van precisie-kunststofprodukten
Dr. F.W. van der Weij, Prof. ir. A. Anemaat †

157 Produktinfo

Bij de foto van de voorpagina:
Het proefpersen van precisie-kunststofprodukten met een nieuwe matrijs.
Foto: PMF – Eindhoven.

MECHANICAL PARTS PRODUCTION
Delft Instruments

MPP DELFT INSTRUMENTS

Röntgenweg 1, 2624 BD Delft
Postbus 483, 2600 AL Delft
Telefoon: 015 - 698500
Fax: 015 - 571352

MPP
MPP (Mechanical Parts Production) is een dynamisch bedrijf met tientallen jaren ervaring op het gebied van fijnmechanische fabricage en co-makership, een ervaring opgedaan bij de vervaardiging van onderdelen voor de apparatuur van Delft Instruments.

Kwaliteit
Inzet, toewijding en kunde staan bij MPP hoog in het vaandel. Zo kan MPP een uitstekende kwaliteit van haar produkten waarborgen. Bij MPP wordt dan ook volgens ISO 9002 gewerkt.

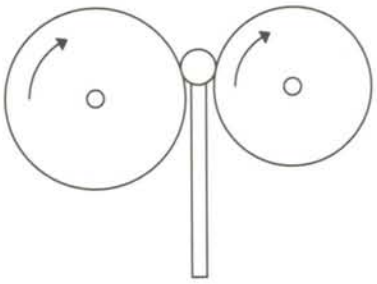
Co-makership
Dankzij de jarenlange ervaring in het samenwerken met anderen voor fabricage van onderdelen, bouwden de MPP-medewerkers een grote expertise op in het projectmatig werken, waarbij het co-makership altijd als uitgangspunt geldt. Dit betekent dat al bij de ontwikkelingsfase van een produkt wordt meegedacht.

Doelstelling
MPP wil met de klanten Co-makership relatie opbouwen. Een relatie die gebaseerd moet zijn op een wederzijds vertrouwen in elkaars mogelijkheden en die gericht is op zo gunstig mogelijke marktcondities voor die klant. Nauwe samenwerking en goede afspraken moeten leiden tot de juiste prijs/prestatie verhouding.

Kontaktpersonen:
W.H.H. Evertsz
tel: 015 - 698666
H.J. Berbeé
tel: 015 - 698538

FIRMA CENTERLESS

Middenweg 145F - 1394 AH Nederhorst den Berg -
Telefoon 02945 - 4269 - Fax 02945 - 1751



- Numeriek draaien.
  (500 tussen de centers X ∅ 400)
  tot ∅ 65 mm vanaf staf.
- Centerloos slijpen - doorvoeren tot ∅ 100.
- Läppen-insteken en profileren
  tot ∅ 80 mm.
- Numeriek langdraaien
  t/m ∅ 20 mm.
- Numeriek frezen met palletwisselaar
  op bewerkingscentra.

Instrument makerij

Leitec Instruments

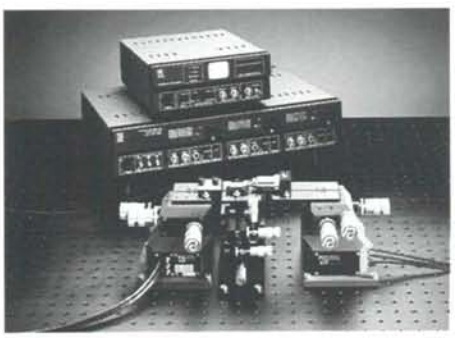
Tomatenstraat 4, 2321 HG
Leiden, tel 071-76.55.07

metaal
kunststof

tevens
micro
argon/arc

MELLES GRIOT

Optics – Lasers – Instruments



Fiber Couplers, -Launchers, -Positioners

Ons leveringspakket omvat een grote variëteit aan translatie- en rotatie systemen voor nauwkeurige positionering.

U kunt geheel vrijblijvend informatie bij ons opvragen, ons adres is:

Melles Griot B.V.
Postbus 272, 6900 AG Zevenaar
Telefoon: (+31) 8360 – 33041
Telefax: (+31) 8360 – 28187

Mikroniek

Orgaan van de

NVFT

Nederlandse Vereniging voor precisie-technologie

Editorial

Kunststofprodukten met hoge precisie, verwachtingen en mogelijkheden

Ook kunststofprecisie is relatief. Het hangt er maar van af door welk vergrootglas men naar produkten kijkt. In dit licht moet men de optimistische lectuur bekijken, waar men het heeft over hoge precisie, ultra precisie of zelfs submicronprecisie. Het valt bij kunststoffen allemaal nogal mee, of liever, als men precisie op het oog heeft, nogal tegen!
De potentiële mogelijkheden van het spuitgieten, zowel economisch (goedkoop massafabricageproces) als functioneel (integratie) hebben van dit in wezen eenvoudig proces een soms uiterst moeilijke discipline gemaakt. Zelfs zodanig dat er sinds 1980 ook "academische" interesse ontstaan is. Kunststoffen zijn duidelijk het "ersatz" imago kwijt. Denk maar eens aan een compact-disc speler zonder kunststof, onmogelijk toch en in ieder geval onbetaalbaar! Een steeds belangrijkere vraag in het ontwerptraject wordt dan ook wat de uiterst haalbare precisie is met kunststoffen. Procestechnologen moeten tegengas kunnen geven ten opzichte van de steeds hogere verwachtingen van produktontwerpers. Daarom is binnen Philips een tiental jaren geleden "precisie" als hoofdaandachtspunt van de kunststofresearch gekozen. Men verwachtte dat een steeds belangrijker toepassingsgebied van kunststoffen zou stranden op het aspect verwerkingsprecisie en dimensiestabiliteit tijdens de toepassing. De huidige eisen van bijvoorbeeld digitale informatieopslag hebben het gelijk aangetoond.
Intensieve studies en experimenten hebben de grenzen aangegeven van wat haalbaar is met diverse materialen, hebben de oorzaken van de grenzen naar voren gebracht, hebben zelfs de aspecten voorspelbaar gemaakt met geavanceerde simulatieprogramma's. Maar in wezen zijn er bitter weinig praktische mogelijkheden gevonden om die grenzen te verleggen. Men moet de warmteafvoer in het produkt en daarmee de dichtheid optimaal beheersen, en in het materiaal is dit slechts beperkt mogelijk. Een krimpspreiding van 0,05% is dan ook het maximaal haalbare. Bovendien zijn alleen al ten gevolge van fysische oudering en temperatuurvariaties maatveranderingen te verwachten in dezelfde grootteorde. Op te merken is dat bij kunststoffen steeds sprake is van relatieve toleranties, in tegenstelling tot bewerkingsprecisie, waar de precisie toeneemt bij grotere absolute maten. Slechts bij absolute toleranties, kleiner dan 5 µm, spreken wij over precisiematrijzen en wordt de maakbaarheid van de matrijs kritisch (bewerkingsprecisie). Dan bepaalt vooral het matrijsconcept sterk de haalbare nauwkeurigheid. Denken we maar aan het principe om nauwkeurige maten matrijsgebonden te maken. In het microngebied kan men niet alles meer hebben, men moet onderscheid maken tussen de verschillende aspecten van precisie, maat- of vormnauwkeurigheid, reproduceerbaarheid of maatstabiliteit in tijd en temperatuur. Een kunststoflens moet ultraprecies zijn qua vorm, maar gelukkig helemaal niet qua maatvoering. Daarom kan men hier werken met transparante kunststoffen, zelfs een PMMA, dat weinig maatstabiel is bij vocht- of temperatuurswisselingen.
Grensverleggende precisie met kunststoffen kan alleen maar bereikt worden door creatief om te gaan met toleranties in het ontwerpproces, door precisie even belangrijk te vinden als de overige specificaties in de materiaalkeuze en het produktconcept. Met recht kan men spreken over "Design for Precision". Met goede argumenten nee te durven zeggen tegen een ontwerper, kan interessante alternatieven bieden om dezelfde functie te vervullen met een beter haalbaar, en dus maakbaar produkt te vervullen.
Integraal ontwerpen is een noodzakelijke trend geworden, dit geldt vast en zeker ook bij het precisiespuitgieten. Men moet reeds bij het eerste produktconcept, het matrijsconcept en het proces mee laten spelen om tot een optimale verdeling van de beschikbare tolerantieruimte te komen. Alleen zo ontstaat er een balans tussen reële verwachtingen van de ontwerper en economisch verantwoorde mogelijkheden van de verwerker.

Dirk Samoy
Philips Competence Centre Plastics

Uitgave:
NVFT

Redactie:
Dr. ing. D. Blank
Ir. S. van de Graaf (hoofd redactie)
H.M.C. Heubers
Ir. P.C.J.N. Rosielle
H.G.J. Rutten
Ir. J.J. Veerman
Dr. ir. J. Verkerk
G.J. Verschragen

Redactiesecretariaat:
Mikroniek
Postbus 80.004, 3508 TA Utrecht
Telefoon: 030-531 710 / 531 639

Redactie-adviesraad:
Prof. L.H.J.F. Beckman
Prof.dr.ir. H.F. van Beek
Prof.dr.ir. J. Bleeker
Ing. H. Bosch
Ir. P. Brinkgreve
Ing. M.F. Dierselhuis
Prof.ir. C. Heuvelman
Ir. D. de Hoop
A. Meijering
Dr.ir. J.A. Rietdijk
Prof.dr.ir. P.H.J. Schellekens
Prof.dr.ir. Ch. Snijders
Ir. G. Vaessen
Prof.dr.ir. A.J.A. Vandenput
Ir. D. van't Veen

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

Abonnementen:
Mikroniek
J. Verkerk
Postbus 80.004, 3508 TA Utrecht
Telefoon: 030-531 710 / 531 639
Fax: 030-522 267
Abonnementskosten Mikroniek:
Nederland ƒ100,-- per jaar
Buitenland ƒ125,-- per jaar
Alle prijzen excl. BTW

Secretariaat NVFT
Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven
Telefoon: 040-473 659; Fax: 040-460 645

Vormgeving:
Jurriaan Bol Design, Son

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

main supplier

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

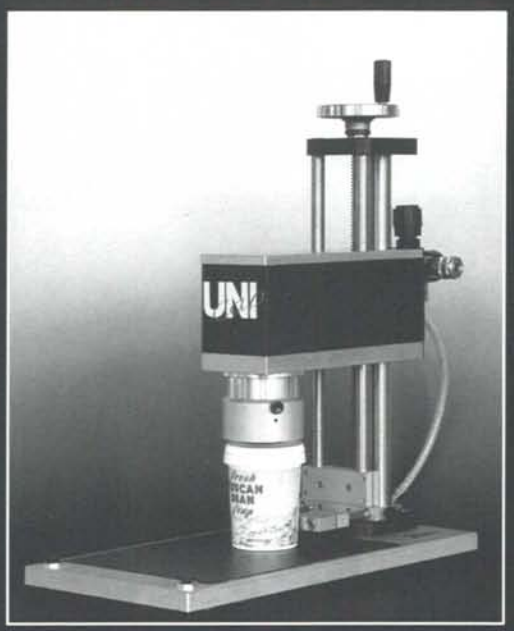
Onze fijnmechanische kennis van serieproductie en assemblage is gebaseerd op onze intensieve contacten met de Zwitserse fijnmechanische industrie. Daardoor zijn wij tevens in staat u bij de engineering en product-optimalisatie ter zijde te staan.

micro ✱ montage

Postbus 3108 - NL 3760 DC SOEST - Holland

GROOT IN HET KLEINE

O.S.E. Prototyping B.V. / Parellaan 52 / 2132 WS Hoofddorp / tel. 02503-38699 / fax 02503-22247



O.S.E. prototyping ontwikkelde in samenwerking met de Vries Verpakkingstechniek een verpakkingsmachine. O.S.E. prototyping verzorgde de technische uitontwikkeling, de prototypebouw en de produktie.

O.S.E. prototyping

KOPER / MESSING / ALUMINIUM

Als u verzekerd wilt zijn van een enorme keuze in platen, staven, buizen, draad, profielen, etc., dan hoeft u

niet verder te bladeren

KOPER
E-Cu/SF Cu
- 3 t/m 250 mm
- 4 t/m 200 mm
- 6 t/m 60 mm
- 6 x 2 t/m 100 x 60 mm
- buis t/m 106 mm

MESSING
Ms 58/Ms 60 Pb/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 180 mm

ALUMINIUM
50 ST/51 ST/28 ST/54 S
- 3 t/m 500 mm 51 ST + 28 ST
- 4 t/m 200 mm 51 ST + 28 ST
- 5 t/m 36 mm 28 ST
- 10 x 2 t/m 150 x 75 mm 50 ST + 28 ST
- buis/holstaf t/m 300 mm 50 ST/51 ST/28 ST
- plat + vierkant óók in kortspanig 28 ST

Zaken doen met Salomon's Metalen betekent zeker zijn van meedenken bij leverschema's, realisatie en duidelijke afspraken. Salomon's Metalen zaagt koper, messing en aluminium exact op de door u gewenste lengte en levert binnen 24 uur. Bel voor informatie. Wij zijn snel te toetsen!

SALOMON'S METALEN B.V.

Voorsprong door Voorraad!

GOTENBURGWEG 24,
9723 TL GRONINGEN TEL. 050-421200 FAX 050-416892

Verenigingsnieuws/Actueel

Microverbinden

Congres; 3 november 1994; World Trade Center, Eindhoven; georganiseerd door het Nederlands Instituut voor Lastechniek, in samenwerking met onder andere Bond voor Materialenkennis, CME, NVFT, TUD, TUE, TNO-Metaalinstituut, Mikrocentrum.
In Nederland worden jaarlijks zo'n 80 miljard microverbindingen gemaakt. En dat worden er alleen maar meer, gezien de toenemende toepassing van micro-elektronica en fijnmechanica. Duidelijk zal ook zijn, dat een slechte verbinding in een aantal gevallen desastreus kan zijn, bijvoorbeeld bij een pacemaker of in een vliegtuig. Om deze reden is het van groot belang de fouten tot het minimum te beperken. Een goede kennis van de processen en technieken die bij het maken van microverbindingen worden gebruikt, is daarom onontbeerlijk.
In een aantal voordrachten wordt nader ingegaan op:
- trends en mogelijkheden met betrekking tot microverbindingen;
- randvoorwaarden en beperkingen;
- verschillende technologieën (zoals lassen, solderen, bonden en lijmen).

Tijdens een expositie kunnen de deelnemers aan het congres praktische toepassingen van microverbindingen zien.

Nadere informatie:
Centrum voor Micro-Elektronica
Ir. H.J. Bosch
Telefoon: 08385 - 80 200.
Nederlands Instituut voor Lastechniek
Mevrouw D. Henze
Telefoon: 071 611 211.

Intersurface '94

Vakbeurs voor oppervlaktetechniek en corrosiebestrijding; 1 tot en met 4 november 1994, 1 en 2 november 9.30-17.00 h, 3 november **9.30-21.00 h**, 4 november 9.30-16.00 h; georganiseerd door Vereniging voor Oppervlaktebehandeling van Materialen (VOM) in samenwerking met Nederlands Corrosiecentrum (NCC); Jaarbeurs, Utrecht.
Intersurface '94 geeft een breed aanbod van apparatuur, materialen en diensten op het gebied van bescherming en verfraaiing van oppervlakken. Parallel aan de beurs wordt een op de praktijk gericht congresprogramma georganiseerd.
Iedereen die met oppervlaktetechniek te maken heeft, bezoekt deze beurs of is daar aanwezig als exposant. De laatste jaren heeft de beurs als trefpunt van vraag en aanbod bovendien steeds meer aantrekkingskracht op deelnemers uit de ons omringende landen. Dit jaar is bijvoorbeeld de samenwerking met in oppervlaktetechniek gespecialiseerde bedrijven in België verder versterkt.
Specialisatie is momenteel een hot item bij oppervlaktebehandelingen. Steeds meer uitvoerende bedrijven richten zich op deelterreinen. Mede daardoor is de branche zeer in beweging, een ontwikkeling die nog eens versterkt wordt door verbeterde technieken en milieueffecten. In deze tijd, waarin steeds hogere eisen worden gesteld, wordt de waarde van industriële produkten in hoge mate bepaald door de kwaliteit van de uitgevoerde oppervlaktebehandelingen.

Europese Machinerichtlijn 1.1.1995 van kracht

Workshop Machinerichtlijn; tweedaags, 22 november en 13 december 1994 Apeldoorn, 4 oktober en 8 november 1994 Utrecht.
Machines die na bovengenoemde datum in gebruik worden genomen moeten voorzien zijn van een CE-markering. TNO Certification, erkend als aangewezen instantie ('notified body') voor het keuren van machines, organiseert daarom dit najaar wederom een workshop over deze richtlijn. Hierin worden de deelnemers stap voor stap door het proces geleid dat moet worden doorlopen voor het verkrijgen van het CE-merk. Omdat op de meeste machines het CE-merk mag worden aangebracht op basis van een 'fabrikanten-eigenverklaring', wordt vooral bij deze procedure uitvoerig stilgestaan. Uniek is dat de deelnemers tijdens de workshop onder deskundige begeleiding hun eigen machine kunnen toetsen aan de Machinerichtlijn.
In de workshop komen aan de orde:
- de Europese ontwikkelingen op dit gebied;
- inhoud, interpretatie en toepassing van de Machinerichtlijn;
- de betekenis voor producenten, importeurs en exporteurs;
- normen;
- produktdocumentatie;
- fabrikanten-eigenverklaring en CE-markering;
- de relatie met 'produktaansprakelijkheid'.

Nadere informatie (folder):
TNO Certification, Apeldoorn
Telefoon: 055 - 493 406
Fax: 055 - 493 288.

Gediamanteerde beitelgereedschappen

PDT Diamond Tools Group B.V. te Den Haag, houdstermaatschappij, heeft een meerderheidsbelang van 51% verworven in Contour Fine Tooling Ltd. te Stevenage (UK). Dit meerderheidsbelang zal in de komende vijf jaar worden uitgebreid tot 100%. Als gevolg hiervan zal een intensieve samenwerking tot stand komen tussen twee wereldwijd toonaangevende ondernemingen op het gebied van diamant-beitelgereedschappen: PDT Diamond Tools B.V. (NL) en Contour Fine Tooling Ltd (UK).
De produktie- en marketingactiviteiten op het gebied van gediamanteerde (ultra-)precisiegereedschappen voor de verspanende industrie zullen worden gebundeld. Daardoor kunnen wij als toeleverancier op deze markt een lei-

dende rol blijven spelen. De produktie blijft in Valkenswaard (NL) en Stevenage (UK). Daarnaast wordt ondersteuning geboden vanuit de twee servicecentra in de Verenigde Staten.
De activiteiten zullen onder de naam Contour Fine Tooling plaatsvinden. De heer Stuart E. Galer, de oprichter van Contour, zal de managing director worden.
Na de overname zal de totale omzet op het gebied van hoogwaardige gediamanteerde gereedschappen van de Diamond Tools Group via haar dochterondernemingen PDT (Valkenswaard), Contour (Stevenage) en Diamij B.V. (Hoogerheide) op jaarbasis circa *f* 28 miljoen bedragen, gerealiseerd met ongeveer 140 werknemers.

Nadere informatie:
PDT Diamond Tools B.V.
Postbus 454
5550 AL Valkenswaard
Telefoon: 04902 - 82 311
Fax: 04902 - 44 715.

Instrumentenbranches groeien weer

In de eerste helft van 1994 is door de bedrijven in de instrumentenbranches voor 4,8% meer aan orders geboekt dan in de eerste twee kwartalen van 1993. De omzet nam in dezelfde periode met 1,7% toe ten opzichte van vorig jaar. Dit betekent een duidelijk herstel ten opzichte van de ontwikkeling in 1993. Over dat jaar werd door de instrumentenbranches een totaalomzet geregistreerd van 7,85 miljard gulden, 1,6% minder dan in 1992. Ook de orderontvangst heeft zich hersteld van een dalende trend in 1993 (-1,4%).
Dit blijkt uit het trendonderzoek van de Federatie Het Instrument, de overkoepelende organisatie van 750 bedrijven in de hightech branches voor Industriële Elektronica, Industriële Automatisering, Laboratorium Technologie en Medische Technologie.
Met dit herstel van de groei maken de Instrument-bedrijven de eigen verwachting waar uit het vierde kwartaal van 1993. Toen rapporteerde 81% dat zij groei (42%) of stabilisatie verwachtten. Nu zijn de prognoses nog iets optimistischer: 53% verwacht verdere groei van de orderontvangst, 36% verwacht stabilisatie.
Vooral de branche "Industriële Elektronica" en "Industriële Automatisering" doen het goed.

Nadere informatie:
De volledige rapportage van het trendonderzoek van Het Instrument is opvraagbaar bij het bureau van de Federatie.
Contactpersoon: Drs. J.C. Groeneveld
Telefoon: 02155 - 18 204.

Herstel in MKB in de metaal zet door

De orderposities en de bedrijfsresultaten in het midden- en kleinbedrijf (MKB) in de metaal zijn in het tweede kwartaal 1994 aanzienlijk verbeterd. Hoewel de prijzen nog wel onder druk staan blijkt het herstel nu flink door te zetten in de constructie, de machinebouw, de verspaning (draai- en freeswerk), de oppervlaktebehandeling en de elektronica. Alleen vanuit de sectoren landbouwmechanisatie en onderhoud en service komen overwegend negatieve berichten.
Dit blijkt uit de laatste conjunctuurenquête van de Metaalunie, waarvan de resultaten zijn weergegeven in de nieuwste aflevering van de 'Economische barometer' in het blad Metaal & Techniek. De Metaalunie is de organisatie van ondernemers in het MKB in de metaal, waarbij ruim 8.000 bedrijven zijn aangesloten.

Ruim 30% van de bedrijven gaf aan dat de orderpositie is verbeterd. Gewogen naar de personeelssterkte was deze verbetering overigens 7%. Het percentage ondernemers dat het bedrijfsresultaat als positief waardeert is in absolute zin gestegen tot per saldo 24% (34% goed minus 10% slecht). Dit was in het eerste kwartaal per saldo nog 11% (31% goed minus 20% slecht). De offerteaanvragen namen per saldo toe bij ruim 30% van de bedrijven. Het percentage ondernemers dat per saldo de liquiditeitspositie gunstig noemt is nu circa 10. De teruggang in het aantal personeelsleden is tot stilstand gekomen. Ten opzichte van het eerste kwartaal is het aantal werknemers weer gestegen. De exportposities zijn in het algemeen niet slecht. Per saldo geeft 18% van de Metaalunieleden daarover een gunstig oordeel.
De verwachtingen voor het derde kwartaal zijn in vrijwel alle sectoren optimistisch. Per saldo meldde circa 12% van de bedrijven op een (verdere) verbetering te rekenen. Over het geheel genomen wordt voor 1994 een stijging van de binnenlandse omzet verwacht van circa 5%. De toename van het aantal personeelsleden zal zich vermoedelijk voortzetten. Bij per saldo 7% van de Metaaluniebedrijven wordt een uitbreiding van het personeelsbestand verwacht. De investeringsbereidheid neemt ook weer (voorzichtig) toe, vooral in de sectoren machinebouw en verspaning (draai- en freeswerk). De totale investeringen van het MKB in de metaal zullen daardoor dit jaar naar verwachting circa 9% hoger uitkomen dan in 1993. Deze toename is echter selectief en voor een belangrijk deel toe te schrijven aan het realiseren van de in de achterliggende jaren uitgestelde investeringen.

Bibliotheek TU Delft opengesteld via Internet

De Bibliotheek TU Delft is sinds kort elektronisch openbaar toegankelijk via het Campus Wide Information System (CWIS) van de Technische Universiteit Delft.
Het CWIS van de TU Delft is wereldwijd beschikbaar voor iedereen die toegang heeft tot het internationale computernetwerk Internet. Naast uitgebreide algemene informatie over de bibliotheekorganisatie en haar dienstverlening, kan daardoor nu rechtstreeks gezocht worden in de eigen BTUD-catalogus (bijna 900.000 boeken en 13.500 tijdschrifttitels op technisch-wetenschappelijk gebied) en in een aantal bibliografische bestanden zoals bestanden met tijdschriftartikelen, elektronische versies van een aantal binnen- en buitenlandse tijdschriften, de Nederlandse Onderzoeksdatabank enz.
Het bibliotheekdeel van het CWIS kan ook gebruikt worden als startpunt voor een zoektocht naar Internetbronnen door gebruik te maken van Internet-navigatoren als Veronica, Archie en

WorldWideWeb en naar op het vakgebied van wetenschappelijk informatievoorziening gerubriceerde Internetdiensten.
De Bibliotheek van de TU Delft behoort met zusterinstellingen in Duitsland, Frankrijk en Engeland tot de grootste opslagplaatsen van technische-wetenschappelijk documentatiemateriaal in Europa. Het is voor het eerst dat een (universiteits)bibliotheek in Nederland op zo'n brede schaal haar informatie beschikbaar stelt.
Houders van een gebruikerspas van de Bibliotheek TU Delft kunnen via CWIS rechtstreeks vanuit de catalogus boeken aanvragen. Daarnaast kunnen ook via E-mail boeken en kopieën van artikelen worden besteld: request Library.TUDelft.NL. Algemene informatie over de Bibliotheek TU Delft is verkrijgbaar via het E-mail adres: info Library.TUDelft.NL

Nadere informatie:
Bibliotheek TU Delft
Afd. PR & Voorlichting
Telefoon: 015 - 783 397 of 015 - 785 678.

Elektronica Helpdesk op Internet

De elektronica Helpdesk van het Centrum voor Micro-Elektronica is nu ook te bereiken via Internet. Vragen over elektronica kunnen voortaan via electronic mail aan de Helpdesk worden gesteld. Het adres is: Helpdesk CME.NL.
Het CME is bij het midden- en kleinbedrijf bekend als hèt elektronica kenniscentrum. Een van de diensten van het CME is een telefonische infolijn: de Elektronica Helpdesk. Alle elektronicaproblemen die snel moeten worden opgelost kunnen worden aangeboden aan de Elektronica Helpdesk. Of het nu gaat om de pinout van een IC, of om informatie over EMC-testhuizen, of om sensoren of veldbussen .... Elektronica is voor ons een ruim begrip.
De Elektronica Helpdesk heeft een omvangrijk netwerk van deskundigen en zakenrelaties achter zich. Zo hebben wij bijvoorbeeld contacten met researchinstituten en onderwijsinstellingen, ingenieursburo's, printleveranciers, assemblagebedrijven en leveranciers van componenten en systemen.
Daarnaast kunnen wij gegevens opvragen uit diverse reeds bestaande nationale en internationale databanken van leveranciers, tijdschriften, componenten en octrooien. De Elektronica Helpdesk heeft een eigen bibliotheek met vakliteratuur, beurscatalogi en leveranciersuitgaven.

De Elektronica Helpdesk is behalve via Internet te bereiken via:
Telefoon: 08385 - 80 202
Fax: 08385 - 80 234,
eveneens voor nadere informatie (ing. L. Verhelst).

Winnaars MiToe-topper

MiToe is een stimuleringsregeling voor de ondersteuning van bedrijven die voor het eerst elektronica in hun produkten willen toepassen. De coördinatie van MiToe is in handen van het Produktcentrum TNO. Het Centrum voor Micro-Elektronica levert samen met TNO, Het Instrument, Holland Elektronika, de Innovatie Centra en Senter de menskracht om bedrijven intensief te begeleiden. Sinds de start -begin 1992- zijn tot op heden 210 invoeringsonderzoeken uitgevoerd bij bedrijven, die geresulteerd hebben in 110 plannen van aanpak ter realisatie van het concrete produkt voorzien van elektronica. Daarmee wordt de concurrentiekracht van deze ondernemingen versterkt en treedt een positief effect op ten aanzien van de werkgelegenheid van deze bedrijven en hun toeleveranciers.

Het MiToe-project van het Ministerie van Economische Zaken vindt een enthousiast onthaal bij Nederlandse middelgrote en kleine ondernemingen. Dat bleek tijdens de MiToe-dag "Concurreren met elektronica" op 23 juni jl. in de TV Studio te Veenendaal. Daar hebben 39 Nederlandse bedrijven laten zien hoe zij de MiToe ondersteuning hebben gebruikt om hun concurrentiepositie te versterken door de toepassing van elektronica in hun produkt. De dag werd bezocht door 450 belangstellenden uit handel en industrie, die nieuwsgierig waren naar de nieuwe produkten.
Drie bedrijven hebben uit handen van dr. A. Scheepmaker (Directeur TNO Produktcentrum) de MiToe-Topper ontvangen voor de meest innovatieve toepassing van elektronica in produkten. De drie bedrijven zijn:
- Remeha Fabrieken b.v. uit Apeldoorn voor een besturing van industriële CV ketels;
- Prins autogassystemen b.v. uit Veldhoven voor een elektronische autogasregeling;
- Nieuwland uit Wageningen voor de ontwikkeling van een analyse-instrument voor de bepaling van de concentratie van opgeloste zouten in water.

Nadere informatie:
Centrum voor Micro-Elektronica
Drs. E. Griffijn
Telefoon: 08385 - 80 200.

TNO-jaarverslag 1993

De omzet van TNO bedroeg vorig jaar *f* 760 miljoen, een stijging van bijna 5 procent ten opzichte van 1992, ondanks de door de recessie moeilijke markt. Dit blijkt uit het zojuist verschenen TNO-jaarverslag 1993.

De opbrengsten kwamen *f* 3,5 miljoen hoger uit dan de planning, terwijl de uitgaven *f* 2,5 miljoen lager waren. Per saldo leidde dit tot een resultaat van *f* 9,9 miljoen, *f* 6 miljoen hoger dan geraamd.
Het midden- en kleinbedrijf vormt met een aandeel van 80 procent in het contractonderzoek voor het Nederlandse bedrijfsleven de ruggegraat van het opdrachtenwerk van TNO. De twintig procent die betrekking heeft op de grote bedrijven heeft volgens de Raad van Bestuur een eigen, bijzondere waarde voor TNO, 'omdat het veelal deze categorie bedrijven is die grensverleggend onderzoek initieert'.

Succes werd geboekt met waar het uiteindelijk allemaal om gaat, stelt de Raad van Bestuur vast: nieuwe produkten en diensten, dikwijls het resultaat van kennis en ervaring die met jarenlang onderzoek werden opgebouwd. Het jaarverslag beschrijft een twintigtal voorbeelden hiervan.

NVFT, vereniging voor precisie-technologie

De NVFT is een vereniging van technici die hoogwaardige professionele apparatuur ontwerpen, ontwikkelen of fabriceren. Het betreft zowel consumenten- als kapitaalgoederen. Door integratie van technieken als mechanica, optica, elektronica en glastechniek ontwikkelen zij steeds nieuwe, geavanceerde produkten.

- De NVFT stimuleert de onderlinge contacten en informeert haar leden over ontwikkelingen in het vakgebied door regionale bijeenkomsten, cursussen, symposia en publikaties in Mikroniek.
- Bij deelname aan de **Mikropool** worden moeilijk (in kleine hoeveelheden) verkrijgbare materialen en specialistische bewerkings-technologieën uitgewisseld.
- NVFT-leden krijgen korting op de door de NVFT georganiseerde activiteiten, evenals op de activiteiten van andere verenigingen waarmee de NVFT een samenwerkingsovereenkomst heeft.

Inlichtingen:
Secretariaat NVFT, Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven, tel.: 040 – 473 659 fax: 040 – 460 645.

PRECISIE OPTISCHE COMPONENTEN

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

- Plan-Convex, Bi-Convex, Plan-Concaaf, Bi-Concaaf, Achromaten.
- Miniatuur Lenzen, Ronde Lenzen, Cylinder Lenzen, alles op uw maat of Standaarduitvoering.
- Optische Spiegels, Deel-Spiegels, Achtervlak Spiegels.
- Prisma's als Rechthoek, Retro, 60°, Penta en Wiggen.
- Testglazen in Vlak- Hol- en Bol, Plan-Glazen, Optische Vensters van diverse glasmaterialen, Kwartsglas en Kwartskristal.
- Coaten met metalen en Fluoriden op uw Substraten en Spiegels.
- Precisie glasbewerking in Standaard Glas, Optisch Glas, Kwartsglas en Kwartskristal.

STABILIX

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

Microsystem technology: Exploring Opportunities

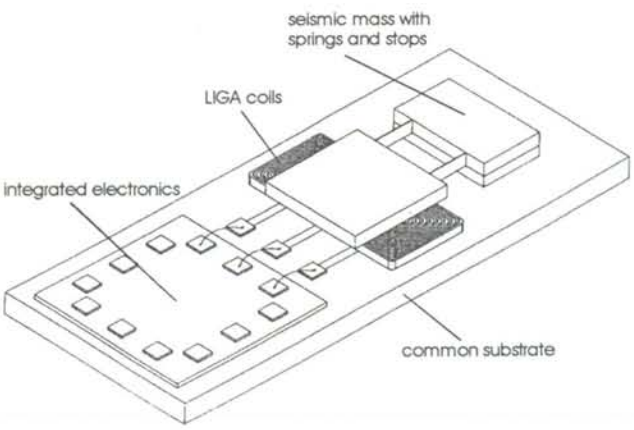
Boekbespreking

Zoals u in Mikroniek heeft kunnen lezen zal de komende tijd extra aandacht besteed worden aan Micro-systeem technologie (MST). De technologie van dergelijke systemen is vandaag de dag realiteit. Microsystemen worden succesvol toegepast door verschillende industrieën. Echter de grote doorbraak in bijvoorbeeld nieuwe toepassingen en de daarmee gepaarde technologische innovatie loopt minder voorspoedig dan verwacht. Binnen Europa, met name Zwitserland, Duitsland, Nederland en België, wordt veel basisonderzoek verricht naar (nieuwe) MST toepassingen, waarbij vooral de technische kennis en vaardigheden centraal staan. Deze technische ontwikkeling kan beschouwd worden als de opvolging van de bestaande IC- technologie. De toepassing is echter veel breder. Daarom wordt juist daar veel onderzoek naar verricht. Zojuist is er een rapport verschenen van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT) waarin de mogelijkheden van MST worden bekeken, welke stappen er moeten worden genomen om MST meer te exploreren en wat de rol van het midden- en klein bedrijf (MKB) hierin kan zijn. Een van de constateringen van het rapport is dat er een hiaat bestaat van de kennistransfer op het gebied van MST tussen de (Nederlandse en Belgische) onderzoeksinstituten en laboratoria en het MKB. Als redactie van Mikroniek zien wij het mede als taak deze barrières te slechten. Met het rapport als uitgangspunt zetten we de mogelijkheden van MST en de conclusies van de Stichting Toekomstbeeld der Techniek op een rij. Het rapport 'Microsystem technology: Exploring Opportunities', is te verkrijgen via de uitgever (Samsom BedrijfsInformatie) op telefoon 01720-66800.

De publikatie 'Microsystem technology: exploring opportunities' is het resultaat van een tweejarige verkenning van de microsysteemtechnologie. Voor dit project, heeft STT gebruik kunnen maken van de kennis en ervaring van een groot aantal Nederlandse en Europese deskundigen. Omdat er vanuit de industrie veelal kritiek is op het technology-push-karakter van MST heeft STT gepoogd de behoefte centraal te stellen. Aan het eind van het rapport worden de technische realisaties kort behandeld in aparte appendices.

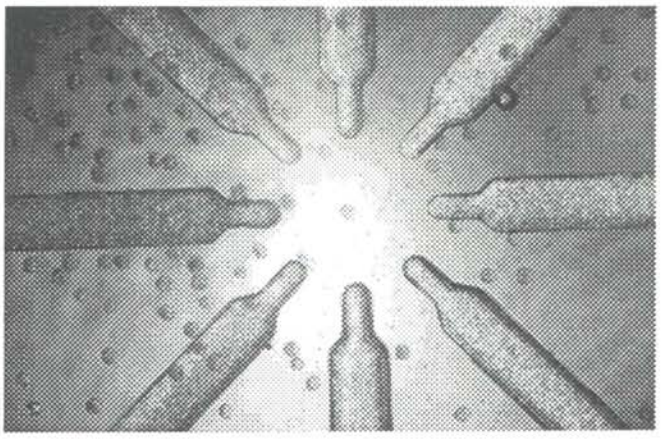
In het eerste hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van de achtergrond en de historische ontwikkeling van MST. MST is gedefinieerd als de verzameling van alle technologieën die nodig zijn om produkten en componenten te maken die afmetingen hebben kleiner dan enige millimeters. Zodra er componenten met dergelijke afmetingen worden ingezet in half- of eindprodukten is er sprake van microsysteemtechnologie. De componenten waaraan gedacht kan worden, zijn microsensoren, micro- actuatoren en microsystemen. Deze laatste groep bestaat uit de combinatie en integratie van sensoren en actuatoren met een zekere mate van intelligentie. N.b. in het artikel van J. Fluitman, Mikroniek 34 (1994)3 wordt een uitgebreid overzicht gegeven van de diverse mogelijkheden van deze integratie. Het rapport constateert dat de wereldmarkt in microsystemen in 1990, 13 millioen gulden bedroeg en naar verwachting zal groeien tot 70 miljoen in 2000. De markt blijkt op dit moment gelijk verdeeld tussen Europa (34%), Japan (25%) en de USA (38%). Hoofdstuk twee beschrijft de basis van de microsysteemtechnologie. Besproken worden de produktietechnologie, hybride en monolitische microsystemen en miniaturisatie van energiebronnen. Silicon micromachining is een verzameling produktietechnologiën die gebaseerd is op etsen en depositie van silicium en siliciumverbindingen. Hierbij wordt met name gebruik gemaakt van het selectief (anisotropisch) etsen van silicium. Een tweede verzameling produktie-technologieën is de fijnmechanica, die bestaat uit klassieke technologieën zoals microfrezen maar ook uit moderne technieken zoals laserbewerkingen. Het grote voordeel van deze traditionele technieken boven de moderne etstechnieken ligt vooral in het vrije gebruik van verschillende materialen, variërend van metaal, kunststof tot keramiek. Speciale aandacht wordt gegeven aan een veelbelovende techniek (LIGA) die een combinatie is van lithografie en galvanisatie.

M.C. Dierselhuis heeft in Mikroniek 34(1994)1 in een uitgebreid artikel aandacht besteed aan deze techniek. De verwachting is dat al deze technieken zullen leiden tot hybride en monolitische componenten en systemen. Bij hybride systemen worden de afzonderlijke elementen geproduceerd met de meest geschikte technologie en vervolgens geassembleerd; bij monolitische



Figuur 1. Microsysteem met gering energiegebruik.

Boekbespreking



Figuur 2. Eenvoudige microstructuur.

systemen wordt het hele systeem geïntegreerd geproduceerd. De verwachting is dat hybride systemen in eerste instantie de belangrijkste rol zullen spelen en dat pas later monolitische systemen op de markt zullen komen.

Energie

Energie speelt in alle microsystemen, zie figuur 1, een rol. Miniaturisatie van energiebronnen is daarom een essentiële factor. Uit het gepresenteerde overzicht van de ontwikkelingen van energiebronnen wordt geconcludeerd dat het ontbreken van geschikte batterijen en accumulatoren een beperking zal zijn bij de toepassing van MST. Belangrijk bij het onderzoek is de behoefte aan MST in instrumentatie voor de industrie, het milieu en high-end toepassingen. Daarbij zijn de te vervullen functies het uitgangspunt. De functies die in verschillende toepassingen worden besproken zijn meting, inspectie, automatisering, informatieverwerking en identificatie. In vier voorbeelden worden de kansen van MST nader uitgewerkt, waarbij de gebruikerseisen, de potentiële markt en de mogelijkheid voor produktie worden toegelicht.

Marktverwachting

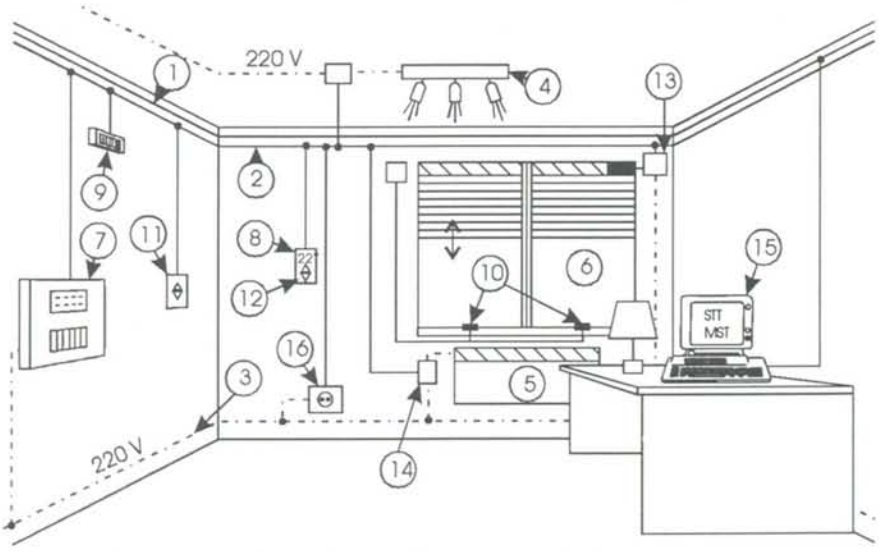
Het blijkt dat de marktverwachting voor MST in instrumentatie groot is, maar dat het de grote vraag is wanneer succesvolle systemen op de markt komen. Op korte termijn worden sensoren en eenvoudige microstructuren, zie figuur 2, op de markt voorzien. Het midden- en kleinbedrijf zal een belangrijke rol kunnen spelen bij de toepassing van MST in instrumentatie. Het perspectief voor de langere termijn is minder duidelijk en hangt af van de mate waarin een aantal drempels kunnen worden genomen. Belangrijke drempels zijn de moeizame transfer van MST naar applicaties, het interesseren van eindgebruikers en het denken in systemen bij het ontwerpen van MST-produkten. De conclusie van het hoofdstuk is dat MST veelbelovend is, ondanks de drempels die moeten worden genomen.

Medische technologie

Het toepassen van MST in medische technologie neemt een aparte plaats in het rapport. Voor acht medische disciplines wordt de relevantie van MST aan de hand van voorbeelden toegelicht. De voordelen van MST liggen bij de mogelijkheid tot een snelle en accurate diagnose, een gerichte en zeer lokale behandeling en de ondersteuning of vervanging van lichaamsfuncties. In een voorbeeld, een closed-loop bewakingssysteem, zie figuur 3, worden de gebruikerseisen en de produktie van het op MST gebaseerde systeem uitgewerkt.

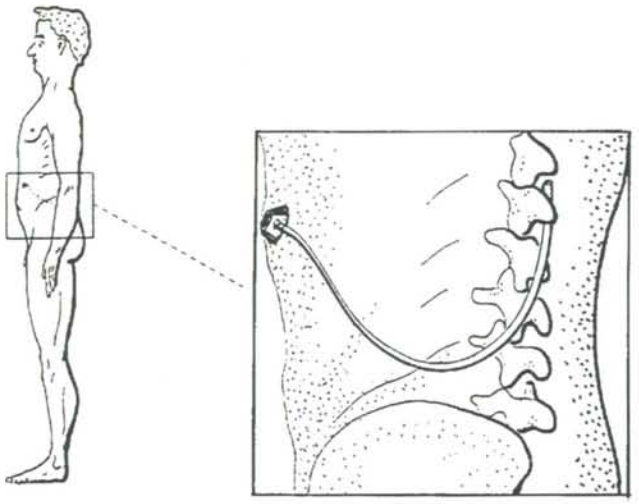
De markt voor medische toepassingen van MST is complex door de hoge eisen die worden gesteld door medici en overheid, en door het relatief lage marktvolume. De verwachting is dat de medische markt een volger zal zijn op MST-gebied en dat voor succesvolle applicaties samenwerking van kleine en grote bedrijven noodzakelijk is. Met name voor kleine bedrijven lijkt er een groot aantal kansen te liggen voor relatief eenvoudige systemen, zoals bijvoorbeeld systemen voor naast het bed van de patiënt, en voor produkten voor thuiszorg, zie figuur 4.

Het potentieel van MST en de mogelijke voordelen zijn enorm, met name in het licht van de toenemende aandacht voor thuiszorg, non-invasieve technie-

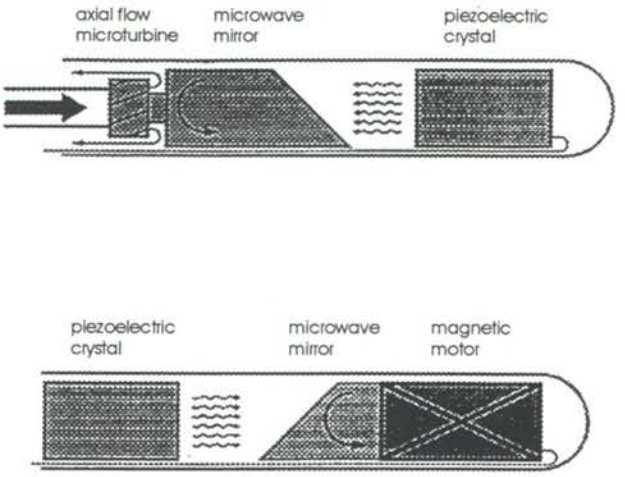


1 communication, network
2 technical control network
3 power supply 220 V
4 lighting
5 heating
6 blinds
7 central control panel
8 temperature sensing
9 presence detector
10 window control
11 light control
12 heating control
13 blind actuator
14 power control heating
15 PC, fax etc.
16 automated electrical contact

Figuur 3. Intelligent gebouw.



Figuur 4. Geïmplanteerde medicijnleverancier.



Figuur 5. Catheter voor het onderzoek van o.a. bloedvaten.

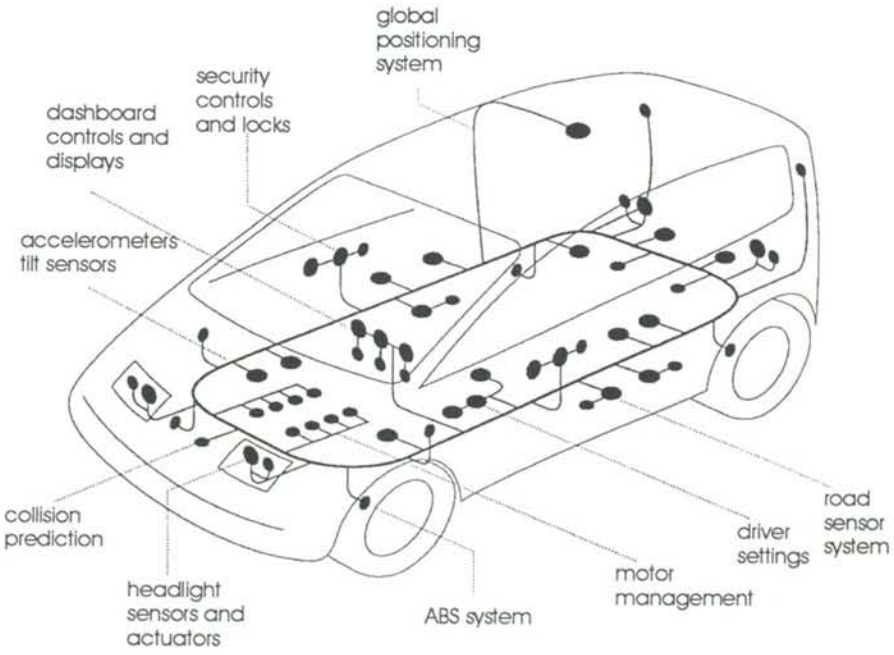
ken en revalidatie. Om echter te kunnen profiteren van deze kansen moet aan een aantal voorwaarden worden voldaan, zoals coördinatie van onderzoek en ontwikkeling, het betrekken van medici bij ontwikkelingen en eenduidige Europese regelgeving. Daarnaast moet reeds in het hoger en universitair onderwijs aandacht worden gegeven aan MST.

Consumentenprodukten

Een volgend hoofdstuk geeft een overzicht van mogelijke toepassingen van MST in consumentenprodukten. Succesvolle toepassingen, zie figuur 4, zijn op het moment nog schaars. De nieuwste digitale opneem- en afspeelapparatuur maakt echter reeds gebruik van MST en de verwachting is dat MST een belangrijke bijdrage zal leveren aan verdere miniaturisatie van informatiedragers. In het hoofdstuk worden een zestal voorbeelden gegeven, waaronder ideeën voor automobieltechniek en telecommunicatie. Twee uitgewerkte cases worden besproken; beide betreffen produkten voor persoonlijk gebruik, namelijk een veiligheidsysteem en een gezondheidanalysesysteem.

Sensoren

tabel 5.3 Het marktmechanisme voor consumentenprodukten leidt ertoe dat MST alleen zal worden toegepast als er een duidelijke behoefte aan is, zie figuur 6. Daarnaast zijn consumentenprodukten kostprijsgevoelig, en het idee is dat succesvolle toepassingen van MST eerst in professionele produkten zullen plaatsvinden. Zodra er echter een consumentenmarkt ontstaat zal de economische betekenis aanzienlijk zijn en zullen ook buitenlandse producenten op deze markt verschijnen. Ook de maatschappelijke invloed kan groot zijn, zoals bijvoorbeeld die van een draagbaar systeem dat de persoonlijke gezondheid analyseert. De introductie van MST in consumentenprodukten kan worden versoepeld door de aan-



Figuur 6. Mogelijke sensoren in een auto.

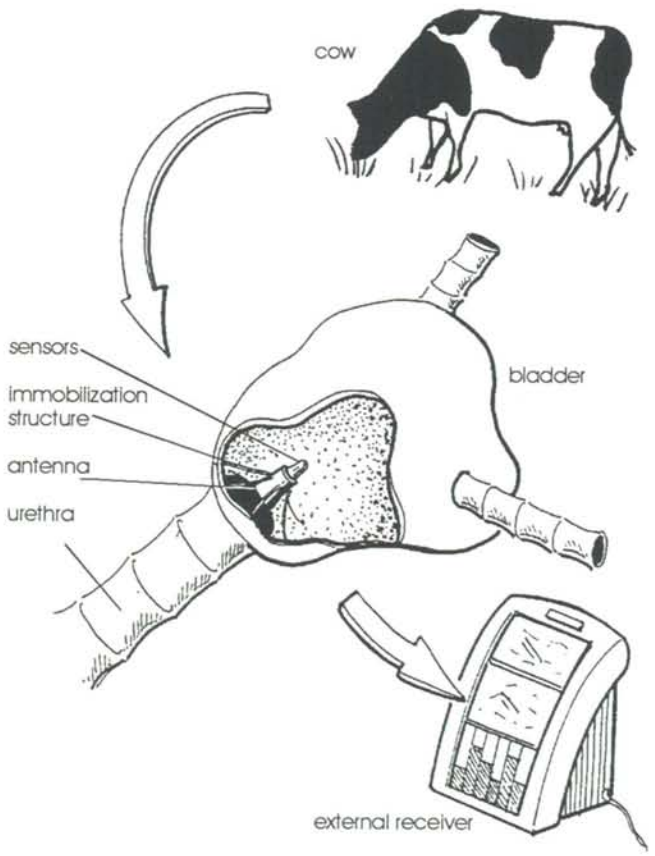
wezigheid van een algemene infrastructuur. Met name de mogelijkheid om haalbaarheidstudies te laten uitvoeren kan ertoe bijdragen dat bedrijven MST gaan gebruiken in hun produkten. Verder is coördinatie van onderzoek en samenwerking in produktontwikkeling noodzakelijk. Promotie van de mogelijkheden van MST bij de eindgebruiker zal er tevens toe bijdragen dat deze technologie gemakkelijker wordt geaccepteerd. Naast de medische en consumentenprodukten wordt er een overzicht gegeven van agrarische toepassingen van microsystemen. De nadruk ligt in het hoofdstuk op landbouw, veeteelt, tuinbouw en voedingsmiddelenindustrie. Voor ieder van deze sectoren wordt een voorbeeld gegeven en is een case uitgewerkt. Bij deze cases worden de technische vereisten beschreven en de economische randvoorwaarden aangestipt. De meeste toepassingen zullen naar verwachting dienen ter verhoging van de efficiency, verbetering van de kwaliteit en beheersing van ongewenste emissies.

Biosensoren

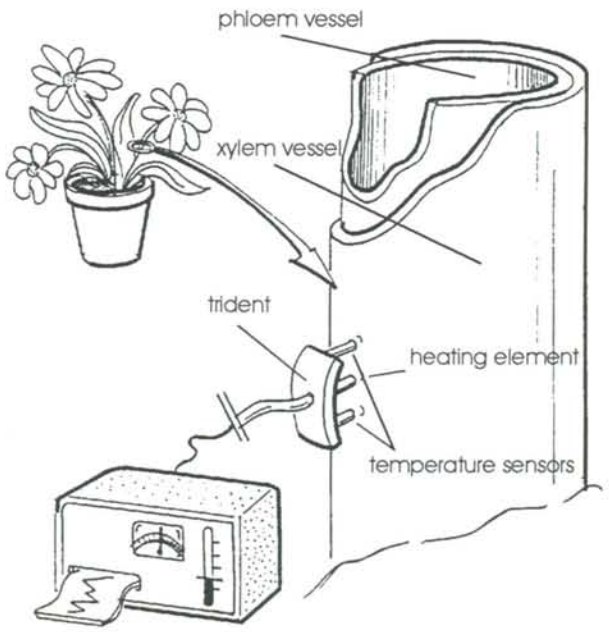
In de agrarische sector zijn de aantallen groot en bestaat er een duidelijke behoefte aan gegevens voor beheer en controle, zie figuur 7. Tevens kan MST bijdragen aan duurzame en milieuvriendelijke landbouw en veeteelt door bijvoorbeeld gerichte dosering van meststoffen en bestrijdingsmiddelen. Op korte termijn worden toepassingen verwacht op het gebied van sensoren, op de lange termijn kan de toevoeging van intelligentie leiden tot complete microsystemen. Vanwege het conservatieve karakter van deze sector en de lage marges zal MST alleen worden toegepast als er dwingende economische of maatschappelijke redenen voor zijn. Een belangrijke drempel is de diversiteit in de regelgeving. Uniforme (Europese) regels zijn daarom essentieel. Verder is het noodzakelijk om gebruikers, ontwikkelaars en universiteiten te betrekken bij de ontwikkeling van MST-produkten. De bewustwording van MST kan worden gestimuleerd door het onderwerp op de onderwijsagenda te plaatsen van de landbouwuniversiteit en de hogere agrarische scholen.

Produktiefaciliteiten

In hoofdstuk 7 wordt behandeld wat er nodig is voor het ontwerpen en de produktie van microsystemen, zie figuur 8. Daarbij wordt speciale aandacht gegeven aan het midden- en kleinbedrijf (MKB), omdat er grote kansen liggen voor produkten in nichemarkten met een jaarlijkse omzet van 1000 tot 100 000 stuks. Testbaarheid en produceerbaarheid zijn items waaraan bij het ontwerp reeds aandacht moet worden gegeven. Dankzij de grote diversiteit in technologieën zijn er in het algemeen verschillende manieren om een produkt te realiseren. Dit wordt geïllustreerd met enkele voorbeelden van analysesystemen. Voor een van de componenten van deze systemen, namelijk een micropomp, wordt een systematisch methode gepresenteerd waarmee de benodigde produktiestappen in kaart kunnen worden gebracht.



Figuur 7. Hormoon detector bij een koe.



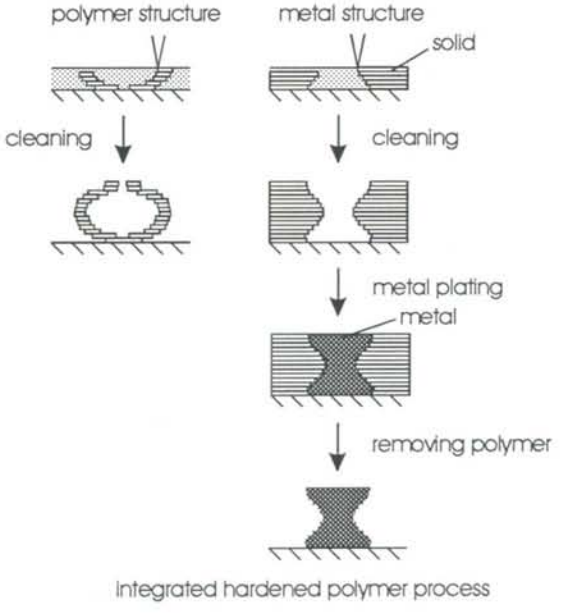
xylem vessels
- water with anorganic substances
- measurement of ionic substances

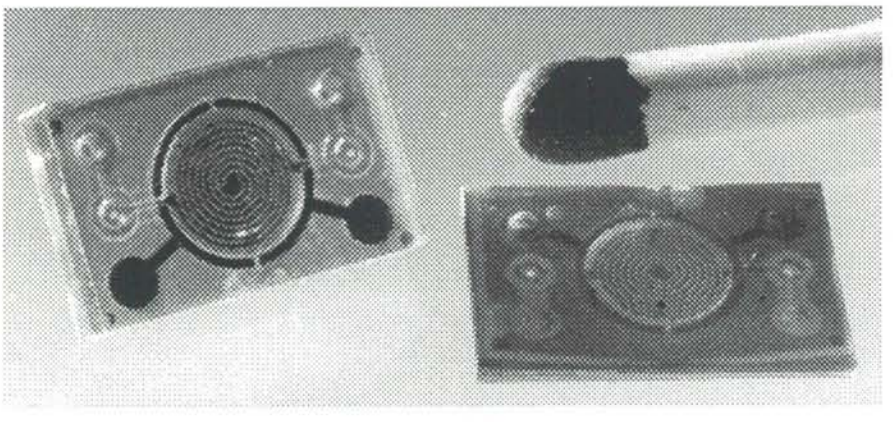
phloem vessels
- water with organic compunds
- measurement of organic substances

Figuur 8. Voedingsdetector bij een plant.

MST-centrum

Omdat het MKB onmogelijk alle benodigde technologieën in huis kan hebben, wordt voorgesteld een MST-centrum op te richten. Dit onafhankelijke centrum kan bedrijven assisteren bij het vinden van oplossingen, zie figuur 9, en kan aangeven waar de benodigde technologieën beschikbaar zijn. Tevens kan het centrum de technologieën die op de markt ontbreken zelf aanbieden. Het rapport besluit, naast de eindconclussies, met de toekomstverwachtingen en de kansen van MST. Tevens wordt de visie van het Europese netwerk voor microsysteemtechnologie (NEXUS) kort toegelicht. De verwachting is dat MST-produkten volgens twee routes op de markt zullen worden geïntroduceerd: produkten met een hoge omzet en lage kosten, en gespecialiseerde produkten voor nichemarkten. MST-produkten zullen bestaande functies verbeteren of functies toevoegen, maar er zullen ook geheel nieuwe produkten op beide markten verschijnen. Bedrijven waarvoor MST kansen biedt zijn organisaties die componenten maken, zoals sensoren en actuatoren, assemblagebedrijven die een aantal componenten samenvoegen tot systeemmodulen en bedrijven die de componenten en modulen in hun eindprodukt toepassen. Daarnaast is er behoefte aan de omzetting van MST- onderzoek en -kennis in produkten. Dit vraagt bedrijven die actief potentiële gebruikers van MST benaderen voor deelname in de produktontwikkeling. Bewustwording en onderwijs zijn van groot belang voor het succes van MST. In het onderwijs moet daarom speciale aandacht worden gegeven aan de systeembenadering die MST vraagt. Daarnaast moeten het ontwerp en de produktietechnologieen van MST worden onderwezen. Omdat Nederland en België een goede kennisbasis hebben, zijn er voldoende kansen om een rol te spelen in MST. Op dit moment worden er op verschillende plaatsen in de wereld reeds voorbereidingen getroffen voor activiteiten in MST; het is van belang tijdig voor een MST-basis te zorgen. Innovatieve markten waarin MST kan worden toegepast, zijn consumentenelektronica, telecommunicatie en instrumentatie (bijvoorbeeld medisch en ruimtevaart). Daarnaast zijn er kansen voor toeleverende bedrijven aan de automobielindustrie. De agrarische sector in Nederland loopt ten slotte in de wereld voorop wat betreft de toepassing van technologie, en heeft daarmee een goede uitgangspositie voor MST-toepassingen.





Figuur 9. Vloeistofsysteem.

Conclusies en aanbevelingen

Uit het rapport blijkt dat een aantal drempels moet worden overwonnen voordat MST grootschalig zal worden toegepast. De overheid kan een belangrijke rol spelen bij het nemen van deze drempels. Eventuele acties van de nationale overheid zouden de volgende componenten moeten bevatten:

- de initiatie van een aantal demonstratie-projecten, zo mogelijk via public purchase-contracten;
- een programma voor de stimulering van produktontwikkeling;
- de opzet van een onafhankelijk MST-centrum;
- een programma voor het op peil houden van de goede kennisbasis. Bij dergelijke programma's is de betrokkenheid van de industrie essentieel; deze moet zelfs als voorwaarde worden gesteld.

Dave Blank

Revolutionaire ontwikkelingen in de interferometrie

Geïntegreerde optica

Guido J.J.M. Dalessi

Met de komst van de geïntegreerde optica is het mogelijk geworden complexe optische systemen te integreren tot een enkele optische chip. Op het gebied van de interferometrie heeft deze techniek, met name voor wat betreft prijsstelling en toepasbaarheid, tot een enorme stap voorwaarts geleid.

Geïntegreerde optica

In het algemeen geldt dat licht zijn weg kiest afhankelijk van de plaatselijke optische dichtheid van het medium. Bij een (stapsgewijze) verandering van de brekingsindex treedt er breking op, die de richting van de stralengang beïnvloedt.
De werking van een lens is feitelijk op dit effect gebaseerd. Aan de grensvlakken van de lens treedt breking op, en hier wijkt de lichtbundel, behalve bij loodrechte inval, van zijn normale rechtlijnige weg af.

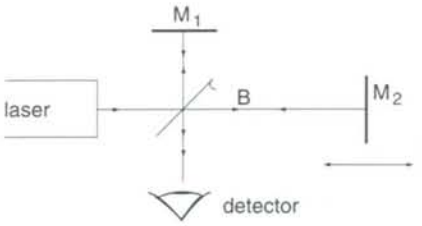
Voor de geïntegreerde optica zijn dezelfde wetmatigheden van toepassing. Hier wordt uitgegaan van een lichtgeleider in de vorm van een Si_3N_4 -laag, die ingesloten is tussen twee lagen van SiO_2. Door het wegetsen van de bovenste SiO_2-laag, en ook, afhankelijk van het aan te brengen optisch effect, van de Si_3N_4-laag, ontstaan er sprongen in de brekingsindex van het optische pad. Dit heeft een brekend effect op de stralengang dat analoog is aan dat van normale lenzen.
De bij geïntegreerde optica gebruikte produktietechnieken zijn vergelijkbaar met de uit de chipfabricage bekende lithografie-technieken, en een groot deel van de kennis, die nodig is voor het vervaardigen van integrated circuits (ic's), kan direct toegepast worden bij de fabricage van geïntegreerde optica.

Door toepassing van deze technieken kunnen de afmetingen van een compleet optisch systeem, dat tot dusver opgebouwd werd uit conventionele componenten zoals onder andere lenzen, reflectoren en fasedraaiers, tot een enkele cm^2 gereduceerd worden.

Geïntegreerde optica heeft duidelijke voordelen tegenover de conventionele optica. Deze voordelen komen het duidelijkst tot uiting wanneer het totale gewicht, het volume en de mechanische stabiliteit van het optisch systeem in ogenschouw genomen worden. Ook de kostprijs voor een dergelijke geïntegreerd systeem is, zelfs bij relatief kleine aantallen, aantrekkelijk.

De conventionele Michelson-interferometer

De Michelson-interferometer is wellicht de meest bekende en toegepaste interferometer. De algemene opbouw is schematisch weergegeven in figuur 1. Vanuit de laser wordt een coherente, monochromatische lichtbundel uitgezonden die door de bundelsplitser B in twee delen gesplitst wordt. Een deel reflecteert aan reflector M_1 die een vaste positie heeft, waardoor de optische weglengte voor deze referentiebundel vastligt. Na reflectie valt de referentiebundel op de fotodetectoren.

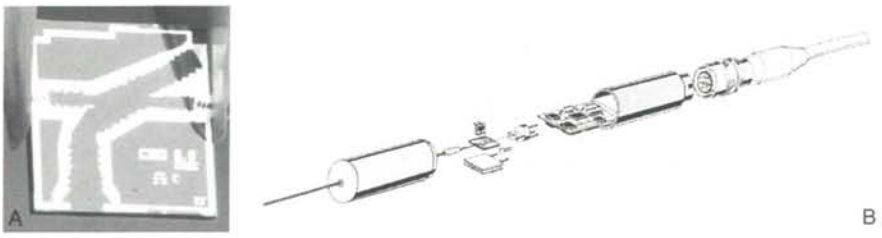


Figuur 1. Algemene opbouw van de Michelson-interferometer.

De meetbundel passeert de bundelsplitser B en wordt gereflecteerd door reflector M_2, die aangebracht is op het object waarvan de verplaatsing bepaald dient te worden. De optische weglengte van deze bundel is dus afhankelijk van de positie van reflector M_2. Na reflectie valt ook dit licht, via de bundelsplitser B, op de fotodetector.
Beide bundels interfereren op de fotodetector, en, afhankelijk van het onderlinge faseverschil tussen beide bundels, wordt door de fotodetector versterking of uitdoving van het licht waargenomen. Is het faseverschil gelijk aan 0 dan treedt er maximale versterking op, zijn beide bundels exact in tegenfase (faseverschil 180°) dan treedt maximale uitdoving op.
Het onderlinge faseverschil verandert periodiek als reflector M_2 langs de optische as verplaatst wordt. De detector neemt dan afwisselend versterking (licht) en verzwakking (donker) waar. Het aantal waargenomen licht/donker-overgangen is recht evenredig met de totale verplaatsing van reflector M_2, en de frequentie waarmee de licht/donker-overgangen optreden, is evenredig met de verplaatsingssnelheid van M_2.
Een licht/donker-periode komt overeen met een verplaatsing d, volgens:
$d = L_0 / (2 . n)$ waarin L_0 de golflengte is van het uitgezonden licht ($\approx$ 800nm), en n de brekingsindex van het medium (lucht : $n \approx 1$). Een licht/donker-periode komt dus ruwweg overeen met een verplaatsing van 400 nm. Door interpolatie van het detector-signaal wordt een resolutie van <10 nm gerealiseerd.

Uit deze waarden volgt dat, wanneer de Michelson-interferometer met conventionele optische componenten wordt opgebouwd, de posities van de componenten ten opzichte van elkaar erg kritisch zijn. De mechanische stabiliteit van het geheel (doorbuiging, vibratie, uitzetting onder invloed van temperatuur, etc.) heeft dan direct een significante invloed op de meetwaarden.

Ook kleine variaties van de brekingsindex (n) van het medium waarin gemeten wordt beïnvloeden de meetwaarden sterk. Deze variaties kunnen geïnduceerd worden door bijvoorbeeld veranderingen in luchtdruk en omgevingstemperatuur. Verandering van de relatieve luchtvochtigheid, evenals de specifieke luchtsamenstelling zoals CO_2-concentratie, hebben geen significante gevolgen voor de meetwaarden.



Figuur 2. a)Complete Michelson-interferometer in chipvorm en b) schematische opbouw hiervan.

De geïntegreerde Michelson-interferometer.

Door integratie van alle componenten van de Michelson-interferometer op een siliciumsubstraat, is nu een complete interferometer in chipvorm verkrijgbaar die niet groten is dan ongeveer 0,5 cm^2, zie figuur 2.
De schematische opbouw van deze interferometrische sensor, die ontwikkeld is door de firma Compagnie de Senseurs Optiques (C.S.O./Frankrijk), is weergegeven in figuur 2b: De optische chip wordt samengebouwd met laserdiode, detectoren en voorversterkers in een cilindervormige sensorbehuizing met een diameter van 13 mm, een lengte van 73 mm en een gewicht van 50 gram. Vooral de kleine afmetingen en het geringe gewicht hebben het aantal toepassingen, waar een interferometer in principe een uitstekende oplossing zou kunnen bieden, enorm vergroot.
Met uitzondering van de externe reflector liggen de posities van alle optische componenten vast. De mechanische stabiliteit van de geïntegreerde interferometer is derhalve aanzienlijk beter dan die van de vergelijkbare conventionele uitvoering.

Bepalend voor de nauwkeurigheid van elke interferometer is de golflengte van het uitgezonden licht enigszins varieert met de temperatuur van de laserchip. Daarom wordt de chiptemperatuur met behulp van een Peltier-element zorgvuldig geregeld met een nauwkeurigheid van ± 0,1 °C, zodat er een golflengte-stabiliteit gegarandeerd kan worden van $\delta L_0/L_0 = 10^{-6}$.
Omdat variaties in brekingsindex van het medium direct invloed hebben op de golflengte van de laser in het medium (en dus op de meetnauwkeurigheid) worden veranderingen in luchtdruk en temperatuur continue gemeten door separate sensoren. Aan de hand van deze signalen wordt de golflengte van de laser in het medium berekend en worden de uitgangssignalen van de interferometer gecorrigeerd.

Toepassing van de geïntegreerde optica heeft geleid tot een zeer compacte en betaalbare interferometer met een meetgebied van 1000 mm, een oplossend vermogen van 1,6 nm en een nauwkeurigheid van 10^{-6} x de verplaatsing. De maximaal meetbare snelheid van verplaatsing bedraagt 200 mm/s.

Toepassingen.

Interferometers worden in het algemeen toegepast in gevallen waar verplaatsingen met een zeer hoge nauwkeurigheid gemeten moeten worden. Bij meting van parameters waarvan verplaatsing een direct gevolg is, zoals bij het meten van vibratie, kracht, doorbuiging, snelheid, versnelling en druk, kan de geïntegreerde interferometer ook een goede oplossing bieden.
Enige praktijkvoorbeelden zijn:
- terugkoppelsysteem voor lineaire positioneer-inrichtingen,
- positionering van wafers in micro-lithografie,
- contactloze analyse van vibratie van machines en membranen,
- bepaling van de excentriciteit van draaiende cilinders,
- bepaling van laagdikte (coatings, films).

In geval van toepassingen, waarbij de interferometers een standaard onderdeel worden van een totaalprodukt, kan in overleg en samenwerking met de fabrikant de interferometer ook in OEM-vorm geleverd worden.

Auteursnoot

Ing. Guido J.J.M. Dalessi is directeur van Applied Laser Technology B.V. te Maarheeze

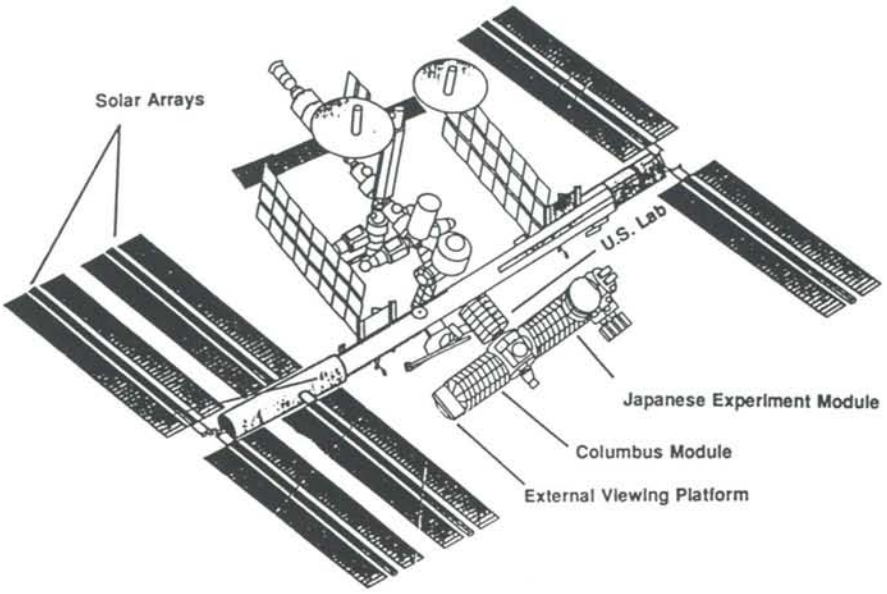
Manipuleren van instrumenten in de ruimte

mechatronica

Grijpermechanisme voor ruimteplatform

R.J.G. Ramaker

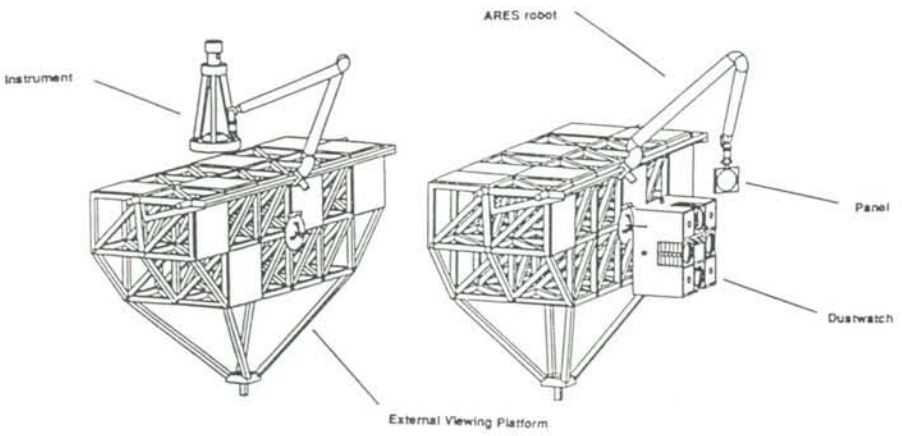
Momenteel ontwikkelt de Europese ruimtevaartorganisatie ESA een bemand ruimtelaboratorium, de Columbus module, voor experimenten in de ruimte. Het laboratorium zal worden gekoppeld aan het Amerikaans/Russische 'Space Station', zie figuur 1. Aan de Columbus module zal een extern platform worden bevestigd voor instrumenten als telescopen, camera's en instrumenten die de ruimteomgeving onderzoeken. Deze instrumenten zullen voor een beperkte tijd in de ruimte verblijven. Tot op dit moment is het scenario het gehele platform na 2,5 jaar te ontkoppelen van de Columbus module, en het met de Space Shuttle terug te brengen naar de aarde. Een nieuw platform met nieuwe instrumenten zal vervolgens naar het Space Station worden gestuurd en worden gekoppeld aan de Columbus module.



Figuur 1. Het Amerikaans/Russische "Space Station" waaraan de door de Europese ruimtevaartorganisatie ESA te ontwikkelen Columbus module zal worden gekoppeld. Deze module is een laboratorium voor het uitvoeren van experimenten in de ruimte.

Een alternatief scenario voorziet in een robotarm op het ruimteplatform, zie figuur 2. Het platform blijft permanent gekoppeld aan de Columbus module en de robotarm verwijdert en plaatst de instrumenten. Een groot voordeel van dit scenario is dat instrumenten aan het platform gekoppeld kunnen blijven voor zolang dit nodig is. Sommige instrumenten behoeven bijvoorbeeld 1 jaar en andere 5 jaar operationele tijd. De observatietijd van de instrumenten wordt in dit scenario dus niet beperkt tot 2,5 jaar. Tevens kan de robot worden gebruikt voor het verlenen van service aan instrumenten.
Als voorbeelden hiervan kunnen worden genoemd, het openen en sluiten van beschermkappen voor lenzen en het wisselen van cassettes in camera's.

Voor het alternatieve scenario is de ontwikkeling van betrouwbare hardware, de robotarm, de interfaces van robot-instrument en instrument-platform essentieel.
Dit artikel behandelt het ontwerp van de robot-instrument interface: de grijper.



Figuur 2. Aan de Columbus module wordt het hier getoonde platform gekoppeld met daaraan een robotarm voor het plaatsen en verwijderen van instrumenten.

Ontwerpeisen

De grijper moet in staat zijn instrumenten (tot 300 kg, 1 x 1 x 1 m) en kleine objecten (zoals cassettes, 1 kg, 0,1 x 0,1 x 0,1 m) op te pakken en te verplaatsen.
De eisen zijn gespecificeerd in de tabel op de volgende pagina.

Grote zorg moet worden besteed aan de betrouwbaarheid van de grijper. Het geheel dient tien jaar zonder onderhoud te kunnen werken en 100.000 cycli te kunnen volbrengen. Verder dient het systeem 'fail safe' te zijn: stroomuitval mag niet leiden tot het verlies van een object.

	Eis
Geleidingsbereik	± 5 mm, axiaal en radiaal ± 3 graden, om alle assen
Nauwkeurigheid na fixatie	± 0,2 mm; 0,1 graad
Nominale belasting	5 N en 3 Nm
Maximum massa	3 kg
Maximum dimensies	0,15 x 0,1 x 0,1 m
Omgevingsfactoren	temperatuur fluctuaties: ± 50°C hoog vacuüm atomaire zuurstof radiatie

Probleemanalyse

Een groot voordeel ten opzichte van traditionele grijpersystemen is, dat in dit geval elk op te pakken voorwerp kan worden uitgerust met een bevestigingselement, zodanig ontworpen dat het precies op de grijper past. Een traditionele "vinger" grijper, die een universaliteit moet bieden in het oppakken van voorwerpen van verschillende vorm, ligt hier niet voor de hand.
Alvorens mogelijke concepten te genereren is het allereerst noodzakelijk te onderzoeken hoe een connectie tussen de robot-arm en het instrument of object (bijvoorbeeld een film-cassette) wordt gerealiseerd. Drie stappen kunnen worden onderscheiden:

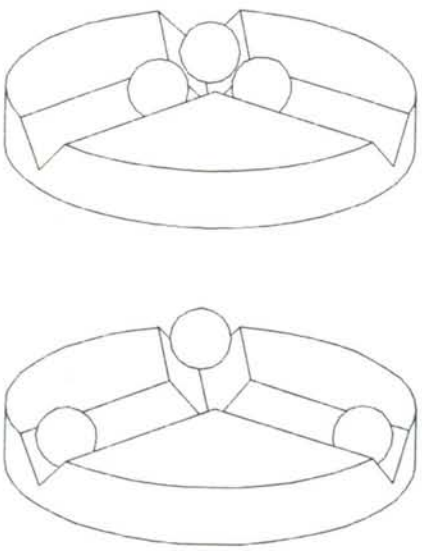
1. De robotarm beweegt de grijper richting doel binnen zijn eigen nauwkeurigheid van 5 mm en 0,2 graad. Hierbij komt de eerste functie van de interface naar voren. De grijper zal namelijk tijdens het laatste stukje van de beweging moeten zorgen voor een geleiding naar zijn uiteindelijke positie om een connectie te kunnen bewerkstelligen: *de geleidingsfunctie*.
2. In de laatste positie zullen voldoende nauwkeurige opleggingen moeten worden aangeboden: *de positioneerfunctie*.
3. Na positionering zal de positie moeten worden behouden: *de fixatiefunctie*.

Concepten voor deze drie functies – geleiden, positioneren en fixeren – zullen in het hiervolgende worden behandeld.

Positioneren

Voor het positioneren is gekozen voor een isostatische oplegging van drie kogels in drie V-groeven, met de kogels aan het bevestigingselement, zie figuur 3 [1]. Elke kogel heeft twee contactpunten met een V-groef. Elk contactpunt is slechts in één richting stijf, zodat 1 graad van vrijheid per contactpunt wordt vastgelegd. Het totaal van zes contactpunten (3x2 = 6) zorgt dus voor een vastlegging van het te grijpen object in al de 6 onafhankelijke vrijheidsgraden.
Een kracht is nodig om het contact tussen de kogels en de V-groeven te behouden (het fixeren).

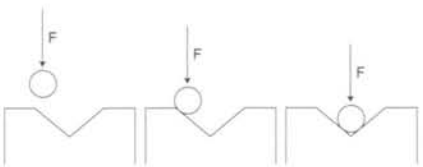
Het voordeel van het V-groeven principe is dat dit flexibiliteit biedt in het positioneren van objecten van verschillende afmetingen, zie de twee plaatjes van figuur 3. Deze flexibiliteit is noodzakelijk om in staat te zijn met dezelfde interface zowel grote instrumenten als kleine objecten vast te pakken. Daarnaast biedt het systeem een thermisch centrum, in dit geval het snijpunt van de drie V-groeven. Bij uitzetting blijft dit punt op zijn plaats. Bij de grote temperatuursvariaties die op kunnen treden in de ruimte, leidt verschil in homogene thermische uitzetting tussen de grijper en het bevestigingselement tot het vrij schuiven van de kogels in de V-groeven, zodat de delen elkaar niet kunnen belasten.



Figuur 3. Isostatische oplegging van drie kogels in drie V-groeven voor het positioneren van de grijper.

Geleiden

Het V-groeven systeem kan tevens geschikt worden gemaakt om de grijper te geleiden naar zijn eindpositie. Dit is geïllustreerd in figuur 4.
Het V-groeven systeem vervult dus twee functies: positioneren en geleiden.



Figuur 4. Het geleiden van de grijper naar zijn eindpositie met behulp van het V-groevensysteem van figuur 3.

Fixeren

De kogels in de V-groeven zorgen voor een positionering in al de zes onafhankelijke vrijheidsgraden. Slechts één kracht is noodzakelijk om deze positie te fixeren.
Veel mechanismen zijn reeds ontwikkeld om deze sluitkracht te genereren. De meeste werken volgens het principe van het omvatten van het voorwerp met haken of bajonetsystemen. Weinige bieden een absolute scheiding van positioneren en aanbrengen van de sluitkracht. Het hier uitgewerkte systeem voldoet aan deze laatste voorwaarde wel.

Uit het oogpunt van betrouwbaarheid en duurzaamheid is gekozen is voor een magnetische sluitkracht, geleverd door een permanente magneet (geen bewegende delen). Uit onderzoek bleek dat een kracht van 500 N op een diameter van 32 mm (klein genoeg om de kleinste objecten te kunnen grijpen) haalbaar is. Door het inbouwen van een spoel, die een tegengesteld magnetisch veld levert, kan een voorwerp worden ontkoppeld. Hiermee is een systeem

ontstaan dat op eenvoudige wijze een relatief hoge kracht aanlegt. Een groot voordeel van een permanente magneet/spoel configuratie is dat een object veilig verbonden blijft met de robotarm bij stroomuitval. Tevens is het energieverbruik laag daar alleen stroom nodig is tijdens koppeling en ontkoppeling van een object.

Om absolute zekerheid te verkrijgen dat een object niet wordt verloren, is ervoor gekozen om een extra veiligheidssluiting (vormgesloten verbinding) toe te voegen. Deze moet gezien worden als een vangnet voor extreme situaties, zoals het inslaan van ruimtepuin en het verliezen van controle over de robotarm als gevolg van softwarefouten of storingen. Dit zou kunnen leiden tot te grote krachten (> 500 N) tussen grijper en bevestigingselement en het verlies van het object, met als gevolg het in gevaar brengen van de gehele missie door los zwevende voorwerpen.

Het ontwerp

In de volgende twee paragrafen zullen respectievelijk de magneet en de veiligheidssluiting worden behandeld.

De magneet

Configuraties, waarin een permanente magneet een kracht levert en een spoel de kracht neutraliseert, zijn verkrijgbaar onder de naam permanente elektromagneten. De commerciële versies zijn echter voor deze toepassing ongeschikt. Ten eerste zijn voor de kracht die nodig is (> 500 N) de diameters van deze magneten te groot. Ten tweede is de afscherming van deze magneten niet voldoende voor de omstandigheden op het ruimtestation. Magnetische velden kunnen storingen veroorzaken in instrumenten. Een goede magnetische afscherming is essentieel.

Voor de grijper is dan ook een nieuwe magneet ontworpen. De ontwerpeisen zijn kort samengevat:
- te leveren kracht minimaal 500 N;
- magneetdiameter maximaal 32 mm;
- laag extern veld, ook als er geen voorwerp is gepakt.

Om aan deze eisen te kunnen voldoen is het noodzakelijk om op een juiste manier de magnetische velden van de permanente magneet en de spoel te 'leiden'. Hoe dit wordt gerealiseerd is te zien in figuur 5. De pot is aan de robot en de schijf is aan het op te pakken voorwerp bevestigd. In de eerste situatie, zie figuur 5a, is de spoel uitgeschakeld.
De pot, de schijf en het hart zijn gefabriceerd van weekijzer. De dikke lijn geeft het circuit aan met de laagste magnetische weerstand; weekijzer heeft een lage en lucht heeft een hoge magnetische weerstand. Dit betekent dat een groot deel van de veldlijnen door de schijf zullen lopen en er een kracht wordt uitgeoefend, die de schijf zo dicht mogelijk naar de pot getrokken houdt.

In de tweede situatie, zie figuur 5b, is de spoel ingeschakeld. De spoel levert een tegengesteld magnetisch veld, waardoor de veldlijnen van de permanente magneet 'naar beneden worden gedrukt' en in het aangegeven circuit zullen gaan lopen – vergelijk twee noordpolen die elkaar afstoten. Tussen de magneet en de schijf heerst geen magnetisch veld en er bestaat dus geen krachtwerking.

Twee taken zijn nu volbracht:
- het leveren van een kracht op de schijf en
- het doen wegvallen daarvan, door middel van een spoel.

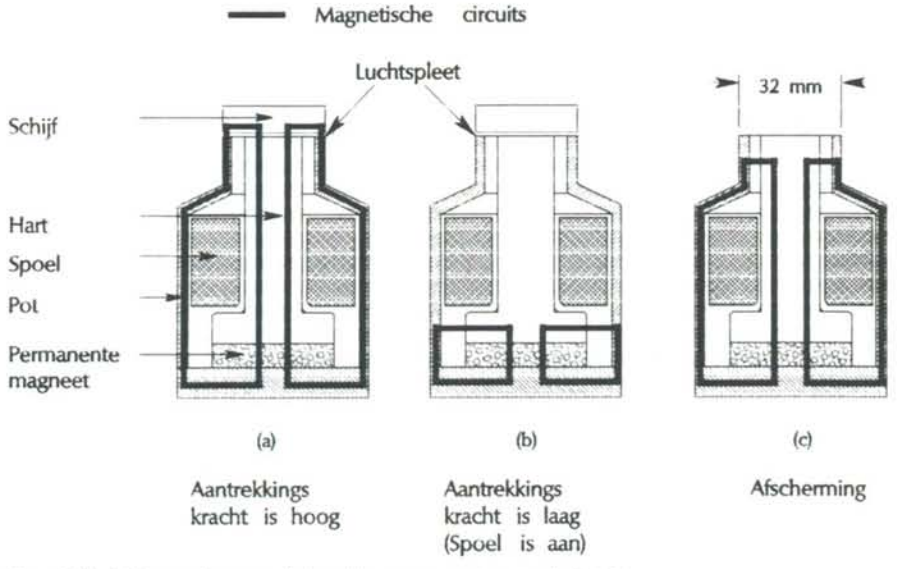
Tevens is te zien dat het externe magnetisch veld laag zal zijn, daar het grootste deel van de veldlijnen door de aangegeven circuits binnen de magneet zullen lopen.

Ook in de derde situatie, zie figuur 5c, zal het extern magnetisch veld laag zijn. De verjonging aan de top zorgt voor afscherming als er geen schijf op de magneet ligt. Dit is het geval in situaties waarin de robotarm niet wordt gebruikt, wacht op zijn volgende opdracht en er dus geen voorwerp bevestigd zit aan de robotarm.

Om dit concept te optimaliseren is gebruik gemaakt van het eindige-elementen-pakket MAGGIE. Figuur 6 laat de drie situaties en de loop van de veldlijnen, berekend met behulp van MAGGIE, nog eens zien.
MAGGIE berekende een op de schijf uitgeoefende kracht van 580 N bij een spleetbreedte van 0,1 mm, hetgeen voldoende is om de objecten te fixeren.

De veiligheidssluiting

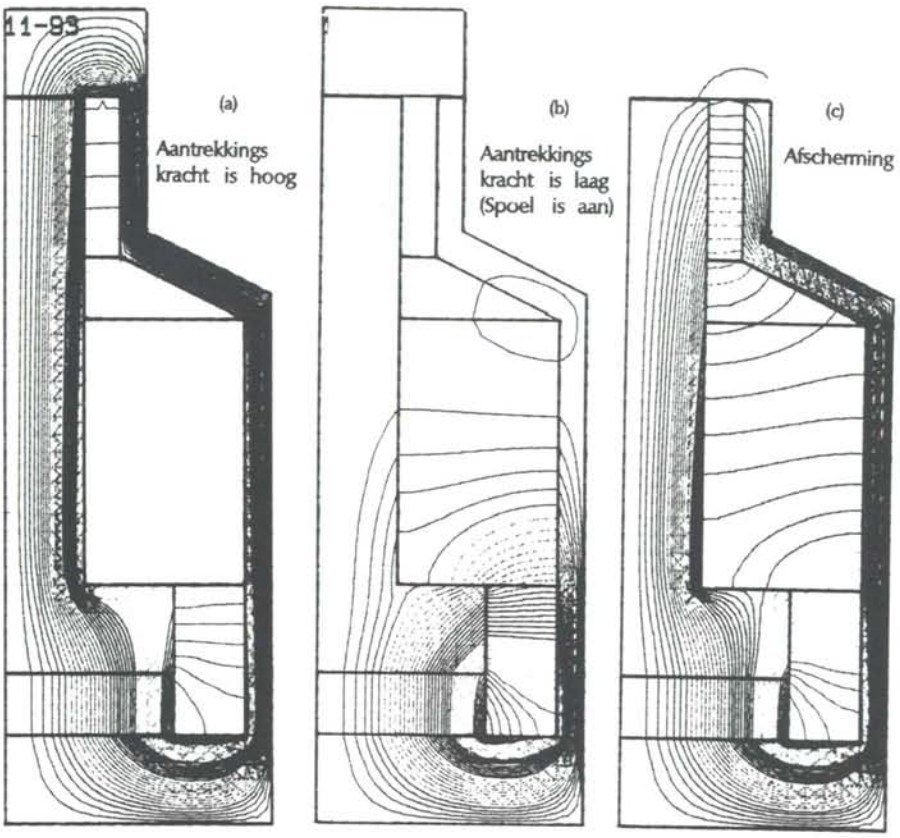
Zoals al eerder opgemerkt is een absolute zekerheid ten aanzien van het niet verliezen van voorwerpen essentieel. Bij extreme situaties biedt de magneet niet voldoende bescherming. Daarom is het noodzakelijk een extra veiligheidssluiting in het ontwerp an te brengen, die in staat moet zijn hoge belastingen op te vangen. Deze sluiting zal



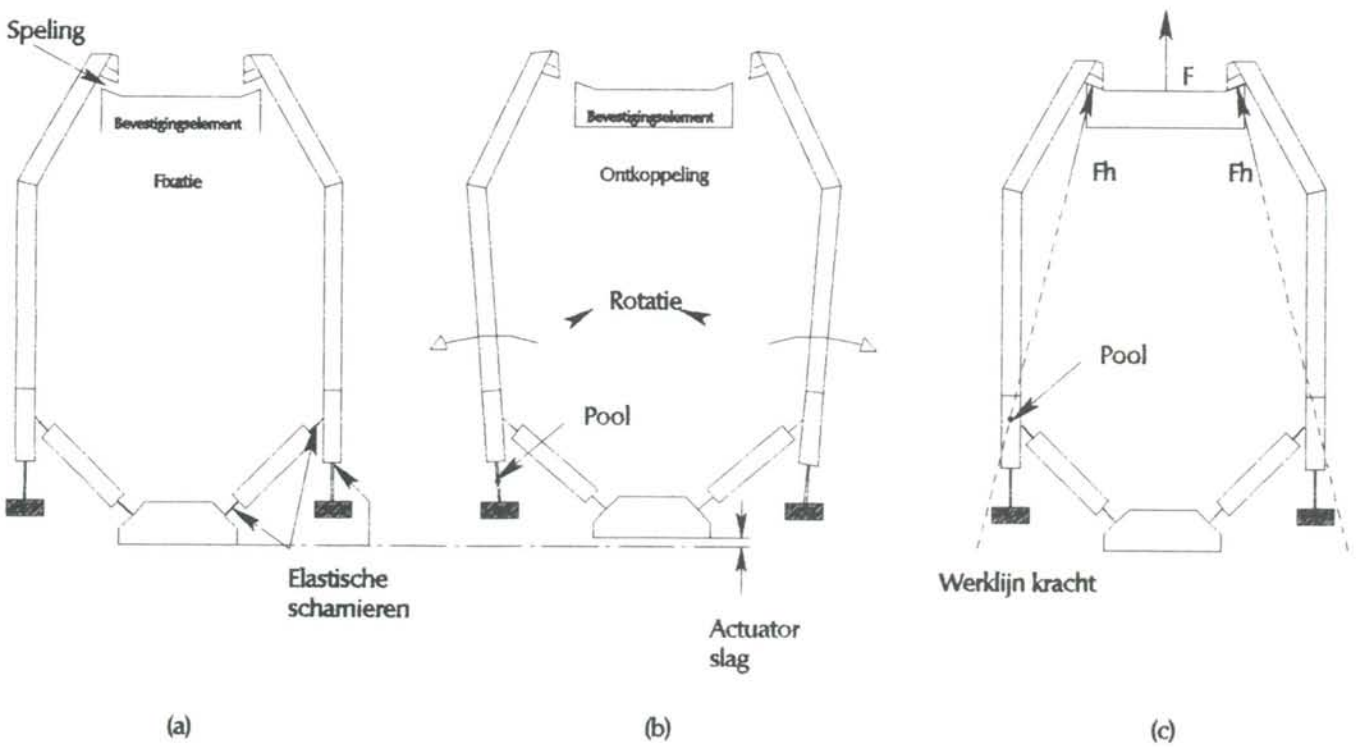
Figuur 5. Het leiden van de magnetische velden van magneet en spoel; zie tekst.

bewegende delen bevatten. Hierbij is gekozen voor elastische scharnieren, omdat deze zeer betrouwbaar zijn. Rekening houdend met de vermoeiingsgrens van het materiaal is het relatief eenvoudig een mechanisme te ontwerpen dat in staat is 10^6 cycli uit te voeren. Bovendien is smering niet nodig, in tegenstelling tot lagers; een voordeel omdat smering moeilijk is in vacuüm.

Rekening houdend met de ruimte die al wordt ingenomen door de magneet en de V-groeven, is gekozen voor een haak-mechanisme dat de objecten omsluit. Een 2D presentatie hiervan is gegeven in figuur 7.
In figuur 7a is het mechanisme in rust. Het bevestigingselement (de drie kogels zijn hier niet getekend) is dan omsloten. Tussen de haken, in gesloten toestand, en het bevestigingselement zit 0,2 mm speling, zodat ze geen vrijheidsgraden van het bevestigingselement vastleggen (alle 6 vrijheidsgraden zijn immers al vastgelegd door de drie kogels in de drie V-groeven). Door een verplaatsing aan te bieden op het mechanisme in figuur 7b, zullen de elastische elementen buigen, wat resulteert in het openen van de haken en het ont-



Figuur 6. Ter optimalisering van het ontwerp van magneet en spoel zijn voor drie situaties de loop van de veldlijnen berekend met het eindige-elementen-pakket MAGGIE.



Figuur 7. Het haakmechanisme als veiligheidssluiting teneinde te voorkomen dat voorwerpen verloren gaan: a) in rust, b) het openen, c) beveiliging tegen ongewild openen.

koppelen van het bevestigingselement. Indien er een kracht wordt uitgeoefend op het bevestigingselement – wat kan gebeuren in extreme situaties – is het mogelijk de werklijn van de kracht zo te leiden dat hij de rotatiepool van de haak snijdt, zie figuur 7c. Op deze manier zal de haak nooit openen, en zal het bevestigingselement veilig bevestigd blijven aan de grijper.

Vrijheidsgraden haakmechanisme

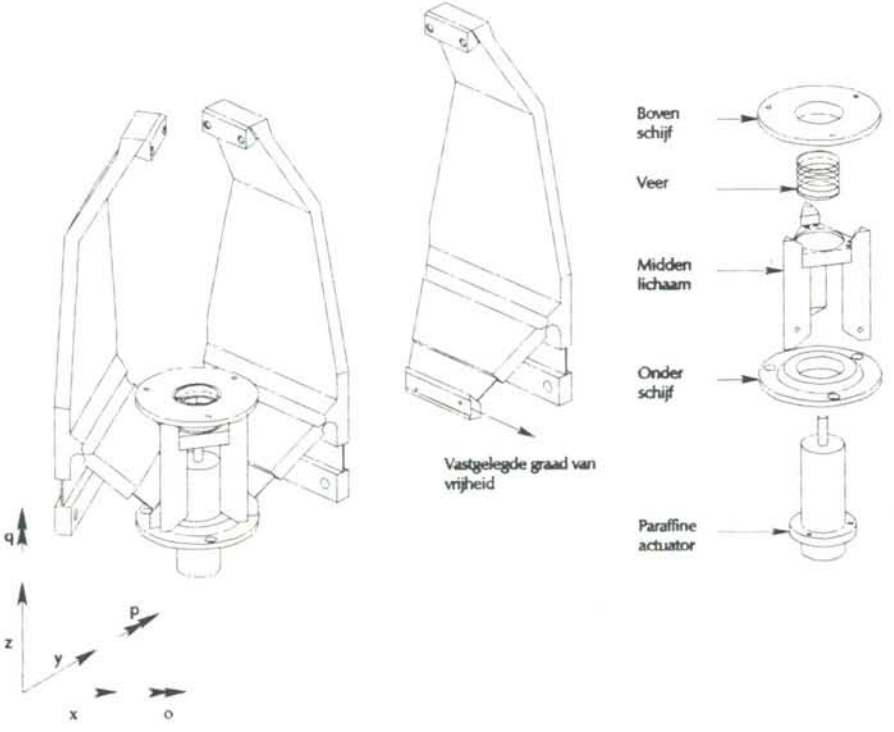
Het haakmechanisme in zijn uiteindelijke vorm is afgebeeld in figuur 8. Drie haken zijn verbonden met het middenlichaam. Elke haak legt 1 graad van vrijheid van het middenlichaam vast (vergelijk gebogen bladveer [1]). In totaal leggen de haken dus 3x1=3 graden van vrijheid van het middenlichaam vast, respectievelijk de verplaatsingen x, y en de rotatie q. Het middenlichaam kan tussen de twee schijven 2,5 mm heen en weer bewegen, wat resulteert in het openen en sluiten van de haken. Het middenlichaam kan worden gezien als een stoel met drie poten die in de ruststand in drie punten contact maakt met de onderschijf (een veer zorgt voor de voorspanning) en na actuatie in drie punten contact maakt met de bovenschijf. Deze drie contactpunten zijn noodzakelijk om de overige 3 vrijheidsgraden (de verplaatsing z en de rotaties o en p)vast te leggen in de twee uiterste standen (gesloten en open haken).

De actuatie wordt verricht door een paraffineactuator [2]. Opwarming en dus uitzetting van paraffine door middel van verwarmingselementen zorgt voor de benodigde slag en kracht van de zuigerstang.

Het totale ontwerp

Het totale ontwerp is weergegeven in figuren 9a en b.
De bevestigingselementen – grote voor instrumenten en kleine voor objecten zoals cassettes – bestaan uit een titanium deel waaraan drie plaatjes met aan de onderkant bolvormige segmenten zijn bevestigd ("de kogels"). Binnen het titanium deel wordt de weekijzeren schijf gemonteerd.

De materialen van de interface zijn zo gekozen dat de verschillen in thermische uitzetting minimaal zijn. De grootste thermische uitzetting bevindt zich tussen de V-groeven en de basis. Deze wordt opgevangen door de drie bladveren.



Figuur 8. Het haakmechanisme in zijn opbouw.

Conclusie

Een grijpermechanisme is ontwikkeld voor het manipuleren van instrumenten op het Space Station. Het mechanisme voldoet aan de gestelde eisen wat betreft functionele aspecten, afmetingen, gewicht en nauwkeurigheid.

De functies positioneren en geleiden zijn gerealiseerd door middel van het V-groeven systeem, waarmee een hoge nauwkeurigheid en stabiliteit wordt bereikt. Voor de functie fixeren zijn een magnetische actuator en een haakmechanisme ontwikkeld.

De magnetische actuator levert een krachtgesloten verbinding (580 N) die sterk genoeg is voor nominale acties. De nieuw ontwikkelde actuator is praktisch vrij van externe magneetvelden. Alleen tijdens koppelen en ontkoppelen word energie verbruikt (12 W).

Het haakmechanisme is toegevoegd om veiligheidsredenen en heeft een belastbaarheid van 8000 N. Dit is voldoende bij calamiteiten. Ook hier wordt alleen tijdens koppeling en ontkoppeling energie verbruikt (10 W).

Bij stroomuitval blijft een voorwerp veilig bevestigd aan de robot-arm.

Het ontwikkelde fixatiesysteem is zeer betrouwbaar, heeft een grote levensduur (> 10 jaar, > 10^6 cycli), is energiezuinig en vormt geen stoorfactor voor andere instrumenten.

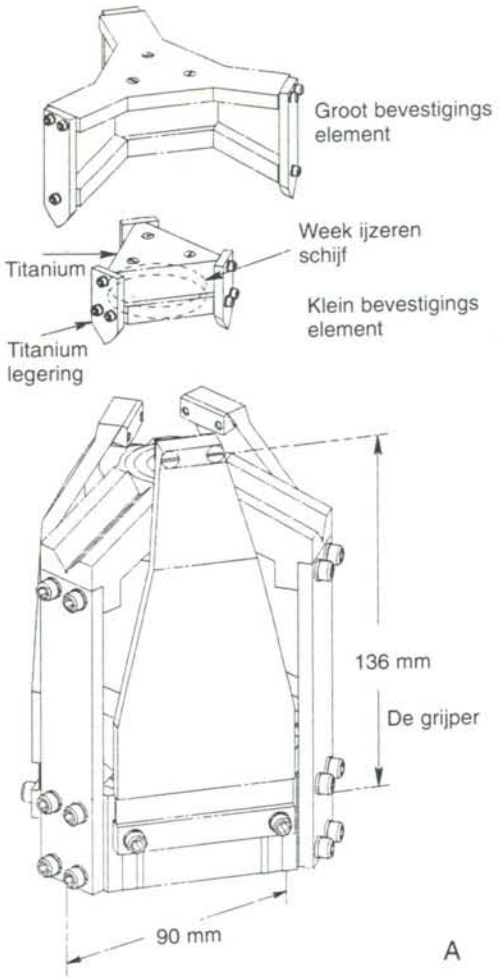
Literatuur

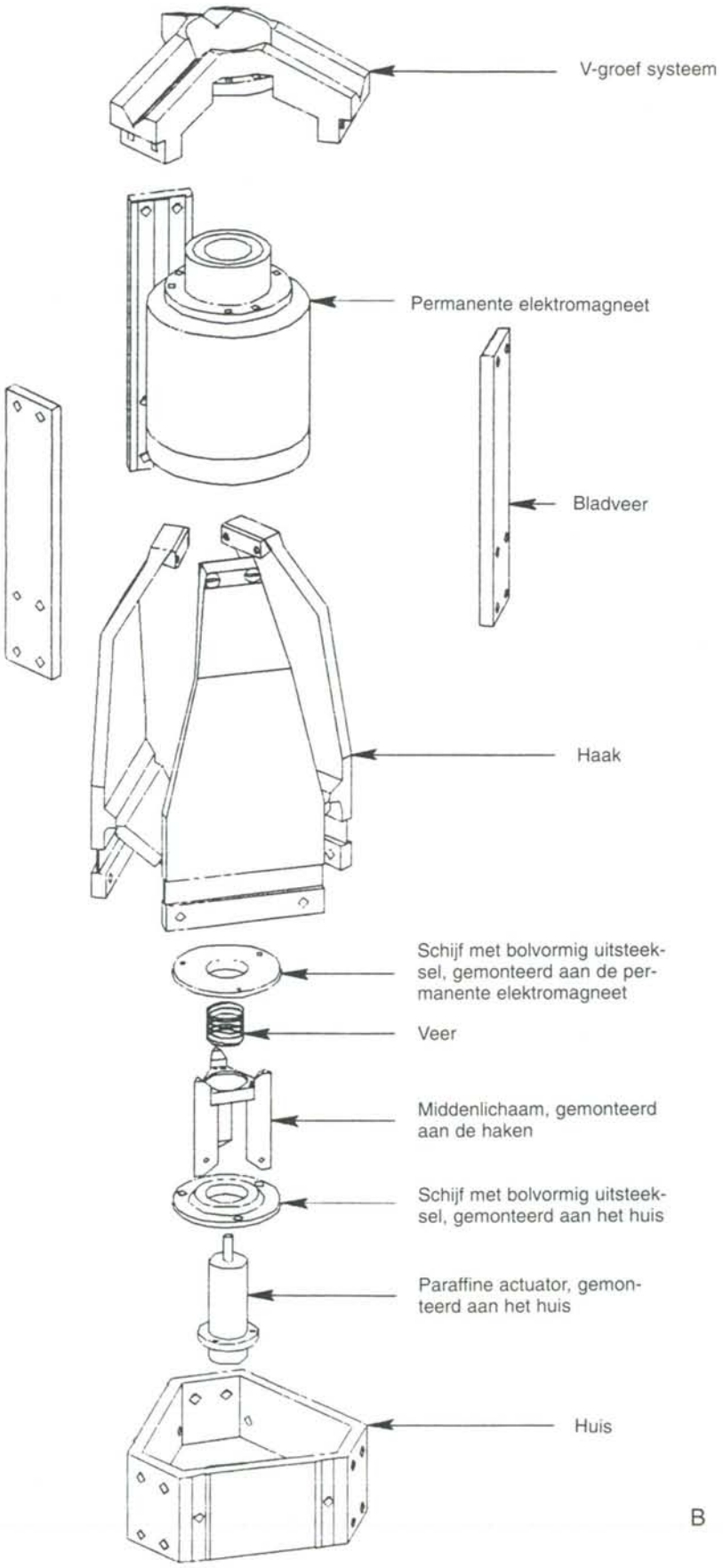
[1] M.P. Koster, Constructieprincipes, dictaat UT 113136, Enschede 1992.
[2] HOP actuators, (Starsys research, 5757 Central Avenue, Suite E, Boulder, Colorado, USA)

Auteursnoot

Dit interface-systeem is ontworpen en als prototype gebouwd door de auteur bij de afdeling Instrumentatie Ruimteonderzoek van TNO/TPD te Delft, als afstudeerproject bij zijn studie aan de Universiteit Twente, faculteit der Werktuigbouwkunde. Zijn begeleider bij TNO/TPD was ir. B.C. Braam. Aan de Universiteit Twente (Mechatronic Research Centre Twente) waren zijn begeleiders Prof.dr.ir. M.P. Koster en ir. H. Draijer.

Dit artikel is mede tot stand gekomen door initiatieven van het Mechatronica Platform, dat zich inzet voor de stimulering van mechatronische oplossingen bij het ontwikkelen van produkten.
Voor nadere informatie:
Secretariaat Mechatronica Platform
p/a Vereniging FME, Postbus 190, 2700 AD Zoetermeer.
Tel.: 079-531282, fax: 079-531365.



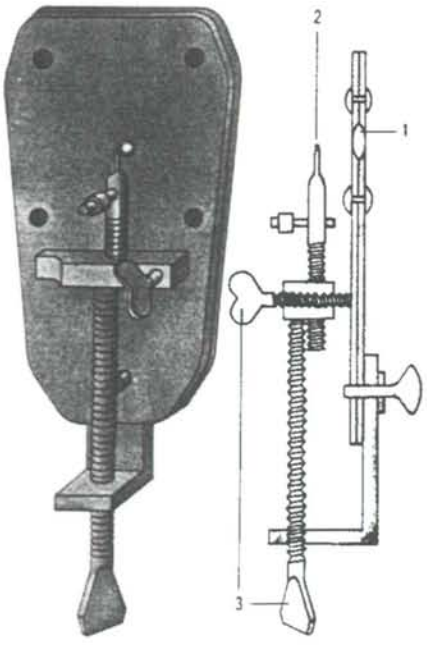


Figuur 9a en b.
Het uiteindelijke ontwerp van de grijper.

Miniatuurlensjes uit transparant teflon

Frans Zuurveen

Maakte Antonie van Leeuwenhoek de bolvormige miniatuurlensjes voor zijn beroemde microscopen (figuur 1) door druppels vloeibaar glas te laten stollen in water? Of liet hij de druppels terechtkomen op een gepolijste metalen plaat? De zo ontstane halfbolvormige lensjes zou hij daarna aan elkaar gelijmd hebben, volgens een idee dat hij aantrof in een werk over microscopie van Robert Hooke. Inderdaad ja, die van de bekende elasticiteitswet, die iedere werktuigbouwer met de paplepel is ingegoten. Hoe het ook zij, driehonderd jaar later is er nog steeds een – groeiende – interesse in procédés voor de vervaardiging van miniatuurlensjes, niet alleen onmisbaar in zogenaamde geïntegreerde optica, maar ook in apparatuur voor glasvezeloptiek en voor het beschrijven en uitlezen van optische informatiedragers.



Figuur 1. Een reconstructietekening van een microscoop van Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723). 1 bolvormig lensje, 2 preparaat, 3 stelschroeven voor de verstelling van het preparaat (Spectrum Enc.).

Een veelbelovend procédé

Het procédé van de onderzoekers Stephen Mihailov en Sylvain Lazare, onlangs beschreven in Applied Optics [1], lijkt bijzondere perspectieven te bieden voor het maken van grote series uiterst kleine lensjes van hoge kwaliteit. Transparant amorf teflon wordt daarbij door middel van een doopstof ondoorzichtig gemaakt. Dat niet-transparante teflon wordt vervolgens door selectief wegbranden omgevormd tot kleine eilandjes. Het materiaal van deze eilandjes wordt opnieuw transparant door de doopstof weer te verwijderen. Ten slotte ontstaan er door zorgvuldige verhitting iets boven het smeltpunt – bijna – volmaakte planconvexe miniatuurlensjes. De minimale diameter van de lensjes bedraagt 50 µm, de maximale diameter 400 µm. De numerieke apertuur van de kant-en-klare lensjes ligt naar keuze tussen 0,2 en 0,3.

Transparant teflon

De merknaam teflon van Dupont is in het spraakgebruik inmiddels een soortnaam geworden voor de kunststof PTFE, oftewel polytetrafluoretheen. Het materiaal is semikristallijn en daardoor niet-transparant voor zichtbaar licht. Amorf PTFE van Dupont, met de merknaam teflon AF, is daarentegen transparant vanaf ver ultraviolet met een golflengte van 190 nm tot en met nabij infrarood met een golflengte van 2 µm.

Teflon AF is een copolymeer van PTFE en fluormethyldioxolaan en daardoor smeltbaar, in tegenstelling tot zuiver PTFE, dat alleen door een sinterproces in een bepaalde vorm kan worden gebracht. Zowel de doorlaatbaarheid voor licht met een breed golflengtegebied als de makkelijke vormgeving maken deze nieuwe kunststof uitstekend geschikt voor optische toepassingen.

ArF-laser

Het proces van Mihailov en Lazare is bedoeld om van dat amorfe teflon regelmatige rijen miniatuurlensjes te vervaardigen, die voor de toepassing in laserprinters en faxapparaten geschikt zijn. Als individuele lensjes zijn ze bij voorbeeld bruikbaar in apparatuur voor optische communicatie. Voor de niet te verre toekomst wordt gedacht aan toepassing in geïntegreerde optica voor sensoren en actuatoren, en in nog wat verder verwijderd perspectief aan "optische computers" met fabelachtig hoge rekensnelheden.

Bij de creatie van lensjes in een bepaald patroon komen de technieken die worden gebruikt bij de fabricage van geïntegreerde schakelingen, uitstekend van pas. Het gaat er daarbij om die gedeelten van een laag die moeten worden verwijderd, selectief te belichten. Andersom worden ook wel de gebieden die moeten achterblijven, belicht. Voor dat selectief verwijderen gebruikt men dan zogenaamde negatieve of positieve lichtgevoelige lakken – ook wel "fotoresists" genoemd. Bij het etsproces erna zorgen deze lakken er (na ontwikkeling) voor dat de gewenste gedeelten behouden blijven.

In het onderhavige proces zijn Mihailov en Lazare er echter in geslaagd het ongewenste materiaal rechtstreeks te verwijderen door smelten en verdampen. Daarvoor hebben ze gebruik gemaakt van een gaslaser met een mengsel van argon en fluor: de gaslaser type EMG 200 van de firma Lambda Physik. Deze levert UV-straling met een golflengte van 193 nm.

Van wèl naar niet doorzichtig

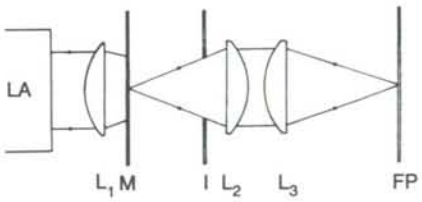
Volgens het procédé van Mihailov en Lazare moeten dus de te verwijderen gedeelten van een laag teflon AF lokaal worden verhit met behulp van bovengenoemd laserlicht. Maar helaas is teflon AF, zoals gezegd, transparant voor UV-straling met een golflengte van 193 nm. De gewenste gunstige eigenschap van het eindprodukt – optische component – is in dit stadium juist ongewenst. De "truc" voor de oplossing van dit netelige probleem is het tijdelijk ondoorzichtig maken van teflon AF door het

toevoegen van een doopstof: een soort triazine, met de algemene formule $C_3H_3N_3$.

Het proces voor de vervaardiging van de benodigde patronen van teflon AF begint daarom met het oplossen van deze kunststof samen met de doopstof in het oplosmiddel perfluorkoolstof. Deze vloeistof, met formule $C_{12}F_{27}N$, wordt door 3M in de handel gebracht als FC-40. De oplossing wordt door middel van centrifugeren gelijkmatig verdeeld over een substraat van kwartsglas of silicium. Na drogen blijft een laag niet-transparant teflon AF achter met een dikte van ongeveer 100µm.

Selectief belichten

Figuur 2 laat het principe van de belichtingsopstelling zien. Het masker bestaat uit een substraat van kwartsglas, waarop eilandjes van wolfraam zijn gesputterd. Deze eilandjes hebben de vorm van een achthoek en hun diameter bedraagt circa 1 mm. De lenzen die in de opstelling zijn gebruikt, zijn eveneens van kwartsglas.



Figuur 2. Het belichten. LA ArF-laser. L1 condensorlens. M masker. L2, L3 afbeeldende lenzen. FP laag Teflon AF op substraat.

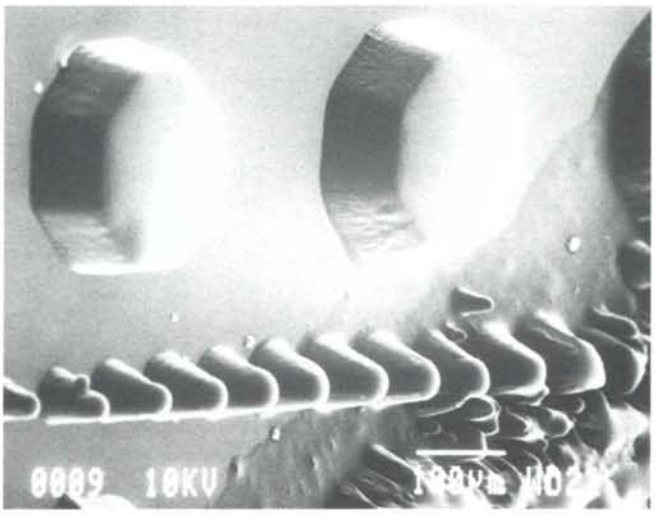
In principe wordt het maskerpatroon vijfvoudig verkleind afgebeeld op de laag teflon. Door een andere verkleining te kiezen is het echter mogelijk de afmetingen van de uiteindelijk te verkrijgen miniatuurlenzen naar behoefte te variëren.

Bij het belichten blijkt de energie van de laser voldoende om de laag teflon AF plaatselijk te smelten en vervolgens te verdampen. Daardoor blijven er op het substraat eilandjes van teflon over die een achthoekige vorm hebben, zie figuur 3.

Transparant en rond

De doopstof wordt hierna uit het teflon verwijderd door het substraat met de eilandjes gedurende 20 minuten te verwarmen tot een temperatuur van 160 °C. Dat is ongeveer de glasovergangstemperatuur van het oorspronkelijke teflon AF. Na dit "ontdopen" worden substraat en eilandjes nogmaals verhit, maar nu tot de smelttemperatuur van 300°C, eveneens gedurende 20 minuten.

Figuur 3. SEM-opname van de achthoekige eilandjes van Teflon AF met doopstof. Het substraat is over een hoek van 60° gekanteld.



Als gevolg van deze beide warmtebehandelingen krijgt het teflon AF zijn oorspronkelijke transparantheid weer terug. Bovendien zorgt de oppervlaktespanning van het vloeibare teflon ervoor dat de achthoekige vorm overgaat in een ronde. De eilandjes nemen daarom de vorm aan van fraaie miniatuurbolsegmentjes, zie figuur 4. Om te onderzoeken of de transparantheid en de vormnauwkeurigheid voldoende groot zijn om ze te gebruiken als miniatuurlenzen, zijn er een aantal tests gedaan.

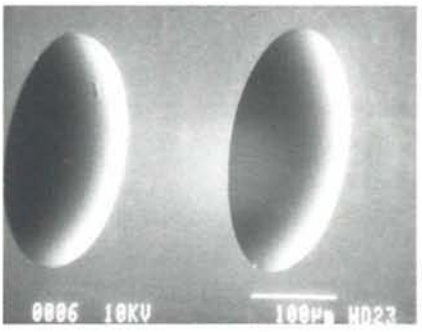
Hoe transparant?

In figuur 3 is duidelijk te zien dat de eilandjes die door wegbranden van de teflonlaag ontstaan, achthoekig van vorm zijn. Na de warmtebehandeling die nodig is voor het verwijderen van de doopstof, is de contacthoek van de eilandjes gereduceerd van 82 ± 4° (gemeten met Alpha-Step 200 profielmeter) tot circa 60°. De materiaaldikte neemt af tot ongeveer 60% van de oorspronkelijke waarde.

De doopstof is door de warmtebehandeling niet geheel verwijderd, want wegingen met een Mettler ME-30 microbalans tonen aan dat de massa is gereduceerd tot 59,8% van de oorspronkelijke waarde. Het totale gehalte aan doopstof was echter zodanig dat de massareductie 50% zou moeten bedragen. Desondanks laten absorptiespectra zien dat bij een golflengte van 190 nm de absorptie nog maar 40% bedraagt, tegen 22% van het ongedoopte amorfe teflon. Vanaf een golflengte van ongeveer 250 nm zijn de absorptiekrommen voor het behandelde en oorspronkelijke teflon nagenoeg identiek.

Hoe rond is rond?

Figuur 4 laat zien dat de achthoekige eilandjes na het laatste smeltproces zijn veranderd in kleine bolsegmenten. Er is echter een geringe variatie in de diameter van het grondvlak meetbaar: 296 ± 14 µm. Deze variatie is te wijten aan een kleine tonvormige distorsie van het afbeeldende systeem in figuur 2. Daardoor is de vergroting in de uiterste hoeken van het beeld op de teflon-laag groter dan in het centrum. De hoogte van de lensjes vertoont ook enige variatie:

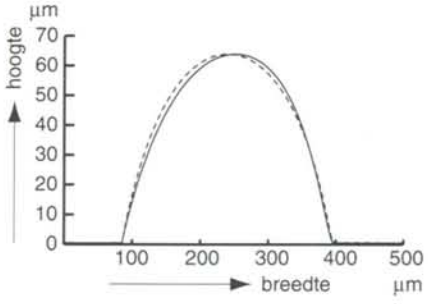


Figuur 4. SEM-opname van de half-bolvormige miniatuurlensjes die resulteren na verhitten tot de smelttemperatuur, eveneens met kanteling van het substraat over een hoek van 60°.

Miniatuurlensjes uit transparant Teflon

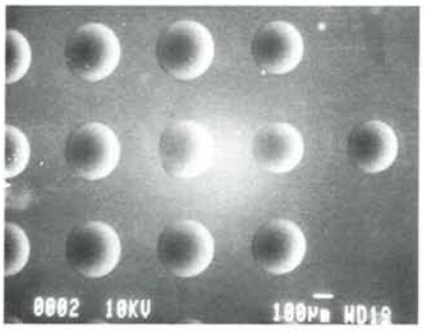
62,9 ± 3,3 µm. Deze spreiding is een gevolg van onvolkomenheden in het centrifugeerproces voor het aanbrengen van de teflon-laag. Sommige lensjes vertonen nog geringe sporen van de oorspronkelijke achthoekige vorm na het wegbranden.

Figuur 5 toont de resultaten van metingen van de kant-en-klare lensjes met de reeds genoemde profielmeter. De theoretische kromme geldt voor dezelfde diameter van het grondvlak en dezelfde hoogte. De top is in feite zijdelings over een afstand van 16 µm verschoven. Deze afwijking is waarschijnlijk te wijten aan het niet geheel perfect horizontaal zijn van de opstelling en is daarom makkelijk te corrigeren. Er kan daarom worden geconcludeerd dat de bereikte vorm van de lensjes maar weinig afwijkt van de ideale bolvorm.



Figuur 5. Meting van het profiel van de miniatuurlensjes. De getrokken lijn is het meetresultaat, de gestippelde lijn is de theoretische curve.

Uit metingen van de reflectiecoëfficiënt, de hoogte en de radius zijn de brekingsindex, de brandpuntsafstand



Figuur 6. Een aantal miniatuurlensjes in regelmatige rijen, gemaakt volgens het procédé van Mihailov en Lazare.

en de numerieke apertuur berekend. De resultaten zijn respectievelijk: 1,47 ± 0,09, 480 ± 90 µm en 0,309 ± 0,052. Vervolgens is laserlicht via de vervaardigde teflon-miniatuurlensjes zo lang met minimale brandvlekdiameter op mylar-folie gefocusseerd dat het mylar smolt. Op deze manier is de brandpuntsafstand gemeten en het astigmatisme gecontroleerd. Het meetresultaat voor de brandpuntsafstand – 450 ± 50 µm – komt goed overeen met de gemeten waarde. Vergrote SEM-opnamen van de brandvlekken op het mylar-folie laten zien dat deze weliswaar redelijk rond zijn, met een diameter van 37 µm, maar ook een achttal symmetrische lijnen vertonen, die in het midden ontspringen. Deze lijnen zijn kenmerkend voor restanten van de achthoekige vorm van de eilandjes van figuur 3.

Tot besluit

De experimenten van Mihailov en Lazare hebben afdoende gedemonstreerd dat het mogelijk is bolsegmentvormige miniatuurlenzen te maken in regelmatige rijen, zie figuur 6. Het toegepaste teflon AF is transparant voor straling met een golflengtegebied van 190 nm tot 2µm. De oppervlaktespanning van vloeibaar teflon zorgt voor een bijna volmaakte bolvorm. Dank zij het gebruik van een geschikte doopstof is het mogelijk gebleken de absorptie van teflon AF binnen zekere grenzen te variëren. De onderzoekers verwachten dat het proces ook uitgevoerd kan worden met polymethylmethacrylaat, oftewel perspex. Met verdere verfijning van het proces zal het ongetwijfeld mogelijk worden de geringe vormafwijkingen die zich nu nog hebben gemanifesteerd, tot vrijwel nihil terug te brengen.

Mihailov en Lazare achten het proces bruikbaar voor miniatuurlensjes vanaf 50 µm (of nog kleiner) tot en met circa 0,5 mm diameter. Brandpuntsafstanden van 100 µm tot bijna 1 mm, en waarden voor de numerieke apertuur van 0,2 tot 0,3 zijn nu al mogelijk. Uitbreiding van deze dimensiegebieden behoort tot de perspectieven van dit veelbelovende procédé. Ongetwijfeld zal commerciële toepassing niet lang op zich zal laten wachten.

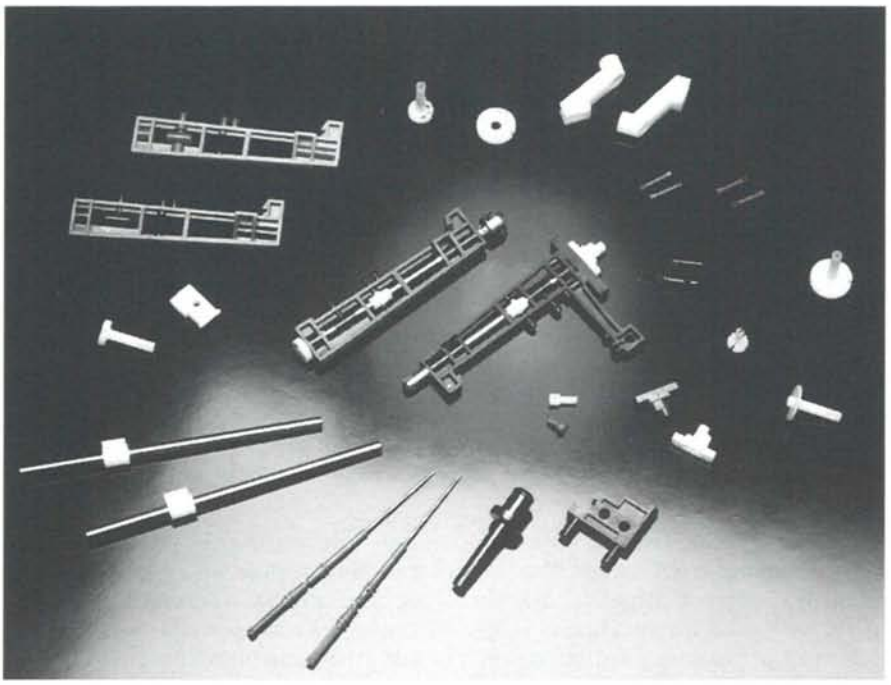
Literatuur

[1] S. Mihailov en S. Lazare; Fabrication of refractive microlens arrays by excimer laser ablation of amorphous teflon; Applied Optics 32 (1993), p 6211-6218.

Spuitgieten van precisie-kunststofprodukten

Dr. F.W. van der Weij,
Prof. ir. A. Anemaat †

Spuitgieten is een economisch verantwoorde methode voor de massafabricage van kunststof produkten. De eisen die men aan maat- en vormnauwkeurigheid van deze produkten stelt worden steeds strenger. Om de haalbaarheid in te kunnen schatten moet men de opbouw van de tolerantie op de produktmaat kennen. De maattolerantie wordt bepaald door de matrijstolerantie, de mate van procesbeheersing en het krimpgedrag van de kunststof. Men kan onderscheid maken tussen drie nauwkeurigheidsklassen: precies, nauwkeurig en normaal. Door de keuze van het meest geschikte materiaal, goede procesbeheersing en correcte matrijsconstructie waarbij de kritische maten matrijsgebonden maten zijn, is een maatnauwkeurigheid van + 0,05 procent mogelijk. Als men hogere eisen aan maat- en vormnauwkeurigheid stelt, moet men integraal en in detail de invloed van matrijs, machine, materiaal en methode op de vorm en maatvoering kennen. De grenzen aan het haalbare worden bepaald door de mate van inhomogeniteit van de warmteafvoer uit de produktholte en door de nauwkeurigheid waarmee matrijsonderdelen aangemaakt kunnen worden.
Met behulp van computersimulaties, toepassing van nieuwe materialen en bewerkingsmethoden zal uiteindelijk een precisie van 1 µm/cm binnen bereik komen.



Philips CCP maakt kunststofprodukten voor machines en bedrijfsmechanisatieapparatuur.

Spuitgieten is een economisch verantwoorde methode voor de massafabricage van kunststofprodukten. Er zijn weinig beperkingen ten aanzien van vorm en complexiteit van de produkten. De produktconstructeurs maken daar dankbaar gebruik van door in het ontwerp functies te integreren en daardoor het aantal onderdelen van het produkt te minimaliseren.
Ook kunnen voorzieningen worden ingebouwd ter vergemakkelijking van de uiteindelijke assemblage.
De eisen die men aan de maat- en vormnauwkeurigheid van dit soort complexe produkten stelt worden steeds strenger. Enerzijds komt dit omdat men storingvrije automatische assemblage wenst, anderzijds omdat bepaalde onderdelen vanwege hun functie zeer precies moeten zijn. Daar komt nog bij dat de spuitgieter een beheerst proces wenst en dus ook voor niet kritische produkten maximale reproduceerbaarheid nastreeft. In dit artikel wordt nader ingegaan op haalbaarheid van produkttoleranties en op de factoren die van belang zijn als men de hoogste precisie-eisen stelt, met name ten aanzien van machine, matrijs, materiaal en methode.

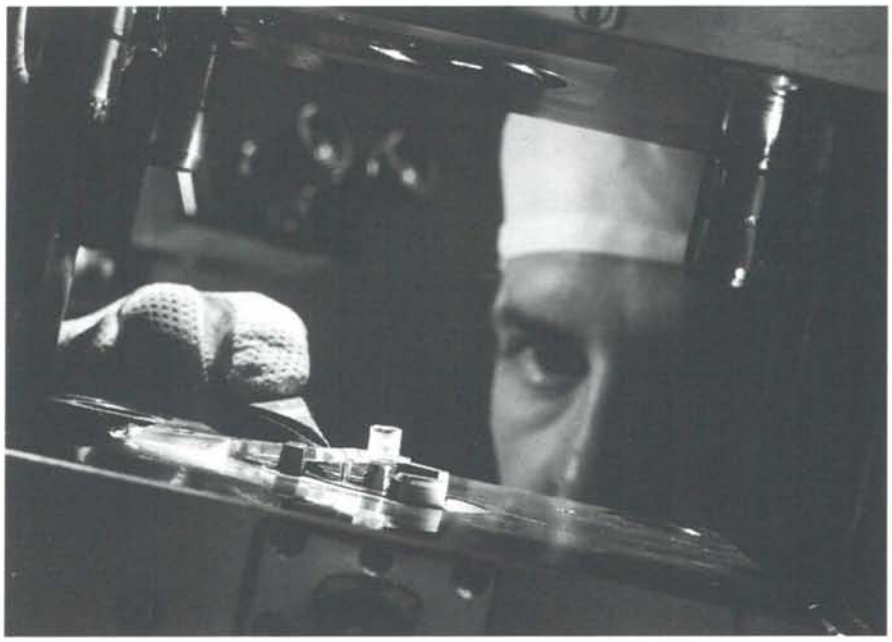
Tolerantieklassen

De toleranties op de vorm en de afmetingen van kunststofprodukten zijn afhankelijk van een complex van factoren die bepaald worden door de gebruikte kunststof, de verwerkingscondities, de toestand van de matrijs, de manier van aanspuiten en dergelijke.

Professor Anemaat bouwde zijn vakkennis op bij Philips, waar hij de spectaculaire groei van de toepassing van kunststoffen in produkten die in massa vervaardigd worden, heeft meegemaakt.
Als één van de eerste constructeurs in Nederland heeft hij zich verdiept in het specifieke mechanische gedrag van kunststoffen en heeft hij ervaring opgedaan in de matrijsconstructies voor kunststof produkten en de verwerking van kunststoffen.
Deze kennis en ervaring heeft hij vastgelegd in collegedictaten en publikaties over produkt- en matrijsconstructies, kostprijsberekeningen en haalbare toleranties. Binnen en buiten Philips heeft hij zo aan veel constructeurs essentiële professionele kennis in zijn vakgebied uitgedragen.

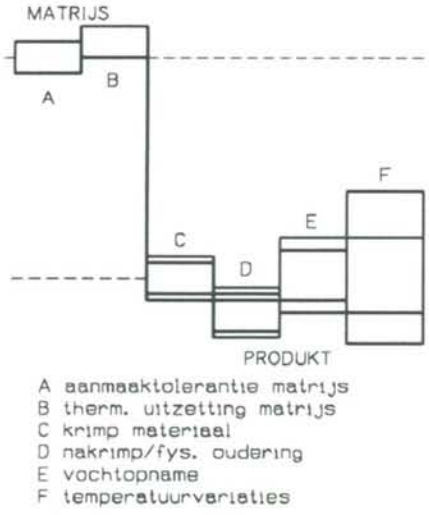
Op 25 mei 1994 overleed professor A. Anemaat.

Spuitgieten van precisie kunststofprodukten



Ontwikkeling van optische componenten van kunststof bij PMF – Plastics Innovation Group.

Vormafwijkingen vertonen geen normale verdeling, zodat het optellen van toleranties voor de bepaling daarvan niet zinvol is. Bij maattoleranties is optellen van de toleranties wel toegestaan. De uiteindelijke produktmaat hangt af van de matrijsmaat bij de gewenste matrijstemperatuur en de krimp van de kunststof.
De krimp van de kunststof heeft de grootste invloed op de variatie in afmetingen van het produkt: de krimpspreiding bepaalt in belangrijke mate de tolerantie.



Figuur 1. Schematische weergave van de opbouw van toleranties op een produktmaat.

Het begrip krimp is gedefinieerd als verschil tussen de matrijsmaat bij 23°C en de afmeting van het uit die matrijs afkomstige kunststofprodukt nadat het 24 uur is bewaard bij normale omgevingscondities (23°C en 50 procent RV).
Nakrimp is in dit artikel gedefinieerd als de krimp van het produkt na de eerste 24 uur. De nakrimp vindt hoofdzakelijk plaats gedurende de eerste twee weken. Een nabehandeling, bijvoorbeeld oudering bij verhoogde temperatuur of conditionering, is nuttig als het produkt snel op zijn eindmaat gebracht moet worden. De produktmaat is dan ook de maat die bepaald is bij 23°C en 50 procent RV, 24 uur na de nabehandeling. Na afname kunnen maten en vormen nog veranderen door krimp en vochtopneming.
In figuur 1 is één en ander schematisch weergegeven. Hier is geen rekening gehouden met het eventueel optreden van kruip onder invloed van een mechanische belasting.
De haalbare toleranties zijn in sterke mate afhankelijk van de kosten die gemaakt mogen worden voor de aanmaak van de matrijs en voor de procesbewaking.
In navolging van reeds bestaande normen op dit gebied, zoals DIN 16901 en de SPI materiaalnormen, zijn de toleranties in nauwkeurigheidsklassen ingedeeld:

Klasse I = precies
Kenmerken: uitgekiende en aangepaste precisiematrijsen, soms te verkrijgen via een vooraf te maken proefmatrijs; technisch optimale verwerkingscondities ten aanzien van cyclustijd, procesbeheersing en afwerking; intensieve procescontrole.
Hoge extra kosten.

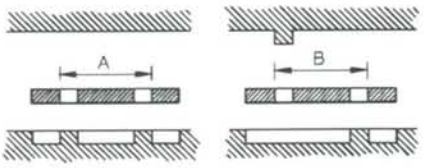
Klasse II = nauwkeurig
Kenmerken: nauwkeurige matrijzen; verwerkingscondities minder kritisch; de controle van het eindprodukt geschiedt door steekproeven.
Matige extra kosten.

Klasse III = normaal
Kenmerken: de matrijzen hebben normaal te verwezenlijken toleranties; verwerkingscondities zijn afgestemd op zo goedkoop mogelijke produktie; geen bijzondere eindcontrole.
Normale kosten.

De nauwkeurigheidsklasse wordt bepaald door de nauwkeurigste maat van een produkt. De maattolerantie vinnen een nauwkeurigheidsklasse wordt bepaald door de matrijstolerantie, de mate van procesbeheersing en de eigenschappen van de kunststof.

Matrijstoleranties

De toleranties op de matrijsafmetingen hangen af van gekozen bewerkingsmethode. Slijpen, rondslijpen, zinkvonken en draadvonken zijn nauwkeurige bewerkingsmethoden. Frezen en kopiëren zijn minder nauwkeurige bewerkingen, echter, met machines met NC besturing kan in een bepaalde bewerkingstijd veel nauwkeuriger worden gewerkt dan met conventionele machines. Voor het bepalen van de toleranties wordt verder nog een onderscheid gemaakt tussen matrijsgebonden maten die gerealiseerd worden in een star matrijsdeel en niet-matrijsgebonden maten die tot stand komen door het samenspel van meerdere beweeglijke elementen in de matrijs; zie figuur 2.



Figuur 2. Voorbeeld van matrijsgebonden maten en niet-matrijsgebonden maten.

Groep A	Groep B	Groep C	Groep D	Groep E
PC glasvezelgevuld	PS	CA	PF	UF
PO glasvezelgevuld	SAN	CP	PP	MF
SAN glasvezelgevuld	ABS	CAB	PE(HD)	PE(LD)
PF asbestgevuld	PVC	PP minerale vulling	POM	PUR(TH PL)
PF glasvezelgevuld	PC		PA	
UP glasvezelgevuld	PPO		PBTP	
DAP	PSO			
	PA glasvezelgevuld			
	POM glasvezelgevuld			
	PBTP glasvezelgevuld			

Tabel 1. Indeling van materialen met vergelijkbare verwerkingstoleranties in groepen.

De matrijstoleranties voor de niet-matrijsgebonden maten zijn ongeveer het dubbele van de toleranties van de matrijsgebonden maten. Soms rekent men voor deze laatste groep 0,1 – 0,2 mm extra tolerantie.
Extra afwijkingen kunnen optreden ten gevolge van slijtage, opspanfouten bij matrijsmontage, matrijs-temperatuurverschillen en doorbuiging van matrijsdelen.
Er is geen directe correlatie tussen nauwkeurigheid en de kosten van een matrijs. De matrijskosten zijn niet alleen afhankelijk van het aantal bewerkingen maar ook van de bewerkingsmethoden.
Zinkvonken geldt als een langzame, nauwkeurige en dure bewerkingsmethode. Door moderne CNC besturing kan een zinkvonk machine 's nachts en in het weekend onbemand doordraaien, hetzelfde geldt voor het draadvonken. In het algemeen moet worden gesteld dat iedere maat die nauwkeuriger is dan normaal extra geld kost.

Verwerkingstoleranties

De toegepaste kunststof bepaalt welke verwerkingstoleranties in de genoemde nauwkeurigheidsklassen kunnen worden gehaald. Er zijn grote verschillen in verwerkingstolerantie tussen de diverse typen kunststof. Die worden veroorzaakt door verschillen in aard en hoeveelheid vulstof, kristalliniteit, vloeigedrag en dergelijke. Daarom zijn de meest gebruikte materialen in vijf groepen ingedeeld, gebaseerd op ervaringsgegevens; zie tabel 1.

De scheiding tussen de groepen is minder scherp als in de tabel wordt gesuggereerd. De indeling moet gezien worden als een indicatie. In tabel 2 is per groep de tolerantie aangegeven die kan worden bereikt bij het spuitgieten of persen van een produkt in de verschillende nauwkeurigheidsklassen.

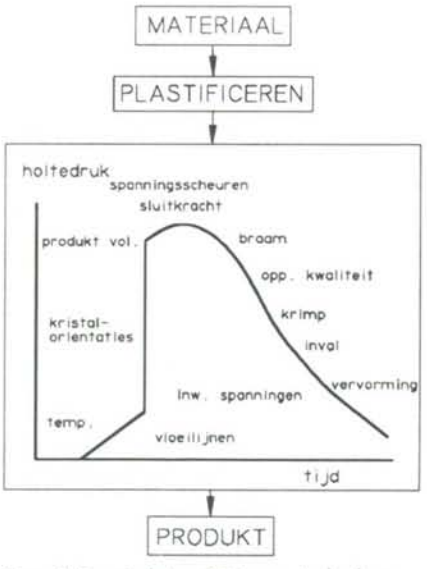
Speciale effecten die optreden bij overmatige oriëntatie van de kunststofmoleculen of bij uitzonderlijk grote wanddikteverschillen zijn buiten beschouwing gelaten, omdat hierbij afwijkingen kunnen optreden, die buiten de normale verwerkingstoleranties vallen.
Gegeven een bepaald materiaal speelt de wijze van verwerking en de mate van procesbeheersing een belangrijke rol. De verwerking van thermoharders vindt onder andere omstandigheden plaats dan die van thermoplasten, vanwege het optreden van chemische reacties die leiden tot vernetting van de massa.
Bij thermoplasten kan men het spuitgietproces onderverdelen in vier fasen:
- plasticeerfase
- vulfase
- nadrukfase
- koelfase

In het onderstaande worden deze fasen apart behandeld.
In figuur 3 is de invloed van het holtedrukniveau op de produktkwaliteit ge-

	verwerkingstoleranties %						
	0,050	0,075	0,10	0,15	0,20	0,30	0,60
Groep A	I	II	III				
Groep B		I	II	III			
Groep C			I	II	III		
Groep D				I		II	III
Groep E					I	II	III

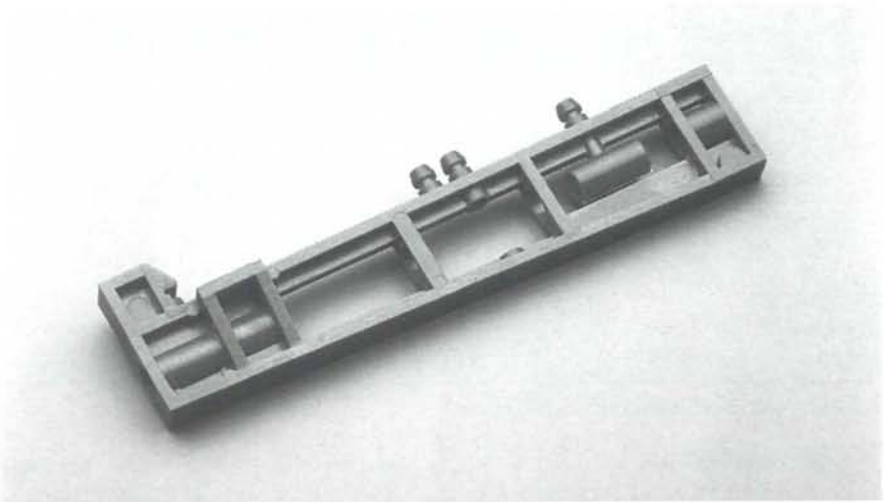
klasse I = precies klasse II = nauwkeurig klasse III = normaal

Tabel 2. Haalbare bewerkingstoleranties per materiaalgroep bij het spuitgieten.

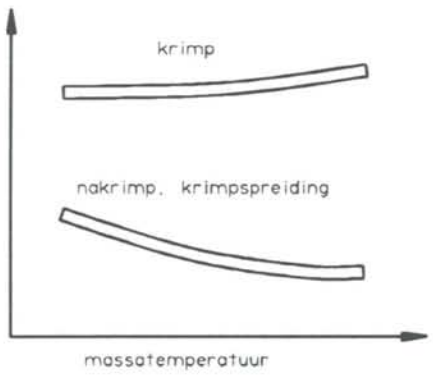


Figuur 3. Fasen in het spuitgietproces. Invloed van holtedrukniveau op produktkwaliteit.

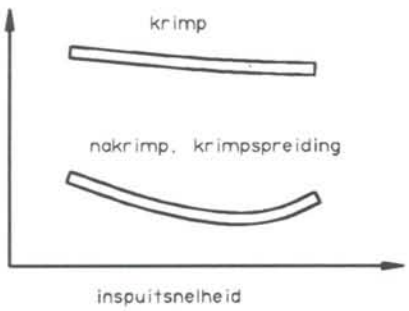
Spuitgieten van precisie kunststofprodukten



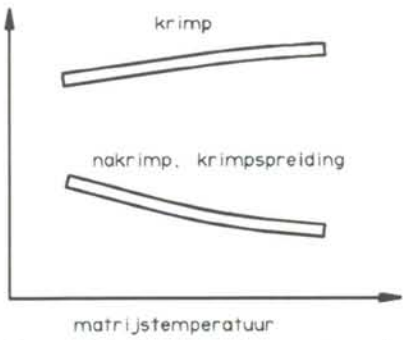
Deel van de pipet voor de assemblagemachine voor Surface Mounted Devices.



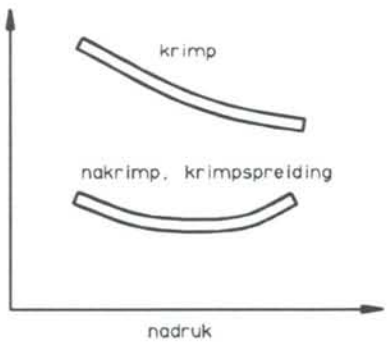
Figuur 4. Invloed van de massatemperatuur op de krimp, krimpspreiding en nakrimp.



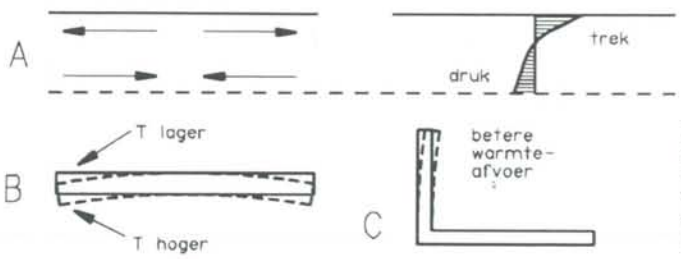
Figuur 5. Invloed van de inspuitsnelheid op de krimp, krimpspreiding en nakrimp.



Figuur 6. Invloed van de matrijstemperatuur op de krimp, krimpspreiding en nakrimp.



Figuur 7. Invloed van de nadruk op de krimp, krimpspreiding en nakrimp.



Figuur 8. Opbouw van thermische spanningen met als gevolg hoge inwendige spanningen (a), of vormafwijkingen (b en c).

durende deze fasen schematisch weergegeven. Daarbij moet aangetekend worden dat de plasticeerfase in de tijd onder de koelfase valt.

Plasticeerfase
Plasticeren is bedoeld om een smelt te creëren met een homogene temperatuur. Afhankelijk van schroeftype en materiaal geschiedt de opwarming van de smelt in meer of mindere mate door inwendige wrijving en door warmteoverdracht vanuit de cilindermantel.
Verhoging van de massatemperatuur heeft weinig invloed op de absolute krimp. Afhankelijk van het produkt kan een geringe verhoging of verlaging van de krimp optreden. Bij verhoging van de massatemperatuur is er wel sprake van verlaging van de krimpspreiding en de nakrimp; zie figuur 4.

Vulfase
Bij het vullen van een matrijsholte met een themoplastische kunststof heeft men te maken met het reologisch gedrag van de smelt en met warmte-overdracht naar de matrijs.

– Reologisch gedrag:
De inspuitfase is een stromingsproces. Door de afschuifspanningen worden de moleculen georiënteerd. De viscositeit is hoog, zodat er grote krachten op de stromende kunststof inwerken. Verhoging van de inspuitsnelheid heeft weinig invloed op de krimp. Het verloop van de krimpspreiding tegen de spuitdruk vertoont een minimum; zie figuur 5. Bij te hoge spuitdruk kan de holte sterk vervormen en wordt de matrijs tenslotte open gespoten, vooral als te laat wordt omgeschakeld op nadruk.
Door de hoge viscositeit van de smelt wordt het vulbeeld hoofdzakelijk door de geometrie van de holte en niet door het proces bepaald. Dit is de reden waarom het inspuitproces te modelleren is in CAE programma's.
Dat de voorspellende waarde van CAE programma's ten aanzien van benodigde drukken te wensen overlaat heeft te maken met het feit dat de kunststofsmelt zich visco-elastisch gedraagt terwijl de huidige rekenmodellen uitgaan van een visceus gedrag.

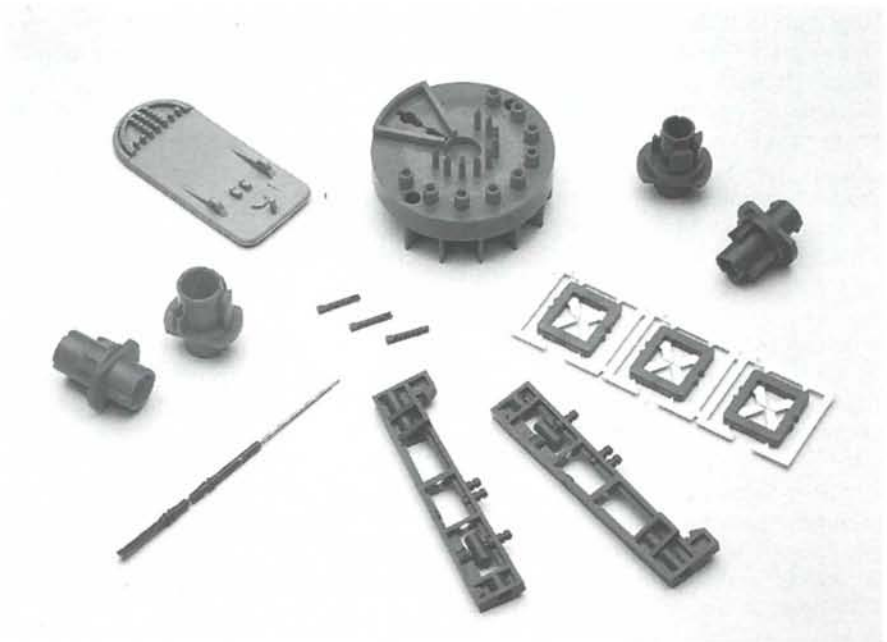
–Thermisch gedrag:
Tussen matrijswand en kunststofsmelt

bestaat een groot temperatuurverschil. De kunststof stolt zodra hij de holtewand raakt. Dit heeft twee vervelende effecten op de produkteigenschappen:
- oriëntatiespanningen (afschuifspanningen) worden ingevroren voor ze de kans krijgen te relaxeren;
- de doorsnede van het stromingskanaal wordt kleiner, waardoor de drukgradiënt in de smelt toeneemt. Figuur 6 geeft voor een vlakke schijf de temperatuurverdeling en de snelheidsverdeling in de doorsnede van 1,16 mm. De stromingsdoorsnede is tot 60 procent gereduceerd.

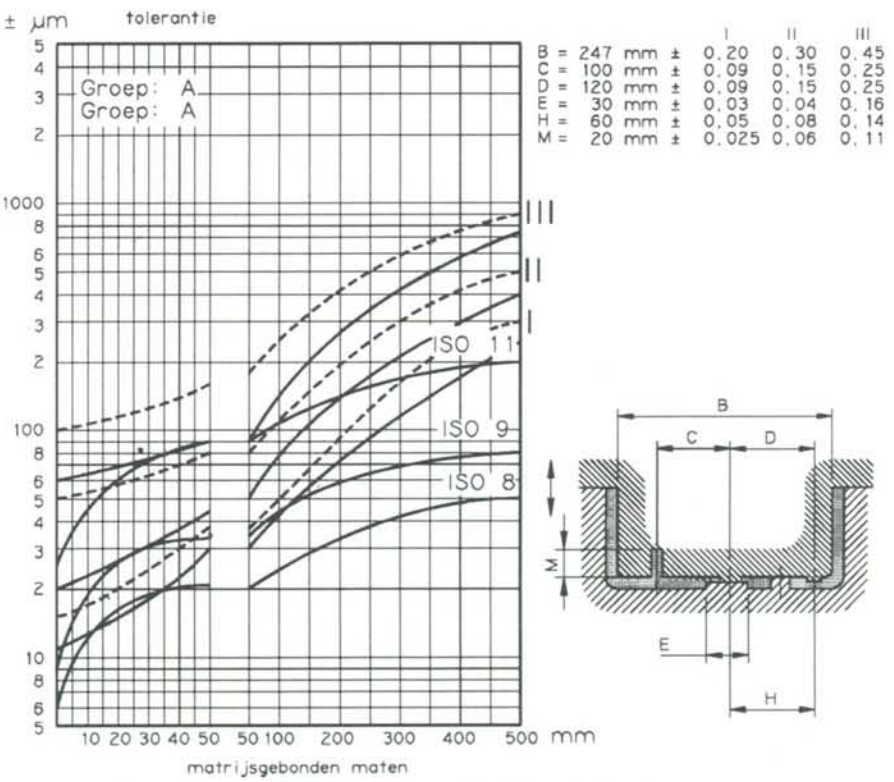
Bij het analyseren van de spanningstoestand van een produkt kan men dan ook altijd aan de rand van het produkt de meeste oriëntatiespanningen en koelspanningen vaststellen. Men spreekt in deze ook wel van entropie-elastische spanningen en energie-elastische spanningen. Verhoging van de matrijstemperatuur leidt tot een verlaging van deze spanningen in het produkt, tot verhoging van de krimp en tot verlaging van de nakrimp en de maatspreiding; zie figuur 7.

Nadrukfase
De nadrukfase is vooral belangrijk voor het reduceren van de energie-elastische spanningen, de spanningen die opgewekt worden door het inhomogeen afkoelen van het materiaal. Kunststoffen vertonen een grote thermische volumekrimp en (gelukkig) ook een grote compressibiliteit. De nadrukfase moet ervoor zorgen dat de kunststof onder hoge druk afkoelt en dat de thermische volume-krimp zo lang mogelijk gecompenseerd wordt tijdens het afkoelen. Verhoging van de nadruk leidt in het algemeen tot vermindering van de krimp en verhoging van het produktgewicht. Verlenging van de nadruktijd leidt, zolang de aanspuiting nog niet afgevroren is, tot vermindering van de nakrimp; zie figuur 8.

Bij produkten met een wanddikte groter dan 1 mm, moet men de lay-out van het aanspuitsysteem vooral op de nadrukfase afstemmen, en niet op de vulfase, zoals de meeste leveranciers van vulprogramma's stellen. Verschijnselen zoals inval, krimpholtes en kromtrekken zijn terug te voeren op verkeerd gedimensioneerde aanspuitingen.



Enkele produkten van de afdeling Precisie Spuitgieten van Philips Competence Centre Plastics.



Figuur 9. Haalbare produkttoleranties voor groep A materialen bij matrijsgebonden maten.

Koelfase
Na het dichtvriezen van de aanspuiting koelt het produkt verder af, zonder dat men het proces nog kan beïnvloeden. Het produkt krimpt verder en bouwt, afhankelijk van de voorgeschiedenis, thermische spanningen op. Een mogelijkheid om bij vlakke produkten nog enigszins deze fase te beïnvloeden, is bijvoorbeeld het 'Spritzprägen' of het laten ademen van de matrijs gedurende de afkoelfase. De vlaktedruk werkt dan als een soort homogene nadruk. In figuur 9 zijn voor de volledigheid de be-

langrijkste oorzaken van vervormingen en thermische spanningen aangegeven. Hieruit blijkt eens te meer dat men moet nastreven de temperatuurgradiënten te reduceren.

Produkttoleranties

In figuren 10 en 11 zijn voor de groep A materialen de haalbare produkttoleranties uitgezet voor matrijsgebonden en niet-matrijsgebonden maten. Hiervoor zijn de verwerkingstoleranties en de materiaaltoleranties opgeteld.

Bij deze grafieken is het gebied van 0 – 50 mm omwille van de afleesbaarheid uitgerekt. Voor de kleinste afmetingen zijn de krommen gecorrigeerd voor een minimale spuitgiet- en perstolerantie van respectievelijk 5, 10 en 35 µm voor de verschillende klassen.

De getrokken lijn geeft in de betreffende klasse de tolerantie aan, die haalbaar is met de meest nauwkeurige matrijsbewerking (zinkvonken, draadvonken en slijpen).

Met de stippellijn is de tolerantie aangegeven, die haalbaar is met de minst nauwkeurige bewerking (kopiëren) van de matrijs. Ter vergelijking met het begrip precisie in de metaalwereld zijn in de grafieken ook de ISO-normen voor de kwaliteiten 8, 9 en 11 voor metalen uitgezet.

De toleranties zijn aangegeven als een symmetrische + tolerantie.

Voor een eenzijdige + of – tolerantie moeten de waarden dus worden verdubbeld.

Het tolerantiesysteem volgens de figuren 10 en 11 gaat uit van wat nog haalbaar is; het belang van de onderdelenverwerker staat voorop. Het DIN-systeem maar ook de SPI-normen geven de onderdelenfabrikant meer speelruimte bij de produktie. De nauwkeurigste klasse volgens DIN 16901, de zogenaamde 'Feinwerk-Technik', ligt voor de groep A materialen tussen de klassen II en III; zie figuur 12. Iets dergelijks vindt men terug in de SPI-norm.

Precisie-vormgeving

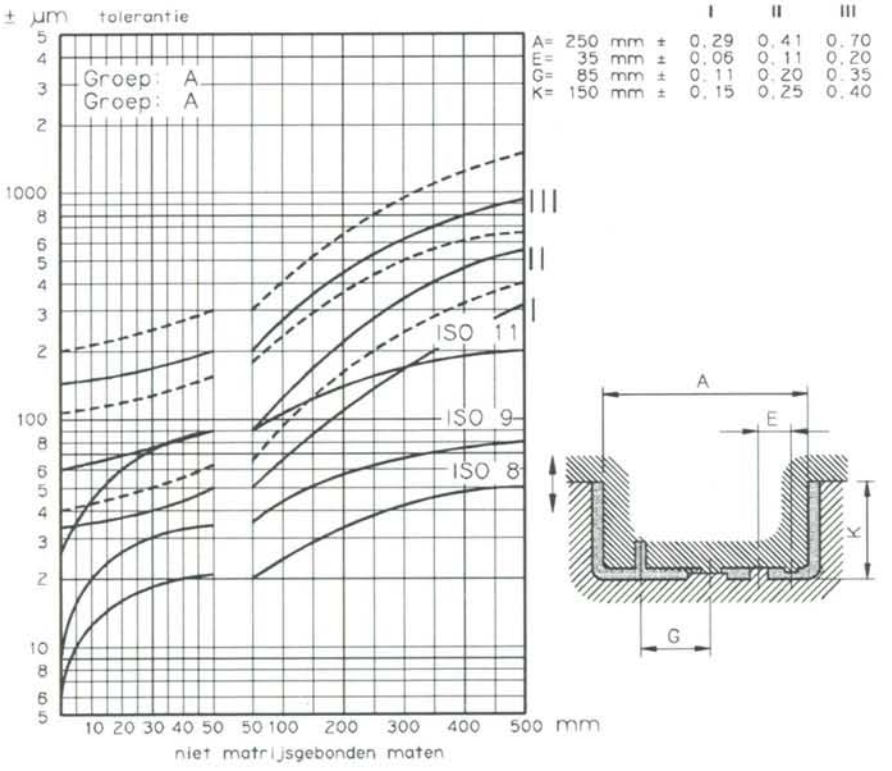
Als de eisen ten aanzien van maat- en vormnauwkeurigheid veel strenger zijn dan wat volgens klasse 1 haalbaar is, dan is het niet voldoende dat de fysische grondslagen van het spuitgietproces begrepen worden en dat met een goede matrijs en een goed materiaal wordt gewerkt. De invloed van matrijs, machine, materiaal en methode (de 4M's) op het resultaat moet integraal en in detail bekend zijn.

Voor de mate van invloed hiervan ontbreekt alle gevoel wanneer men het over precisie in het micron gebied heeft. In het Competence Centre Plastics dat deel uitmaakt van Philips Plastics and Metalware Factories krijgt de bestudering van de invloed van elk van deze factoren dan ook evenveel aandacht als de theoretische benadering van het proces.

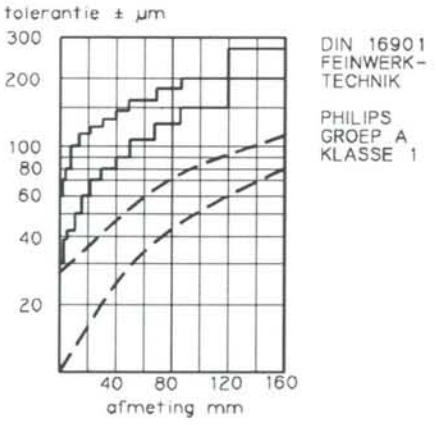
Het doel van dit onderzoek is het op een beheerste wijze in massa produceren van kunststofprodukten met een maatnauwkeurigheid in de orde van 1 micrometer per centimeter (0,01 procent).

Invloed van machine

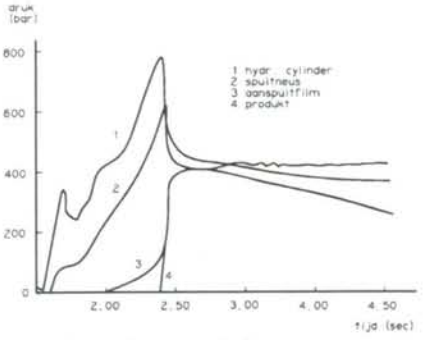
De machine bepaalt het proces voor wat betreft de instelparameters in absolute zin en wat nog belangrijker is, voor wat betreft hun reproduceerbaarheid in



Figuur 10. Haalbare produkttoleranties voor groep A materialen bij niet-matrijsgebonden maten.

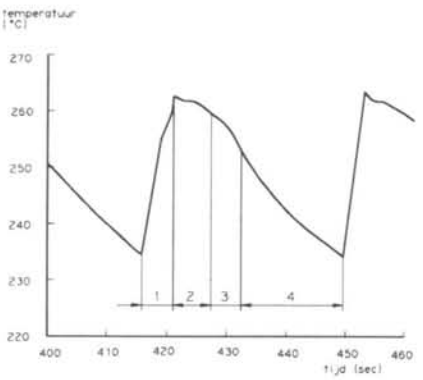


Figuur 11. Haalbare produkttoleranties voor groep A bij matrijsgebonden maten in vergelijking met de nauwkeurigste klasse volgens DIN 16901.



Figuur 12. Drukregistratie bij het spuitgieten:
1: druk in de hydraulische cilinder
2: druk in de spuitneus
3: druk in de aanspuitfilm
4: druk in het produkt.

de tijd. Men kan de machine in twee delen opgesplitst denken: de sluiteenheid en de inspuiteenheid.
De sluiteenheid van de machine is bedoeld om de sluitkracht op de matrijs over te brengen en de vlakheid of centrering van beide matrijshelften te realiseren. Aan de machine stelt men de eis van perfecte evenwijdigheid van de bedplaten (goede geleiding, hoge stijfheid).
De inspuiteenheid bepaalt het verloop van het fysische proces. Door onderzoek is gebleken dat, wanneer men matrijstemperatuur, massatemperatuur, inspuitsnelheid en holtedrukverloop reproduceert, men ook de produkteigenschappen reproduceert.
De laatste drie worden bepaald door de machineregeling, die dankzij de ontwikkelingen van de laatste tien jaar op het gebied van servo-hydrauliek, drukopnemers, temperatuurregelingen enzovoort, langzamerhand standaard is. Voor de normale praktijk is dit voldoende.
Wil men precisieprodukten zoals lenzen spuitgieten, dan blijkt dat onvoldoende. Ter illustratie is in figuur 13 een drukregistratie van respectievelijk de hydraulische druk, de druk in de spuitneus en de holtedruk in de matrijs weergegeven.
De wrijving in de inspuitcilinder, die een storingsbron is, veroorzaakt een verschil tussen de geregelde druk in de hydraulische cilinder en de procesbepalende druk in de smelt.
Voor een goede beheersing van de nadrukfase is derhalve een klassieke 'hydraulische drukregeling' onvoldoende. Toepassing van een smeltdrukregeling biedt goede mogelijkheden.

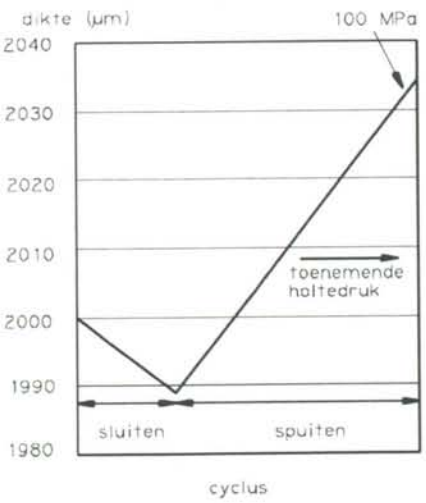


Figuur 13. Temperatuurprofiel van de kunststofsmelt gedurende een spuitgietcyclus:
1: inspuiten
2: nadrukfase
3: plasticeerfase
4: rest koelfase en cyclusafloop.

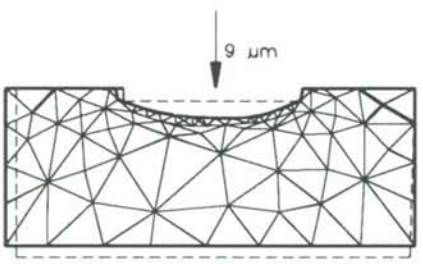
Uit registratie van de massatemperatuur blijkt dat gedurende een cyclus de smelt niet homogeen van temperatuur is; zie figuur 14. De temperatuurschommeling wordt in sterke mate bepaald door de schroefgeometrie. Voor een constante en optimale produktkwaliteit is een homogene smelttemperatuur gewenst.
Voor precisieprodukten zal de schroefgeometrie dus de nodige aandacht moeten krijgen.

Invloed van matrijs
Bij de matrijsconstructie zijn vanuit het fysische oogpunt twee parameters belangrijk: een vervormingsvrije holte (mechanische stijfheid) en een homogene warmteafvoer van het produkt naar het koelsysteem. De gevolgen van het afwijken van de ideale situatie zijn niet te verwaarlozen. Van beide een kenmerkend voorbeeld:
In figuur 15 is de berekende vervorming aangegeven van een eenvoudige testmatrijs.
De doorbuiging is constructief gereduceerd tot enkele tienden van micrometers, maar door de krachten in het proces wordt het staal tientallen micrometers vervormd. De dikte varieert tijdens het proces 45 µm. Een gedeelte veert terug, een deel blijft achter als ademing van de holte in de vorm van diktetolerantie. In ieder geval is de aanname van een 'stijve' holte zelfs in dit eenvoudige geval niet meer te handhaven.

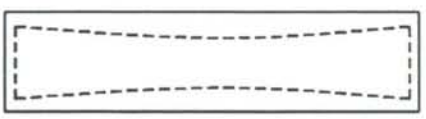
Tenslotte ook het klassieke ontwerp doorgerekend, dat wil zeggen een niet-gedeeld holtevormend blok. Alhoewel de vervorming in dit geval minder is, verloop die over de breedte van het produkt niet gelijkmatig; zie figuur 16.
Inhomogeniteit van de warmteafvoer is een andere oorzaak van vormafwijkingen. Dit uit zich in randeffecten zoals schematisch weergegeven in figuur 17. De hete smelt 'ziet' aan de rand van het produkt meer koud staal dan in het midden. Dit heeft tot gevolg dat de kunststof aan de rand eerder en vollediger stolt. Daar de gestolde rand minder krimpt dan de smelt is het produkt aan de rand dikker dan op andere plaatsen. Afhankelijk van de gebruikte kunststof en de procesomstandigheden kan het hier voor een 2 mm dikke plaat om afwijkingen gaan van 0 tot 100 micrometer. Voor de volledigheid zij opgemerkt dat thermoharders weinig of geen randeffecten vertonen.



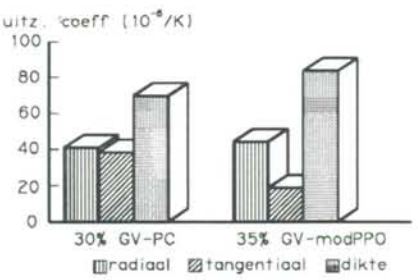
Figuur 14. Diktevariatie van een holte onder invloed van de procesdrukken.



Figuur 15. Vervorming van een holte onder invloed van de procesdrukken.



Figuur 16. Vormafwijking (randeffecten) van een vlakke plaat door inhomogene warmteafvoer.



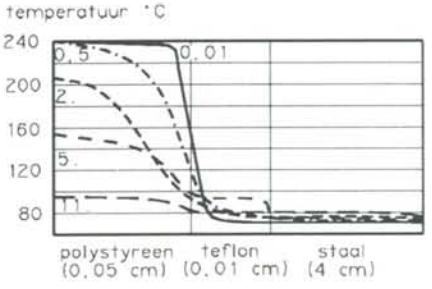
Figuur 17. Anisotropie van de uitzettingscoëfficiënt van twee glasvezelgevulde materialen.

Spuitgieten van precisie kunststofprodukten

Uit ervaring blijkt voorts dat één van de grootste knelpunten in het bereiken van nauwkeurige produkten het realiseren van de gevraagde tolerantie in het aanmaken van de onderdelen is. Bewerkingen met een nauwkeurigheid van 1 µm/cm zijn moeilijk haalbaar.

Invloed van materiaal
Materiaalontwikkelingen bij de grondstofleveranciers richten zich vooral op verbetering van temperatuurbestandheid en mechanische sterkte omdat dat nieuwe toepassingsgebieden binnen bereik brengt. Echter, naarmate men meer en meer eisen gaat stellen aan de maat en vorm als functie van tijd en temperatuur, moet men vaststellen dat op dit moment kunststoffen nog onderdoen voor metalen, glas en keramiek.
Belangrijke eisen die men aan precisiematerialen stelt zijn:
- minimale, isotrope, thermische uitzetting
- verwaarloosbare maatverandering ten gevolge van vochtopneming
- minimale, isotrope nakrimp ten gevolgen van thermische of fysische veroudering.

Figuur 18 toont het onderscheid tussen materialen met betrekking tot bovenvermelde aspecten. De uitzettingscoëfficiënt van twee materialen is gegeven in de drie richtingen: de stromingsrichting (x), dwars op de stroming (y) en in de dikterichting (z).



Figuur 18. Effect van een teflonlaag als warmtebarrière in een matrijs op de temperatuur van de smelt na 0,01, 0,5, 2, 5 en 11 seconden (Ming J. Liou and Nam P Suh, Polymer Eng. & Sci., mid-April, 1989).

Polycarbonaat, zelfs met hoge glasvezelvulling, vertoont een nagenoeg isotrope uitzetting in de x-y richting, terwijl een gemodificeerd PPO met glasvezel in de y-richting 50 procent minder uitzet dan in de x-richting. Het gevolg hiervan is dat er in het temperatuurtraject waar het produkt gebruikt wordt, behalve uitzetting ook vormverandering zal optreden bij dit materiaal.

Bi-aspherische lenzen gemaakt naar sub-micron toleranties voor toepassingen in CD-spelers.

Invloed van methode
Onder methode kan men twee aspecten onderscheiden. Enerzijds de methode van verwerking, anderzijds de methode om produkten en processen te meten of te registreren binnen de gevraagde nauwkeurigheid. Voor dit laatste aspect is dan ook een speciale meetbank opgesteld, met een nauwkeurigheid van 0,3 µm.
Het meten van matrijsonderdelen of produkten is het evaluatiecriterium om de vier M's en de fysische modellen te beoordelen. Uit het onderzoek kan de conclusie worden getrokken dat een vormnauwkeurigheid van enkele µm's niet haalbaar is. Een van de voornaamste oorzaken is de inhomogene afkoeling aan de produktrand, waar een overgang kunststof/staal optreedt.
Verschillende methoden kunnen hier een positieve uitwerking op hebben, zoals stempeldrukken en 'spitzprägen' (gebaseerd op het beïnvloeden van de nadrukfase) of actief de cyclusgebonden afkoeling in het produkt aansturen door de wandtemperatuur een geschikt verloop te geven tijdens de cyclus. Het compromis tussen mechanisch gedrag, warmtecapaciteit en warmtegeleiding van het gereedschap is niet meer gevoelsmatig te bepalen.
Door toepassing van CAE-programma's in de ontwerpfase wordt de slaagkans sterk vergroot. Uit de literatuur is een voorbeeld overgenomen van een methode om stromingsgeïnduceerde spanningen te reduceren door warmtebarrières. Berekeningen en meetresultaten zijn in figuur 19 weergegeven. Dit is een voorbeeld van een passieve beïnvloeding van de afkoelfase; men vertraagt de afkoeling zodat minder snel een gestolde laag wordt opgebouwd.

Besluit
Maat- en vormnauwkeurigheid wordt een belangrijke eigenschap van kunststofprodukten. Door inzicht te verwerven in de verwerking van kunststoffen en het gedrag van matrijzen kan men belangrijke vorderingen maken op het gebied van toleranties. Bij materiaalontwikkelingen zal in de toekomst meer en meer aandacht worden besteed aan vorm- en maatvastheid van kunststof produkten als functie van tijd en temperatuur.
Bij het stellen van eisen in de grootte van 1 µm/cm krijgt de fijnmechanische techniek een herwaardering.
het betrekken van de aanmaakmogelijkheden van het gereedschap in de ontwerpfase van produkten is van uitzonderlijk belang.

Noot

Dr. F.W. van der Weij is werkzaam bij Philips, maar heeft inmiddels een andere taak.
Philips Competence Centre Plastics te Eindhoven dat zich gespecialiseerd heeft in de productie van precisie kunststofprodukten is momenteel een zelfstandig operend bedrijf binnen de PMF-groep en wordt geleid door de heer Jan Schrijver.

Dit artikel werd eerder geplaatst in Materialen (1993)5.

DENK NOU NIET DAT U MET UW HOOGGLANS- EN OPTISCH POLIJSTWERK BIJ ONS NIET WELKOM BENT

Polgron Optics and Polishing Techniques is de enige onderneming in Nederland die zelfstandig hoognauwkeurig polijstwerk verricht. Het polijsten van produkten met een oppervlakteruwheid van Ra 0,001 tot 0,002 micrometer en een vormnauwkeurigheid van 0,05 micrometer is met de door ons ontwikkelde techniek niet alleen haalbaar voor vlakke, maar zelfs voor sferische en a-sferische vormen. Die kunst laten we niet afkijken. Evenmin gunnen we u een blik op prototypes of matrijzen van de meest gerenommeerde bedrijven die bij ons op de werkbank kunnen staan. Wellicht voor u juist de verzekering dat uw opdracht bij Polgron in goede handen is.

P O L G R O N
OPTICS & POLISHING TECHNIQUES
Het grove onderscheid op 0,002 micrometer.

Zernikepark 2-4, 9747 AN Groningen, tel. 050-745738/fax 050-634596

DEN HARTOG
fijnmechanische techiniek b.v.

vervaardiging en reparatie van
fijnmechanische onderdelen
kunststofmatrijzen
snijstempels
buigstempels
prototypen
bewerken van
kunststofonderdelen

Nijverheidsweg 8
3481 MB Harmelen
Tel.: 03483 - 3504
Fax: 03483 - 4187

Met adverteren
in Mikroniek
bereikt u de
Fijnmechanische
bedrijven en
produktontwikkelaars

De voorbereiding van het

Precisietechnologie jaarboek 1995

is gestart

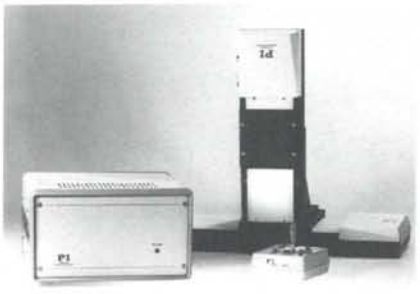
Wilt u uw bedrijf ook profileren?

Neemt u dan kontakt op met
Buro Jet BV,
de heer N.J.H. van den Brink
Tel: **070 - 3990000**
Fax: 070 - 3902488

Produktinfo

Controller voor DC-motor / piëzoactuator combinaties

Voor micropositionering door middel van DC-motoren voor de "grove" positionering (> 1 µm) en piëzoactuatoren voor de "fijne" (in de orde van nm's) brengt Physik Instrumente een geïntegreerde controller op de markt.



Aansturing van deze controller geschiedt, voor zowel het DC-motor- als het piëzoactuatorgedeelte, via de standaard seriële poort van een PC.
Daarnaast bestaat de mogelijkheid tot directe controle over de DC-motor met behulp van een joystick en de I/O-poorten op het achterpaneel, en kan de piëzoactuator separaat aangestuurd worden via een analoge input.

Voor uitvoerige info:
Applied Laser Technology BV
Postbus 2690,
6026 ZM Maarheeze,
Telefoon: 04959 - 3 300
Fax: 04959 - 1 153.

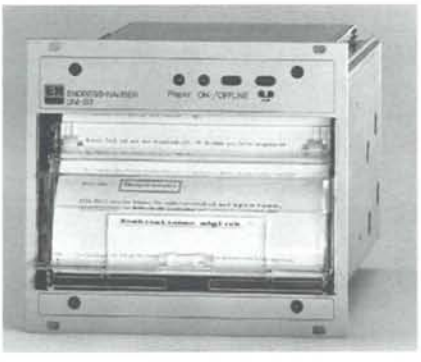
Data-management Printer voor paneelmontage Voorraadcatalogus

Data-management

De Memolog van Endress + Hauser is een data-manager die het gat opvult tussen het eenvoudig registreren van gegevens en het verwerken van deze gegevens op een PC.
Het instrument registreert, bewaakt, analyseert, comprimeert, slaat op, wijst

aan en verzendt de gemeten waarden. De opgeslagen gegevens kunnen direct worden doorgegeven aan een PC via de ingebouwde seriële interface of via een PCMCIA geheugenkaart. Door gebruik te maken van de eenvoudige READ-EXT-software is de benodigde en geselecteerde informatie weer te geven en eventueel uit te printen.
Enkele eigenschappen ervan:
- tot vier analoge ingangen en twee impulsingangen;
- vier uitgangrelais en analoge uitgangskanalen;
- grenswaardebewaking inclusief indicatie en/of alarm;
- signaal analyse, statistische en periodieke rapportage.

Printer voor paneelmontage



De printer is ontworpen voor toepassing in een industriële omgeving. Het is zowel een geheel IBM-compatible graphic printer als een compact instrument voor paneelmontage met een parallelle en seriële interface. Afmetingen voor paneelmontage of als unit in een 19" paneel: 144 x 144 mm.
De geïntegreerde interne papiercassette, voor zowel rol- als vouwpapier, maakt het gedrukte papier makkelijk bereikbaar en beschermt het gelijktijdig tegen stof en vuil.
Door het thermische printmechanisme zijn pennen en inktlinten overbodig en wordt een lange levensduur en bedrijfszekerheid gegarandeerd.

Voorraadcatalogus

Een selectie van het leverprogramma van Endress + Hauser BV is opgenomen in de Voorraadcatalogus 1994. Dit programma omvat: Meetapparatuur voor niveau-, doorstroom-, druk-, vocht en temperatuurmeting, analyse-meetapparatuur en ook recorders voor het registreren van meetgegevens.
Deze selectie is te bestellen via een speciale bestelfax.

Voor uitvoerige info en bestellen catalogus:
Endress + Hauser BV
Naarden,
Telefoon: 02159 - 58 611.

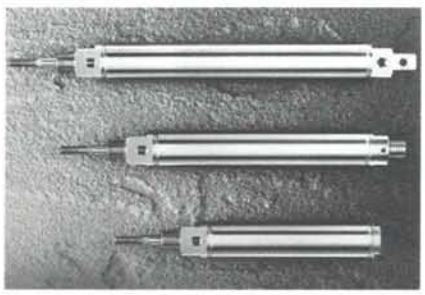
Instant opvul/buffermateriaal

Met de zogenaamde Greenfiller maakt u snel uw eigen stootdempend en opvullend materiaal van drie rollen 70 grams Natronkraftpapier, doeltreffend en milieuverantwoord. Het opvullend en bufferend vermogen krijgt het mate-

riaal doordat er reliëf en plooien in geperst worden, waardoor het niet minder dan veertig maal in volume toeneemt. Doordat u dit materiaal vlak voor gebruik maakt is uw huidige opslagruimte voor verpakkingsmateriaal voortaan overbodig.

Voor uitvoerige info, monsters, een prooefverpakking:
Dekker Verpakking
Almere,
Telefoon: 036 - 5 397 511.

Wrijvingsloze luchtcilinders



Het cilindertype Airpel van Astro Controls kenmerkt zich door een vrijwel wrijvingsloze werking, wat is te danken aan de materiaalkeuze, die de gebruikelijke afdichtingen overbodig maakt. Gekozen is voor een Pyrex-glazen cilinderbuis, waarin een uit gesinterd koolstof vervaardigde zuiger beweegt. Door het gladde oppervlak van de glazen voering en de zelfsmerende werking van het koolstof wordt een perfecte beweging uitgevoerd, ook bij een lage druk, een geringe snelheid en een korte slag, dus vrij van stick-slip.
Met het oog op de kwetsbaarheid van de glazen cilinderbuis heeft men deze omgeven door een roestvast stalen mantel, die met enige ruimte er omheen zit. Deze speelruimte zorgt voor een dusdanig goede bescherming, dat de buitenkant kan worden ingedeukt, zonder dat de glazen cilinderbuis zou beschadigen.
Gezien de toegepaste materialen is corrosie uitgesloten, terwijl toepassing van -65°C tot +150°C mogelijk is. Een belangrijk aspect is dat de uitzettingscoëfficiënten van de glazen cilinder en de koolstofzuiger nagenoeg gelijk zijn, zodat de passing ook bij wisselende temperaturen vrijwel constant is. Ondanks de olievrije werking zou een levensduur van meer dan 25 miljoen cilinderbewegingen haalbaar zijn.
Vooralsnog worden de Airpel-cilinders in twee groottes op de markt gebracht, in enkel- of dubbelwerkende uitvoering en een zevental verschillende slaglengtes. Aanvankelijk zullen alleen typen volgens de Engelse normen geproduceerd worden, maar binnen afzienbare tijd zal het complete programma ook in metrische uitvoering beschikbaar komen.

Voor uitvoerige info:
Astro Controls B.V.
Postbus 532,
2130 AJ Hoofddorp,
Telefoon: 02503 - 15 727
Fax: 02503 - 38 730.

Ultrasoon wanddiktemeetinstrument Endoscopen

Met de DMS van Krautkrämer Branson is het mogelijk wanddikte te meten en aantasting door corrosie vast te stellen. Naast het meten bij hoge temperaturen kan eveneens aan objecten worden gemeten die voorzien zijn van een bedekking, zonder deze te verwijderen.
Deze meter heeft een LCD scherm waarop alle relevante informatie in één oogopslag kan worden afgelezen.
De gemeten waarden zijn te onderscheiden van verstorende signaalgegevens, bijvoorbeeld ten gevolge van insluitingen, inhomogeniteiten, etc.

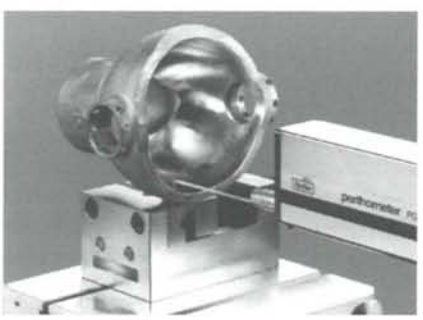
Endoscopen

Om een bepaald proces of beweging op moeilijk bereikbare plaatsen te kunnen volgen, kan er behoefte bestaan aan een endoscoop.
De onderstaande firma levert niet alleen vaste uitvoeringen, maar ook flexibele, als er om een hoek moet worden gekeken. Ook kunnen uitvoeringen worden geleverd naar de speciale wensen van de gebruiker.

Voor uitvoerige info:
RTD/Leuvenberg Test Techniek bv
Oude Kruisweg 27,
2142 EE Cruquius,
Telefoon: 023 - 293 130
Fax: 023 - 292 664.

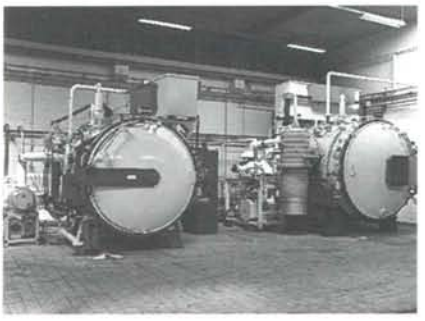
Tastsysteem voor oppervlakteruwheidsmeting

Speciaal voor het uitvoeren van oppervlakteruwheidsmetingen aan grillig gevormde of moeilijk bereikbare oppervlakken levert VIBA NV nu een tastsysteem.
Het is een modulair systeem, dat naast het tasterlichaam –met daarin het inductieve meetsysteem– bestaat uit een ruim assortiment tasterpunten. Deze punten kunnen worden afgeschermd met een beschermkap of speciale glijschoen. De tasterpunten zijn snel te verwisselen. Hierdoor en door het grote meetbereik van ± 250 µm (met de dubbele tastarmlengte zelfs ± 500 µm) heeft het tastsysteem een zeer breed toepassingsgebied voor ruwheids- en vormfoutmetingen.
Het tastsysteem kan als glijschoentastsysteem worden gebruikt, maar in combinatie met verschillende aandrijfeenheden ook als vrijaftastsysteem.



Voor uitvoerige info:
VIBA NV
Afdeling Geometrische Meettechniek en Materiaalonderzoek,
Bleiswijkse weg 41,
2712 PB Zoetermeer,
Telefoon: 079 - 418 881.

Warmtebehandeling in opdracht



Mamesta B.V. heeft ten behoeve van het uitvoeren van warmtebehandelingen een geavanceerde vacuümoven met convectieverwarming en overdruksnelkoeling tot 5 bar in gebruik genomen.
Deze nieuwe éénkamer vacuümoven maakt een maximum chargegewicht van 600 kg mogelijk. De maximum charge-afmeting (l x b x h) bedragen 900 x 600 x 600 mm. De behandelingstemperatuur is maximaal 1320°C.
Door de mogelijkheid van convectieverwarming tot 800°C is in vergelijking met een standaard vacuümoven een veel snellere opwarming van de te behandelen delen mogelijk, wat aanzienlijke besparingen in tijd en geld geeft.
De oven is bijzonder geschikt voor het warmtebehandelen van gereedschappen alsmede van serieprodukten. Verder leent hij zich uitstekend voor alle gangbare behandelingen, zoals harden, normaliseren, randharden, blankgloeien, hardsolderen etc. Bovendien biedt deze oven de mogelijkheid om getrapt te koelen, waardoor de isotherme warmtebehandelingen kunnen worden uitgevoerd. Ook is hij zeer geschikt voor het uitvoeren van gloeiingen onder vacuüm met een grote temperatuurgelijkmatigheid (± 2°C bij 1000°C). Daardoor kunnen oplosgloeien, diffusiegloeien en precipitatieharden in een zeer nauw begrensd temperatuurgebied worden uitgevoerd.

Voor uitvoerige info:
Mamesta B.V.
Postbus 4307,
5944 ZG Arcen,
Telefoon: 04703 - 1 551
Fax: 04703 - 2 409.

Nieuwe balansen

Nauwkeurigheid, betrouwbaarheid en bediening van de Mettler Toledo PR/SR balansen zijn afgestemd op veeleisende toepassingen. Ze voldoen geheel aan de eisen van "good laboratory practice" (GLP) en andere moderne kwaliteitssystemen. Vooral ten behoeve van de controle van onderzoeksmiddelen en documentatie zijn alle nodige eigenschappen en mogelijkheden aanwezig. Alle voorkomende gegevens, vanaf ingangs- tot eindcontrole, kunnen worden verzameld, geëvalueerd, gedocumenteerd en opnieuw worden gebruikt. De volautomatische kalibratie FACT garandeert een grote betrouwbaarheid van de resultaten.
De balansen zijn voorzien van vast ingebouwde weegapplicaties, die snel oproepbaar zijn. Al naar de toepassing kan de verhouding tussen weegsnelheid en reproduceerbaarheid worden aangepast.

Er zijn elf modellen voor bereiken van 210 tot 8100 g met een afleesbaarheid tussen 0,001 en 1 g. Het bereik van de zeven SR balansen ligt tussen 8100 en 32100 g bij een afleesbaarheid van 0,1 of 1 g.

Voor uitvoerige info:
Mettler-Toledo B.V.
Postbus 6006,
4000 HA Tiel,
Telefoon: 03440 - 11 311.

Autocollimator systeem

Graseby Optronics biedt een compleet autocollimator systeem aan, dat computergestuurd is en speciaal ontworpen voor het verkrijgen van informatie omtrent hoek, vlakheid en parallelliteit van meetsystemen en/of opstellingen. Het complete systeem bestaat uit drie onderdelen: de autocollimator, een optische positie-indicator en Lab Windows compatibele software.

De autocollimator meet zeer kleine veranderingen in de hoekpositie met betrekking tot een referentie-oppervlak, en wordt gebruikt in applicaties zoals automatische spiegeluitlijning en servocontrole.
De autocollimator werkt samen met de positie-indicator zodat twee-assige hoekmetingen berekend en uitgelezen kunnen worden in boogseconden of microradialen. De positie-indicator kan geleverd worden met een IEEE-488 interface om met Lab Windows te kunnen werken.
Lab Windows is het besturingssoftware pakket dat de gebruiker in staat stelt binnen een Window-achtige softwarestructuur het systeem te besturen, data uit te lezen en te analyseren.

Voor uitvoerige info:
TE LINTELO SYSTEMS B.V.
Postbus 45,
6900 AA Zevenaar,
Telefoon: 08360 - 40 804.

HEIDENHAIN

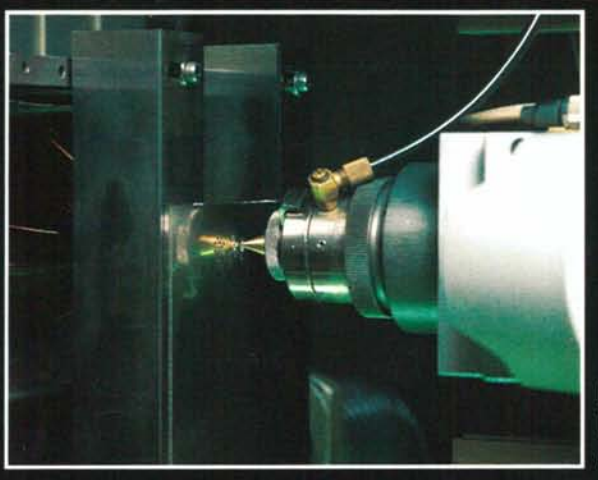
Ons lengtemeetsysteem LS 103 blinkt niet alleen uit vanwege een aanbevolen meetstap van 0,1 µm.
Het biedt ook een aantal konstruktieve argumenten waardoor zo'n fijne meetstap zich zinvol laat realiseren aan de gereedschapsmachine.
Thermisch gedrag als staal ($10 \times 10^{-6} k^{-1}$), nauwkeurigheidsklasse ± 2 µm/m en trillingsbestendigheid 200 m/s^2 (55 tot 2000 Hz).

HEIDENHAIN.
Wereldwijd maatgevend.

Hoe kleiner
de meetstap,
des te duidelijker
onze deskundigheid.

HEIDENHAIN NEDERLAND B.V. · Post Box 107 · NL-3900 AC Veenendaal · ☎ (0 83 85) 4 03 00 · FAX (0 83 85) 1 72 87

PTS
topkwaliteit in precisie



Prototypen en
kleine voorseries
d.m.v. lasersnijden

PTS is gespecialiseerd in fijnmechanica. Met name het bewerken van hardmetaal en stempelstaal, waarbij precisie tot op de micron wordt vereist.

Gereedschappen, zoals kraal-, dieptrek- en vlakstamp-gereedschappen, zijn de belangrijkste produktgroepen; terwijl meetgereedschappen en nauwkeurige machine-onderdelen tot het totaalprodukt behoren.

Een ander belangrijk specialisme is de fabricage van samples en kleine voorseries.

PTS is in staat om snel en uiterst precies enkele voorbeelden te maken van produkten, die de klant in produktie wil gaan nemen.

PTS
Precision Tooling Services

H.G. Keylard • P.O. Box 7 • 6130 AA Sittard • Nederland
Tel. +31 (0) 46 593.246 • Fax +31 (0) 46 593.713