

Mikroniek

JAARGANG 36



Laseroptiek

Instrument '96

Sciamachy

Knieprothese

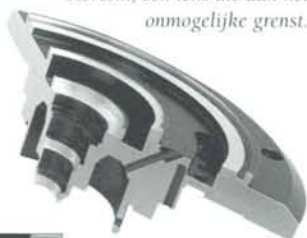


NVPT VAKBLAD VOOR PRECISIE-TECHNOLOGIE

In Delft vindt u de specialisten van het fijnmechanisch werk. Delft Instruments is wereldwijd bekend om haar medische apparatuur, haar nachtvisie equipment en haar meetinstrumenten. Mechanical Parts Production (MPP) is het onderdeel van Delft Instruments dat de fijnmechanische onderdelen voor deze high tech apparatuur verzorgt. Onze kennis en ervaring stellen wij u graag ter beschikking. Wilt u tegen de scherpst mogelijke prijs exact het produkt dat u voor ogen staat, dan hoeft u maar één ding te doen. Naar Delft komen.

*Fish eye lens
Om 360° foto's mee te maken.
Kortom, een lens die aan het
onmogelijke grenst.*

Vatting fish eye
lenzenstelsel
Lenzen met onderlinge
afstandstolerantie van
nog geen 2 µ.



*Röntgen diffractiemeter
Nergens ter wereld waren
lagers met de vereiste
nauwkeurigheid.
Dus maakten we ze zelf.*



MPP

Delft Instruments MPP
Ronigenweg 1, Postbus 483, 2600 AL Delft
Telefoon: 015 26 98 666. Fax: 015 25 71 352
E-mail: info @ MPPNL



**Delft
Instruments**

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 B.V.

Burg. Hovylaan 84
2552 AZ DEN HAAG

tel. 070 - 3970061 fax 070 - 3979321

In dit nummer

89 Kostenreductie?

Editorial

90 Verenigingsnieuws/Actueel

95 Aardonderzoek vanuit de ruimte

Gert Nützel en Rob Lansbergen

99 Het Instrument '96

100 Bewegende systemen in de precisietechniek

102 Knieprothese

Paul Gerard van de Veen

106 Laser, het onmisbare gereedschap

Leo H.J.F. Beckmann

115 Produktinfo



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.



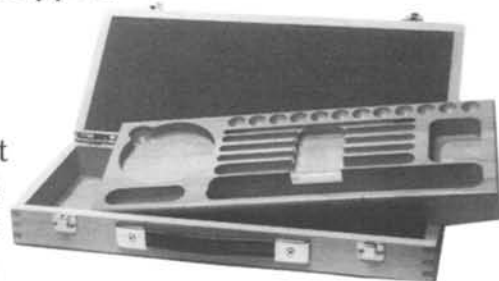
micro  montage

Postbus 3108 - NL 3760 DC SOEST - Holland

GROOT IN HET KLEINE

Stootvast, praktisch en veilig opgeborgen.

Solide houten kistjes en koffers, speciaal voor kwetsbare en kostbare apparatuur, zoals microscopen, meet- en regel-instrumenten of tal van verfijnde gereedschappen.



Exact op elke maat gemaakt! Biedt uitstekende

bescherming tegen beschadigingen. Met eigen bedrukking/logo.



**HOUTBEWERKING
SEGERINK BV**

Kloppendijk 58, 7591 BV Denekamp
Tel. 0541-351436, Fax 0541-354293

DC Motor Controller board

+

DC Mike Drive

=

PRECISIE POSITIONEREN

- Met de C 812, DC motor controller insteekkaart is een 4-assige programmeerbare precisie positionering mogelijk
- 4 DC motoren, 12V-3W, kunnen worden aangestuurd
- programmering middels ASCII
- DC Mike Drives in 10, 25 en 50 mm uitvoering
- reproduceerbaarheid van 0,1 micron



PHYSIK INSTRUMENTE

is uw partner

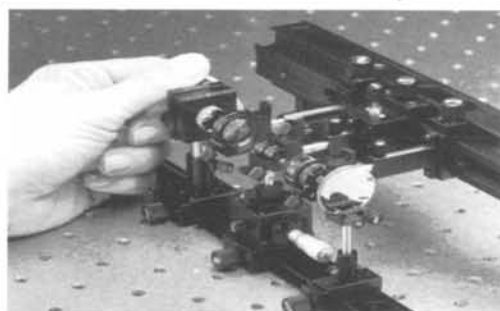
Laat u uitnodigen tot een oriëntatie. Voor uitgebreide informatie en produktkatalogus:

Tel. (31) 499 - 375375
Fax (31) 499 - 375373



**APPLIED LASER
TECHNOLOGY**

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



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

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

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

Uitgave:
NVPT

Redactie:

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

Redactiesecretariaat:

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

Redactie-adviesraad:

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

Advertenties:

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

Abonnementen:

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

Secretariaat NVPT

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

Vormgeving:

Twin Design B.V., Culemborg

Lay-out en realisatie:

Twin Design B.V., Culemborg

Mikroniek verschijnt zes maal per jaar

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

Kostenreductie?

Editorial

U betaalt te veel.

De grote angst van elke ondernemer; tegelijk de 'inkopper' voor de interimmanager. Schrappen is scoren. Zodra de effecten zichtbaar zijn, rekent hij af. Als de echte effecten boven water komen, gebrek aan continuïteitsbasis, is hij allang verdwenen; denkt niet eens meer iemand aan hem als veroorzaker.

Hoe lief is ondernemend Nederland nog enig continuïteitsstreven?

Zeker, de 'bedrijvendokters' hebben hun reputatie verloren. Maar meer omdat ze te lang bleven zitten dan om wat ze in gang hebben gezet.

Terecht zijn we er trots op dat we onze Europese concurrentiepositie hebben verbeterd door loonmatiging.

Terecht blijven we er naar streven die matiging vol te houden.

Maar waar leggen we onze prioriteiten? Hoe gebruiken we onze versterkte positie, hoe gaan we er verantwoord mee om?

Een sterke positie brengt verantwoordelijkheid met zich mee.

In het economisch verkeer, in het bedrijfsleven, hoeft Nederland niet eerst de Wöltgens-filosofie te volgen om Europees mee te spelen. Realiseren we ons wel dat we het niveau van een Duitse deelstaat zijn ontgroeid? Maar dan moeten we wel aan de gang. Onze positie benutten. Dat is minder makkelijk dan het schrappen van kosten, want dat vraagt investeren, kiezen, ondernemen.

Dat is benutten van de ruimte die we nu hebben.

De kansen zijn er volop: in de voedingsmiddelenindustrie, in de petro-chemie, in de biotechnologie, zelfs in de machinebouw. Vooral ook in de combinatie van handel, engineering, logistiek en produktiemiddelen die die industrieën faciliteren.

Waarom investeren?

Simpel, hoger rendement.

De technologie is beschikbaar, is informatica en elektronica gedreven. De implementatie daarvan is een kwestie van tijd, tempo en dus geld. Er moeten mensen aan het werk gezet worden met de hardware/software combinaties die nu te realiseren zijn. Nu onze arbeid relatief goedkoop is kunnen we daar onze voorsprong pakken, onze Europese verantwoordelijkheid waarmaken.

Van 7 t/m 11 oktober is er de tentoonstelling Het Instrument '96 in de Jaarbeurs in Utrecht. Daar zijn de aanknopingspunten te vinden voor de Nederlandse industrie om haar kansen te grijpen. En kijk dan eens verder dan de dames en de borrels in de stands. Neem de tijd voor een seminar of een themapresentatie en vraag daarna door op verschillende stands. Vraag niet alleen maar naar de laagste aankoop prijs, maar kijk wat verder, naar nieuwe mogelijkheden, naar 'cost of ownership', naar 'return on investment'.

Kosten reduceren kunnen we allemaal, maar bij kosten 'nul' is er ook geen rendement meer!

Drs. R.J. Groeneveld
Federatie "Het Instrument"

Verenigingsnieuws

Bedrijven verlegen om goede vakmensen

De vraag naar afgestudeerde FMT/Pt'ers (Fijnmechanische Technologie / Precisietechnologie) is groot, zowel naar MBO-, HBO, als universitair opgeleiden. Van de afgestudeerden heeft driekwart al één of meer banen aangeboden gekregen voordat ze hun diploma in ontvangst hebben genomen. Ondanks dit zonnig perspectief blijken steeds minder jongeren voor een technische opleiding te kiezen.

Verspreid over het land zijn er zeven MBO-scholen en een HBO-school, met een opleiding Fijnmechanische Techniek. Verder zijn er nog de Leidse Instrumentenmakerschool en de Stichting Opleiding Metaal (SOM). Zij alle hebben te maken met een teruglopend aantal aanmeldingen van nieuwe leerlingen.

Nijpend probleem

De kennis waarmee de FMT/Pt'er zijn school verlaat sluit kennelijk goed aan bij de wensen van de bedrijven. Dit blijkt niet alleen uit enquêtes, maar is ook zichtbaar in de vraag naar afgestudeerden.

Ondanks deze positieve waardering zal in de nabije toekomst niet meer aan de vraag naar goed opgeleide FMT/Pt'ers voldaan kunnen worden. Door de afnemende toestroom van leerlingen zal binnen een paar jaar het aantal afgestudeerden aanzienlijk lager zijn. Om deze negatieve ontwikkeling tijdig te keren is een werkgroep opgericht bestaande uit vertegenwoordigers van bovengenoemde onderwijsinstellingen en bestuursleden van de NVPT. Zij stellen zich tot doel de bekendheid van de FMT/Pt door promotie te vergroten.

Bekendheid

Een belangrijke reden voor de afnemende stroom van leerlingen naar het MBO en HBO is de onbekendheid van het vakgebied. Daar valt veel aan te verbeteren.

De promotieactiviteiten zullen worden gericht op:

- leerlingen, ouders en scholen met beroepskeuze- en loopbaaninformatie;
- bedrijven: Door bijvoorbeeld personeelsadvertenties als opleiding FMT/Pt (in plaats van Wtb) te vragen. Ook zouden bedrijven hun FMT/Pt-activiteiten meer kunnen benadrukken bij de acquisitie van opdrachten en contacten met de media;

- FMT/Pt-opleidingen. Elke leerling kan door zijn uitstraling anderen enthousiast maken voor deze opleiding;
- pers en andere media die kunnen bijdragen aan de naamsbekendheid.

Voor nadere informatie:

Ing. H.J.M. Akkerman,
Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven.

M.W. Wijnen,
Technisch Lyceum Eindhoven,
Telefoon: 040-292 9696.

Precisie in de keten

Themabijeenkomst, 19 september 1996; ECN Petten; georganiseerd door de Regionale Werkgroep Noord Holland van de NVPT, ECN en IC-Alkmaar.

Het produkt of systeemontwerp dient uiteraard aan technische en economische specificaties te voldoen, maar daarnaast worden de overwegingen met betrekking tot materiaalkeuze met de minste milieubelasting en de grootste hergebruiksmogelijkheden steeds belangrijker. Ook de emissie bij de fabricage van het produkt of systemen zijn de toe te passen materialen een toenemende factor van betekenis. Met het project 'Eco Design' van de IC's wordt richting gegeven aan marktgericht en milieubewust ontwerpen en fabriceren. Omdat met dit project al vele uitstekende resultaten met hoog rendement zijn behaald is voor deze themabijeenkomst gekozen: een onafwendbare toekomstfilosofie! Wij menen dat het project ook voor u een bijdrage kan leveren aan het beter kunnen voldoen aan noodzakelijke, milieu-eisen met behoud van biotechnische/economische eigenschappen. Het voorlopige programma begint om 17.00 uur en eindigt om 21.00 uur.

Voor nadere informatie:

Secretariaat NVPT
Postbus 6367
5600 HJ Eindhoven
Telefoon: 040 - 294 7937
Fax: 040 - 212 5075.

Actueel

34^{ste} Internationale Beroepen Olympiade

Van 4 t/m 7 juli 1997 wordt in het Zwitserse St.Gallen de 34^{ste} Internationale Beroepen Olympiade georganiseerd. Zo'n 600 jonge vakspecialisten uit de hele wereld komen dan samen om uit te maken wie van hen de beste is in hun vak. Er wordt gestreden in meer dan veertig vakgebieden. Voor de metaal gaat het om instrumentmaken, lassen met beklede elektrode, CAD-tekenen, conventioneel draaien en frezen, CNC-draaien en -frezen, constructiebankwerken, landbouwmechanisatie, modelmaken.

Voorronden

In decemer 1996 worden in Nederland de Nationale beroepenwedstrijden gehouden. Deze dienen als voorselectie voor de Internationale Beroepen Olympiade. Wie tot de beste zes vakspecialisten hoort, wordt afgevaardigd naar Zwitserland. Deelname staat open voor wie na 1974 geboren en dus jonger dan 22 jaar is.

Topprestaties

De Internationale Beroepen Olympiade is uitgegroeid tot de olympische spelen van het vakmanschap. Met topprestaties en echte winnaars. Voor zowel werknemers als werkgevers is het een eer om mee te doen. Meedoen aan de beroepenwedstrijd vergt niet alleen veel energie, maar ook materialen en tijd. Ook de werkgever moet daarin investeren. Dat doet hij niet voor niets, want ook voor het bedrijf zitten voordelen aan deelname aan de olympiade. Het meedoen van een werknemer blijkt een stimulans voor de collega's. Iedereen zet z'n beste beentje voor en verbetert zijn prestaties. Ook de publiciteit rond de olympiade kunt u in uw voordeel uitsluiten.



Compensatie

De uitwisseling van vakkennis die plaats vindt is minstens zo belangrijk. In Lyon werd de Europese metaalindustrie bijvoorbeeld verrast met door een unieke Aziatische freestechniek. Het blijkt dat we dan nog steeds van elkaar kunnen leren.

Alle bedrijven kunnen bovendien rekenen op een tegemoetkoming in de gemaakte kosten door de Stichting

BVL Metaal en SOM Opleidigen Metaal. Daarnaast kan de werkgever een geheel verzorgde reis naar St.Gallen voor twee personen winnen, wanneer zijn werknemer wordt uitgezonden. Gedurende drie dagen kunnen de wedstrijden worden gevolgd en waardevolle contacten worden gelegd.

Voor nadere informatie of aanmelding:

SOM Opleidingen Metaal,
Mevr. Erna Plaizier,
Antwoordnummer 2139, 3440 VB Woerden,
Telefoon: 0348-435 619.

Festo opent technologiecentrum

Donderdag 4 juli jl. heeft Festo B.V. het ISO-9001 certificaat in ontvangst genomen.

Aansluitend vond de opening plaats van het Festo Technologie Centrum en wel door astronaut en hoogleraar aan de TU Delft prof.dr. Wubbo Okkels. Deze zette een stoplicht op groen, waarna de gasten toegang kregen tot een kennisstraat met aan weerszijden moderne technologische toepassingen.

Dit centrum heeft drie functies: demonstratie, training en applicatie. Praktisch alle Festo-producten zijn er vertegenwoordigd, niet alleen pneumatiek, maar ook de Industriële PC van Festo, de instructiesystemen van Festo Didactic en het Tool Technicum, een CNC-trainer voor het beroepsonderwijs.

De werkende modellen zijn zo ingericht dat ze niet alleen toepassingen illustreren, maar ook gebruikt kunnen worden bij opleiding en instructie. Het centrum biedt daarmee leerzame modellen voor zowel het beroepsonderwijs als het industriële bedrijfsleven.



'Standort Nederland'

Debat over industriebeleid, 2 oktober; Erasmus Universiteit Rotterdam; gesponsord door Intermediair, Technisch weekblad, ING Bank.

Onder meer wordt gediscussieerd over:

Is de Nederlandse industrie in staat om beslissende zeggenschap uit te oefenen binnen bepaalde industriële clusters of ketens?

Zijn we in voldoende mate in staat om te anticiperen op de dreiging van de in opbouw zijnde Aziatisch-Amerikaanse clusters?

Kunnen in de Nederlandse regio nog high-tech producten gemaakt worden?

Sprekers: Prof. dr. P.A. Moerman, hoogleraar industriële economie, Erasmus universiteit Rotterdam; Mr. J. van Walsem, Tweede Kamer der Staten Generaal; Prof. dr. H.J. Warnecke, president Fraunhofer Instituut en Prof. dr. ing. dr.h.c. Engelbert Westkemper, directeur industriële productie Fraunhofer Instituut; Prof. dr. H.H. Braess, directeur R&D en dr. Helmut Becker, directeur economische zaken BMW AG, Duitsland; J.A. Berendse, directeur Festo BV Nederland; Dr. C. Lepair, directeur Stichting Technische Wetenschappen; Prof. ir. D.C. Boshuizen, directeur TNO Industrie.

Bestemd voor: raden van bestuur, directies, managers en beleidsmedewerkers.

Voor nadere informatie:

Technovision & Solution
Telefoon: 010-408 2162

Themadagen en cursussen Mikrocentrum

Themadagen

- **Voorkomen van materiaalproblemen**

Eindhoven, 17 september; kosten f 495.

Onder andere lezingen over:

- verbeterde bewerkbaarheid,
- nieuwe processen en mogelijkheden,
- hardingsprocedé voor austenitisch RVS zonder maat en vormverandering,
- overzicht van keramische dekragen.

- **Decoreren en verfreaien van kunststoffen**

Eindhoven, 19 september; kosten f 495.

Onder andere lezingen over:

- inkleuren,
- in-mould labeling,
- decoratieve aspecten van meer componenten spuitgieten,
- nieuwe mogelijkheden opdampen van decoratieve lagen,
- bedrukkingstechnieken.

- **Lowpower elektronica**

Eindhoven, 12 september; kosten f 495.

Onder andere lezingen over:

- ontwerpstrategie,
 - minimalisering energiegebruik,
 - energieberekeningen,
 - nieuwe chiptechnologiën.
- Verder case studies en demonstraties.

Cursussen

Verschenen in een fraai uitgevoerde en duidelijke cursusgids van het seizoen 1996/1997, te verkrijgen bij zie 'voor nadere informatie'.

imphy

nickel alloys
magnetic parts &
inductive components

**INVAR / FENICO / MUMETAAL / BIMETAAL
& ULTRA HOGE REKGRENSSTALEN**

Jan Asselbergsweg 3 - 5026 RP Tilburg
Tel: 013 - 4636065 - Fax: 013 - 4635652

Vanaf 13 september en daarna beginnen cursussen over:

- vorm en plaatstoleranties,
- kalibreren van geometrische meetmiddelen,
- spuitgieten I,
- spuitgieten II,
- vonkerosie,
- draadvonkerosie,
- matrijzen voor kunststoffen A.

Details hierover zijn te vinden in de cursusgids en afzonderlijke brochures.

Voor nadere informatie:

Mikrocentrum
Afdeling Opleidingen en Advisering
Kruisstraat 74
5612 CJ Eindhoven
Telefoon: 040 - 246 4240
Fax: 040 - 245 0169.

Koel- en smeermiddelen in de metaalbewerking

Technodag, 26 september 1996; Erasmus Expo- en Congressentrum te Rotterdam; georganiseerd door Techno Vision & Solution.

De kosten verbonden met koel- en smeermiddelen bij de metaalbewerking kunnen oplopen tot 20% van de kosten van een werkstuk. Toch krijgen deze stoffen vaak nog niet de aandacht die zij gezien hun belang verdienen. ARBO- en milieuvoorschriften hebben mede hun invloed op het gebruik en de eventuele afvoer van de koel- en smeermiddelen. Op deze dag wordt een overzicht gegeven van de belangrijkste voorschriften, wordt een inzicht geboden in de technologie van de koel- en smeermiddelen en wordt u praktische gebruiksinformatie geboden. Daarmee zal het mogelijk zijn bij koelen en smeren in een win-win situatie te komen door nauwkeuriger productie, langere standtijden en geringere kosten bij gebruik en eventueel afvoer van koel- en smeermiddelen.

Voor nadere informatie:

Techno Vision & Solution
Telefoon: 010 - 408 2162.

Oppervlaktetechnologieën

Technodag, 10 november 1996; Erasmus Expo- en Congressentrum te Rotterdam; georganiseerd door Techno Vision & Solution.

Er zijn verschillende technieken om de eigenschappen van basismaterialen zoals metaal te verbeteren. Door deze technieken toe te passen zijn de basismaterialen te gebruiken onder extremere condities. Enkele oppervlakteverbeteringstechnieken zijn: verven, verzinken en vertinnen, anodiseren, het opbrengen van keramische lagen, synergetische coatings, etc. Enkele voordelen die door het toepassen van oppervlakte verbeterende technieken bereikt kunnen worden zijn:

verharding basismateriaal, zelfsmering, 'nonstick' oppervlak, bestendigheid tegen hitte, slijtvastheid, corrosiebestendigheid en chemische bestendigheid.

De voordrachten worden gegeven door:

Ing. G.J. Meily, Mavom BV; Ir. M.G.J. Spanjers, Hoogovens Research & Development; W. Herlaar, Sulzer Metco (Benelux) BV; M.Th. Verbeek, Te Strake Corrosion Protection; Ing. J. Pelzer, Philips PMF/CMTI; Ing. T. Kraak, Fijnmetaal BV; M.S.E.G. van Wonderen, KLM Engineering & Maintenance.

Voor nadere informatie:

Techno Vision & Solution
Telefoon: 010 - 408 2162.

Beveiliging van elektronica tegen intense storingen

Technodag, 8 oktober 1996; Erasmus Expo- en Congressentrum te Rotterdam; georganiseerd door Techno Vision & Solution.

Onze productie- en administratieve processen worden steeds kwetsbaarder. Enerzijds door een exponentieel toenemend gebruik van elektronica voor besturing en gegevensuitwisseling en verwerking, anderzijds doordat die elektronica met steeds lagere voedingspanningen werkt en daardoor gevoelig wordt voor zelfs relatief lage overspanningsverschijnselen. Enkele van die verschijnselen komen uit de natuur tot ons, zoals bliksem en statische elektriciteit. Andere daarentegen veroorzaken wij zelf door storingen uit andere apparatuur, door onverwachte voedingsspanningsvariaties. Een goed inzicht in deze verschijnselen kan schadelijke gevolgen voorkomen of beperken. Deze Technodag biedt u achtergronden, effecten en beschermingsmaatregelen rondom de intense elektrische storingen die uw onmisbare elektronica bedreigen.

Voor nadere informatie:

Techno Vision & Solution
Telefoon: 010 - 408 2162.

Interdesign '96

Ontwerpersontmoeting 'Interdesign', 4 oktober 1996; Jaarbeurs Utrecht; georganiseerd door KIVI en Technovision & Solution.

De jaarlijkse ontmoeting van de werktuigbouwkundige ontwerpers zal dit jaar aangekleed worden door middel van lezingen, workshops en exposities. De parallelle workshops zullen gaan over prototype vervaardiging, nieuwe materialen, verbindingen, individualiseren producten, aandrijvingen en sensoren en actuatoren.

Voor nadere informatie:

Techno Vision & Solution
Telefoon: 010 - 408 2162.

VOM

In het veertigste jaar van het bestaan van de Vereniging voor Oppervlakte technieken van Materialen (VOM) heeft het bestuur van deze Vereniging een veelomvattend beleidsplan ontwikkeld, dat volledig voorziet in de opleidingsbehoeften in de oppervlaktebehandelende industrie. Niet minder dan elf nieuwe cursussen zijn aan het toch al omvangrijke en veelzijdige pakket toegevoegd. Nieuw zijn een cursus galvanotechniek voor leidinggevers, vier modulaire cursussen voor werknemers op verschillende niveaus in de galvano-industrie en cursussen bedrijfshulpverlener in deze industrietak alsmede in de verfverwerkende industrie.

Het opleidings- en scholingsaanbod is sterk op de praktijk gericht, waarbij de persoonlijke begeleiding van cursisten voorop staat. Dit is vooral mogelijk omdat de cursussen zijn samengesteld en ook worden gedoceerd in samenwerking met deskundigen en vakmensen uit de industrie. Binnen het cursuspakket van de VOM gaan op maat gemaakte bedrijfscursussen en -trainingen en projectmatig onderwijs een steeds belangrijker rol spelen. Verder wordt er in toenemende mate nauw samengewerkt met het reguliere dagonderwijs om oppervlakte technieken een volwaardige positie binnen het opleidingspakket van het technische onderwijs te laten verkrijgen.

Exemplaren van de VOM-brochure 'Cursusinformatie 96-97' kunnen worden aangevraagd bij het onderstaande adres.

Voor nadere informatie:

Vereniging voor Oppervlakte technieken van Materialen.
Postbus 120
3720 AC Bilthoven
Telefoon: 030 - 228 7111
Fax: 030 - 228 7674.

Opto-elektronica

Thema-ochtend; 8 oktober, 10 oktober, tijdens de beurs 'het Instrument'; georganiseerd door het Mikrocentrum, IOP Electro-optics en Senter; kosten f 25.

Lezingen over:

- meten en regelen van processen,
- verbeteren en automatiseren van visuele beoordelingen,
- analytische en chirurgische medische toepassingen,
- audio, video en multimedia toepassingen.

Voor nadere informatie:

Mikrocentrum
Telefoon: 040-243 2503

Moderne verspaningstechnologieën en produktietechnieken

Internationaal symposium, 31 oktober; Venlo. Afsluiting van het grootste CRAFT-project binnen het Europese programma Brite Euram-II. Aan dit project hebben totaal 17 Nederlandse en Duitse bedrijven in de metaalverwerkende industrie en onderzoeksinstituten aan beide kanten van de grens deelgenomen. Het project werd ondersteund door drie Nederlandse InnovatieCentra en drie Duitse Handwerkskammern. De deelprojecten zijn over 5 workshops verdeeld:

- moderne verspaningstechnieken,
- productontwikkeling,
- verbeterde efficiency in het productieproces,
- productverbetering,
- kwaliteitsmanagement.

Kosten: 195 Ecu inclusief btw.

Voor nadere informatie en aanmelding:

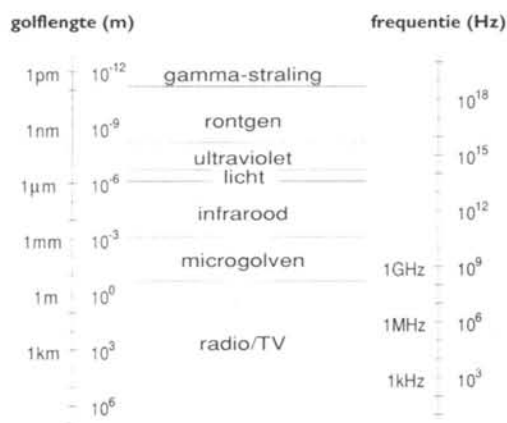
Lavell BV
Fax: 046-451 5234

Aardonderzoek vanuit de ruimte

Sciamachy

Gert Nützel, Rob Lansbergen Om inzicht te krijgen op de chemische samenstelling van de atmosfeer hebben de Nederlandse en de Duitse overheden samen met de Europese ruimtevaartorganisatie (ESA) besloten een spectrometer te laten ontwikkelen die op de 'milieusatelliet' Envisat zal gaan vliegen. Dit instrument heet Sciamachy (Scanning Imaging Absorption Spectrometer for Atmospheric Cartography) en komt tot stand via een Nederlands-Duits industrieel consortium. Het door TNO-TPD ontwikkelde optisch en opto-mechanisch hart van dit instrument wordt hierbij beschreven.

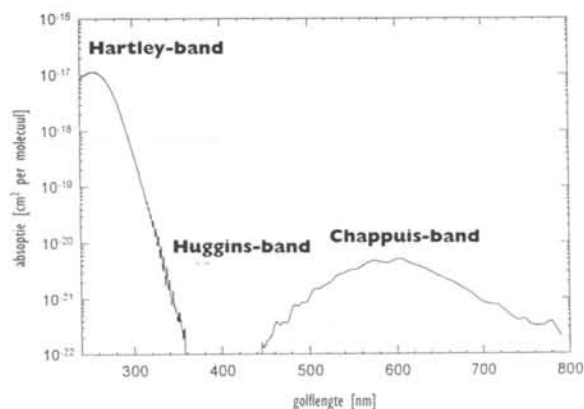
Het leven op onze planeet is afhankelijk van de atmosfeer rond de aarde. Deze reguleert de temperatuur, bevat zuurstof en transporteert vocht. De atmosfeer heeft nog een functie die letterlijk van levensbelang is: ze filtert de gevaarlijke UV component uit het zonlicht. Het is voornamelijk de ozonlaag op 10 - 20 km hoogte die deze functie vervult. Er zijn aanwijzingen dat de ozonlaag wordt aangetast door onder andere CFK-gassen, vrijgekomen als drijfgassen uit spuitbussen en via industriële processen. Ondanks deze mogelijke bedreiging is er relatief weinig bekend over de voor ons leven zo belangrijke chemische processen in de bovenste lagen van de atmosfeer. Dit komt omdat er weinig meetgegevens zijn over de chemische samenstelling van deze lagen. Omdat de processen in de ozonlaag zich over de wereldbol verplaatsen, vergelijkbaar met de ontwikkeling van het weer, is het ook noodzakelijk om de opbouw van de laag wereldwijd te kennen.



Figuur 1. Dit overzicht geeft de verschijningsvormen van elektromagnetische straling weer. Het belangrijkste kenmerk van de straling is de golflengte. Het hele elektromagnetische spectrum strekt zich uit van radiogolven (met een golflengte van 10 km) tot aan gammagolven (< 1 pm) die gepaard gaan met radioactieve verschijnselen. Het bereik van Sciamachy loopt van ultraviolet tot aan infrarood.

Spectrometers

Sciamachy geeft van het door de atmosfeer teruggekaatste zonlicht de intensiteit als functie van de golflengte weer. Het spectrum is afgebeeld in figuur 1. Het principe waarom spectrometers veel toegepast worden voor chemische analyse laat zich eenvoudig beschrijven. Licht op weg naar de spectrometer wordt gedeeltelijk geabsorbeerd door gassen die het tegenkomt. Deze absorptie is niet gelijkmatig over het spectrum uitgesmeerd, maar concentreert zich op een aantal golflengtes die karakteristiek zijn voor het type gas. Figuur 2 laat als voorbeeld het absorptiespectrum van ozon zien. Omdat elk gas zijn eigen 'vingerafdruk' nalaat is het mogelijk om een chemische analyse te maken van typen gas en concentraties.

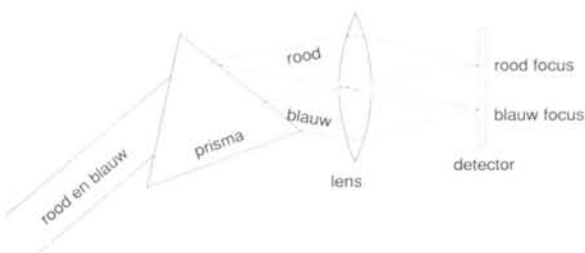


Figuur 2. Een ozon-absorptiespectrum. De hoge absorptie bij kleine golflengtes (UV) in de Hartley-band beschermt het leven op deze aarde. De wilde structuren in de Huggins-band zijn goed bruikbaar voor concentratiemetingen. (Bron: Turk en Burrows)

De twee meest gebruikte optische elementen om het licht in zijn golflengtes uiteen te rafelen zijn prisma's en tralies. Een prisma heeft een groter golflengtebereik terwijl een tralie een hogere golflengteresolutie heeft.

Figuur 3 geeft het principe van een zeer eenvoudige spectrometer met een prisma weer.

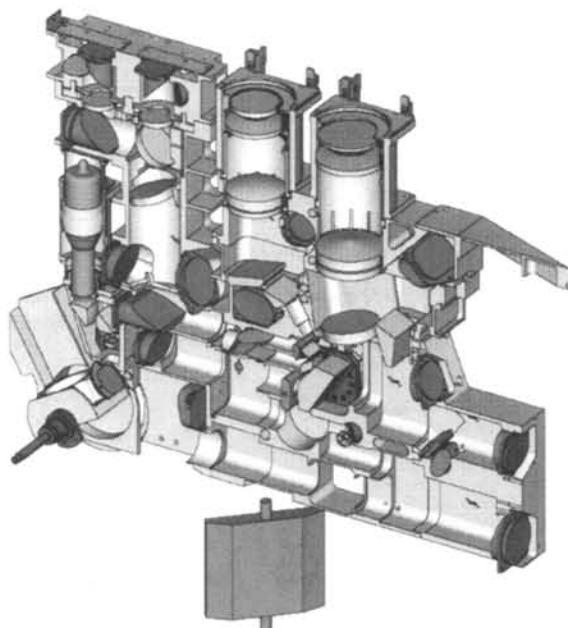
Figuur 3. Het principe van een prisma-spectrometer. De kleuren blauw (450 nm) en rood (700 nm) krijgen door het prisma een andere richting. De lens concentreert het licht van één golflengte op één detectorpositie.



Optische concept van Sciamachy

De aan Sciamachy gestelde eisen waren dermate hoog, zie kader, dat het optisch ontwerp uitkwam op een 'tweetraps'-spectrometer. De eerste trap werkt met een prisma en zorgt voor de grove verdeling van het licht over acht spectrometerkanalen. De tweede trap bestaat uit acht spectrometerkanalen die elk met een deel van het spectrum uit de eerste trap gevoed worden. Alle kanalen van de tweede trap werken met tralies. Vervolgens worden de spectra afgebeeld op lineaire CCD-detectoren met 1024 pixels (geleverd door SRON). Een volledig spectrum bestaat dus uit ongeveer 8000 gegevens.

Figuur 4. De eerste laag van Sciamachy. Onderin: de telescoop over de volle breedte. Rechtsonder het midden: de vijfhoekige component is het prisma van het eerste kanaal. Rechtsboven: de eerste twee kanalen. Links: de inkoppel-optiek voor de IR kanalen (op de tweede laag) en de kalibratieoptiek. Helemaal linksonder: de scanspiegel.

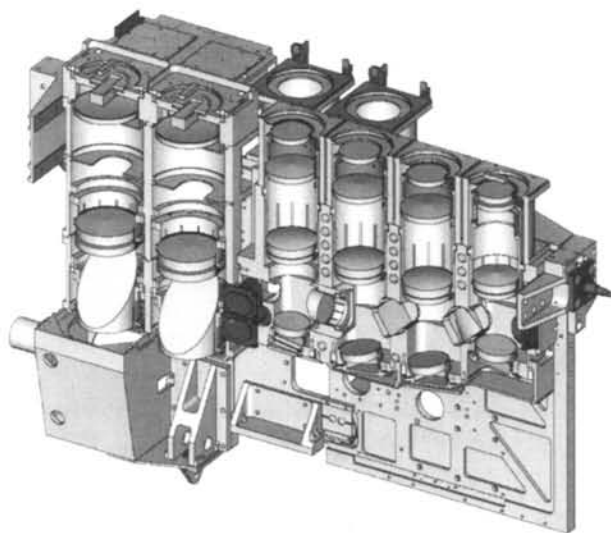


De spectrometer ontvangt licht uit een telescoop die de grootte van het waargenomen deel van de atmosfeer bepaalt. De richting waarin de telescoop kijkt wordt bepaald door een systeem bestaande uit twee scan-spiegels. Om Sciamachy tijdens de vlucht regelmatig te kun-

nen kalibreren is het instrument voorzien van een kalibratie-eenheid bestaande uit een spectraallamp (die licht uitzendt op een beperkt aantal nauwkeurig bekende golflengten), een 'witlicht'-lamp (halogeenlamp) en een diffusor die door de zon verlicht kan worden. Door combinatie van deze kalibratiebronnen kan men corrigeren voor verouderingsverschijnselen van het instrument.

De spectrometer is een complex instrument met 24 spiegels, 40 lenzen en 8 prisma's. Om deze grote hoeveelheid optische componenten in de beperkt beschikbare ruimte onder te brengen zijn twee maatregelen genomen:

- Ten eerste is de spectrometer opgebouwd uit twee lagen. De eerste laag bevat de telescoop, de eerste spectrometertrap, 2 spectrometerkanalen en de kalibratie-eenheid, zie figuur 4. De tweede laag bevat de overige zes kanalen, zie figuur 5.
- Ten tweede is veel gebruik gemaakt van spiegelopectiek. Hierdoor kan de lichtweg opgevouwen worden zodat de afmetingen van het instrument beperkt blijven.



Figuur 5. De tweede laag van het instrument. Duidelijk zijn de zes min of meer gelijke kanalen te herkennen. Het licht uit de eerste laag wordt via de twee (donkere) spiegels, links naast het grote schuine tralie, naar deze laag gekoppeld.

Hoge eisen

Aan ruimtevaartinstrumenten worden hoge eisen gesteld. Deels vanwege de omstandigheden waarin zij moeten werken, deels vanwege de vereiste hoge betrouwbaarheid. We zullen hier een aantal belangrijke eisen de revue laten passeren.

De lancering kost omgerekend ongeveer f 100.000 per kg. Er moet dus zuinig met massa worden omgespron-

gen. De totale massa voor het optisch en opto-mechanisch gedeelte van Sciamachy moest lager zijn dan 70 kg. De Europese ruimtevaartorganisatie ESA stelt eisen aan de eigenfrequentie van instrumenten in verband met de enorme trillingen die ze tijdens de lancering moeten ondergaan. De laagst toegestane eigenfrequentie van Sciamachy is 70 Hz.

Sciamachy in cijfers

Golflengtebereik 240 nm (UV) – 2385 nm (IR)
 Geometrische resolutie 32 x 22 km
 Spectrale resolutie 0,2 nm (l 240 nm) tot 1,4 nm (l 2385 nm)
 Totale massa 215 kg
 Massa opto-mechanisch blok 65 kg
 Energieverbruik 155 W

Overigens wordt elk instrument op het Europese ruimtevaartcentrum ESTEC gemarteld op een 'shaker' (trilapparaat, red.) voordat het geaccepteerd wordt voor een lancering.

Verder is de thermische omgeving een belangrijke randvoorwaarde. Tijdens verblijf in de ruimte wordt het instrument binnen $\pm 0,25$ K gestabiliseerd op 253 K (-20° C). Deze temperatuurfluctuaties mogen geen invloed hebben op de optische prestaties van het instrument. Overigens wordt ook dit getest in de 'Large Space Simulator' bij ESTEC in Noordwijk. Is de temperatuurstabilisatie niet ingeschakeld, dan kan de temperatuur fluctueren tussen 253 ± 5 K. Binnen deze marges moet de integriteit en uitlijning van Sciamachy gewaarborgd blijven. Dit stelt hoge eisen aan de stijfheid en de kruipvastheid van het instrument.

Betrouwbaarheid

De huidige ruimtevaartfilosofie van ESA laat weinig geëxperimenteer toe. Alle materialen, onderdelen en mechanismen moeten 'space-qualified' (uitdrukkelijk door ESA toegelaten) zijn. Omdat na de lancering een instrument niet meer toegankelijk is, mag er geen 'single point failure' in kunnen voorkomen. Dit is een enkelvoudige defect dat het gehele instrument nutteloos maakt wanneer het optreedt.

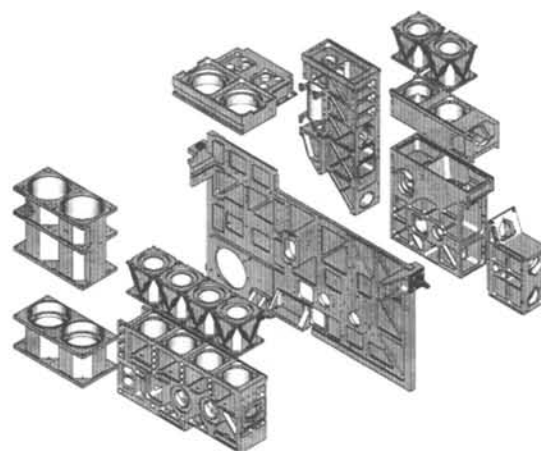
Om Sciamachy te kwalificeren (het goede functioneren te bewijzen) werd een aantal afgeleide modellen aan zware tests onderworpen. Zo heeft het 'structuurmodel' dezelfde massa, vorm, zwaartepunt en traagheidsmomenten als het 'vluchtmodel' maar is het geheel van aluminium opgebouwd. Dit model heeft vibratietests

ondergaan. Een 'thermisch model' werd gebruikt voor thermische testen. De stabiliteit van optische uitlijning in extreme omstandigheden werd getest met het '2/8 model' waarin alleen de optische kanalen 2 en 8 zijn gerealiseerd. Al deze modellen hebben de kwalificatietests doorstaan. Het vluchtmodel wordt aan minder zware acceptatietests onderworpen alvorens met ENVISAT mee te mogen.

Mechanisch concept

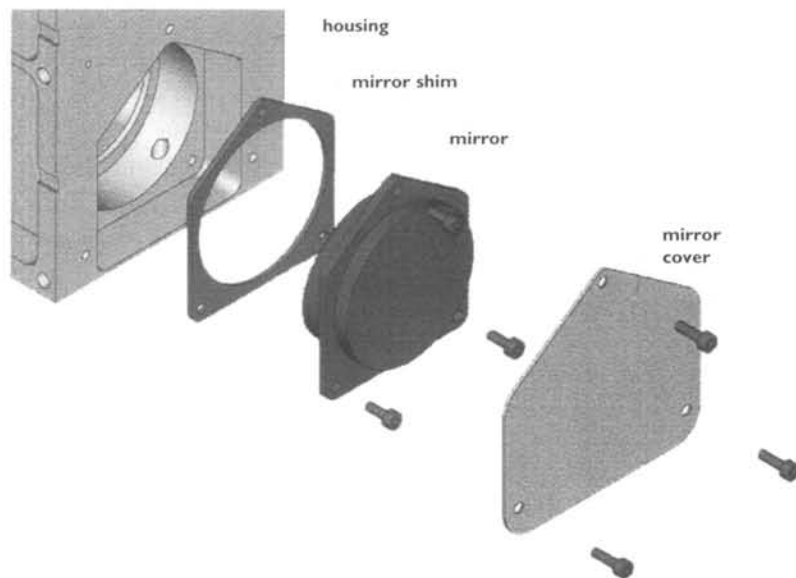
Het optisch hart van Sciamachy bestaat uit een relatief slappe basisplaat met daarop aan weerszijden diverse stijve modules die samen één solide geheel vormen, zie figuur 6. In het ontwerp is meegenomen dat de meeste optische componenten van buitenaf instelbaar of verangbaar moeten zijn. De componenten zijn niet rechtstreeks op de blokken gemonteerd maar met behulp van afstandbussen of 'shims', zie figuur 7. Door het toepassen van deze shims kunnen de toleranties op de afmetingen van de blokken minder nauw gesteld worden. Bovendien worden ze gebruikt om de optische trein uit te lijnen. Hierbij worden ze stuk voor stuk op hun juiste dikte en in de juiste wigvorm gebracht. Dit is een langdurige klus die het geduld van de optische ingenieur tot het uiterste beproeft. Toepassing van instelmechanismen zou het uitlijnproces aanzienlijk kunnen versnellen, maar deze zijn te zwaar en te volumineus. Met het oog op de vibratietests zijn ze ook te instabiel en te onbetrouwbaar.

Tenslotte zijn alle grote modules na het samenbouwen vastgezet met paspennen zodat hun positie tijdens de trilttest en de lancering gewaarborgd is.



Figuur 6. De optomechanische opbouw met een middenplaat en een groot aantal modules. De modules zijn door middel van paspennen op de middenplaat gefixeerd.

Figuur 7. Het shim-systeem waarmee de aluminium spiegels aan de aluminium structuur worden vastgezet. Tijdens het uitlijnen moeten de shims op maat worden gebracht. Mechanisch instelbare voorzieningen zouden makkelijker zijn geweest voor het instellen. In dit geval zijn ze te zwaar (bij dezelfde stijfheid) en niet bestand tegen de trillingen van de tests en de lancering.



Materiaalkeuze

Alle structuurdelen zijn van aluminium 6082 T6 en aluminium 7075. Aluminium is niet alleen licht maar heeft een goede warmtegeleiding, hetgeen kleine temperatuurgradiënten tot gevolg heeft. De genoemde legeringen zijn gekozen omdat ze 'space qualified' en gemakkelijk te bewerken zijn. Zoveel mogelijk optische componenten (spiegels en diafragma's) bestaan ook uit aluminium 6082. Dit heeft het voordeel dat er ten gevolge van temperatuurfluctuaties slechts geringe spanningen ontstaan; het instrument ademt als het ware in zijn geheel. Alle

optische componenten die uit andere materialen bestaan (BK7, IRG3, silicium, K5, Suprasil1 en ZnSe) zijn gevat in materialen met dezelfde uitzettings-coëfficiënt (bijvoorbeeld titaan of invar). Het optische element is met zijn vassing verend gemonteerd op de structuur. Hierdoor blijft de optiek bij temperatuurschommelingen toch gecentreerd en ontstaan er geen interne spanningen in de optische componenten. De structuurblokken zijn anorganisch zwart geanodiseerd om zo min mogelijk last te hebben van strooilight en andere ongewenste reflecties.

Organisatie van Sciamachy

Sciamachy is een gezamenlijk Nederlands-Duits-Belgisch project. De Nederlandse deelnemers zijn TNO-TPD (optische en opto-mechanisch blok), Fokker Space (hoofdaannemer, thermische huishouding en koelers) en SRON (detectoren). Om de efficiency van het project te optimaliseren hebben de Nederlandse partners besloten hun projectteams bij de TPD in Delft samen te brengen. Verder onderhoudt het projectteam niet alleen contacten met de Duitse partners maar ook met de Nederlandse Ruimtevaartorganisatie (NIVR), de Europese Ruimtevaartorganisatie ESA en de 'Science Advisory Group' een comité van internationale wetenschappers die de gegevens die Sciamachy verzamelt zullen bestuderen en evalueren.

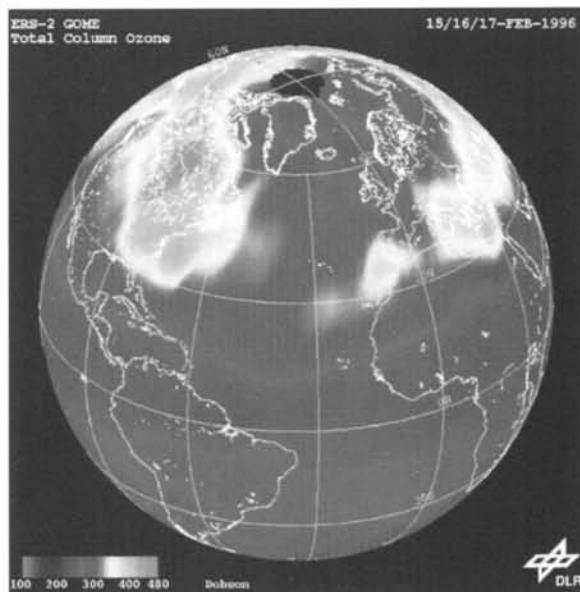
Stand van zaken

TPD heeft de optische en opto-mechanische module afgeleverd aan Fokker Space. Nu vindt de integratie met de detectoren en thermische onderdelen ten behoeve van de koeling van de detectoren plaats. Na de koppeling aan de elektronica wordt Sciamachy uitgebreid functioneel getest en gekalibreerd. Hierna vinden diverse acceptatietests van het instrument en de satelliet plaats. Na de lancering van ENVISAT in 1999 verwachten we beelden van de ozonlaag die vergelijkbaar zijn met die van Scia's klein broertje GOME, zie figuur 8, maar nog nauwkeuriger en rijker aan informatie.

Auteursnoot

Ir. Gert Nützel en Rob Lansbergen zijn werkzaam bij TPD-TNO te Delft.
Telefoon: 015-269 2071.
E-mail: nutzel@tpd.tno.nl.

Figuur 8. Een meting van de dikte van de ozonlaag door het GOME-instrument. Bij de lichte gebieden is de ozonlaag dik, bij de donkere gebieden dun. Duidelijk is te zien dat ten tijde van de opname de ozonlaag op het zuidelijk halfrond dunner was dan op het noordelijk halfrond. (Bron: ESA)



SAM 3.0 for Windows - [c:\sam30\data\ortho.sam]

File Build Input Motion Leads Analysis Display Results Window Help

SAM 3.0

Bewegings- en krachtenanalyse van algemene 2D-mechanismen



Testrapport in "Mikromiek 95/5"

hfl. 2250,-
Onderwijsinstellingen vanaf hfl. 750,-

Tevens leverbaar via
Ingenieursbureau HWS-Techniek
5613 ES Eindhoven, Lakerstr. 30
tel/fax 040-2435999

Finalist
European Academic
Software Award '94

ARTAS - Engineering Software Het Puyven 162 - 5672 RJ Nuenen - tel/fax: 040-2837552 E-mail: artas@pi.net

INSTRUMEK. UW INNOVATIEVE PARTNER.

Instrumek is Uw allround toeleverancier voor ontwikkeling, productie en assemblage van fijnmechanische produkten en complete apparaten. Vooral hoogwaardig seriewerk maar ook prototypes, alles geheel op klantspecificatie. Wij zijn specialisten in het bewerken van diverse RVS soorten, kunststoffen en andere hoogwaardige materiaalsoorten.

Instrumek beschikt o.a. over:

- Eigen R&D afdeling.
- Computer gestuurde en conventionele draai- en freesmachines.
- Mogelijkheden tot zeer nauwkeurig laswerk.
- Diverse oppervlaktebehandelingsmethodes.
- Lasergraveermachine.
- Uitgebreide assemblage mogelijkheden.
- Elektrolytisch polijsten van RVS.

INSTRUMEK MAAKT PRECIES WAT U NODIG HEBT

INSTRU/MEK

FIJNMECHANISCHE INDUSTRIE-INSTRUMENTMAKERIJ

De Brauwweg 17 ISO 9002 3125 AE Schiedam
Tel. 010-4626899 Fax. 010-4626088

INSTRUMEK. PROFESSIONALS in PRECISIE

ELEKTROMAGNETEN GROEIEN STEEDS KLEINER!

Ten onrechte wordt bij elektromagneten (vaak) gedacht aan grofstoffelijke constructies. Minder bekend zijn de hybride-magneten in miniatuur-uitvoering. Deze kennen geen energieverslindend houdvermogen want de geactiveerde magneet behoudt zijn ingenomen stand met behulp van een permanente magneet.

Wat te denken van de bescheiden inbouwmaten van type Bi8: 8x10x16 mm en toch goed voor een kracht van 4N. Of van roterende elektromagneten met een ronde behuizing vanaf Ø 25 mm? Deze zijn leverbaar met diverse verdraaiingshoeken en vragen een minimum aan inbouwruimte.

Denk bij elektromagneten ook eens in het klein, want elektromagneten groeien steeds kleiner! In katalogus MO44 kunt u alles op uw gemak nalezen.

KUHNKE

- onderhoudsvrije lagers
- ekstreme levensduurverwachting
- inbouwvriendelijk
- energiebesparende hybride-schakeling
- bi-stabiel
- door-en-door betrouwbaar
- krachtopbrengst op maat
- veelzijdig toepasbaar
- beproefde techniek
- hoog-rendement-uitvoeringen

Stuifmeel Techniek...
...Techniek met perspectief!

Stuifmeel Techniek bv
Postbus 448, 8200 AK Lelystad
Telefoon (0320) 277411
Fax (0320) 260688

KEM 96-07



Het Instrument '96

Vakbeurs voor Industriële automatisering en Laboratoriumtechniek van 7 t/m 11 oktober

De vakbeurs op het gebied van Industriële automatisering en Laboratoriumtechniek,

Het Instrument '96 is weer groter dan twee jaar terug en is reeds volledig volgeboekt. De beurs spreidt zich uit over de zojuist gerenoveerde hallen 7 t/m 12 van het Jaarbeurscomplex te Utrecht.

De exposerende leveranciers zijn naar gelang hun product ingedeeld in een aantal clusters die elk hun plaats hebben gekregen in een van de hallen: IJken, testen, kalibreren; Analyse apparatuur; Wegen en doseren; Data-acquisitie; Regelkleppen; Veldinstrumenten; Productie en machine automatisering; Process control; Systeemintegratie; Chemicaliën, Gassen en algemene laboratorium benodigdheden; Wetenschappelijke apparatuur; Analytische instrumenten; Diagnostica; Sterilisatie apparatuur, Glaswerk, LIMS en robots; Biotechnologie; Optische apparatuur; Laboratorium meubilair, Vacuümapparatuur.

De gids verschijnt circa zes weken voor de aanvang van de beurs. Een presentatie op internet is nu reeds te

vinden onder: <http://www.xmlink.nl/instrument/instrument96.htm>.

NVPT-stand

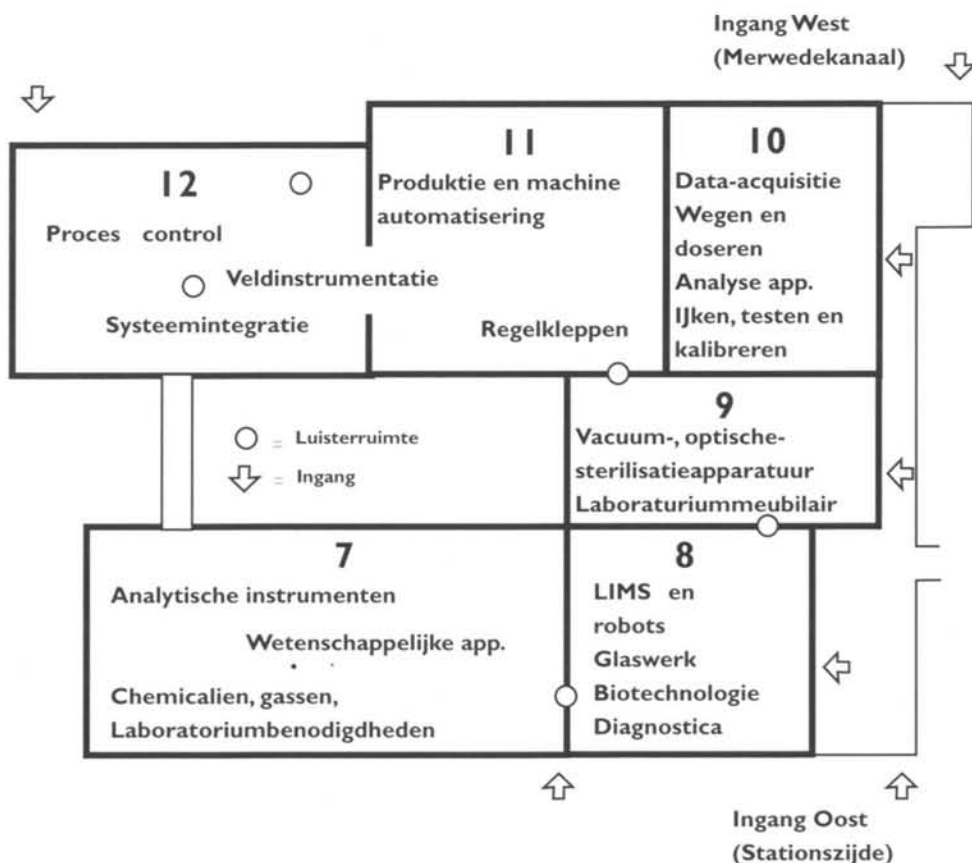
De NVPT presenteert zich in een gezamenlijke stand (hal 11 E6.07) met een negental bedrijfsleden. Daarnaast wordt op donderdagmorgen 10 oktober een symposium georganiseerd met de titel "Bewegende systemen in de precisietechnologie" met voordrachten over de nieuwste ontwikkelingen op dit gebied. De besproken systemen worden werkend getoond in de NVPT-stand. Leden van de NVPT en hun relaties krijgen een aanzienlijke korting op de toegangsprijs van het symposium.

De bedrijven die aan de gezamenlijke stand deelnemen zijn: Delba, Didam; FMI, Bergen op Zoom; Fokker Space, Leiden; FOM-AMOLF, Amsterdam; Gorleuslaboratorium Universiteit Leiden; Kinetron, Tilburg; Micro*Montage, Soest; Sanders Birnie, Enschede; TPD-TNO, Delft; de MBO- en HBO-opleidingen samen met LIS en SOM. Er blijkt steeds meer belangstelling voor een gezamenlijke presentatie op beurzen. Dit is niet zo verwonderlijk, omdat dit belangrijke voordelen biedt in de kosten en het aantal bezoekers. Door de gekozen formule is de toegang van de stand laagdrempelig. Door het gedifferentieerde aanbod in de stand is er voor elk wat wils en lopen de bezoekers van de ene naar de andere deelnemer.

Voor nadere informatie:

Secretariaat NVPT
Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven
Telefoon: 040-294 7937, Fax: 040-212 5075.
Zie ook het lezingenprogramma in dit blad.

Hallencomplex Jaarbeurs Utrecht



Bewegende systemen in de precisietechniek

Symposium tijdens de beurs "Het Instrument"

Donderdag 10 oktober a.s. van 9.30 - 12.50 uur, Congrescentrum Irenezaal, Jaarbeurs Utrecht

Steeds vaker worden functies geautomatiseerd als gevolg van de ontwikkeling van mechatronische systemen in combinatie met microprocessoren. Apparaten worden steeds kleiner en de vereiste nauwkeurigheid van de resultaten wordt groter. Kleine precisie-bewegingsystemen en -aandrijvingen spelen daarin een steeds belangrijker rol.

Wat zijn nieuwe ontwikkelingen en hoe zouden deze zijn toe te passen in analyse-, doseer-, meet- en regelapparatuur? In een aantal lezingen worden de kwaliteiten van nieuw ontwikkelde precisie-bewegings- en -aandrijfsystemen geschetst. Daarbij wordt extra aandacht gegeven aan industriële toepassingsmogelijkheden.

Demonstratie

Aansluitend zijn de systemen in werking te zien in de stand van de NVPT: "Het Instrument" hal 11, standnummer E6.07. Gebruikers en ontwikkelaars krijgen daardoor een beeld van de nieuwe mogelijkheden. Door innovatief gebruik te maken van de hier geboden kennis en mogelijkheden zullen zij zich kunnen profileren ten opzichte van hun concurrenten.

Programma

- 09.30 Ontvangst deelnemers – registratie – koffie
- 10.00 Opening
- 10.05 Inleiding
Ir. O.A. Kwak, Voorzitter Federatie "Het Instrument"
- 10.20 Een piëzo-elektrisch aangedreven draaitafel voor gebruik in ultrahogevacuüm
Prof.dr. J.F. van der Veen, FOM-AMOLF, Amsterdam
- 10.45 Actieve optiek
Ir. G.O. Nützel, TPD-TNO, Delft
- 11.10 Pauze – koffie
- 11.25 Microgenerator – micromotoren en micro-pompsystemen
Ir. P.F. de Vries, Kinetron, Tilburg
- 11.50 Microsystemen in ontwikkeling
Dr.ir. Vincent Spiering, Twente Micro Products, Enschede
- 12.15 Tactiele matrix sensor geeft tastzin aan robothand
Ir. E. Holweg, Fokker Space BV, Leiden
- 12.50 Lunch – tentoonstellingsbezoek

Een piëzo-elektrisch aangedreven draaitafel voor gebruik in ultrahog vacuum

Prof.dr. J.F. van der Veen, FOM Instituut voor Atoom- en Molecuulfysica – Amsterdam

Piëzo-elektrische elementen worden op grote schaal toegepast als verplaatsingsmechanisme in wetenschappelijke apparatuur. Piëzo-elektrische aandrijvingen kunnen op twee manieren werken: als een stootmechanisme, gebaseerd op het gecombineerde effect van wrijving en traagheid ('tafellaken'-effect) of als een mechanisme dat werkt met gesynchroniseerde pulsen van achtereenvolgens klemmen en transleren.

Behandeld wordt een draaitafel met een nieuw type aandrijfmechaniek dat berust op het laatstgenoemde principe. Twee piëzo-elektrische elementen draaien de tafel rond zoals we met onze handen een autostuur draaien. Het koppel van de aandrijving bedraagt 0,7 Nm. De tafel kan links- en rechtsom draaien in stapjes van 1,3 milligrad, met een maximum snelheid van één omwenteling per twee minuten.

Actieve optiek

Ir. G.O. Nützel, TPD – TNO Delft

De klassieke optica werkt met starre lenzen en spiegels. Er zijn beperkte mogelijkheden om de systeemeigenschappen te veranderen door de positie van de componenten aan te passen zoals het scherpstellen bij een fototoestel.

Bij actieve optische componenten wordt de vorm van het optisch oppervlak aangepast.

Voordelen vindt men in: flexibiliteit – snelheid – betrouwbaarheid en laag gewicht.

TPD onderzoekt – samen met de TUD – de fabricage-technologie, eigenschappen en toepassingsmogelijkheden van actieve spiegels.

Microgenerator-, motor- en pompsystemen

Ir. P.F. de Vries, Technisch directeur Kinetron B.V. – Tilburg

Vanuit de kennis en ervaring met horlogetechnieken, micro-elektronica en de eigen magneettechnologie heeft Kinetron microgeneratorsystemen, aandrijvingen en micropompen ontwikkeld voor de horloge, medische en industriële markt. Deze ontwikkelingen, de toepassingen en de in eigen beheer ontwikkelde productieapparatuur worden besproken.

Kinetron ontwikkelt en produceert micromechatronische systemen op het vlak van energie opwekking

(microgenerator als alternatief voor batterij), microdoseren van vloeistoffen en aandrijftechniek zoals micro-motoren, encoders, magneetkoppelingen e.d. De productie varieert van semi-handmatig klein serie-werk (enige 1000-den stuks/jaar) tot hoog gemechaniseerde seriefabricage (meer dan 100.000 stuks/jaar).

Microsystemen in ontwikkeling

Dr.ir. Vincent Spiering, Twente Micro Products – Enschede

In de voordracht zal geschetst worden wat Micro Systeem Technologie inhoudt en hoe de (nederlandse) industrie gebruik kan maken van de mogelijkheden op dit gebied. Hierbij zal de functie van Twente Micro Products als service center in Europa aan de orde komen.

Enkele voorbeelden van microsystemen, zoals een pomp, mass-flow sensor, een impact- en vervormings-sensor, een micromotor, en een microtranslator zullen besproken worden. De voordracht wordt met een korte video afgesloten.

Tactiele matrix-sensor geeft tastzin aan robothand

Ir. E. Holweg – Fokker Space BV Leiden

Met de tactiele sensor kunnen per vinger krachten worden gemeten. De tactiele matrix-sensor bestaat uit een

printplaat van 20 x 20 mm met daarop geplaatst een strook geleidend rubber. De sensor is gebaseerd op een weerstandsmeting en bestaat uit een matrix van 16 bij 16 meetelektroden. Zodra er druk op het rubber wordt uitgeoefend verbetert de geleiding tussen de elektroden en het rubber wat een maat voor de uitgeoefende kracht is.

De tactiele sensoren zijn gemonteerd op de vingertippen van een robothand en worden gebruikt om metingen te verrichten tijdens het grijpen en manipuleren van voorwerpen.

Met behulp van een kunstmatig neurale netwerk kunnen nu voorwerpen worden herkend. Deze herkenning is onafhankelijk van de positie, oriëntatie en grootte van het voorwerp.

Met een speciale aanpassing aan het geleidend rubber kunnen de afschuif of tangente krachten worden gemeten. Daarmee kan voorspeld worden of een voorwerp uit de grijper zal gaan glijden. Zodra een voorwerp slipt over het sensorvlak ontstaan er trillingen in het rubber die een indicatie zijn dat het voorwerp slipt.

De tactiele matrix sensor is ontwikkeld door de Faculteit der Elektrotechniek van de Technische Universiteit Delft. Onderzoek vindt ondermeer plaats in samenwerking met Fokker Space B.V.

Organisatie

Nederlandse Vereniging voor Precisie Technologie -NVPT- in samenwerking met de branche organisatie Industriële Automatisering van de federatie Het Instrument.

Kosten

Toegang inclusief lunch, instrumentengids en toegangskaart "Het Instrument" f 225 p.p. Leden van Het Instrument of relaties van NVPT-bedrijfsleden f 175 p.p., leden NVPT f 100 p.p.

Aanmelden

Uiterlijk voor maandag 3 oktober a.s. met bijgaande aanmeldingskaart. Secretariaat NVPT
Postbus 6367, 5600 HJ Eindhoven
Telefoon: 040 - 294 7937, Fax: 040 - 212 5075
Banknr: 22.53.39.730 Postgiro bank: 1966459



Kniprotheses

Fijnmechanische techniek in de revalidatie

Paul Gerard van de Veen *Van alle medische disciplines is vermoedelijk de revalidatie het meest werktuigbouwkundig van aard. Per definitie houdt de revalidatie zich bezig met langdurige en vaak zelfs permanente beperkingen in onze functionaliteit, veroorzaakt door ziekte of ongeval. In veel gevallen wordt techniek te hulp geroepen om de verminderde lichaamsfunctionaliteit zo goed mogelijk te compenseren. Rolstoel en loopkruk zijn voor ieder vertrouwde voorbeelden. Een terrein waar bij uitstek sprake is van uiterst hoogwaardige fijnmechanische constructies is evenwel de prothesetechniek, doorgaans aangeduid met de 'prothesiologie'. De probleemstelling die hierin centraal staat is het zo goed mogelijk compenseren van het functieverlies dat ontstaat door een amputatie van ledematen.*

Anders dan een technische buitenstaander wellicht zou vermoeden is dit bepaald niet uitsluitend een kwestie van techniek. Het ondergaan van een amputatie is zowel fysiek als mentaal een traumatische ervaring en de verwerking ervan vraagt de inzet van diverse hulpverleners.

Eén van hen is de orthopedisch instrumentmaker die verantwoordelijk is voor de vervaardiging van de prothese. Anders dan de naam doet vermoeden is de orthopedisch instrumentmaker nog zelden daadwerkelijk achter de draaibank te vinden. In dit vak is een merkwaardige en fascinerende combinatie te vinden van deels de assemblage en afstelling van precisieonderdelen, zoals bijvoorbeeld het kniescharnier en deels het 'handmatig' vervaardigen van enkele precies op de gebruiker afgestemde onderdelen. In vroegere tijden werd inderdaad een prothese voor 100% vervaardigd door de instrumentmaker. Sinds het begin van deze eeuw werd al snel ingezien dat fabrieksmatige vervaardiging van bijvoorbeeld prothesevoeten, enkel- en kniescharnieren de enige manier is om aan de gestelde eisen te kunnen voldoen. Een moderne beenprothese bestaat in essentie uit een koker die het resterende gedeelte van het been omsluit, verbindingselementen, soms een axiale torsie adapter, en een prothesevoet; zie figuur 1. Deze functionele constructie wordt daarna afgewerkt met een cosmetische polyurethaan 'cover' die het geheel er ook daadwerkelijk als been doet uitzien. Bij een bovenbeenamputatie is verder nog een kniemechanisme aanwezig en bij een ~ zelden voorkomende ~ heupamputatie ook een heupscharnier. De prothesekoker is een van de meest kritische en moeilijke onderdelen van de prothese, want het volle lichaamsgewicht moet door de koker tussen de prothe-



Figuur 1. Moderne bovenbeenprothese

se en het lichaam worden doorgeleid. Doorgaans worden kokers met de hand gelamineerd over een handmatig bepaalde gipsafdruk. CAD-CAM technieken worden ook toegepast, maar laten voorlopig vooral tijdswinst zien en nog nauwelijks kwaliteitsverbetering. De andere onderdelen worden door de industrie aangeleverd en door de instrumentmaker met de koker samengebouwd.

Prothesevoeten bestaan in tientallen uitvoeringen, variërend van grotendeels hout met een eenvoudig stalen enkelscharnier tot aan uitvoeringen in koolstofvezels. Hierbij wordt getracht om energie tijdens het lopen in een veer op te slaan en in een later stadium van de loopbeweging weer vrij te geven.

Uit constructief oogpunt zijn kniescharnieren het meest interessant; een reden om in dit artikel hier wat dieper op in te gaan.

Stabiliteit.

Het kniescharnier in een prothese is energetisch beschouwd een passieve component. De energie voor het buigen wordt door de beëncamputeerde zelf geleverd. Het gebruik van bekrachtigde actuators is de komende jaren nog niet aan de orde: de energie die hiervoor nodig is moet immers meegedragen worden. Op dit moment is nog geen enkele compacte energiebron in staat deze energie langdurig te leveren. Daardoor is één van de belangrijkste functionele eisen aan een kniescharnier de stabiliteit onder belasting. Bij het normale lopen zorgen de spieren rond het kniegewricht hiervoor. Bij een prothese zal het kniescharnier passief voor die stabiliteit moeten zorgen. Dat is niet eenvoudig, want bij het maken van een stap ligt de werklijn van de krachten achter de knie. Er is in prin-

cipe een neiging van de knie tot doórnikken. Onder alle omstandigheden moet de gebruiker er toch op kunnen vertrouwen dat 'zijn been' hem zal dragen.

Eén van de manieren om dit te realiseren is de zogenaamde remknie, zie figuur 2.

In de Endolite knie van de Engelse firma Blatchford worden remschoenen tegen een remmantel gedrukt onder invloed van een verticale belasting van de prothese. Een prothesegebruiker is er nooit 100% zeker van dat het been volledig gestrekt is bij het neerzetten. De remwerking moet daarom tot zeker 15° kniebuiging nog steeds voldoende zijn om het lichaamsgewicht te kunnen dragen. Dit type knie functioneert goed in de praktijk maar vraagt regelmatig nastelling van de rem. 'Aanlopen' van de rem en daardoor bijgeluiden is een ander voorkomend probleem. Het is bepaald ook geen

simpele opgave om een remmechanisme binnen zulke beperkte afmetingen te construeren dat liefst onderhoudsvrij ongeveer 3 miljoen cycli zonder problemen kan doorlopen en de belasting tot ruim 300 kg kan oplopen.

Een geheel andere benadering is het gebruik van een stangenmechanisme. Het meest gebruikt worden vierstangenmechanismen. In plaats van een vast rotatiecentrum, zoals bij de een-assige knie, is nu sprake van een virtueel draaipunt dat indien gewenst door de ontwerper ver achter de belastingslijn wordt gepositioneerd. Daardoor kan het scharnier eenvoudigweg niet buigen onder belasting. Figuur 3 laat een voorbeeld zien. Het grote voordeel van stangenmechanismen is dat hun stabiliteit ontstaat vanuit de geometrie in plaats van wrijving. Ze functioneren daardoor zeer betrouwbaar, ook na onvermijdelijke slijtage.

Het gebruik van vierassige mechanismen als kniescharnier is al betrekkelijk oud. Een recente ontwikkeling van de auteur is een vijfassig mechanisme. In feite is



Figuur 2. Bandremmechanisme in carbonfiber-kniescharnier.



Figuur 3. Vierassig kniemechanisme.



Figuur 4. Vijfassig mechanisme met doorvering onder belasting

dit een vierassig mechanisme met één der assen verend ondersteund door middel van een korte schakel, zie figuur 4. Dit mechanisme heeft twee graden van vrijheid; onder belasting is het stabiel door de stabiele ligging van het virtuele draaipunt. Het kan echter wel roteren om het draaipunt behorend bij de tweede vrijheidsgraad. Daardoor veert de gebruiker bij elke stap tot 10° dóór, net zoals bij het normale lopen (zie figuur 1). Het interessante is nu dat door het buigen om deze tweede vrijheidsgraad het draaipunt van de eerste vrijheidsgraad nóg verder naar achter komt te liggen. Anders gezegd, des te méér belasting, des te stabiel.

Een interessante maar gecompliceerde constructie is de zesassige knie van de firma Century Innovations. Dit mechanisme dankt zijn grote stabiliteit aan een geometrische vergrendeling die optreedt bij belasting. Theoretisch gezien is dit een zeer interessant mechanisme. Het heeft geen enkele beperking tegen overstrekking om de eenvoudige reden dat dit stangenmechanisme niet overstrekt kan worden. Het bevindt zich in de gestrekte stand van het been in een keerpunt waarbij het virtuele draaipunt in oneindig ligt, zie figuur 5.

Bij de seriefabricage van zulke meerstangenmechanismen is een punt van grote aandacht de vereiste perfecte paralleliteit van alle assen. De kleinste afwijking leidt tot wringing en bij de optredende belastingen in de praktijk al snel tot vermoeingsbreuk. Bij de meeste technische constructies is dit al onwenselijk; hier echter kan dit mogelijk tot een dramatische val van de gebruiker leiden. De vrees voor schadeclaims dwingt de fabrikanten dan ook tot de uiterste zorg.

Zwaafase regeling

Een beenprothese wordt tijdens de loopbeweging in buiging gebracht door zijn traagheid. De gebruiker geeft een stevige voorwaartse impuls aan de prothesekoker, waardoor het onderbeen vanzelf naar achteren opzwaait en vervolgens door onder andere de ingebouwde vering naar voren zwaait. Nu heeft het prothe-

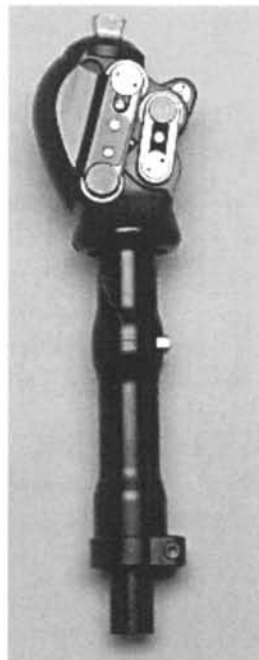
sebeen als fysische slinger een langere slingertijd dan het menselijke been. De verende werking is dan ook noodzakelijk om het prothesebeen snel genoeg naar voren te krijgen. Maar daardoor dreigt het been met een klap tegen de overstrekkingsbeperking aan te komen. Deze effecten probeert men bij te sturen met zogenaamde zwaaicontrollers, die in hun simpelste vorm bestaan uit een bepaalde mate van wrijving in de assen. Dat kan functioneren, zij het bij slechts één bepaalde loopsnelheid.

Voor wat actievere gebruikers worden pneumatische systemen toegepast. Hierbij kunnen de strekkings- en buigingsweerstand onafhankelijk van elkaar worden ingesteld. Een probleem hierbij is dat de zuigersnelheid eigenlijk veel te laag is om een voldoende luchtweerstand te bereiken. Vandaar dat relatief grote zuigerdiameters nodig zijn. Een ingenieuze oplossing is gevonden in het vierassige kniescharnier van de firma Bock. Hierbij zorgt een tandwiel-overbrenging voor een vergroting van de zuigersnelheid, zie figuur 6.

Inmiddels zijn ook elektronisch geregelde pneumatische systemen op de markt verschenen. Deze systemen passen de grootte van de lucht-doorstroomopeningen aan onder invloed van de loopsnelheid. Dit functioneert betrekkelijk goed. Een fundamenteel nadeel van het gebruik van lucht als stromingsmedium is dat het bij hoge zuigersnelheden (hoge loopsnelheid) eerder gecompriëerd wordt dan weggeperst. In kniemechanismen voor



Figuur 5. Zesassig mechanisme met geometrische vergrendeling.



Figuur 6. Vierassig mechanisme met pneumatische zwaafaseregelaar.



Figuur 7. Vier-assig mechanisme met hydraulische zwaafase-regelaar.

hoog-actieve gebruikers worden daarom hydraulische zwaafaseregelaars gebruikt. Men probeert een zo groot mogelijke turbulentie te bereiken van de vloeistofstroom. Dan neemt namelijk de weerstand bij hogere loopsnelheden sneller toe dan bij laminaire stroming het geval zou zijn. De kleinste hydraulische regelaar is van de firma Bock, zie figuur 7. Deze miniatuurhydrauliek heeft onafhankelijke instellingen voor de buiging en de strekingsweerstand en bevat tevens een sterke veer die het been in de gestrekte stand brengt. Een perfecte afdichting is bij deze hydraulische cilinders een belangrijke eis. Een levensduur van minstens 3 miljoen cycli wordt geëist, zonder het geringste olieverslies, zonder bijvullen en zonder enig onderhoud! In de kleine cilinder van figuur 7 is dit

bereikt door de afdichting aan te brengen aan de lage drukzijde. Alle vloeistofstroom vindt plaats door kleine openingen en ventielen in de zuigerstang. Een fundamenteel aspect is dat hydraulische regelaars energie dienen te dissiperen. Ze worden dus heet, érg heet zelfs bij hoge loopsnelheden. De viscositeit verandert daardoor hetgeen gecompenseerd moet worden met temperatuurgevoelige ventielen. Als beveiliging tegen thermische overbelasting is verder nog een veiligheidsventiel aangebracht. Dit alles is gerealiseerd binnen een lengte van circa 30 mm en bij een zuigerdiameter van 8 mm.

Inmiddels zijn experimenteel ook elektronisch geregelde zwaafaseregelaars ontwikkeld waarin met kleine elektromotoren voortdurend de doorstroomopeningen worden bijgesteld. Degene die verwacht dat door het gebruik van elektronica de werktuigbouwkundige problemen kleiner worden, vergist zich: naast alle bovengenoemde problemen komt nu nog de opgave om een en ander te laten functioneren met een werkelijk minimaal energieverbruik.

Torsie-adapters

Tijdens het lopen heeft de prothese de neiging te draaien om zijn lengte as.

De gebruiker ervaart dit als verdraaiing van de prothesekoker of als het optreden van grote schuifkrachten tussen koker en huid. Het inbouwen van een unit die een kleine elastische rotatie om de lengteas toestaat blijkt als een plezierige verbetering ervaren te worden.

Opnieuw zijn de constructieve problemen groot. Aangezien de grootte van de torsie afhankelijk is van het gewicht van de gebruiker, zal de elastische weerstand instelbaar moeten zijn. Uiteraard dient de prothese een even grote weerstand tegen buiging te bezitten als vóór het inbouwen van de torsie-adapter. Om te voorkomen dat de prothesevoet in oscillatie raakt bij het loskomen van de grond (er is immers sprake van een massa-veersysteem) dient tevens een voldoende mate van demping aanwezig te zijn. Dit alles moet worden gerealiseerd binnen een minimaal volume en een gering toegevoegd gewicht.

Maar weinig fabrikanten zijn er in geslaagd om aan deze eisen te voldoen. De firma Bock heeft een torsie-adapter in haar programma waarin twee kogellagers zorg dragen voor voldoende belastbaarheid en weerstand tegen buiging. Een derde set kogels loopt op hellende kogelbanen, tegen de veerdruk van een pakket schotelveren in. Daarnaast is vloeistofdemping toegepast.

Afsluiting

Het bovenstaande illustreert dat de technische problemen bij het ontwerpen van goede onderdelen voor beenprothesen bijzonder groot zijn. Veel praktische research is noodzakelijk aangezien elke beenprothesegebruiker uiteindelijk weer anders is. Dat maakt de ontwikkeling duur. Daartegenover staan de beperkte financiële middelen in de gezondheidszorg. Het is daarom niet verwonderlijk dat de markt voor onderdelen van beenprothesen door slechts enkele grote fabrikanten wereldwijd wordt voorzien. Een aspect is echter steeds weer aan te treffen op elke ontwerpfaciliteit, groot of klein: de droom om eens de ideale prothese ontwikkeld te hebben....

Auteursnoot

Paul Gerard van de Veen is in 1983 afgestudeerd en in 1988 gepromoveerd aan de faculteit Werktuigbouwkunde van de Universiteit Twente. Na enige tijd leiding gegeven te hebben aan de orthopedische werkplaatsen van revalidatiecentrum 'Het Roessingh' werd door hem in 1990 het adviesbureau P.G. van de Veen Consultancy opgericht dat zich uitsluitend bezig houdt met tot patent leidende innovaties op het gebied van fijnmechanische constructies en stangenmechanismen.

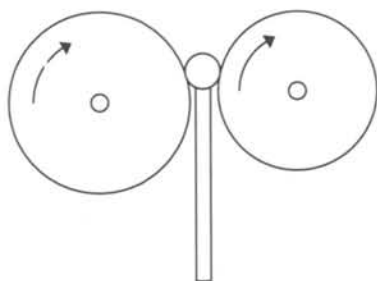


Figuur 8. Torsie-adapters.

FIRMA CENTERLESS

Middenweg 145F - 1394 AH Nederhorst den Berg -

Telefoon 0294-254269 - Fax 0294-251751



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

IsoSTATION™
VIBRATION-ISOLATED WORKSTATIONS

*There's an Isostation for
every application...
...and every budget.*



Newport B.V.
Regulierenring 9
3981 LA Bunnik
Tel: 030 6592111
Fax: 030 6570242

Newport B.V.
filiaal België
Interleuvenlaan 62
3001 Leuven
Tel: 016 402927
Fax: 016 402227



- Draai- en freeswerk conventioneel en CNC
 - CNC-Bewerkingscentra
 - Rondslijpen
 - Vlakslijpen
 - Draadvonken
- Ontwerp en fabricage van:
 - Snij, volg- en buigstempels
 - Dieptrekstempels
 - Matrijzen
 - Speciaal machines
- Reparatie en revisie



Postbus 323 / 9670 AH Winschoten
Telefoon: 0597-413338/412982
Fax: 0597-422586/415097

Technische Precisie & Persoonlijke Visie

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

- Engineering
- Detachering
- Cad-tekenwerk



Lumiflex Precision Engineering

Algolweg 9a
3812 BG Amersfoort

Tel.: 033 - 455 67 77
Fax: 033 - 455 56 76

Laser, het onmisbare gereedschap

Laseroptiek, onmisbaar element in de laserinstallatie

Leo H.J.F. Beckmann *De toepassing van lasers in de industriële materiaalbewerking is, na de uitvinding van de laser in 1960, vrij spoedig op gang gekomen en vertoont sindsdien een stijgende lijn. Het marktaandeel van lasers voor materiaalbewerking is opgeklommen van ongeveer 20% in 1990 naar bijna 50% in 1995 van de geldswaarde van de wereldwijd verkochte lasers, bij een totale markt die door de jaren heen bij ruim 1 miljard dollar lag.*

Zeker tegen de achtergrond van een wereldwijd stagnerende economie is een groei van 20% per jaar spectaculair. Dit heeft goede redenen: laserbewerking is niet alleen een hoogwaardige productietechniek, maar biedt door zijn flexibiliteit in bewerkingssnelheid en/of kwaliteit de juiste voorwaarden voor kosteneffectieve productie.

Hierbij zijn drie kanttekeningen te plaatsen:

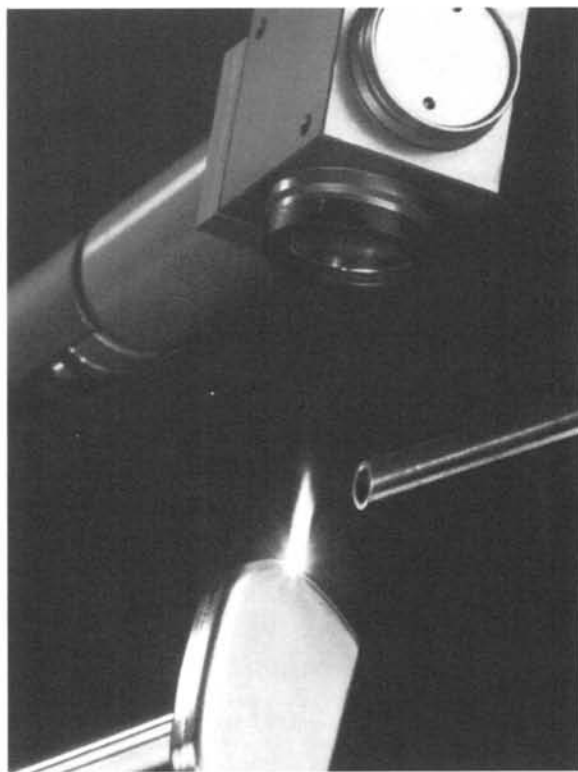
1. Het lijdt geen twijfel, dat een aantal breed ingevoerde laserbewerkingstechnieken, zoals het snijden van plaatstaal, het markeren en het fijnlassen van elektronische producten, in zo ruime mate ingevoerd zijn, dat een zekere verzadiging van deze markten bereikt is of binnenkort kan worden verwacht. De concurrentie zal daardoor verscherpen.
2. De voordelen van het overgaan op laserbewerking waren in het verleden meestal zo duidelijk, dat ook suboptimale oplossingen geaccepteerd werden. Dit versnelde de invoering over een breed gebied. Onder toenemende druk van de concurrentie zullen de processen geoptimaliseerd moeten worden in de richting van snellere bewerking en/of hogere kwaliteit.

3. Een aantal potentiële laserbewerkingen heeft nog geen brede toepassing gevonden. De redenen lopen uiteen. Soms betreft het grensgevallen van op zich bekende toepassingsgebieden, zoals het snijden van dunne plaat maar dan met zeer hoge snelheid, of het lassen van producten maar dan op moeilijk bereikbare plaatsen. Dat vergt aangepaste technieken waarvoor volledig begrip van de probleemstelling en de technische mogelijkheden noodzakelijk is om tot een goede oplossing te komen.

In de nabije toekomst zal meer aandacht zal moeten worden geschonken aan de optimalisatie van bestaande bewerkingssystemen en nieuw in te voeren processen. Hoewel nog onvoldoende onderkend, zal de keuze van de optiek zal daarin een cruciale rol spelen.



Snijden van CrNi band zonder oxidatie.



Dichtlassen van een peacemaker behuizing uit titanium.

Optiek

De optiek heeft de rol de in de laser opgewekte stralingsbundel zodanig te manipuleren en te modificeren, dat op de plaats van de beoogde bewerking de gewenste energieverdeling bereikt wordt. Ik geef hier bewust een wat brede definitie, omdat de taak en de mogelijkheden van de optiek vaak onderschat worden: men beperkt zich veelal tot wat primitieve methoden van focuseren van laserstraling. De laser is een zeer hoogwaardige stralingsbron en het zou vanzelfsprekend moeten zijn dat die waarde zoveel mogelijk wordt benut door de juiste keuze van de optiek.

Systeemaspekten van optieken voor industriële lasers.

Welke lasers zijn industrieel inzetbaar?

Voor toepassingen in de industriële materiaalbewerking verwachten wij van een laser, dat hij vanuit zijn opwekkingmechanisme geschikt is voor opschaling naar het gewenste vermogen, gekoppeld aan een redelijk energetisch rendement. Van de duizenden ooit gerealiseerde lasers voldoen slechts zeer weinig lasertypen aan deze volstrekt gewone eisen:

- de CO₂-laser, een gaslaser die straling met een golflengte $\lambda = 10,6 \mu\text{m}$ levert. Zijn energetisch rendement van circa 15 % is voor laserbegrippen uitmuntend. Het is de enige laser die voor (continu) afgegeven vermogens van meer dan 10 kW kan worden gebouwd. Verreweg het merendeel van de thans geïnstalleerde CO₂-lasers werkt evenwel in het vermogensgebied onder 3 kW.
- de Nd-YAG-laser, een vaste-stof laser gebaseerd op Nd-ionen, die opgelost zijn in een kristal van Yttrium-Aluminium-Granaat, (afgekort YAG, en gebruikt vanwege de gunstige warmtegeleiding). Deze laser levert straling van $1,06 \mu\text{m}$ golflengte, heeft minder dan 3 % energetisch rendement. Het gemiddelde vermogen is enkele honderden Watts die veelal in de vorm van kortstondige pulsen wordt geleverd, met piekvermogens die kunnen variëren tussen 1 en 1000 kW. Sinds enkele jaren komen ook continu stralende Nd-Yag-lasers met vermogens van twee en recent zelfs 3 kilowatt beschikbaar.
- de excimeerlasers, een familie van gaslasers op basis van moleculen uit een halogeen (F, Cl etc.) en een edelgas (Ar, Kr etc.) die alleen in aangeslagen toestand bestaan, en die ultraviolette straling met een energetisch rendement van 2 à 4% leveren. De straling bestaat altijd uit zeer kortstondige pulsen van enkele tientallen nanoseconden en heeft daardoor zeer hoge piekvermogens (meer dan 10^7 Watt). De uitgezonden golflengte hangt af van de samenstelling van het gas, waarbij vooral KrF ($\lambda=248 \text{ nm}$) en ArF ($\lambda=193 \text{ nm}$) van belang zijn.

Gezamenlijke aspecten van laseroptiek

De drie hierboven genoemde lasers opereren in sterk uiteenlopende golflengtegebieden hetgeen zijn weerslag vindt in de voor toepassingen van deze lasers gebruikte optieken. Daarnaast zijn er gezamenlijke aspecten die voortkomen uit de grote (piek-) vermogens van laserbundels. Alle optische oppervlakken dienen goed schoon

en vrij van beschadiging te zijn, om opwarming en de daaruit resulterende spanningen met kans op breuk te voorkomen. De niet geheel uit te sluiten restabsorptie van laserstra-

De mogelijkheden van de optiek worden vaak onderschat: men beperkt zich veelal tot wat primitieve methoden van focuseren van laserstraling.

ling in optische componenten, maakt het met name bij de langgolelige straling van een CO₂-laser nodig de optieken geforceerd te koelen. En wel zodanig, dat er geen optisch onaanvaardbare deformaties van de optische vlakken optreden. De diameters van optieken voor hoogvermogen-lasers moeten tevens altijd ruim worden bemeten, teneinde absorptie aan randen en in vatten van de optieken te vermijden. En daar waar het gevaar dat een laserbundel op de rand van een optisch systeem terecht komt niet geheel kan worden uitgesloten, moet een gekoeld diafragma voor deze optiek geplaatst worden, zonder thermisch contact met die optiek.

Bij alle optiek voor hoge vermogens doet men er goed aan, tussenliggende foci te vermijden en geen optische elementen in sterk gereduceerde bundeldiameters te plaatsen. De voor alle optiek geldige aanbeveling om de benodigde eigenschappen met een minimum aan optische componenten te verkrijgen, verdient in het geval van laseroptiek extra aandacht vanwege de noodzaak van koeling en/of de kosten van de benodigde optische materialen.

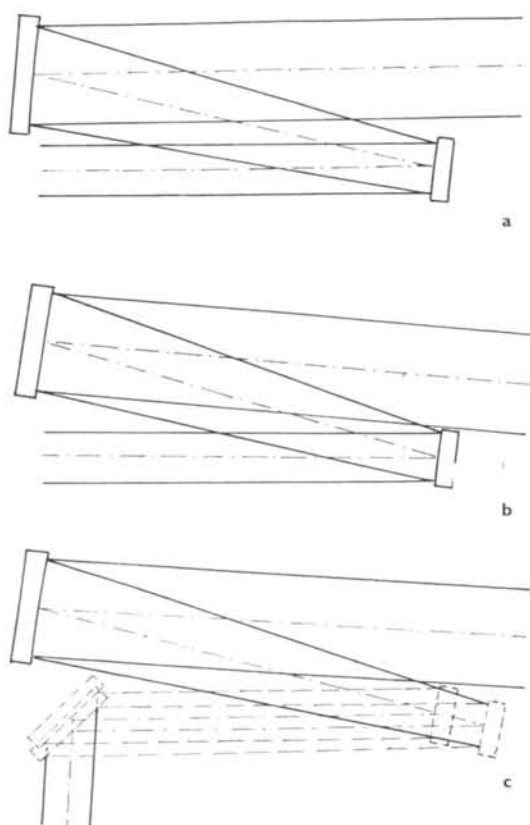
Optieken voor CO₂-lasers

Bundeltransport en positionering

De schaarste en de hoge kosten van optische materialen voor de infrarode straling van de CO₂-laser bepalen in

grote lijnen de opbouw van de bewerkingssystemen. De positionering van de stralenbundel van de bijna altijd stationair opgestelde laser geschiedt voornamelijk met behulp van spiegels, waarbij veelal straalwegen in de orde van 10 m tot aan het werkstuk moeten worden overbrugd. Dat vergt spiegels van hoge kwaliteit, zowel voor de restabsorptie als de vlakheid. Tussen laser en werkstation wordt vaak een telescoop geplaatst, en wel om twee redenen:

- ter vermindering van radiale bundelverplaatsing ten gevolge van fluctuaties in de uitreehoek van de bundel uit de laser,
- ter vermindering van de variatie van de bundeldiameter langs de bundelas.



Figuur 1. Telescopen ('Hollandse kijkers') voor bundelverbreding en positionering van de stralentaal van een CO₂-laser. Uitvoering a gebruikt paraboloidische spiegels waardoor de in- en uitgaande assen aan elkaar evenwijdig zijn. Uitvoering b gebruikt sferische spiegels, en de assen staan onder een hoek ter compensatie van astigmatisme. Bij c is de spiegelafstand instelbaar; een hulpspiegel dient om de daarbij optredende zijdelingse bundelverplaatsing te compenseren, en tevens de totale afbuighoek op precies 90 graden te brengen. (uit [1])

Het is echter ook mogelijk gebruik te maken van 'zoom-lenzen'. Deze aanpak heeft in de praktijk nog nauwelijks ingang gevonden, vermoedelijk vanwege onbekendheid met deze materie bij zowel gebruikers als leveranciers van lasersystemen.

Bij een gegeven openingshoek van de uiteindelijke focusseringsoptiek, kan een bundel met een vergrote

diameter voordelig zijn omdat een grotere afstand tussen deze optiek en het werkstuk gerealiseerd wordt. Dit voordeel moet afgewogen worden tegen de kosten (en/of het gewicht) van een grotere focusseringsoptiek en kan

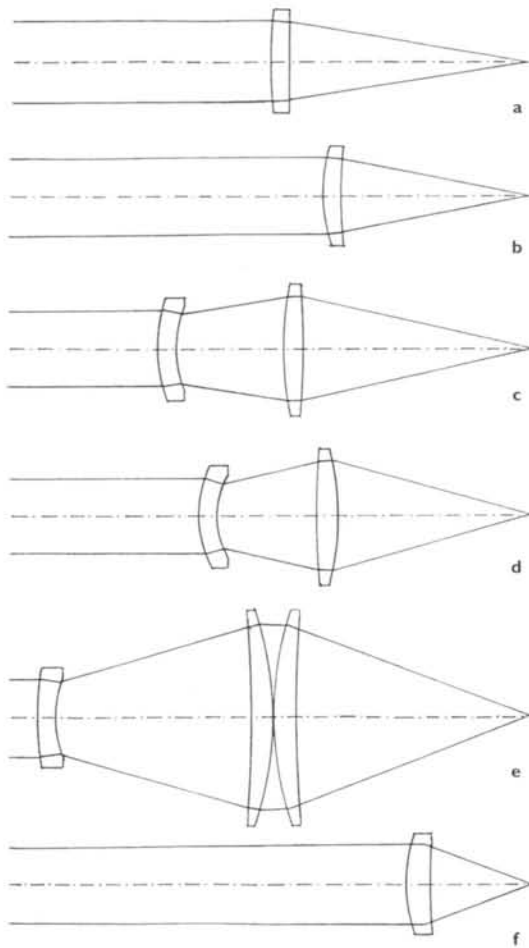
een extra verkleinende telescoop vlak voor de focusseringsoptiek wenselijk maken.

Telescopen

Bij laserapplicaties wordt een telescoop in de stralengang ook wel als bundelverbreder (c.q. -versmaller) aangeduid, aangezien het bereiken van de gewenste bundeldiameter zijn voornaamste functie is. Van de twee bekende typen, volgens Kepler en volgens Galilei, heeft de laatste, die ook als 'Hollandse kijker' bekend staat, de voorkeur vanwege zijn combinatie van een negatief en een positief optisch element, hetgeen een tussenfocus vermijdt en kort bouwt. Hoewel voor kleine vermogens ook lenzen bruikbaar zijn, prefereert men hier doorgaans spiegels vanwege de betere thermische stabiliteit, en wordt de noodzakelijkerwijs geknikte stralengang op de koop toe genomen. Alleen als de spiegels een paraboloidische vorm hebben, is de uitgaande as evenwijdig aan de ingaande; bij gebruik van (goedkopere!) sferische spiegels staan deze assen onder een kleine hoek ter compensatie van astigmatisme. Door de afstand tussen de spiegels binnen een klein gebied te variëren kan de telescoop zodanig afgesteld worden, dat de stralentaal van de uitredende bundel op de gewenste axiale plaats terecht komt. De dan onvermijdelijke zijdelingse bundelverplaatsing moet met een beweegbare extra spiegel gecompenseerd worden. Het geheel wordt vaak zodanig ontworpen, dat de totale afbuighoek 90 graden bedraagt, zie figuur. 1.

Lenzen voor CO₂-lasers

Tot vermogens van ongeveer 3 kW kan CO₂-laserstraling gemakkelijk met lenzen worden gemanipuleerd en vooral gefocuseerd. Dat biedt het voordeel van een rechtlijnige opstelling. De lens zal, bij het snijden of lassen, tevens dienst doen als afsluitend drukvenster voor het benodigde procesgas. Het materiaal voor dergelijke lenzen is thans nagenoeg uitsluitend zink-selenide (ZnSe). ZnSe van hoge kwaliteit, vaak omschreven als 'laser gra-



Figuur 2. Lenssystemen voor het focuseren van CO_2 -laserstraling met van boven naar beneden toenemende numerieke apertuur. Bij a kan vanwege de geringe apertuur worden volstaan met een plano-convex-lens, b vergt een optimaal gevormde meniscuslens. Aberratievrij gedrag bij nog hogere apertuur wordt verkregen met twee lenzen (c en d) in een zogenaamd retrofocus systeem, waarbij tevens de afstand tussen lens en focus (=werkstuk) voldoende groot kan blijven. Met drie lenzen, e, kan de numerieke apertuur nog verder opgevoerd worden. De onderste lens, f, heeft een asferisch vlak, waardoor ook deze lens praktisch aberratievrij is, maar de afstand tussen lens en focus is dan erg klein. (uit [1])

de' en een absorptie-coëfficiënt van $<0,0005 \text{ cm}^{-1}$ wordt door verschillende leveranciers in de handel gebracht. Samen met de verliezen in de – voor refractieve optiek onmisbare – anti-reflex-coating zal een goede ZnSe-lens minder dan 0,15 % van de opvallende straling absorberen.

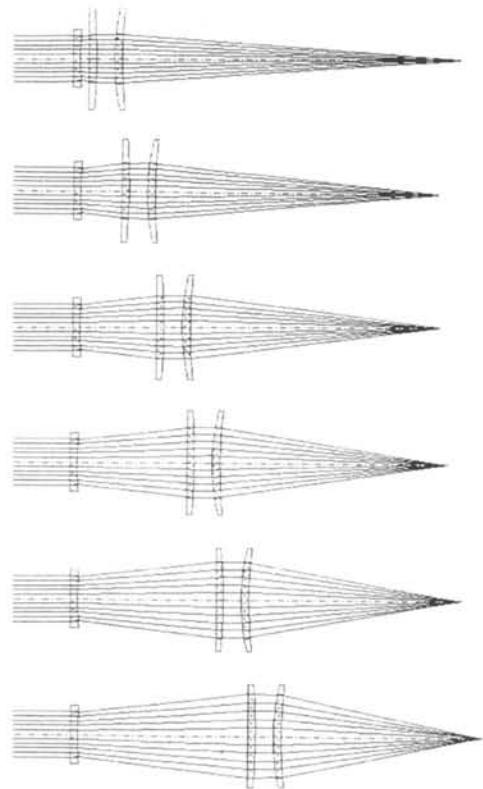
Door de hoge brekingsindex van ZnSe ($n=2,4028$ bij $\lambda=10,6 \mu\text{m}$) is het mogelijk, reeds met een enkele lens redelijk aberratievrije focussing te bereiken, bij de in de praktijk hoofdzakelijk gebruikte openingshoeken van de numerieke apertuur ($\sin U'$) tot circa 0,12, overeenkomend met $f/4$.

Opties voor grotere numerieke apertuur

Er zijn verschillende opties om de hierboven aangegeven grens voorbij te gaan. Een ervan is het gebruik van diffractie-optiek; dergelijke optische elementen zijn thans commercieel verkrijgbaar. Een tweede mogelijkheid is, één van de optische vlakken van de lens te voorzien van een asferische vorm, waardoor de sferische aberratie geheel wordt gecorrigeerd. Hetzelfde is mogelijk door passend ontworpen systemen met twee of meer (sferische) lenzen. Dergelijke ontwerpen kunnen van het zogenaamde retro-focus type zijn [2], met als voordeel, dat de uitstekende correctie van de aberraties gepaard gaat met een verlenging van de afstand tussen optiek en werkstuk, zie figuur 2.

Gebruik van zoom-optiek

Voor optimale procesvoering bij het snijden met een laser, dient de (Rayleigh-)lengte van de door focussing verkregen stralentaile te worden aangepast aan de dikte van het te snijden materiaal. In de praktijk wordt uit een kleine reeks van lenzen met vaste brandpuntsafstand die lens gekozen, die redelijk in de buurt van de



Figuur 3. Ter aanpassing aan de materiaaldikte bij het snijden met een CO_2 -laser kan een zoom-optiek dienen, waarmee de numerieke apertuur over meer dan een factor drie (en de Rayleigh-lengte over een factor 10) kan worden gevarieerd. Over het gehele gebied blijft de afstand tot aan het werkstuk relatief groot. (uit [3]).

optimale numerieke apertuur en bijbehorende brandpuntsafstand komt.

Het is echter ook mogelijk gebruik te maken van 'zoom-lenzen' (lenssystemen met continu variabele brandpuntsafstand), zoals die ook in de fotografie veel worden toegepast. Haalbaarheid en voordeel van deze aanpak zijn aangetoond [3]. Dergelijke systemen met een zoom-factor van ruim 3 (de bijbehorende Rayleigh-lengte varieert dan over een ordegrootte) hebben over het gehele gebied verwaarloosbare aberraties. Ze bevatten slechts drie sferische lenselementen (twee, als er een asferisch vlak wordt toegepast), zie figuur 3. Deze aanpak heeft in de praktijk nog nauwelijks ingang gevonden, vermoedelijk vanwege onbekendheid met deze materie bij zowel gebruikers als leveranciers van lasersnijsystemen.

Thermische effecten in (ZnSe-)lenzen

De absorptie van CO_2 -laserstraling in een ZnSe-lens veroorzaakt opwarming van de lens. Als deze, zoals algemeen gebruikelijk, aan de rand wordt gekoeld, ontstaat een radiale temperatuurgradiënt. In een nieuwe en perfect schone lens uit kwalitatief hoogwaardig materiaal is het effect klein, maar het neemt sterk toe bij een enigszins vervuilde of beschadigde lens, en wordt dan bepalend voor de levensduur van de lens.

Het voornaamste gevolg is een verkorting van de brandpuntsafstand. De temperatuurgradiënt veroorzaakt in het lensmateriaal een gradiënt van de brekings-index met een gekromd stralenverloop als gevolg.

Er is een eenvoudig model opgesteld door Tangelder [4] en

Beckmann [5], dat de

experimentele waarden goed weergeeft. In een typische situatie waarbij 20 W in een lens wordt geabsorbeerd (1 % van een 2 kW laserbundel) zal het centrum van de lens een temperatuursverhoging van 25 K ondervinden. Na bereiken van thermisch evenwicht, hetgeen circa 30 seconden vergt, zal de stralentaal van de gefocusseerde bundel met een bedrag overeenkomend met één Rayleigh-lengte axiaal opgeschoven zijn. Dit is meer dan in een snijtoepassing aanvaardbaar is.

De indruk bestaat, dat opwarming van lenzen en de bijbehorende thermische gradiënten als oorzaak van slechte reproduceerbaarheid van processen vaak onderschat worden, vooral ook omdat dit thema in de literatuur totnogtoe weinig aandacht heeft gekregen.

Spiegelsystemen voor focusering van CO_2 -laserstraling

Boven 3 kW, maar onder bepaalde omstandigheden ook bij kleinere vermogens, verdienen focuseringssysteem op basis van spiegels de voorkeur. En wel vanwege de uitstekende warmtegeleiding van de voor deze spiegels in aanmerking komende materialen, met name koper, en efficiënte geometrische mogelijkheden voor het aanbrengen van koelkanalen. Deze zijn in wezen onafhankelijk van de grootte van de te koelen spiegel, waardoor spiegels tot meer dan 10 kW per cm^2 belast kunnen worden. Bij grote bundeldiameters, die bij lasers met zeer hoge vermogens kunnen oplopen tot 80 mm, zijn er bovendien aanzienlijke kostenvoordelen ten opzichte van refractieve optiek.

Koper, het preferente materiaal voor laserspiegels, heeft bij de golflengte van de CO_2 -laser een hoge reflectie (> 99 %), welke door passende coating nog verder kan worden opgevoerd. Waar de geringe hardheid en dus gevoeligheid voor krassen bij het schoonmaken een probleem kan vormen, of in toepassingen waar spetters en rook het spiegeloppervlak kunnen aantasten, wordt weleens gebruik gemaakt van spiegels uit molybdeen, een zeer hard en duurzaam metaal, met een reflectie (ongecoat) van circa 98 %.

Aangezien de focusering van een laserbundel meestal slechts een zeer klein veld in de onmiddellijke nabijheid van de optische as betreft, zou men zich gemak-

kkelijk kunnen laten verleiden om ook uitsluitend de optische aberratie voor axiale straling in beschouwing te nemen. Er moet evenwel worden bedacht, dat spiegelsystemen in laserinstallaties altijd in

De indruk bestaat, dat opwarming van lenzen en de bijbehorende thermische gradiënten als oorzaak van slechte reproduceerbaarheid van processen vaak onderschat worden.

een 'off-axis'-configuratie moeten fungeren, teneinde een centrale schaduw en bijbehorend verlies te vermijden. Bij off-axis configuraties is het echter moeilijk en vergt een bewerkelijke justage, om de paralleliteit met de optische as te verzekeren. Men doet er danook goed aan, rekening te houden met de aberraties bij een veldhoek van 1 à 2 milliradiaal ten opzichte van de optische as, en bij voorkeur systemen toe te passen, die enige veldhoek toestaan.

In dit verband moet – ondanks hun vrij grote populariteit – het gebruik van off-axis paraboloïden worden afgeraden. Zoals bekend levert een paraboloïde een perfecte afbeelding op de optische as, maar vertoont

zeer grote coma-aberratie zodra van die aspositie wordt afgeweken. De situatie wordt snel ongunstiger bij gebruik van een off-axis segment van een paraboloïde. De afwijking wordt nog gecompliceerder doordat het comatische fasetfront met toenemende off-axis hoek van vorm verandert. Dit fasetfront heeft spiegelsymmetrie ten opzichte van een vlak dat de optische as en de hoofdstraal (de as van de schuin in vallende bundel) bevat, maar heeft centraal-symmetrie ten opzichte van het snijpunt met de optische as. Deze component raakt meer ongebalanceerd naarmate wij ons off-axis bewegen. De component met spiegelsymmetrie overheerst daardoor en het werkzame deel van het fasetfront nadert een cilindrische vorm. Hier begint de aberratie op astigmatisme te lijken met lijnvormige foci voor en achter het beste axiale beeld.

Het vaak teleurstellende resultaat, dat in de praktijk met off-axis paraboloiden bereikt wordt, is meestal te wijten aan (kleine) justagefouten. Dit is uiteraard reeds lange tijd bekend; evenals de remedie voor systemen met twee of meer spiegels. Daartoe behoren ook systemen die geheel uit sferische spiegels zijn opgebouwd [6], zie figuur 4.

Optieken voor Nd-YAG-lasers

Materiaalaspecten

De golflengte van de straling van de Nd-YAG-laser ligt voldoende dicht bij die van zichtbaar licht, om gebruik te kunnen maken van het brede aanbod aan optische glazen van hoge kwaliteit en lage kosten. Bij de zeer hoge piekvermogens die met Nd-YAG-lasers in Q-switch bedrijf kunnen optreden (meer dan 10^{11} W cm⁻²), moet men echter rekening houden met het gevaar van inwendige beschadiging van het glas. Er zijn hiervoor twee mechanismen, een als gevolg van kleine insluitingen van absorberende partikels, zoals platina, die aan het fabricageproces te wijten zijn. Het tweede is het gevolg van zelf-focusering van laserstraling, die door toename van de brekingsindex bij hoge veldsterkte wordt veroorzaakt en met de niet-lineaire brekingsindex n_2 wordt omschreven. De kritische grens ten gevolge van insluitingen ligt veelal boven 10 J cm⁻². De niet-lineaire effecten, die sterk van het glastype afhangen, hebben pas na enige loopweg in het glas een schadelijke uitwerking, zodat het aanbeveling verdient, de optische componenten niet dikker te maken dan echt noodzakelijk is.

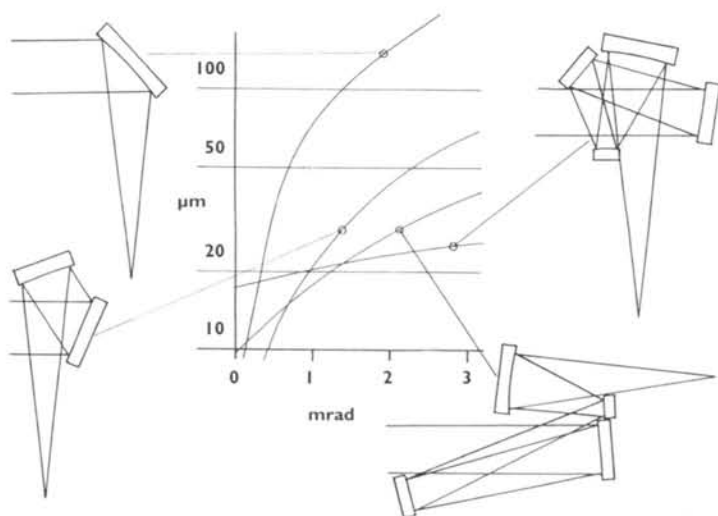
Stralingstransport via optische vezels

Een van de meest in het oog springende ontwikkelingen van de afgelopen jaren is het snel toenemende gebruik van optische vezels voor het transport van de straling van Nd-YAG-lasers naar de plaats van bewerking. Voor de gebruiker betekent dit een interface met een homogene bron met exact gedefinieerde afmeting – de diameter van de optische vezel – en stralenkegel: de numerieke apertuur aan de uitgang van de vezel. Bij lasers in het kW-gebied is de vezeluitgang door de fabrikant vaak reeds voorzien van een collimator. Dit heeft weliswaar enig verlies aan bundelkwaliteit (K) tot gevolg, maar de voordelen voor de applicatie overheersen doorgaans.

Enkele systeemaspecten

De hogere absorptiecoëfficiënt van metalen voor straling van de Nd-YAG-laser (in het golflengtegebied rond $1 \mu\text{m}$), vergeleken met die van de CO₂-laser, maakt de Nd-YAG-laser aantrekkelijk voor het boren, (micro-)lassen en, in bepaalde gevallen, ook het snijden. Dit voordeel wordt nog versterkt door de talloze voor dit golflengtegebied beschikbare technieken voor

Ondanks hun vrij grote populariteit moet het gebruik van off-axis paraboloiden worden afgeraden.



Figuur 4. Gevoeligheid van verschillende spiegelsystemen voor justagefouten. Het centrale deel van de figuur laat de geometrische aberraties (diameter van de zogenaamde 'blur-circle') zien als functie van de hoek met de systeem-as. De systemen aan de linkerzijde gebruiken paraboloiden onder 90 c.q. 40 graden, die aan de rechterzijde sferische spiegels. (uit [1]).

manipulatie van de stralenbundel. Naast mechanische zijn er opto-elektrische methoden en componenten voor het afbuigen of multiplexen van de stralenbundels, al of niet in combinatie met optische vezels die (deel-) bundels naar de werkplek brengen voor onder meer simultane bewerkingen. De verklaring voor de spectaculaire groei van Nd-YAG-lasertoepassingen in het recente verleden zijn de optische en systeem-voordelen, samen met het beschikbaar komen van grotere vermogens.

Focusering van Nd-YAG-laserstraling

Optieken voor Nd-YAG-lasers profiteren van de beschikbaarheid van uiteenlopende optische glazen en de toepasbaarheid van volledig ontwikkelde ontwerpmethoden voor zichtbaar-licht optiek. Voor focuserende optiek, die meestal slechts binnen een kleine veldhoek toegepast wordt, volstaan bekende, weinig gecompliceerde ontwerpen.

Een punt van aandacht is het vermijden van foci binnen het lenzenstelsel ten gevolge van secundaire reflecties aan lensoppervlakken. Kitvlakken tussen de lenzen kunnen in deze lenzenstelsels beter worden vermeden, zeker bij hogere vermogens.

Laseroptieken zijn van oorsprong monochromatische systemen, die voor de golflengte van de desbetreffende laser geoptimaliseerd zijn. Bij sommige toepassingen kan een optisch systeem vereist zijn dat de bewerkende (Nd-YAG-) straling en die van een piloot-laser (veelal

een HeNe-laser met $\lambda = 632 \text{ nm}$), op precies dezelfde wijze afbeeldt. In dat geval zullen bij het optiekontwerp technieken voor kleurcorrectie toegepast worden. Als alternatief kunnen spiegelsystemen worden toegepast, zie figuur 5.

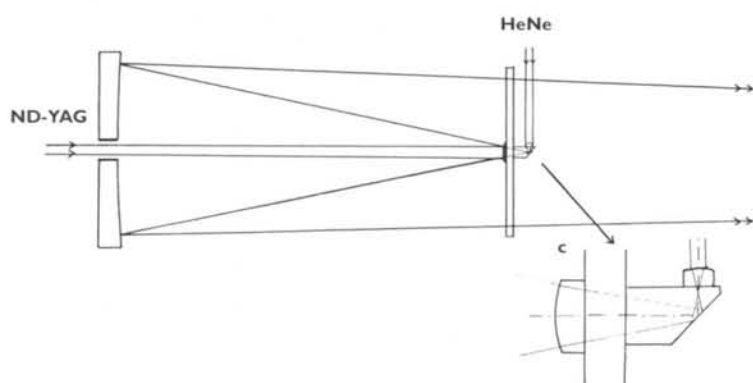
Nd-YAG-lasers worden ook veelvuldig toegepast voor het markeren, graveren en ritsen van groeven van uiteenlopende materialen, onder meer in de halfgeleider-industrie. Het betreft in hoofdzaak lasers met kleine vermogens (minder dan 100 W), maar met een goede bundelkwaliteit. De eisen, die aan dergelijke systemen gesteld worden, zijn groeiende. Vooral ten aanzien van de snelheid, en bij het ritsen de kwaliteit van de groef, worden steeds hogere eisen gesteld. Waar in het verleden volstaan kon worden met eenvoudige scanners en dito optieken, zullen deze in de toekomst door geavanceerde optische systemen met een vlak beeldveld en telecentrische stralengang worden verdrongen. Analyses tonen aan dat de meerkosten van de optiek door een verhoogde productiviteit in korte tijd terugverdiend worden.

Optieken voor excimeerlasers

Er zijn enkele wezenlijke verschillen tussen het gebruik van een excimeerlaser in de materiaalbewerking en dat van de andere, hierboven vermelde, lasers:

- Het meest belangrijke verschil betreft de golflengte: excimeer-lasers stralen in het ultravioet en leveren dus fotonen met een energie die in de orde van grootte van de bindingsenergie van (organische) moleculen ligt. De interactie tussen deze straling en de te bewerken materialen kan derhalve een niet-thermische zijn; de bindingen worden verbroken zonder dat opwarming tot hoge temperaturen voorafgaat. Dit opent nieuwe en unieke mogelijkheden.
- Verder maakt de korte golflengte een bewerking met hoge precisie tot in het sub-micrometer gebied mogelijk, en toepassingen van excimeerlasers zijn dan ook vooral in de microtechniek te verwachten.

Tegelijkertijd heeft de door een excimeerlaser opgewekte stralenbundel een matige tot slechte bundelkwaliteit ($K = 0,01$), gecombineerd met een, tengevolge van een zeer korte pulsduur, extreem hoog piekvermogen. Een dergelijke stralingsbron krijgt de voorkeur als verlichtingsbron van een 'masker' dat verkleind op een werkstuk wordt afgebeeld en zo in één keer de informatie op het werkstuk overbrengt. In tegenstelling tot de meeste toepassingen van CO_2 - en Nd-YAG-lasers



Figuur 5. Optisch systeem voor het focuseren van een gecollimeerde Nd-YAG-laserbundel van 1 kW tot een spot van 3 mm diameter, instelbaar tussen 8 en 12 meter afstand. De convexe spiegel C is voorzien van een hoogreflecterende coating voor Nd-Yag-laserstraling en voor goede transmissie van een HeNe-piloot-laser, die vanaf de zijkant wordt ingespiegeld. De grote spiegel heeft een diameter van 400 mm, en wordt axiaal verschoven voor focusering van beide laserbundels op de gewenste afstand.

Het systeem werd ingezet voor het onschadelijk maken van landmijnen door er, op een enigszins veilige afstand, een gat in te branden, waardoor de lading verbrandt zonder te exploderen. (uit [1]).

betreft het geen puntbewerking, maar de bewerking van een gebied met eindige afmetingen. De bijbehorende optieken moeten daarop zijn afgestemd, zowel qua beeldveld als qua verlichtingsgeometrie. De optiek van een excimeerlaser-bewerkingssysteem is derhalve complex.

Materiaalaspecten

Het aantal voor lenzen bruikbare materialen daalt scherp zodra de golflengte onder 300 nm daalt. Synthetisch kwartsglas is het meest belangrijke materiaal. Daarnaast komen de kristallijne fluorides in aanmerking, vooral CaF_2 , LiF en, in mindere mate, MgF_2 , dat enige dubbelbreking vertoont. Alle genoemde materialen ondergaan onomkeerbare veranderingen bij bestraling met excimeerlasers als gevolg van de extreem hoge vermogensdichtheden die het gevolg zijn van de korte pulsduur. Het gevolg is een beperkte levensduur van deze optieken waartegen nog geen remedie gevonden is.

De (schaarse) materialen die geschikt zijn voor gebruik in het ultraviolette spectraalgebied hebben allen een relatief lage brekingsindex. Dit maakt het ontwerp van hoogwaardige optieken extra moeilijk. In de praktijk betekent dit dat voor een gesteld doel meer optische componenten nodig zijn. Daarentegen hebben deze materialen bij twee golflengtes wel nagenoeg identieke afbeeldingseigenschappen. Tevens zijn er duurzame anti-reflectie coatings ter beschikking.

Excimeerlasers stralen in het ultraviolet en leveren dus fotonen met een energie die in de orde van grootte van de bindingsenergie van (organische) moleculen ligt. Moleculaire bindingen kunnen verbroken worden zonder dat opwarming tot hoge temperaturen nodig is. Dit opent nieuwe en unieke mogelijkheden.

Afbeelding

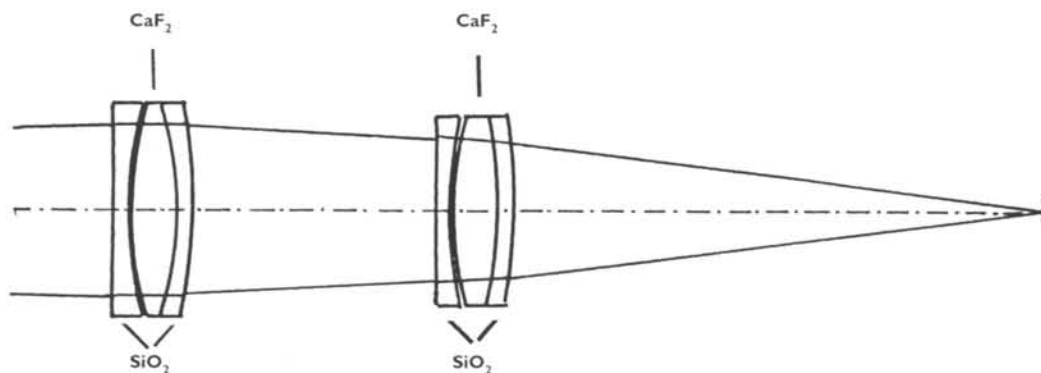
De stralenbundel van een excimeerlaser heeft over het algemeen een rechthoekige vorm met een lengte-breedte-verhouding van 2 à 3 en een bundelkwaliteit K nabij 0,01. Dientengevolge is de bundel minder geschikt voor puntbewerking dan als belichtingsbron van een op het werkstuk af te beelden masker. Dit betekent wel, dat slechts een kleine fractie van de – waardevolle en dure – energie van de excimeerlaser daadwerkelijk voor het beoogde proces wordt benut.

De kwaliteit van de bewerking wordt in hoge mate bepaald door de kwaliteit van de optiek, die het masker op het werkstuk afbeeldt. Deze optiek moet niet alleen de door buiging gestelde grenzen benaderen, maar dit tevens voor het gehele (eindige) beeldveld waar maken.

De eisen omtrent de numerieke apertuur komen voort uit de voor een bewerking benodigde energie-dichtheid (in J/cm^2), die afhangt van het te bewerken materiaal. Bewerkingen met een excimeerlaser geschieden pas boven een bepaalde drempelwaarde, die voor (organische) polymeren in het gebied van 0,1 tot 0,3 J/cm^2 , maar voor vele keramieken een grootteorde hoger ligt. Als de energiedichtheid wezenlijk hoger ligt, treedt verzadiging op. De procesparameters moeten dus zorgvuldig worden gekozen, wil de bewerking ook maar in de buurt van een optimum plaatsvinden.

Noodzaak van een grote werkafstand

'Ablatie' is het verwijderen van een oppervlaktelaag, waarbij de reactie van het verwijderde materiaal met de omgeving weinig voorspelbaar is. Om vervuiling van de optiek voorkomen, moet een zo groot mogelijke afstand tussen de optiek en het werkstuk worden aangehouden. Deze eis bemoeilijkt het ontwerpen van deze optieken meer dan alle andere eisen, zie figuur 6.



Figuur 6. Voorbeeld van een voor twee golflengtes gecorrigeerde, aberratievrije optiek voor 10:1 verkleinende afbeelding van een masker voor de bewerking met een excimeerlaser (ArF , $\lambda = 193 \text{ nm}$), met een brandpuntsafstand van 83 mm bij $f/4$. De straling van een HeNe-laser dient voor het focuseren en wordt in precies hetzelfde beeldvlak afgebeeld. Het systeem heeft een beeldveld van 3 mm en wordt gebruikt voor precisiewerkingen. (uit [1]).

Fotolithografie

Fotolithografie is een sleuteltechnologie bij de fabricage van 'chips'. Hoog-geïntegreerde halfgeleiderschakelingen worden door belichting van een masker met behulp van ultraviolette straling op een fotogevoelige laag, de zogenaamde 'fotoresist' die op de siliciumplak zit, overgebracht. In toenemende mate worden hiervoor excimeerlasers gebruikt.

Aangezien hier geen materiaal wordt verwijderd, is een grote werkafstand voor de optiek niet nodig. Aan de optiek voor fotolithografie worden echter zeer hoge eisen gesteld ten aanzien van numerieke apertuur, veldgrootte en tevens vlakheid van dit veld. Daardoor vormen optieken voor fotolithografie een heel aparte klasse, die zestien en meer optische componenten bevatten, meer dan \$ 100.000 kosten, met een stijgende tendens.

Bundelhomogenisatie

De rol van een excimeerlaser is voornamelijk die van verlichtingsbron van een op het werkstuk af te beelden masker. Mede vanwege de niet-lineariteit van het ablatieproces worden hoge eisen aan de homogeniteit van die verlichting gesteld. De ruwe bundel van een excimeerlaser heeft meestal een rechthoekige vorm met een – vooral in de smalle richting – Gauss-achtig verlopen intensiteit. Deze ruwe bundel is niet voldoende homogeen om rechtstreeks als belichtingsbron te fungeren. Ter homogenisatie in het verlichtingsvlak van het masker worden optieken toegepast die de oorspronkelijk bundel in deelbundels splitsen en over elkaar heen leggen voor middeling. De optredende interferentie-effecten zijn voldoende klein en niet storend als gevolg van de korte golflengte.

Conclusies

Het ontwerpen van optieken voor gebruik met hoogvermogen lasers is in vele opzichten vergelijkbaar met dat voor andere optische toepassingen. De bijzondere eigenschappen van de (coherente) laserstraling, de hoge vermogens c.q. vermogensdichtheden en de beperkingen in de eigenschappen van het lensmateriaal zijn niet te verwaarlozen aspecten. Deze aspecten moeten goed zijn begrepen wil men de enorme kennis, die in de loop van eeuwen op het gebied van de optiek is opgebouwd, met goed resultaat naar het gebied van hoogvermogenlasers kunnen overbrengen. Vanuit mijn eigen ervaring meen ik te mogen stellen

dat de rol en het potentieel van de optiek in toepassingen van hoogvermogen lasers lang niet volledig benut en ook onvoldoende onderkend wordt.

Een nauwere samenwerking tussen optici en lasergebruikers is zeker wenselijk.

Literatuur

- [1] L.H.J.F. Beckmann, D. Ehrlichmann, *Optical systems for high-power laser applications: principles and design aspects*, *Opt. and Quant. Electronics* 27,(1995)p.1407-1425.
- [2] L.H.J.F. Beckmann, J.L.F. De Meijere, *Retrofocus optics for the focussing of CO₂-laser radiation: a comparison between designs using spherical optics and aspherics*, *High Power CO₂ Laser Systems and Applications*, SPIE vol. 1020(1988)p.192-195.
- [3] L.H.J.F. Beckmann, O. Märten, *Zoom lens designs for use in sheet metal cutting by high power CO₂-lasers*, *Lens and Optical Systems Design*, Berlin, 14-18 Sept. 1992, SPIE vol. 1780(1993)p.765-776.
- [4] R.J. Tangelder, L.H.J.F. Beckmann, J. Meijer, *Influence of temperature gradients on the performance of ZnSe-lenses*, *Lens and Optical Systems Design*, Berlin, 14-18 Sept. 1992, SPIE vol. 1780 (1993)p.294-302.
- [5] L.H.J.F. Beckmann, *Modelling of, and design for, thermal radial gradients in lenses for use with high power laser radiation*, *OSA Proceedings of the Int. Optical Design Conf. Rochester, N.Y., June 6-9 1994*, G.W.Forbes, editor, p. 11-15.
- [6] L.H.J.F. Beckmann, D. Ehrlichmann, *Three-mirror off-axis systems for laser applications*, *OSA Proceedings of the Int. Optical Design Conf. Rochester, N.Y., June 6-9 1994*, G.W. Forbes, editor, p. 340-348.
- [7] A.E. Siegman, *Analysis of laser beam quality degradation caused by quartic phase aberrations*, *Appl. Opt.* 32(1993)p.5893-5901.

Noot

Voordracht ter gelegenheid van de Techno Dag 'Laser, het onmisbare gereedschap', georganiseerd door Techno Bridge, Rotterdam 30-5-96 door Prof. Dr. Leo H.J.F. Beckmann, Universiteit Twente, E-mail: Beckmann@wb.utwente.nl.

Foto's

Haas Laser, Schramberg (Duisland)

Lichtgewicht vlakfrees

Vaak bestaat de behoefte om ook op kleinere bewerkingsmachines met gereedschapwisselaar gebruik te maken van een vlakfrees met een grotere diameter. Meestal echter, laat het maximaal toegestane wisselgewicht het niet toe hiervan gebruik te maken. Een extra freesgang is daardoor noodzakelijk. Met de LSE-445 vlakfreesen is dit probleem nu verleden tijd. Deze frezen zijn tot 50% lichter dan conventionele 45° vlakfreesen. Deze gewichtsbesparing is een gevolg van:

- een uniforme hoogte van 50 mm vanaf 80 mm;
- een gereduceerde buitendiameter door een andere manier van positionering van de freesplaat;
- het 'uitgeholde' freeslichaam;
- de grote gaten die zich in het freeslichaam bevinden.



De gaten in het freeslichaam leveren een zeer positieve bijdrage aan het laaghouden van de temperatuur van het gefreesde oppervlak. Dit komt doordat de gaten onder een (berekende) hoek zijn ingebracht, waardoor een aanzuigende werking ontstaat die een werveling van lucht op het freesoppervlak doen neerkomen. Door deze constructie en de combinatie met wijdvertanding, wordt een antivibratie-effect bereikt dat de mogelijkheid biedt om met grotere uitsteeklengten te frezen. De frezen zijn leverbaar van 50 t/m 200 mm. Natuurlijk zijn

ook gunstige resultaten te bereiken op conventionele freesmachines. Denk eens aan het handmatig wisselen van frezen vanaf 125 mm. Ook hier is een gewichtsbesparing van groot belang.

Voor uitvoerige info:

Viba N.V.
afdeling Machinegereedschappen
Bleiswijkseweg 41
2712 PB Zoetermeer
Telefoon: 079 - 341 8881
Fax: 079 - 341 8031.

Universele programmer

Simac Electronics bv te Veldhoven brengt een nieuwe programmer van Data I/O op de markt: de Data I/O 2700. Het betreft een universele programmer, speciaal ontwikkeld voor engineering. Hiermee wordt ondersteuning geboden voor EPGA's, PLD's, (E)PROM's en micro-controllers in DIP en PLCC behuizing tot 44 pinnen. Optioneel kan ondersteuning worden geboden voor fine-pitch componenten en componenten met meer dan 44 pinnen door middel van Package and Pinout Interfaces (PPI's). De 2700 beschikt over een Windows-based interface. Software commando's om speciale functies uit te voeren behoren hiermee tot het verleden.



Voor het programmeren van PLCC componenten biedt de 2700 een standaard oplossing: een extra PLCC

base wordt meegeleverd met de programmer. Deze PLCC base maakt gebruik van de beproefde MatchBook technologie van Data I/O. Deze MatchBooks (duurzame kunststof geleiderpads) zorgen ervoor dat de PLCC component op de juiste wijze wordt uitgelijnd en op de programming site geplaatst. Deze techniek vervangt het gebruik van de traditionele, zeer fragiele en kostbare SMD socket adapters.

Voor uitvoerige info:

Simax Electronics B.V.
Postbus 340
5500 AH Veldhoven
Telefoon: 040 - 258 2911
Fax: 040 - 258 2410.

Handthermometers

COMARK Ltd brengt vier nieuwe thermometers op de markt, de C9400 serie. De thermometers zijn water en stof resistent en ideaal voor wetenschappelijk onderzoek en analyse, processing, koelen, HVAC en de industrie in het algemeen.

Het temperatuurbereik ligt tussen -200°C en +1370°C in een omgevingstemperatuur van 0°C tot 50°C; de reactietijd is minder dan een seconde.



Het instapmodel C9442 heeft één enkele bedieningsknop en is compatibel met type K thermokoppels. Het geavanceerde model C9443 heeft een maximum en minimum geheugen met een clear knop en een hold functie voor het vasthouden van de display voor latere uitlezing. Model C9444 heeft een dubbele ingang voor differentieel metingen, ideaal voor onder andere koel-, verwarmings- en airconditioningsinstallaties. Het model C9445 is compatibel met thermokoppels type K, T en J voor een maximum aan flexibiliteit.

Voor uitvoerige info:

DIMED B.V.
Joe Englishstraat 47
2140 Antwerpen
Telefoon: 0032-3-236 6465
Fax: 0032-3-236 6462.

Intelligente tapmachine

Voor bij het tappen van kleine gaten in taai materialen, als RVS, is tapbreuk een bron van ergernis. De intelligente tapmachine van Microtap meet het draaimoment en stopt binnen enkele duizendsten van een seconde als het ingestelde

maximum-moment wordt overschreden. Daarmee wordt tapbreuk voorkomen.

Voor een dergelijk snelle noodstop moet roterende massa van de spil gering zijn. Dit wordt gerealiseerd doordat aandrijfrotor, spil en gereedschapopname als een geheel zijn uitgevoerd.

Tijdens het tappen worden het koppel en de afgelegde weg gemeten en door geavanceerde elektronica vergeleken met de ingestelde grenswaarden.

Zo worden onder meer de volgende fouten herkend:

- Het koppel is te laag: het voor-geboorde gat is bijvoorbeeld te groot en er wordt geen volledige draad gesneden;
- Het koppel is te hoog en de ingestelde diepte is niet bereikt: het voorgeboorde gat is bijvoorbeeld te klein of te ondiep;

De microprocessor heeft vijftig programmeerbare geheugenruimten, automatische start/stop-functie, etc. Op een klein scherm worden de ingestelde en gemeten waarden zichtbaar, evenals de melding goed/slecht.

Via een aangekoppelde PC kan tijdens het tappen het verloop van het koppel worden gemeten. Zodoende kan bijvoorbeeld de effectiviteit van de smering worden zichtbaar gemaakt en geoptimaliseerd. Ook kan een statistiek (SPS) van goed/slecht worden bijgehouden. Door deze registratiemogelijkheden kan worden voldaan aan de vereisten voor een beheerst proces als bedoeld in ISO 9000.

Er zijn vier machinetypen: Picotap 11-G2, Microtap 11-G5, Megatap 11-G8 en Megatap 11-G14 voor het tappen van respectievelijk M0,5 tot M2, M1 tot M5, M2,5 tot M8 en M3,5 tot M12 in RVS.



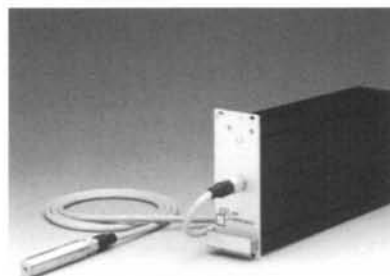
Voor uitvoerige info:

Esmeyer B.V.
Postbus 11077
3004 EB Rotterdam
Telefoon: 010 - 415 2788
Fax: 010 - 437 8966.

Laser-interferometer voor OEM-toepassingen

Van de eerder in Mikroniek 5(1994) uitvoerig beschreven laser-interferometer voor het zeer nauwkeurig meten van verplaatsingen, is nu ook een speciale versie verkrijgbaar voor integratie in grotere systemen. Het fundamentele onderscheid met de gangbare systemen is dat bij het ontwerp van deze interferometer gebruik gemaakt is van de zogenaamde geïntegreerde optica. Daarbij zijn de conventionele optische componenten op één optische chip aangebracht.

De sensor is daardoor zeer compact en het gehele optische deel bestaande uit beamsplitters, een faseveranderer, reflector, laser en detector is geïntegreerd op een chip waarvan de totale oppervlakte slechts enkele cm² bedraagt. De cilindervormige sensor, waarin ook de voorversterking van de signalen plaatsvindt, heeft een diameter van 17 mm en een lengte van 73 mm. Juist door deze kleine afmetingen is de interferometer uitermate geschikt voor integratie in die systemen, waarbij tot op heden voornamelijk van glaslinealen gebruik gemaakt werd.



De optische uitlijning van sensor en reflector duurt niet meer dan enkele minuten. De herhalingsnauwkeurigheid van het systeem bedraagt een factor 10^{-6} x de afstand tussen de sensor en de reflector, bij een meetbereik van 1000 mm. In praktijk betekent dit 1 μ m op een afstand van 1 m. Het oplossend vermogen van de interferometer bedraagt circa 1,6 nm.

De OEM-versie bestaat uit een sensor en de aanstuur- en verwerkingselektronica. Deze laatste is ondergebracht in een insteekmodule voor een standaard 19"rek (eurokaartformaat).

Voor uitvoerige info:

Applied Laser Technology B.V.
Ing. Guido J.J.M. Dalessi
Telefoon: 0499-375 375
Fax: 0499-375 373.

Afstand en dikte meet-systeem

Het optische meetsysteem ODS van het fabriek Danish Micro Engineering A/S, maakt gebruik van het driehoeksmetprincipe om met een hoge nauwkeurigheid ($\pm 3 \mu$ m) en een hoge meetfrequentie, afstanden en dikten te meten. Het systeem bestaat uit een compacte behuizing waarin laser- of lichtbron, detector en elektronica geïntegreerd zijn.



Standaard zijn de meetsystemen voorzien van twee analoge uitgangen 1-9VDC, 4-20mA en één relais uitgang. De benodigde voeding is 24 VDC. Daarnaast geven twee LED's aan of het produkt zich binnen het meetbereik bevindt en/of het produkt zich in het centrum van het meetbereik bevindt.

Hiermee is het zeer eenvoudig het meetsysteem te installeren en in bedrijf te nemen. De standaard meetbereiken zijn 30, 70, 150 en 200 mm.

Een dikte meetsysteem kan eveneens op eenvoudige wijze gerealiseerd worden door twee ODS-meetsystemen elektrisch met elkaar te verbinden zonder toepassing van extra elektronica. Hierbij vindt synchronisatie automatisch plaats. Een dergelijke combinatie kan ook toegepast worden op half-transparante produkten.

Voor uitvoerige info:

Safex Control B.V.
Postbus 1465
3430 BL Nieuwegein
Telefoon: 030 - 604 7040
Fax: 030 - 604 0680.

Multifunctionele kalibrator/indicator

Door Eurotron is een nieuwe draagbare kalibrator/indicator ontwikkeld, type aanduiding Microcal 200. Deze is geschikt voor het meten en simuleren van alle genormaliseerde thermokoppels; Pt, Ni, Cu-weerstandsthermometers; mA, mV, V en frequentie. De kalibrator is voorzien van twee gescheiden ingangen en een RS 232 interface. De nauwkeurigheid bedraagt 0,02%. In een tweede uitvoering, Microcal 200+, is de kalibrator ook leverbaar met ingebouwde datalogger en een hogere nauwkeurigheid van 0,01%.

Gemeten waarden kunnen ook in grafische vorm op het LCD worden weergegeven. Voor het opzetten van kalibratieprocedures en speciale lineariseringen is software beschikbaar.



Als optie kan de Microcal 200 worden voorzien van een drukmodule, zodat drukken van 0-10 bar kunnen worden gesimuleerd en gemeten met een nauwkeurigheid van 0,05%. De kalibrator wordt standaard geleverd met een kalibratiecertificaat.

Voor uitvoerige info:

MERA BENELUX B.V.
Postbus 77
5056 ZH Berkel-Enschot
Telefoon: 013-533 4411
Fax: 013-533 2039.

Rotatietafels

De Anoround familie van rotatietafels biedt een scala van mogelijkheden met hoge betrouwbaarheid en nauwkeurigheid. De tafels zijn geschikt voor bijvoorbeeld kalibratie, inspectie en automatiseringsdoeleinden.

Bij de 'meehanite' gietijzeren Anoround GR en DR rotatietafels is de optische positieencoder direct aan het roterende deel gekoppeld, waardoor de nauwkeurigheid van de tafels niet wordt beïnvloed door fouten in de aandrijving. De GR en DR tafels zijn beschikbaar met diameters van 150mm tot 300mm.



De goedkoopste tafel is de GRXA. Deze tafel is uitgerust met een kruisrollenlagering voor een hoge kantelstijfheid. De tafel kan zowel horizontaal als verticaal worden ingezet; diameter 150mm; overbrengingen tot 180:1 zijn mogelijk; 2 boogminuten bi-directionele herhaalnauwkeurigheid wordt gehaald; in het tafelblad is een doorgaand gat mogelijk met een maximum diameter van 44,5 mm.

DR-6 rotatietafel met digitale besturing

Deze is geschikt voor snelheden tot 150 omw/min, resolutie tot 0,6 boogseconden en nauwkeurig tot ± 2 boogseconden.

De DR-6 is uitgevoerd met optische encoders die direct op de rotatieas worden gemonteerd. Op deze manier is de nauwkeurigheid van de tafel onafhankelijk van de aandrijving. Omdat de tafel bovendien is uitgerust met een 'direct drive' aandrijving, dus zonder speling, is het systeem zeer geschikt voor inspectiedoeleinden waar hoge snelheden en korte uittriltijden vereist zijn. De volledig digitale D-Serv besturing wordt geleverd met een gebruikersvriendelijke interface voor Windowsomgeving, de communicatie met de besturing gaat via RS-232 of optioneel via RS-422. De besturing heeft volledig digitale

stroom-, snelheid- en positieloops met een 20 kHz sample frequentie. Voor optimale prestatie heeft de besturing mogelijkheden tot foutcorrectie (error mapping), realtime data-acquisitie en het onafhankelijk starten van bepaalde acties. De besturing wordt geleverd in een compacte behuizing met ingebouwde, volledig digitale versterkers en voeding.

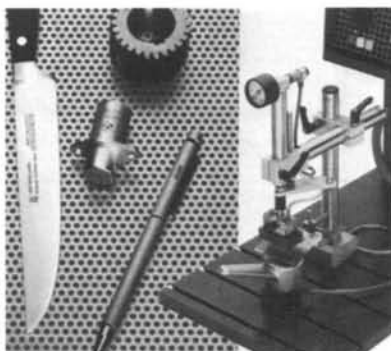
De combinatie DR-6 met D-Serv maakt het systeem uitermate geschikt voor toepassingen in de elektronica-industrie en fabricage van kleine onderdelen.

Voor uitverige info:

Anorad Europe BV
Waalreseweg 17
5554 HA Valkenswaard
Telefoon: 040-208 9238
Fax: 040-204 6862.

Etssysteem

Met het elektrolytische etssysteem van Östling kunnen op alle voorkomende geleidende materialen zonder beschadiging fraaie markeringen worden aangebracht. Zo kunnen allerlei ferro- en nonferrowerkstukken en gereedschappen binnen enkele seconden van de CE-markering worden voorzien. Het maakt daarbij niet uit of deze producten groot, klein, vlak, hol of bol zijn, danwel gehard, gebruikt, vernikkeld of verchromd.



Door middel van een zwakstroomspanning wordt via een schabloon een nauwkeurige afdruk op het te markeren voorwerp achtergelaten, die duurzaam, precies en opvallend is. Diverse uitvoeringen van deze merkmachines zijn leverbaar. Naast een handbediende machine zijn er verschillende halfautomatische apparaten voor middelgrote en grote series, alsook een speciale uitvoering voor toepassingen waaraan men extra hoge eisen stelt.

Voor uitverige info:

BV Technisch Bureau Meininger
Postbus 743
2280 DS Rijswijk
Telefoon: 070-340 1780
Fax: 070-340 1602.

Digitale pyrometer



De stralingsthermometer 'Infratherm IS 10/IGA 10' van Impac Electronic heeft een instelbare responstijd van minimaal 1 milliseconde. Met het meetbereik van 300°C tot 3300°C is hij nagenoeg bij elke industriële toepassing inzetbaar. De digitale signaalverwerking in combinatie met de hoogwaardige optische componenten geeft snel uiterst precieze en reproduceerbare meetgegevens.

De thermometers worden standaard uitgevoerd met een doorkijk lens, een analoge uitgang (± 20 mA), een RS232C of RS485 uitgang en software voor de signaalverwerking.

Met de bijgeleverde PC-software kan men alle parameters instellen en veranderen voor elk meetbereik. De signaalgegevens kunnen real-time worden weergegeven en/of achteraf worden bewerkt. Voor elke toepassing zijn er objectieven beschikbaar met een vaste brandpuntinstelling van 80 mm tot 5600 mm. Indien gewenst kan gebruik gemaakt worden van vezel-optica.

Voor uitvoerige info:

Safex Control B.V.
Postbus 1465
3430 BL Nieuwegein
Telefoon: 030 - 604 7040
Fax: 030 - 604 0680.

Catalogus Industriële meettechniek



De nieuwe productcatalogus industriële meettechniek van Endress + Hauser is verschenen. Dit 400 pagina's tellende, gratis te verkrijgen, boekwerk geeft een uitgebreid overzicht van het instrumentatie-programma. De catalogus is onderverdeeld in de hoofdstukken: Niveau; Druk; Tem-

peratuur; Flow; Analyse ~ monstername ~ vocht; Communicatie en Registratie ~ randapparatuur. Een heldere uiteenzetting van de theorie maakt de verschillende meetprincipes inzichtelijk, zodat met hulpmiddelen als selectie~conversietabellen en flow-charts eenvoudig het juiste instrument gekozen kan worden. Bovendien is de informatie compleet. De belangrijkste productspecificaties zijn aangevuld met informatie over installatie, toepassingen, beperkingen en functioneringsomstandigheden. Tot slot wordt een overzicht gegeven van de aanvullende diensten van Endress + Hauser als service en opleidingen.

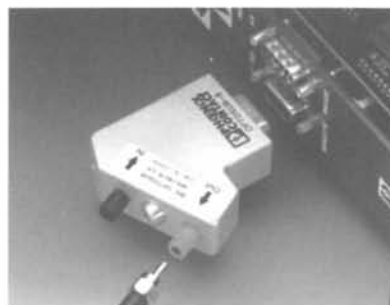
Voor uitvoerige info:

Endress + Hauser
Postbus 5102
1410 AC Naarden
Telefoon: 035-695 8611
Fax: 035-695 8825.

Koper-/glasvezel-adapter

Phoenix Contact bv heeft een interface converter voor de omzetting van datasignalen van RS 422 naar glasvezeladers geïntroduceerd. De koper-/glasvezel-adapter IBS OPTOSUB maakt toepassing van dure convertermodellen overbodig, omdat de elektronica in een kleine 9-polige stekker is geïntegreerd. Door het aanbrengen van het stekermodule op de InterBus-S-uitgang krijgt de controlekaart een eigen glasvezeladeruitgang. De voedingsspanning wordt via de stekker direct uit de controlekaart betrokken. Als overdrachtsmedium dient de flexibele en goedkope polymeervezel die via FSMA-stekkers, type 905 volgens IEC 874-2 wordt aangeboden.

Door de polymeervezel kunnen tussen de controlekaart en het eerste busstation afstanden tot 50 m zonder repeater worden overbrugd. Voor afstanden tot 300 m kan eenzelfde converter-moduul met een HCS-vezel worden toegepast.



Door de optische transmissie is een absolute elektromagnetische verdraagzaamheid gewaarborgd.

Voor uitvoerige info:

Phoenix Contact B.V.
Postbus 246
6900 AE Zevenaar
Telefoon: 0316- 591 720
Fax: 0316-524 074.

Matador precisie-draai-bank nu ook traploos regelbaar



Thans kan de Matador van Weiler (in licentie vervaardigd door BerTec) ook in een traploos geregeld uitvoering geleverd worden, en

wel met een regelbare AC-aandrijfmotor, vermogen van 3 kW. Samen met de tweetraps mechanische omschakeling is de snelheid nu op ieder toerental tussen 15 en 4500 omw/min in te stellen.

Afstand tussen de centers 470 mm; centerhoogte 140 mm; draaidiameter boven het bed 295 mm; sledeverplaatsing 470 mm; spildoorlaat 36 mm.

Wordt standaard geleverd met snelwisselgereedschapshouder, meenemer en spatscherm. Opties: numerieke positieaanduiding, elektrische slijpinrichting en indirecte verdeelinrichting voor de hoofdspil.

Voor uitvoerige info:

Schreuder & Co.

Potbus 326

3330 AH Zwijndrecht

Telefoon: 078-610 0111

Fax: 078-610 3193.

Beeldanalyse-systemen



Beeldanalyse-systemen zijn breed inzetbaar. De krachtige en gebruikersvriendelijke software van de door VIBA geleverde beeldanalyse-systemen stellen de gebruiker in staat, snel routines te maken voor toepassingen in bijvoorbeeld de metallografie, biologie, mineralogie, gerechtelijk onderzoek, pathologie, halfgeleiderindustrie en de voedselindustrie. Het via een microscoop en CCD-camera op een monitor geprojecteerde beeld wordt door de software efficiënt en objectief geanalyseerd en gemeten. Daarnaast

is er een directe koppeling tussen elk object dat wordt gemeten en een spreadsheet-programma. Via dit programma is het mogelijk om uit één van de gemeten velden een willekeurig object, bijvoorbeeld het grootste of het kleinste, te selecteren. Bovendien kan met een zogenaamde 'multigraphmogelijkheid' een niet helemaal scherp beeld scherp worden gemaakt door een aantal beelden in de Z-as op elkaar te stapelen. De meetresultaten worden binnen enkele seconden weergegeven op een voor de gebruiker ontworpen meetrapport.

Voor uitvoerige info:

VIBA NV, afdeling Geometrische Meettechniek en Materiaalonderzoek
Bleiswijkseweg 41

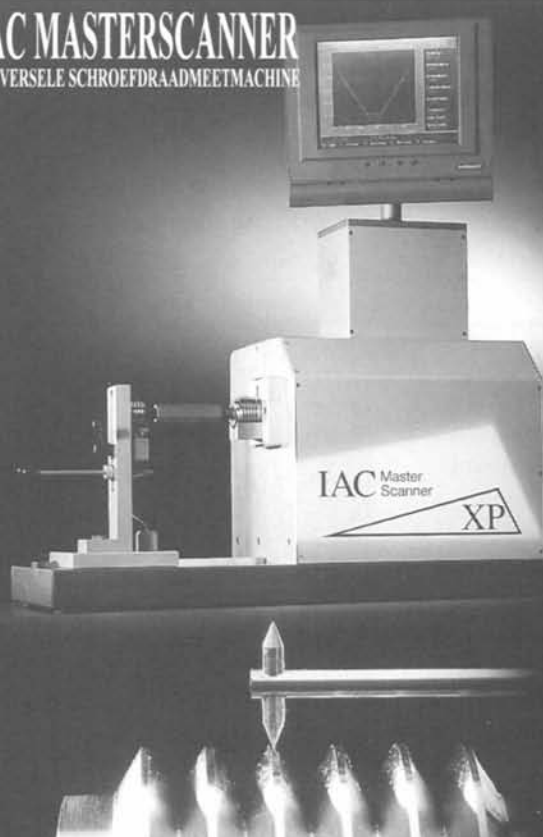
2712 PB Zoetermeer

Telefoon: 079 - 341 8881

Fax: 079 - 341 8031.

IAC MASTERSCANNER

UNIVERSELE SCHROEFDRAADMEETMACHINE



Voor het volautomatisch meten van alle in- en uitwendige schroefdraden

De IAC MASTER SCANNER maakt definitief een einde aan het traditionele meten van schroefdraden. Een MASTER SCANNER vervangt honderden kalibers, driedraadsmeetbanken, tweekogel binnenmeetinstrumenten, spoedmeetinrichtingen, microscopen met meetmesjes, etc.

EENVOUDIG TE BEDIENEN

Door onze krachtige technologie kan iedereen direct met één druk op de knop **inwendige en uitwendige schroefdraden** meten met een nauwkeurigheid en een snelheid waarmee de meest ervaren meettechnicus niet kan wedijveren, zelfs niet met de beste conventionele apparatuur. De hele meting en de verwerking van de meetresultaten tot spoed, flankendiameter, tophoeken, kerndiameter, buitendiameter en de profielcontrole verlopen volautomatisch.

TE METEN OBJECTEN

Inwendige en uitwendige schroefdraden, conisch of cilindrisch. Alle bekende soorten: Metrisch, Whitworth, Unified, R, BSP, PG, S, etc.

MEETBEREIK

Door een uitkiend palet van uitwisselbare tasters en een CLICK ON systeem, kan de meetmachine binnen enkele seconden worden omgebouwd voor een ander inwendig of uitwendig meetbereik. Er is een serie opnames en tasters voor inwendige schroefdraad vanaf M3 t/m M100 en uitwendige kalibers vanaf M3 t/m M90.

Neem contact op met de UITVINDERS.



Onlangs geaccepteerd door NKO voor het gecertificeerd kalibreren van cilindrische en conische pen-, instel-, moerpen- en boutingkalibers

IAC

MEET
BEDRIJF
VOOR DE
INDUSTRIE

GEOMETRISCHE INGENIEURS
POSTBUS 2115 7801 CC EMMEN HOLLAND
TEL: 0591-644103 FAX: 0591-610765



The success of your product depends on the performance of every single part — even those your customer doesn't see. That's why Philips

Mechatronics is the smart choice for precision components.

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

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

It's the little things that make a difference.

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



Philips Mechatronics

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

Let's make things better.

Philips
Key
Modules



PHILIPS



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



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

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



Wereldwijd maatgevend.

HEIDENHAIN

HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.

Postbus 107 - NL-3900 AC Veenendaal
(03 18) 54 03 00 · FAX (03 18) 51 72 87