

Mikroniek

VAKBLAD OVER PRECISIETECHNOLOGIE

JAARGANG 39 - NUMMER 4

103 Ontwerp van een universele grijper

112 Status en trends in werktuigbouwkundige precisietechnologie

124 Innovatiegerichte onderzoeksprogramma's

128 NVPT verenigingsnieuws

120 Productnieuws en actualiteiten

Techniek met denkvermogen

Componenten, sensoren
en systemen voor
industriële automati-
sering, kaartlezers,
componenten voor
elektronica-
toepassingen



OMRON

OMRON ELECTRONICS B.V.
POSTBUS 582 • 2130 AN HOOFDORP • TEL. 023-5681100 • FAX 023-5681188
INTERNET: WWW.OMRON.NL

In dit nummer

101 Editorial

H. van der Brugge

103 Grijper pakt voorwerpen met verschillende vormen

Ontwerp van een universele grijper
T. Lalkens

112 Status en trends in de werktuig- bouwkundige precisietechnologie

Lezing in de cyclus 'Technologie
en ondernemen' NVPT
P.H.J. Schellekens

120 Productnieuws

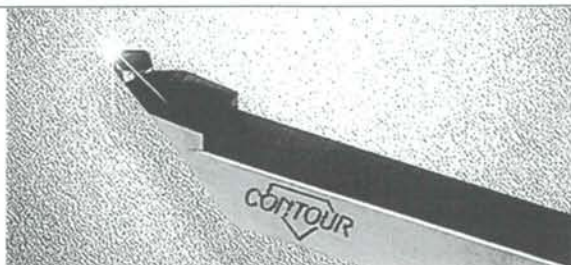
122 Actueel

124 Innovatiegerichte onderzoeks- programma's

Wat is precisietechnologie?

128 Verenigingsnieuws NVPT





CONTOUR

FINE TOOLING B.V.

Diamond Tool Technology

Contour Fine Tooling is specialist op het gebied van monokristallijne **diamantgereedschappen** voor **ultra precisie verspaning**. Onze draaibeitels worden wereldwijd ingezet voor het vervaardigen van componenten (kunststof, non-ferro, IR-kristallen) met hoge eisen aan vormnauwkeurigheid en oppervlaktegesteldheid. De gereedschappen zijn leverbaar met natuurdiamant of synthetische diamant met radiusgrootte tussen 1µm en 500mm. Waviness over de snijkant (peak-to-valley) kan gespecificeerd worden tot een minimale tolerantie van ≤0,05µm. Voor veel toepassingen kunnen standaardbeitels ingezet worden, voor uw specifiek probleem ontwerpen wij graag een speciaal gereedschap.

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

Contour Fine Tooling BV
Geenhovensdreef 22, 5552 BD Valkenswaard
tel 040-2082363, fax 040-2082313a



Mechatronics B.V.

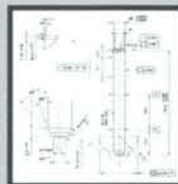
PRECISION PARTS TECHNOLOGY

Fijnmechanische onderdelen in het µm-bereik



Het succes van Uw product valt of staat met de kwaliteit van de onderdelen, dus waarom genoeg nemen met minder dan het beste:

- Fijnmechanisch draaien
- Precisiedraaien
- Finish hard turning (harddraaien)
- Centerloos slijpen
- Ferro en Non-Ferro
- Geconditioneerde productieruimten



Mechatronics BV

Precision Parts Technology
Kerkeplaat 18 3313 LC Dordrecht
Tel.: +31 (0)78-6305432 Fax: +31 (0)78-6169121
E-mail: mechatronics@euronet.nl

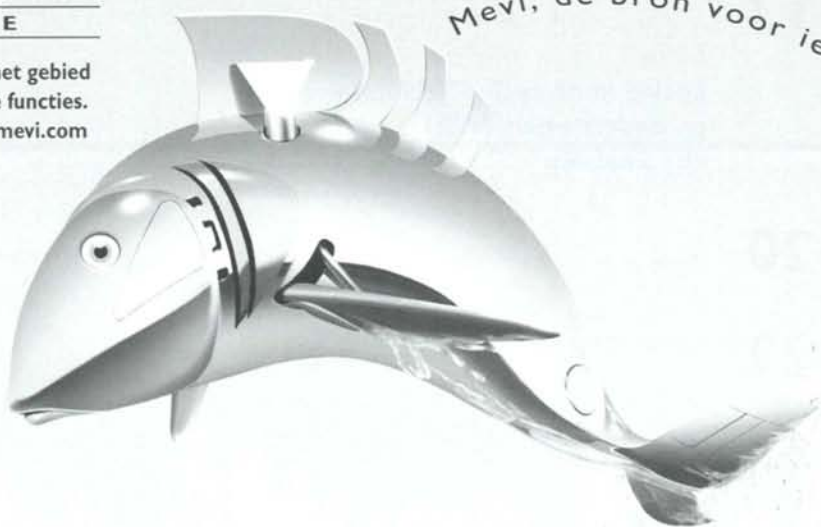
PRECISION PARTS FOR DEMANDING INDUSTRIES

Mevi

**FIJNMECHANISCHE
INDUSTRIE**

Het neusje van de zalm op het gebied
van prototypes en complete functies.
Voor meer info: <http://www.mevi.com>

Mevi, de bron voor iets nieuws



Weth. den Oudenstraat 1, 5706 ST Helmond,
telefoon 0492 53 86 15, fax 0492 53 87 35, e-mail info@mevi.com



Vakblad voor precisietechnologie en fijnmechanische techniek en orgaan van de NVPT.

Mikroniek geeft actuele informatie over technische ontwikkelingen op het gebied van mechanica, optica en elektronica.

Het blad wordt gelezen door functionarissen die verantwoordelijk zijn voor ontwikkeling en fabricage van geavanceerde fijnmechanische apparatuur voor professioneel gebruik, maar ook van consumentenproducten.

Uitgave:

PubliVision BV
Postbus 1738
3000 DR Rotterdam
Telefoon: 010-4089222
E-mail: tvs@ext.eur.nl

Advertenties en abonnementen:

PubliVision BV

Abonnementskosten:

Nederland: fl. 105,- per jaar ex BTW
Buitenland: fl. 132,- per jaar ex BTW

Redactie:

René Moscou
Dr. ing. D. Blank
Dr. J. Elders
Ir. S. van de Graaf
M.N. Koning
Dr. ir. P.C.J.N. Rosielle
Dr. ir. D. Reynaerts
Dr. ir. J. Verkerk

Redactie-adviesraad:

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

Redactiesecretariaat

Mikroniek
p/a PubliVision BV

Secretariaat NVPT

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

Vormgeving en realisatie:

Twin Design B.V., Culemborg

Beeldmateriaal voor de coverfoto werd beschikbaar gesteld door Variclean Benelux BV en Delba Precisie-techniek BV.

Mikroniek verschijnt zes maal per jaar

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

Nog steeds hetzelfde, maar toch een beetje anders. Zo zou ik het nummer van Mikroniek, dat nu voor u ligt, willen typeren. De vernieuwde voorpagina en kleurige binnenpagina's zullen u zeker opvallen, maar wanneer u de artikelen in deze uitgave leest, zult u merken dat Mikroniek gewoon Mikroniek is gebleven; een vakblad over precisietechnologie en fijnmechanica waarin u leest over de technologische ontwikkelingen, die nodig zijn om aan de steeds zwaarder wordende eisen ten aanzien van kwaliteit, nauwkeurigheid en duurzaamheid te kunnen voldoen. Maar niet alleen technologieën moeten doorontwikkeld worden. Voor een blad geldt dat natuurlijk evengoed. Een voorpagina veranderen en gebruik maken van meer kleur is wat dat betreft overigens nog een vrij eenvoudige ingreep. Belangrijk voor mij als kersverse uitgever is het, om ervoor te zorgen dat Mikroniek u als lezer kan blijven informeren over de technologie, maar ook wil ik u de ontwikkelingen in de branche niet onthouden. Een goede mix maken van technologie, praktische toepasbaarheid daarvan, ontwikkelingen in de branche, en de visie van hen die in deze sector het voortouw durven nemen. Dat is wat we met Mikroniek voor ogen hebben. En met dat "we" duid ik dan meteen aan dat dit geen solistische actie van een overgemotiveerde uitgever en hoofdredacteur gaat worden. Integendeel, de NVPT speelt een onmisbare rol hierbij. Zij voorziet niet alleen van veel goede input, maar levert tevens ten aanzien van de bewaking van de kwaliteit en correctheid van de inhoud van Mikroniek, een belangrijke bijdrage.

Om het collectief compleet te maken, wil ik echter ook u inschakelen. Benieuwd naar wat u van Mikroniek vindt, zowel in positieve als negatieve zin, wil ik u vragen op de kwaliteit en de toegankelijkheid van het blad te reageren. In het volgende nummer zal hiervoor een enquêteformulier worden meegezonden, maar ook spontane reacties worden zeer op prijs gesteld. Er schijnen nogal wat mensen zenuwachtig te worden van de op handen zijnde eeuwwisseling (over millennium praat ik niet, want daar maak ik toch maar zo'n klein stukje van mee).

Wanneer de genoemde interactie tussen de NVPT, de lezersgroep en uitgever en redactie van Mikroniek gekoesterd wordt, dan behoort ik voor wat betreft de voortgang van Mikroniek zeker niet tot die groep.

Henk van der Brugge

PubliVision BV

Uitgever Mikroniek

Met niets te vergelijken

MTS Alliance RT-serie trek- en drukbanken

Sneller, nauwkeuriger en efficiënter dan welke testbank dan ook. Ergonomisch ontworpen, dus zeer gebruiksvriendelijk.

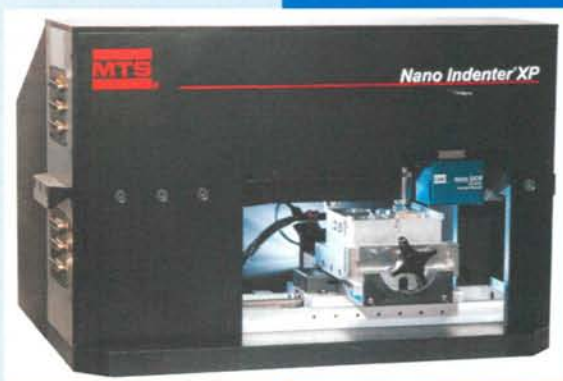
Unieke eigenschappen

- Exclusieve zespuntsgeleiding van de crosshead
- Self-identification loadcell die de kalibratiewaarden in de ingebouwde chip registreert
- Borstelloze AC-servomotor voor aandrijving van de crosshead
- Handset voor het eenvoudig bedienen en uitlezen van testresultaten
- Werkt direct; ook als de computer nog uitstaat
- Leverbaar als tafelmanier met capaciteiten van 1 tot 100 kN



Eenvoudige aansturing met het softwarepakket **TestWorks-4**. Dit programma biedt de gebruiker ongekennde mogelijkheden. Vanaf het uitvoeren van complexe testmethodieken tot de rapportage op maat. Data-export naar Word/Excel of automatische verzending via e-mail.

MTS Nano Indenter XP hardheidsmeetsysteem



Voor het bepalen van materiaaleigenschappen op nanoschaal levert dit unieke systeem u de hoogste nauwkeurigheid en reproduceerbaarheid. Het unieke eraan is de manier van meten. De Nano Indenter XP meet het werkelijke oppervlak van het materiaal. Is daardoor ook geschikt voor al die materialen die bij conventionele testmethoden problemen geven, zoals coatings, extreem dunne films en composietmaterialen.

Door de eenvoudige bediening wordt het verzamelen van kwantitatieve data een routinehandeling.

- Young's modulus
- Hardheid
- Breuksterkte
- Spannings exponent/rek
- Werkelijke wrijvingscoëfficiënt
- Krasbestendigheid
- Kritische belastbaarheid

geveke
werktuigbouw

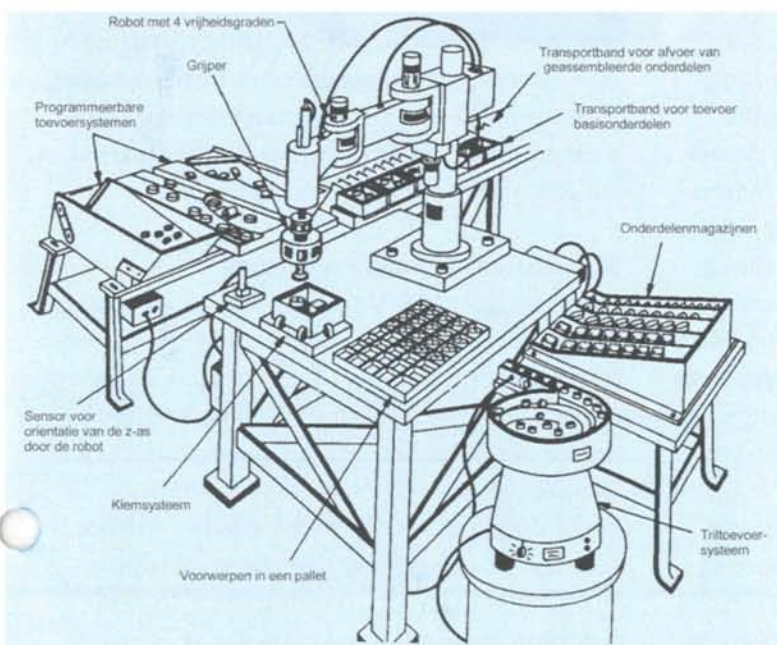
essentieel in het grote geheel

[Demo's op verzoek]
Bel 020 582 2620

Grijper pakt voorwerpen met verschillende vormen

Ontwerp van een universele grijper

T. Lalkens Industriële assemblage bestaat voornamelijk uit het grijpen en plaatsen van producten (pick-and-place). Bij het na elkaar produceren van kleine series verschillende producten wordt steeds van gripper gewisseld, omdat de gripper niet in staat is zich aan te passen aan de vorm van het nieuwe product. Het wisselen van een gripper of het gebruik van een vingerwisselsysteem kost tijd. Daarom is een universele gripper ontwikkeld, die zich momentaan aanpast aan de vorm van het nieuwe product. Met deze nieuwe gripper kunnen reeksen willekeurige productvormen worden opgepakt en geassembleerd.



Figuur 1.

Voorbeeld van een assemblagecel [1].

Geautomatiseerde assemblage

Bedrijven worden door onder andere verkorting van de productlevenscyclus, een toenemende productdiversiteit, afnemende productkwantiteit, hogere loonkosten en toenemende internationale concurrentie steeds meer gedwongen om de productie te optimaliseren. Een manier om dit te realiseren is het flexibeler maken van assemblagesystemen. Een concept daarvoor is een assemblagecel waarin een programmeerbare manipulator (robot) op een centrale plaats tus-

sen de aan- en afvoerunits staat, die tevens de benodigde end-effectoren binnen zijn bereik heeft, zoals bijvoorbeeld grippers en bepaalde gereedschappen. Via de aanvoerunits worden de halffabrikaten aangeleverd en de gereede producten worden vervolgens via de afvoerunits weer afgevoerd. Op deze manier kunnen producten snel, flexibel en eventueel simultaan geassembleerd worden. Figuur 1 is een principetekening van een assemblagecel.

Deze systemen kunnen bijvoorbeeld nog verbeterd worden door de flexibiliteit van sommige end-effectoren flink te verbeteren. Dit geldt met name als ze productspecifiek zijn, hetgeen betekent dat bij productwisseling ook van end-effector gewisseld dient te worden. Dit kost tijd, ruimte en is relatief duur.

De industriële assemblage bestaat voornamelijk uit het grijpen en plaatsen van producten (pick-and-place). Daarvoor zijn de volgende grijp-principes mogelijk: mechanisch, vacuüm, opblaasbaar, magnetisch of adhesief. Voor bepaalde producten blijkt een mechanische gripper de beste oplossing en daarvoor bestaan de volgende mogelijkheden [1]. Ze staan in een toenemende mate van flexibiliteit gerangschikt:

- Productspecifieke gripper

Een gripper die geschikt is voor één specifieke productvorm.

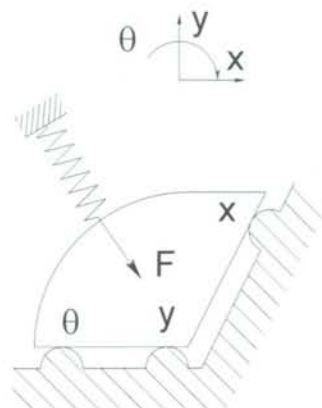
- **Multifunctionele grijper**
Een grijper met een aantal verschillende raakvlakken, zodat er een aantal verschillende productvormen mee gepakt kunnen worden.
- **Multigrijper**
Een 'revolver' met een aantal verschillende productspecifieke grippers, zodat er snel van grijper gewisseld kan worden.
- **Grijperwisselsysteem**
Een lokaal grijperwisselmagazijn met een aantal productspecifieke grippers binnen het bereik van de manipulator.
- **Vingerwisselsysteem**
Het aantal en type vingers kunnen op een speciale plaats binnen het bereik van de manipulator verwisseld worden.

Het vingerwisselsysteem heeft nog een aantal nadelen. Ten eerste is het systeem tamelijk complex zodat het relatief duur is, ten tweede vergt het instelstation kostbare ruimte binnen de cel, ten derde gaat tijdens overname van de vingers altijd enige nauwkeurigheid verloren, ten slotte kosten de twee handelingen om van product om te schakelen relatief veel tijd. Beter zou het zijn als men de beschikking heeft over een universele grijper die zelf willekeurige productvormen kan grijpen.

Hier wordt beschreven het ontwerp van een dergelijke universele grijper [2], waarmee kleine reeksen willekeurige dunne productvormen (zogenaamde 2½-dimensionale producten) snel kunnen worden gegrepen en nauwkeurig kunnen worden gepositioneerd. Met het gekozen ontwerp kan zeer snel en eenvoudig worden omgeschakeld naar een andere productreeks. Van het ontwerp is tevens een prototype gebouwd en beproefd [3]. De resultaten worden eveneens beschreven.

Methode van inklemmen

Om de vrijheidsgraden van een willekeurige productvorm van een 2½-dimensionaal product



Figuur 2. Willekeurig product ingeklemd in een kinematisch bepaalde oplegging.

in het x,y-vlak nauwkeurig te positioneren kan gebruik worden gemaakt van de volgende twee principes: de kinematisch bepaalde oplegging en een verennest. Vanwege een aantal voordelen is het principe van het verennest gekozen als methode voor inklemmen van de producten. Dit zal verderop worden verduidelijkt.

Kinematisch bepaalde oplegging

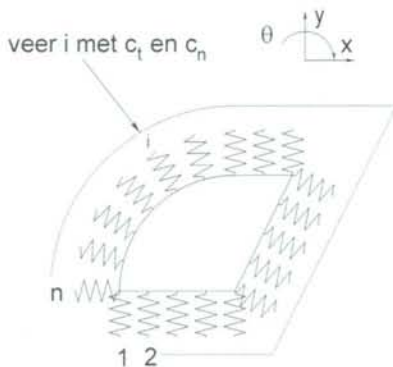
Het principe van inklemming van een willekeurig product op een kinematisch bepaalde oplegging staat in figuur 2 [4]. Het bestaat uit drie starre rolopleggingen en een drukkracht die ervoor zorgt dat het product goed aanligt tegen de opleggingen. De drukkracht zou bijvoorbeeld door een veer geleverd kunnen worden. Een van de opleggingen legt de x-coördinaat vast, een andere de y-coördinaat en de derde legt de rotatie om de z-as (θ) vast.

De posities van de drie starre oplegvlakken zijn in principe productspecifiek. Zodoende kunnen ze voor een universele grijper niet uit één stuk star materiaal gefabriceerd worden. Een mogelijkheid om dit concept toe te passen is om de grijper zichzelf vooraf aan een nieuwe reeks producten te laten instellen. Bijvoorbeeld door drie onafhankelijk bewegende starre vingers tegen het eerste product (dat gefixeerd is op het werkvlak) aan te laten lopen en vervolgens die stand van de vingers te fixeren. Om het

product goed tegen de ingestelde opleggingen vast te houden, zou na deze instelling door een vierde vinger een drukkracht op het product uitgeoefend moeten worden. Dit zou bijvoorbeeld met een relatief slappe vinger kunnen die dan een relatief grote slag moet maken om de gewenste kracht te leveren. Door deze krachtleverende vinger een open- en dichtbeweging te laten maken (de grijpbeweging) zouden de vervolgproducten van de reeks gegrepen kunnen worden.

Verennest

Om de gripper volgens het verennestprincipe producten te laten grijpen zouden er zoveel mogelijk onafhankelijk instellende elastische vingers (veren) rondom het product moeten aangrijpen, die zo een verennest [4] kunnen vormen, zie figuur 3.



Figuur 3.
Willekeurig product
ingeklemd in een
verennest met
n veren.

In een verennest hebben alle veren bij voorkeur een identieke en relatief hoge stijfheid in de normaalrichting van de contour (c_n) met identieke lage tangentiële stijfheidscomponenten (c_t) rakend aan deze contour, waarbij $c_t \ll c_n$. Verder moeten alle veren onder een identieke voorspankracht zijn gebracht. Volgens dit concept worden de vrijheidsgraden door het elastische evenwicht nauwkeurig in het x,y-vlak vastgelegd.

De vorm van het verennest moet hetzelfde zijn als die van het product. Dit is voor de univer-

sele gripper als volgt gerealiseerd. Bij het eerste product van een nieuwe reeks zal de gripper zichzelf instellen door alle vingers vanuit een open gripperstand onafhankelijk naar binnen te laten bewegen. Indien het eerste product op het werkvlak is gefixeerd, kunnen de vingers tegen het product aanlopen met door de actuatoren voorgeschreven gelijke krachten. Als alle vingers rondom het product gepositioneerd zijn moet deze stand gefixeerd worden.

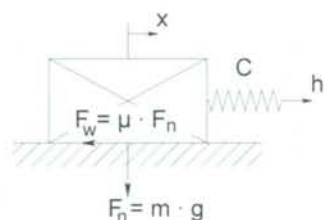
Door vervolgens bij het grijpen van de vervolgproducten van de reeks alle vingers tegelijk slechts een kleine slag, bijvoorbeeld één millimeter, open en dicht te laten maken, kunnen deze producten zeer snel worden gegrepen en worden losgelaten. Daarbij hoeven de vervolgproducten niet gefixeerd te zijn op het werkvlak. Ze zullen namelijk nauwkeurig worden gepositioneerd tijdens het grijpen, omdat zij het elastisch evenwicht opzoeken. Dit wordt in de volgende paragraaf nader verklaard.

Tijdens het instellen van de vingers zouden ze zich loodrecht op de contour van het product moeten richten. Een praktische realisatie konden wij hiervoor niet vinden. Vandaar dat in het gekozen concept de vingers radiaal naar binnen bewegen zonder zich loodrecht op het product te richten, zie figuur 5. Hierdoor wordt er wel een extra voorwaarde aan de gripper gesteld: de vingers moeten ongeveer loodrecht op het product aangrijpen. Namelijk bij niet loodrecht aangrijpen waarbij slip optreedt tussen vinger en product zal als gevolg van een 'wig-effect' de knijpkracht versterkt worden, hetgeen tot schade kan leiden van vinger of product. Als gevolg van de elastische tangentiële vervormingen (immers $c_t \ll c_n$) bestaat tevens het gevaar dat de gripper het product met de zeer kleine radiale slag tijdens het grijpen niet reproduceerbaar zal loslaten.

Voordelen van het verennest principe

Voor de universele gripper levert het concept van het verennest de volgende vier voordelen:

- Een hoge en identieke stijfheid in alle richtingen in het x, y -vlak. Voor de gripper is dit gunstig bij hoge versnellingen van de manipulator in dat vlak. Namelijk als het product stijf is ingeklemd zal de dynamische plaatsfout als gevolg van de versnellingskrachten gering zijn. Bij $c_t \ll c_n$ is deze stijfheid ongeveer: $c = \frac{1}{2} n \cdot c_n$, met n het aantal vingers.
- Per vinger is een relatief lage drukkracht nodig om middels wrijving ook de overige coördinaten van het product vast te leggen. De maximum drukkracht van een vinger (veer) op het product wordt bepaald door de toelaatbare contactspanning. Deze drukkrachten induceren wrijvingskrachten tussen vingers en product en die moeten de overige coördinaten vastleggen. Hoe meer vingers met de toelaatbare kracht op het product duwen, hoe hoger de totale wrijvingskracht en hoe hoger de versnellingen van de manipulator kunnen zijn in de verschillende richtingen.
- 'Gewogen zwaartepunt' bij een bepaalde oneffenheid op de contour van het product. Komt een vinger op een bepaalde oneffenheid van een vervolgproduct dan zal de positioneringsfout van het 'zwaartepunt' van het product slechts een fractie van die oneffenheid zijn, namelijk: de stijfheid van die vinger gedeeld door de totale stijfheid in het verennest maal de grootte van de oneffenheid.
- Zelfpositionering bij aangeleverde plaatsfouten van de vervolgproducten. Indien de vervolgproducten van een productenreeks niet gefixeerd zijn op het werkvlak en dientengevolge minder nauwkeurig worden aangeleverd met een bepaalde positiefout x , kunnen deze tijdens het grijpen toch relatief nauwkeurig worden gepositioneerd. De vingers zullen tijdens het grijpen namelijk de producten met een positiefout x proberen te positioneren naar de gewenste eindpositie h .



Figuur 4.
Model voor zelf-
positionering.

Daarbij zal dus het product over het werkvlak geduwd worden. Het model in figuur 4 geeft dit weer.

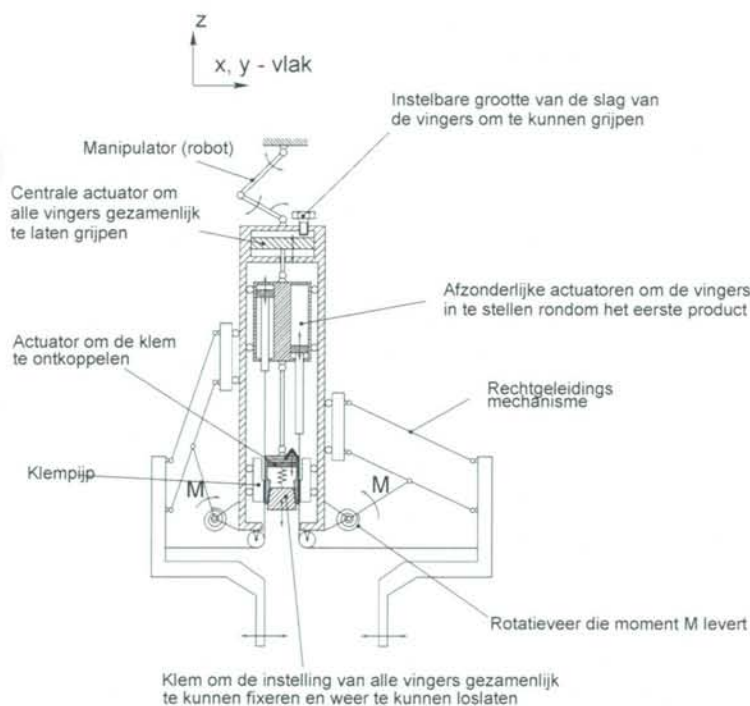
De resterende plaatsfout wordt veelal uitgedrukt in het begrip virtuele speling (s_v). In het model is c de gezamenlijke stijfheid van alle vingers evenwijdig aan het werkvlak. Zolang het voorwerp op het werkvlak ligt zorgt het evenwicht tussen de wrijvingskracht F_w en de voorspankracht $c(h - x)$ voor een virtuele speling van $s_v = 2 \mu \cdot m \cdot g / c$.

Wordt het voorwerp vervolgens door de gripper van het werkvlak opgetild dan valt de wrijvingskracht F_w weg. De voor de hand liggende gedachte is nu dat de stijfheid c zich volkomen ontspant en dat de positiefout $h - x = 0$ wordt. Men moet zich echter realiseren dat de vingers die door de positiefout $h - x$ in hoofdzaak radiaal gespannen waren nu een nieuw evenwicht zoeken met de zich al slippend tangentieel spannende vingers. Het nieuwe evenwicht ligt daardoor dus niet op $h - x = 0$. Het verschil is wederom virtuele speling en is voor deze situatie gelijk aan $SV = 2,3m \cdot \mu \cdot \Delta_r$ [4]. Hierin is m de wrijvingscoëfficiënt en $\Delta_r = f_n / c_n$ is de radiale indrukking van een vinger om daarmee de gewenste voorspankracht (f_n) te realiseren. De helft van deze virtuele speling ($\frac{1}{2} s_v$) is de uiteindelijke maximale resterende plaatsfout na het grijpen en oppakken van het product. Deze is dus kleiner naar mate de voorspankracht (f_n) kleiner is en de stijfheidscomponent in de normaalrichting (c_n) groter is.

Concept van de gripper

Het concept van figuur 5 is bedacht voor het werkingsprincipe van de universele gripper [2] zoals hiervoor is beschreven. Bij het eerste product moet de gripper zichzelf eerst vanuit de volledige open stand instellen en vervolgens die instelling fixeren. Door bij de vervolgproducten alle vingers gezamenlijk een hele kleine slag

open en dicht te laten maken, kunnen deze producten zeer snel worden gegrepen waarbij ze eveneens zeer nauwkeurig worden gepositioneerd. Aan het einde van een productreeks en het begin van een volgende reeks moet de gripper eerst weer in de volledige open stand worden gebracht, waarna dit beschreven werkingsprincipe zich kan herhalen.



Figuur 5. Concept voor de universele gripper met daarin zowel een vinger in de geopende stand alsook in de gesloten stand weergegeven.

De manipulator (bijvoorbeeld een robot) is in de figuur zeer schematisch weergegeven aangezien deze hier niet relevant is.

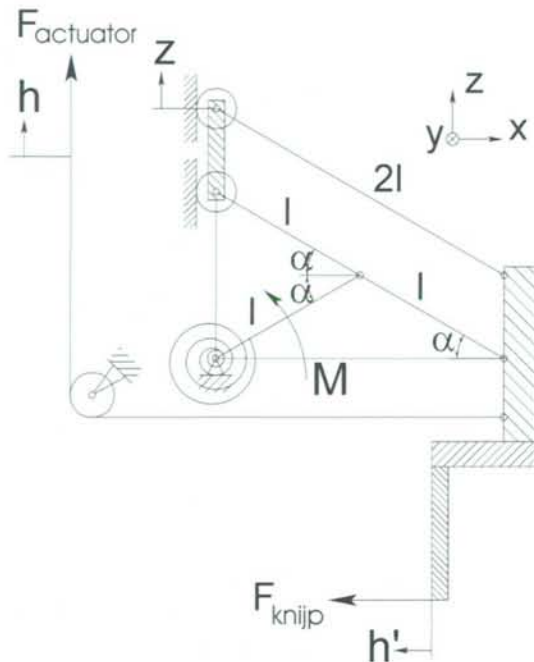
Rechtgeleidings mechanisme

Als geleidingsmechanisme voor de vingers is gekozen voor een rechtgeleiding volgens figuur 6. Op deze manier kunnen de vingers een relatief grote slag maken terwijl ze evenwijdig aan het werkvlak bewegen.

De toegepaste rechtgeleiding is gebaseerd op een speciaal geval van de elliptische beweging [4]. Een bepaald stangenmechanisme wordt hierbij met behulp van een lineaire rechtgeleiding langs het frame geleid, waarbij dan het uiteinde van het mechanisme in de ruimte eveneens een rechtgeleiding beschrijft. Door het mechanisme in parallelvorm uit te voeren maken de vingers een translaterende rechte beweging in de ruimte. Door dit gekozen mechanisme is de gripper smal bij kleine producten en breed bij grotere producten. Echter, de gripper is hierdoor wel relatief hoog.

Tussen de beweging van de verticale rechtgeleiding en de horizontale verplaatsing in de ruimte is de verhouding afhankelijk van de stand van het mechanisme, zie figuur 6 $i = dh'/dz = -\tan \alpha$, en is helaas verre van constant.

Zou tijdens het grijpen de vingers centraal worden aangedreven via de verticale rechtgeleiding, dan zouden de vingers die in willekeurige posities kunnen staan verschillende krachten opgelegd krijgen. Omdat tijdens het instellen van het verennest op elke vinger een gelijke belasting is gewenst, is er gekozen voor een aandrijving die rechtstreeks op de vingers is aangebracht. Namelijk om de beweging van het mechanisme voor te schrijven kan gebruik worden gemaakt van een actuator die met behulp van een draad aan het uiteinde van mechanisme wordt verbonden. Op deze manier is de overbrenging onafhankelijk van de stand van het mechanisme: $i = dh'/dh = 1$ en kan de actuator op een willekeurig positie worden geplaatst. Het zal in de volgende paragraaf blijken dat de plaats van al deze actuatoren centraal in het frame zeer gunstig is. Dit betekent dat de draad vanaf het mechanisme tot aan de actuator moet worden omgeleid middels een rol. Omdat met deze draad, in werkelijkheid een staalband, geen duwkracht kan worden geleverd, moet het mechanisme continu onder een voorspankracht worden gehouden, bijvoorbeeld door een veerkracht.



Figuur 6.
Rechtgeleiding volgens een speciaal geval van de elliptische beweging.

Voor de geleverde kracht aan de vingertip moet deze veerkracht wel van de actuatorkracht worden afgetrokken. Vandaar dat deze veerkracht zo laag en constant mogelijk moet zijn over de gehele slag. Vanwege beperkte constructieruimte bleek een rotatieveer de juiste keuze te zijn.

Instellen en fixeren

De actuatoren waarmee de instelling van de gripper gerealiseerd kan worden bestaan uit afzonderlijke lineaire actuatoren, in dit geval uit dubbelwerkende luchtcilinders. Door deze actuatoren vanuit de open stand onafhankelijk aan te sturen, zullen de vingers afzonderlijk naar binnen bewegen, totdat ze tegen het eerste gefixeerde product botsen. Ze blijven daar dan tegen aan duwen met de door de actuator voorgeschreven kracht. Als op deze manier alle vingers tegen het product duwen, kan deze stand gefixeerd worden door centraal in de gripper de draden (staalbanden) gezamenlijk vast te klemmen. Dit kan met behulp van één actuator, ook een luchtcilinder, die een conus bedient en waarmee alle staalbanden gezamenlijk worden geklemd tegen de binnenkant van de klempijp, zie figuur 5. Een energiezuinige methode is die

waarbij een veerkracht een constant benodigde klemkracht verzorgt en de actuator slechts nodig is om de klem te ontspannen tegen de veerkracht in. Zolang de klemming wordt gehandhaafd is de gripper aangepast aan het product.

Grijpen met variabel instelbare slagsgrootte

De klempijp, waarin alle staalbanden zijn vastgeklemd, kan in het frame op en neer bewegen. Dit geldt ook voor het huis waarin de actuatoren voor de instelling zijn ondergebracht. Deze twee onderdelen zijn onderling met een spriet gekoppeld. Door nu met één centrale actuator, die uiteindelijk ook als dubbelwerkende luchtcilinder is gekozen, het gehele aan elkaar gekoppelde binnenstuk in het frame een kleine slag (bijvoorbeeld 1 mm) op en neer te bewegen, zullen de geklemde vingers gezamenlijk een radiale beweging maken: grijpen en loslaten van producten. Met een schroef is de slagsgrootte van de grijpslag nog eenvoudig variabel instelbaar gemaakt en is uiteindelijk zo gekozen dat de slagsgrootte gevarieerd kan worden van nul tot maximaal drie millimeter.

Gedurende het instellen van de gripper moet de actuator voor het grijpen in de 'gesloten stand' (onderste positie) staan. Nadat de instelling voltooid is en de staalbanden gefixeerd zijn moet de actuator voor het grijpen in de 'open stand' (bovenste positie) worden gebracht om zo het product los te laten. Met de kleine open/dichtslag van de grijp-actuator kunnen vervolgens de vervolproducten snel worden gegrepen en gepositioneerd.

Gripper terugbrengen in de open stand

Het ligt reeds in het concept vast om de vingers weer in de open stand te kunnen brengen. Immers de torsieveren zorgen voor een constante radiaal naar buiten gerichte kracht over de gehele slag. In principe hoeft men slechts de fixering weg te nemen en de vingers zullen naar buiten transleren. De snelheid kan daarbij eventueel

geregeld worden met behulp van een tegenwerkende kracht die geleverd kan worden door de (dubbelwerkende) lineaire actuatoren voor zowel het instellen als het grijpen. In werkelijkheid met smoorventielen in de lucht toe- of afvoer.

Realisatie prototype universele gripper

Enige specificaties waaraan het gerealiseerde prototype van de gripper moest voldoen:

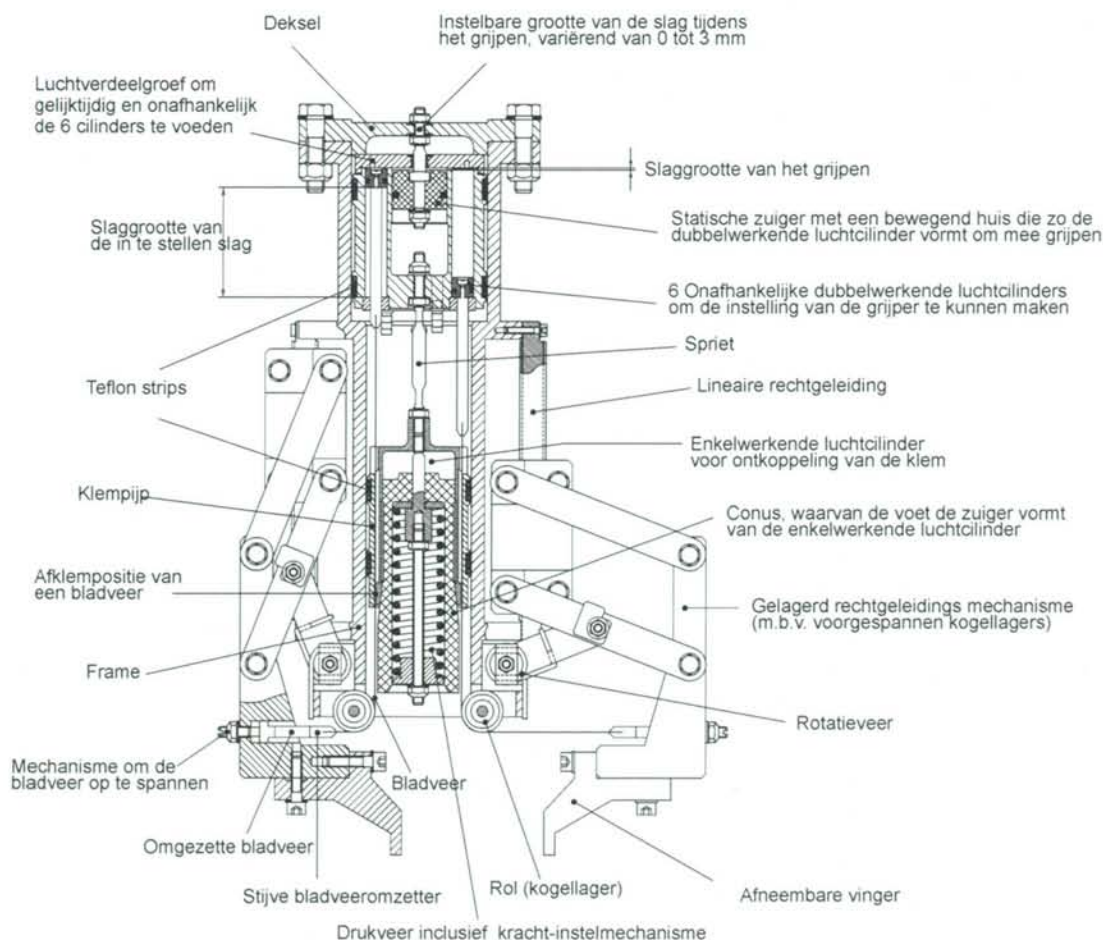
- Productcontouren moeten binnen een 'raamwerk' van 100 x 100 mm passen, waarbij de productmassa maximaal een ½ kg is met een minimum productdikte van 1½ mm.
- Plaatsingsnauwkeurigheid maximaal 100 micrometer.
- Maximum drukkracht per vinger 25 N.
- Maximum versnelling tijdens het verplaatsen 20 m/s² in alle richtingen.

De vertaalslag van het concept van figuur 5 naar een concreet product staat in figuur 6. De rech-

ter vinger staat daarbij in de meest open stand en de linker vinger in de meest dichte stand getekend. Het maximum aantal vingers bleek vanwege de beperkte constructieruimte uiteindelijk zes te zijn, onder gelijke hoeken over de omtrek verdeeld. Het prototype zou uiteindelijk willekeurige productvormen met een maximum doorsnede van 115 mm en een minimum doorsnede van 15 mm moeten kunnen grijpen. Enige voorwaarde daarbij is dat elke vinger ongeveer loodrecht op het product aangrijpt.

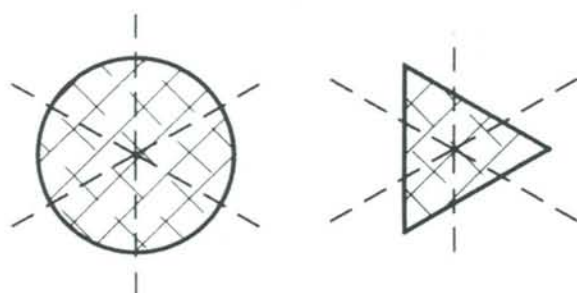
Prestaties

De prestaties van de universele gripper zijn experimenteel bepaald [3]. Een voorwerp werd aangeboden, magnetisch bevestigd op een nominale plaats in het x-y-vlak. Vervolgens liet men de gripper zich aan dit voorwerp aanpassen. Daarna werd de magnetische verbinding tussen



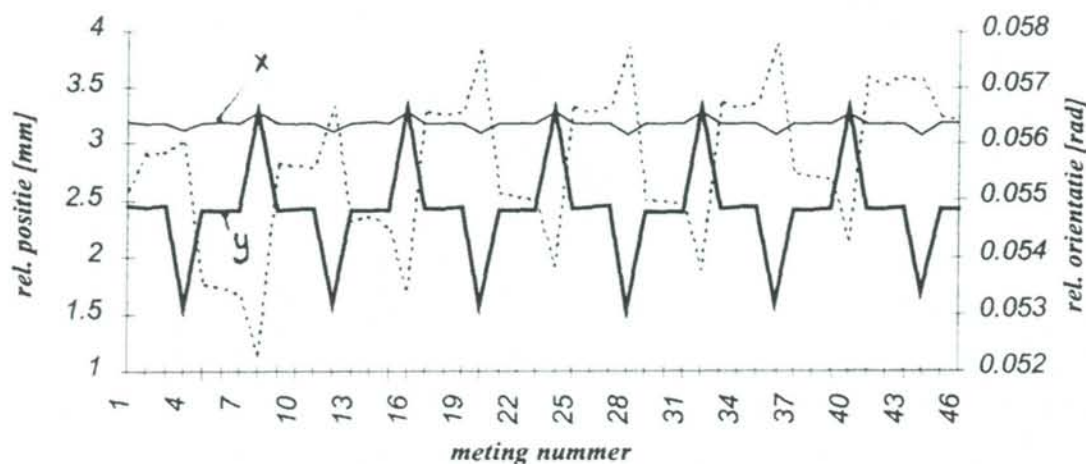
Figuur 7. De gerealiseerde universele gripper met daarin zowel een vinger in de geopende stand alsook in de gesloten stand.

het voorwerp en het montagevlak verbroken. Ten slotte werd de gripper in de z-richting (loodrecht op het x-y-vlak) spelingsvrij opgetild en wederom neergezet waarna het voorwerp werd losgelaten. De mate waarin het grijpen en weer loslaten tot een reproduceerbare plaats van het voorwerp leidt kwam tot uiting in het plaats- en hoekverschil voor en na deze operatie. Deze proef werd uitgevoerd met de voorwerpen van figuur 8 [3].



Figuur 8.
Proefvoorwerpen.

Deze proeven werden herhaald waarbij de voorwerpen van te voren circa 1 mm buiten hun nominale plaats waren gebracht om zo te onderzoeken in welke mate de gripper in staat is een voorwerp te corrigeren, dat in een foute positie wordt aangeboden. Figuur 9 toont de resultaten [3].



Figuur 9.
Plaatsingsnauwkeurigheid van de universele gripper.

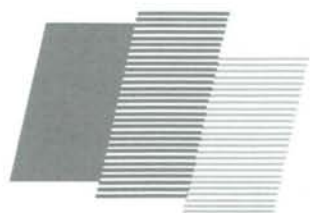
Men ziet dat bij de eerste grijpoperatie na het aanbrengen van een y-verschuiving het voorwerp over 1 mm nagenoeg terug is op de plaats waar de gripper het aantrof voordat de verschuiving werd aangebracht. De gemiddelde, resterende plaatsfouten bedragen in de y-richting 16 micrometer en in de x-richting 5 micrometer. Voor veel assemblagetaken zoals die in de industrie van consumentenproducten voorkomen is deze nauwkeurigheid ruim voldoende.

Verantwoording

Dit werk werd verricht als afstudeerproject aan de Universiteit Twente, leerstoel Mechatronica, onder leiding van prof. dr. ir. M.P. Koster.

Literatuur

- [1] Rampersad, H.K., Integraal en simultaan ontwerpen; ontwerpmodellen en gereedschappen voor het succesvol concipiëren van robotassemblagesystemen, Lemma B.v., Utrecht, 1993.
- [2] Lalkens, T., Het ontwerp van een universele gripper, Universiteit Twente, WA-560, 1997.
- [3] Tuyp, S., Het testen van een universele gripper, Universiteit Twente, WA-610, 1998.
- [4] Koster, M.P., Constructieprincipes, ISBN 9036511356, Twente University Press, 1998.



IBS

Ingenieursbureau Spaan

LION

**capacitieve
sensoren**

Ingenieursbureau Spaan IBS, Bedrijfsweg 1, 5683 CM Best, The Netherlands, Tel: +31-499-336 555, Fax: +31-499-336 559, E-mail: Info@spaan.nl

- *capacitieve precisie sensoren*
- *bereik van 25mm tot 10µm*
- *resolutie van 2,5µm tot 1nm !*
- *bandbreedte tot 20 kHz*
- *contactloos*



KEYENCE



Van Essen Sensors is exclusief importeur van het bekende Japanse merk Keyence.

De naam Keyence staat garant voor een zeer compleet pakket hoogwaardige innovatieve producten voor uw productie automatisering

hightech

Of het nu gaat om miniatuur optische sensoren voor minuscule detecties of zeer geavanceerde precisie meetinstrumenten voor research, Keyence biedt de perfecte oplossing.

solutions

Reageer vandaag nog voor een geheel vrijblijvende demonstratie en overtuig uzelf van de mogelijkheden die Keyence biedt om uw productie nog beter te laten verlopen.

Van Essen Sensors bv Postbus 553 2600 AN Delft
Tel. (015) 275 51 00 Fax (015) 275 51 55 E-mail sensors@vanessen.com

Lezing in de cyclus 'Technologie en Ondernemen' aan de TUE

Status en trends in de werktuigbouwkundige precisietechnologie

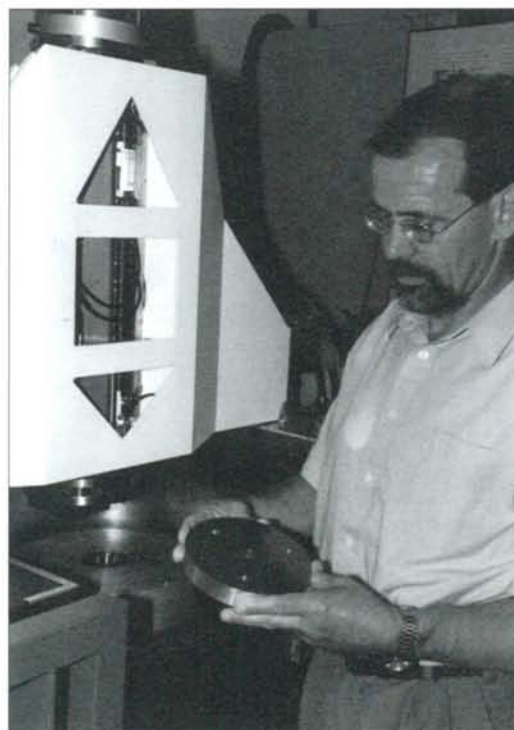
P.H.J. Schellekens Al sinds de start van de Technische Hogeschool - nu Technische Universiteit - Eindhoven in 1957 is het Laboratorium voor Lengtemeettechniek een rijke bron voor werktuigkundige precisieconstructies geïnspireerd vanuit de fysica. De oprichter van dat laboratorium, Prof. Jaap Koning, was een warm pleitbezorger voor het statisch bepaald construeren: ontwerpen met niet meer steunpunten dan nodig voor het gewenste aantal vrijheidsgraden. Die methodiek vormde samen met axioma's als het principe van Abbe de basis voor in eigen huis vervaardigde precisiemeetmiddelen, dikwijls met laser-interferometers als geavanceerde meetelementen. Daarbij was de expertise van de Sectie Werkplaatstechniek in de precisiebewerking van hoogwaardige materialen onontbeerlijk.

De geschetste traditie in werktuigbouwkundige precisietechnologie is in 1991 voortgezet door de benoeming van Piet Schellekens tot hoogleraar Precision Engineering aan de faculteit Werktuigbouwkunde van de TUE (figuur 1). Op 22 april van dit jaar hield hij bij de cyclus 'Technologie en Ondernemen' een voordracht met de hierboven vermelde titel. Zo'n voordracht is natuurlijk Gefundenes Fressen voor de lezers van dit blad. Vandaar de hierna volgende vrije samenvatting.

Definitie, historie en economisch belang

Precisietechnologie zou je kunnen definiëren als het ontwikkelen en toepassen van kennis gericht op het verhogen van de precisie bij de realisatie van hoogwaardige producten en componenten bij relatieve toleranties van 10^{-6} of kleiner. De mechanische metrologie, het ontwerpen en construeren en last but not least de bewerkingstechnologie zijn te beschouwen als de hoekstenen van de precisietechnologie. De historie van de precisie-instrumentenbouw gaat terug tot ver voor onze jaartelling. Al tweehonderd jaar voor Christus bestond er een soort theodoliet, de dioptra, waarin zelfs schroefdraad

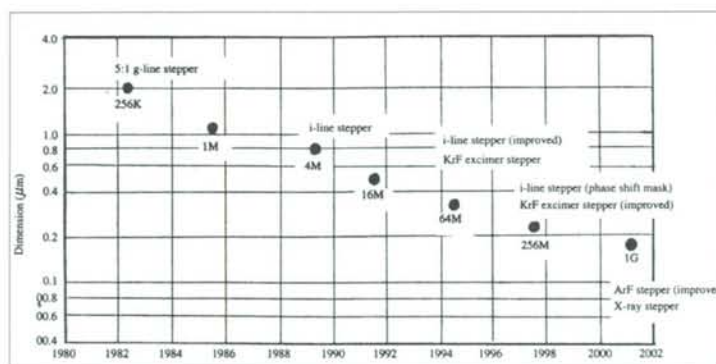
was toegepast. En dertienhonderd jaar voor het begin van de jaartelling werkten de Egyptenaren bij het bouwen van hun piramiden al met lengtestandaarden.



Figuur 1. Prof. Piet Schellekens beoordeelt de oppervlaktekwaliteit van een product gemaakt op een precisiedraai-bank die in zijn groep is ontwikkeld.

In Europa werd de precisietechnologie sterk gestimuleerd door de behoefte aan precisie-uurwerken voor scheepsnavigatie. En in de fysica waren er voor spectrometers steeds fijnere roosters nodig. Aan de rooster-precisietechnologie is voorgoed de naam van Rowland verbonden. Vandaag de dag loopt in de IC-technologie de wedloop naar steeds grotere geheugens met steeds kleinere details parallel aan de vooruitgang van de precisietechnologie. Die wedloop in de IC-wereld toont een duidelijke wetmatigheid. Iedere twintig maanden verdubbelt de capaciteit van DRAM-IC's. Soortgelijke trends zijn waarneembaar bij de progressie van de opslagcapaciteit van magnetische en CD- en DVD-achtige geheugens.

Dat precisietechnologie belangrijk is voor de economie, blijkt uit de groei van het marktpotentieel. Volgens VDI zal dat voor ultra-precisie-technologie van 1991 tot 2000 bijna verviervoudigen. Die ontwikkeling gaat nagenoeg parallel aan die van de markten voor dunne-film-technologie en laterale structuren: essentiële elementen van de IC-technologie.

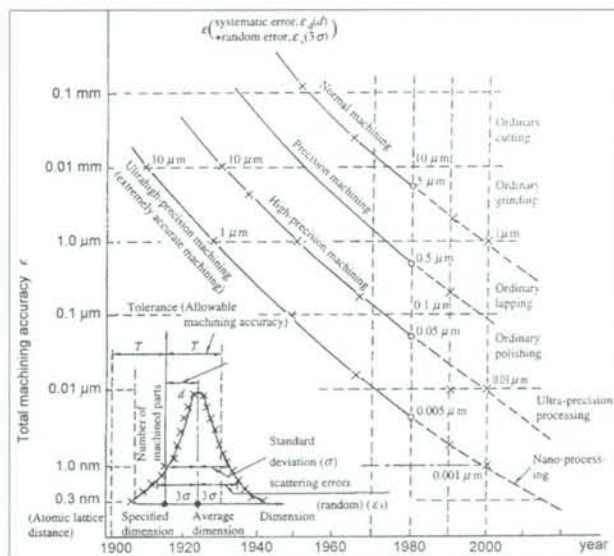


Figuur 2. De kleinste details in DRAM-geheugens als functie van de tijd. Bij elk punt zijn de geheugencapaciteit in bits en het gebruikte type wafersteper aangegeven (bron ASML).

Trends

De trend naar grotere capaciteit van DRAM's is afleesbaar in de grafiek voor de kleinste details in IC's als functie van de tijd, zie figuur 2. In dezelfde grafiek is aangegeven welke wafersteppers - oftewel repeteerprojectoren - daarvoor nodig zijn. Ook de capaciteit van de DRAM's die

met die details te realiseren zijn, is in de grafiek aangegeven. In 2002 zouden geheugens met een capaciteit van 1 Gigabit werkelijkheid moeten worden. Ook op allerlei gebieden van de consumentenelektronica zijn zulke trends waarneembaar. Binnen nu en tien jaar zullen vlakke beeldschermen met LCD- en plasmatechnologie de nu gebruikelijke kathodestraalbuizen verdringen. Miniaturisatie en digitalisering van video- en fotocamera's zijn onmogelijk zonder de verbetering van spiegels en lenzen, zich onder andere manifesterend door de overgang van sferische naar asferische optica. De gevolgen van deze trends zijn dat de lengte-eenheden waarin traditioneel wordt gedacht, verschuiven van het (sub)micronegebied naar het nanometergebied. Dat geldt zowel voor de precisiebewerkings-technologie als voor het positioneren en manipuleren. Doordat meten daarop altijd vooruit



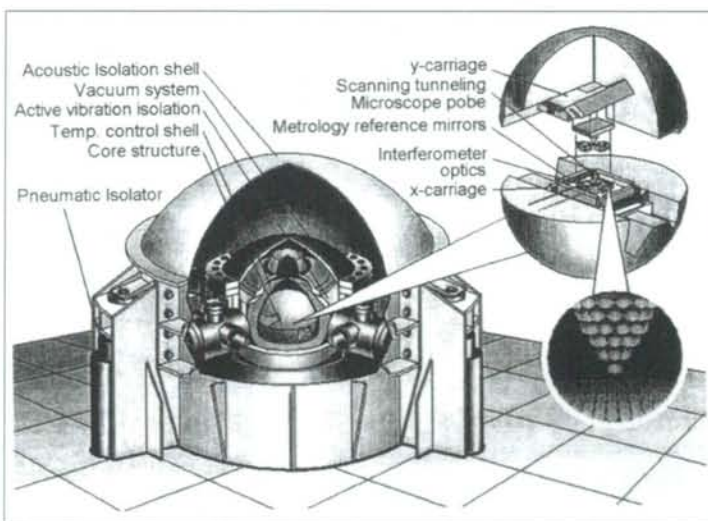
Figuur 3. Bewerkingsprecisie als functie van de tijd voor verschillende bewerkingscategorieën (bron Taniguchi [1])

moet lopen, zal er in de metrologie in het sub-nanometergebied moeten worden gewerkt. Kortom, we bevinden ons in het overgangsg gebied van microtechnologie naar nanotechnologie. Het voorgaande wordt zeer duidelijk geïllustreerd door een grafiek die afkomstig is van N. Taniguchi, zie figuur 3 [1]. Daarin is voor

respectievelijk normale bewerkingen, precisiebewerkingen, hoge-precisiebewerkingen en ultrahoge-precisiebewerkingen de haalbare precisie uitgezet als functie van de tijd. De daarbij toe te passen bewerkingstechnieken zijn eveneens aangegeven: verspanen, slijpen, leppen, polijsten, ultraprecies bewerken en nano-bewerken. In het jaar 2000 zal een precisie van 1 nm en beter haalbaar zijn.

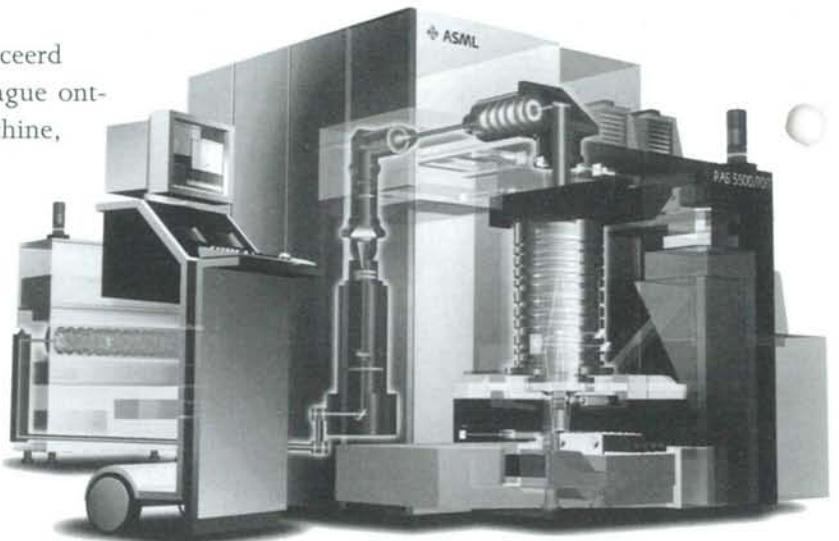
Voorbeelden

Een voorbeeld van een zeer geavanceerd meetinstrument is de door E.C. Teague ontwikkelde Molecular Measuring Machine, zie figuur 4 [2]. Het hart daarvan wordt gevormd door een STM (Scanning Tunneling Microscope), die hoogteverschillen van 0,1 nm kan detecteren en waarvan de positieonauwkeurigheid binnen een meetgebied van 50 bij 50 mm 0,1 nm bedraagt. Dit instrument kan deze specificaties alleen waarmaken dankzij zorgvuldige afscherming van de buitenwereld door akoestische isolatie, actieve trillingsisolatie, temperatuurisolatie en opstelling van het meetgedeelte in vacuüm.



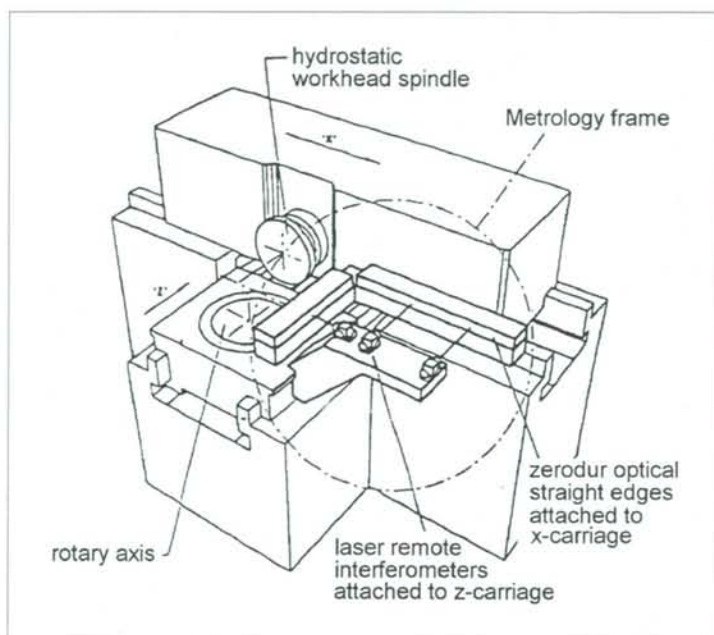
Figuur 4. De MMM (Molecular Measuring Machine) [2].

Een ander voorbeeld vinden we veel dichterbij huis: de wafersteppers van ASML. Figuur 5 toont de nieuwste waferstepper van ASML, de 5500/700B. Daarmee zijn IC's met kleinste details van 150 nm te maken: DRAM's met een capaciteit van 256 Mbit en microprocessors met een snelheid van 1 GHz. De overlappings-onnauwkeurigheid (overlay) van achtereenvolgende belichtingen bedraagt 40 nm.



Figuur 5. De nieuwste waferstepper van ASML, de 5500/700B.

Ook de precisiebewerkingscentra die gebruik maken van het aloude draaiproces met beitel, in dit geval met diamantpunt, zijn zeker vermeldenswaard. Figuur 6 toont het Nanocentre, dat ontwikkeld is door de Cranfield Unit for Precision Engineering (CUPE) rondom een uiterst nauwkeurige, hydrostatisch gelagerde hoofdspil [3]. Met deze precisiedraaibank zijn 'ruwheden' van minder dan 1 nm mogelijk. Maar ook in eigen land is er op dat gebied het nodige gepresteerd, onder andere door Philips Research. (Zie ook een voorgaand artikel in dit tijdschrift over de Optomatic voor het draaien van contactlenzen [4].)



Figuur 6. Het Nanocentre van CUPE [3].

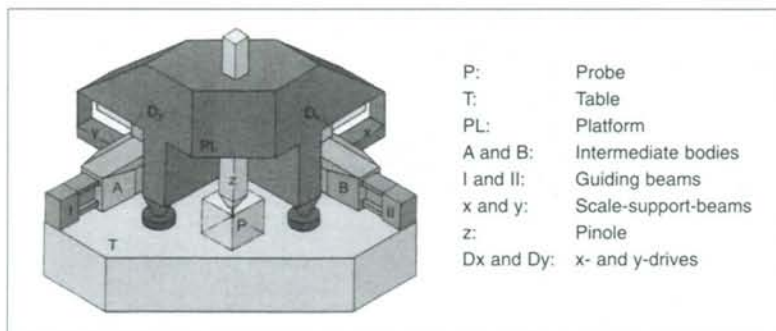
Taken voor de werktuigbouwkunde

In het geschetste streven naar steeds hogere precisie neemt ook het aantal taken voor de werktuigbouwkunde toe, evenals de zwaarte ervan. Het wordt noodzakelijk nieuwe precisiebewerkingsprocessen te ontwikkelen en die vereisen meetmethodieken met onnauwkeurigheden in het nanometergebied. Er moeten dus nieuwe precisiebewerkingsmachines en meetinstrumenten komen, vaak in combinatie met de toepassing van niet-conventionele materialen. Bij de conventionele bewerkingsprocessen als draaien, frezen, slijpen en polijsten worden de eisen die aan vormprecisie en oppervlaktegesteldheid worden gesteld, steeds stringenter: de onnauwkeurigheid gaat van 1000 nm naar 1 nm. Omdat bij een bepaald proces het gedrag van de machine zich vertaalt in het productoppervlak, is het nodig spindels, servo's, componenten en soms ook de procestechnologie aan een nader onderzoek te onderwerpen, wat dikwijls resulteert in nieuwe of in ieder geval sterk aangepaste ontwerpen.

Ook bij de niet-conventionele bewerkingsprocessen worden de onnauwkeurigheden steeds geringer: van 1000 nm naar zelfs 0,1 nm. Genoemd moeten worden de bewerking met lasers (snijden, lassen, oppervlaktebewerken en justeren), de bewerking met elektronen- en ionenbundels (van IC-maskers, optische roosters, diamantgereedschap en geïntegreerde schakelingen) en het elektro- en fotochemisch bewerken. Voorbeelden van de laatste twee processen zijn chemisch etsen en polijsten, CVD (Chemical Vapour Deposition) en draad- en zinkvonken. Ook hier kunnen de zwaardere doelstellingen alleen worden bereikt door nieuwe machines, componenten en gereedschappen en door aangepaste procestechnologie.

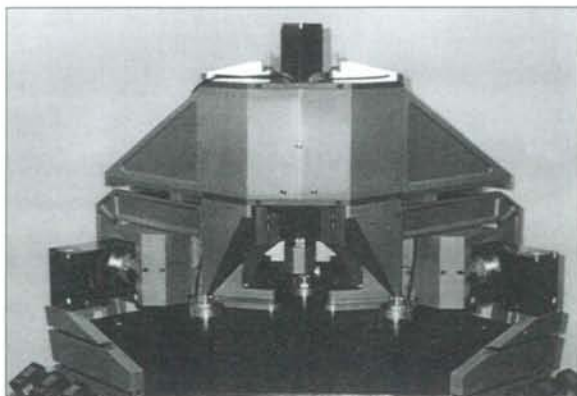
Taken voor de metrologie

De geschetste ontwikkelingen in de werktuigbouwkunde laten de metrologie natuurlijk niet onberoerd. Bij het meten van vormen, oppervlakken, posities en hoeken gaan de onnauwkeurigheden van het submicrometer- naar het subnanometergebied, en van het microradiaal naar het nanoradiaalgebied. Die ontwikkelingen manifesteren zich in nieuwe meet-, bewerkings- en positioneermachines en -instrumenten en in nieuwe producten als hoogwaardige spiegels, lenzen en microstructuren. Op technologisch gebied gaat het om nieuwe methoden, software en apparatuur, bijvoorbeeld nanometer-kalibratiesystemen en laserinterferometers.



Figuur 7. Door de Precision Engineering-groep ontwikkelde driedimensionale meetmachine

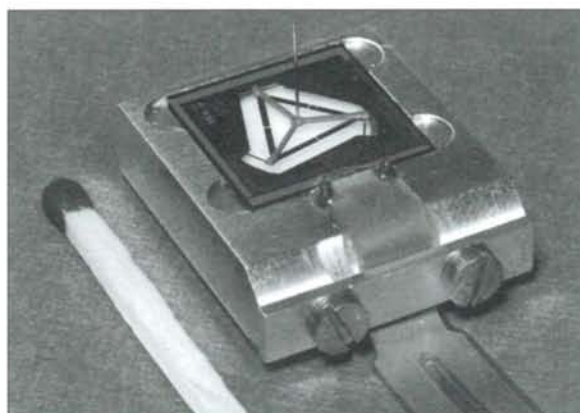
Figuur 8.
De 3-dimensionale
meetmachine



Eigen werk

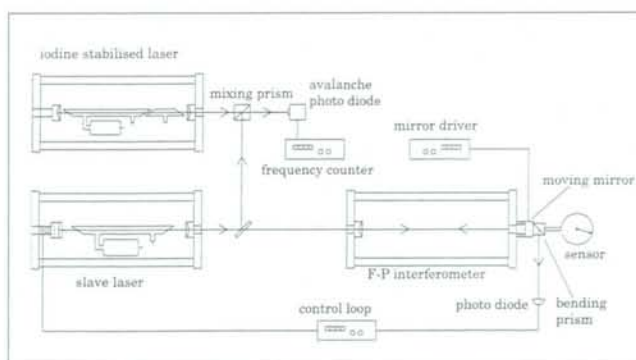
Het voorgaande is gemakkelijk gezegd, maar er is op de TUE ook het nodige gedaan. In deze lezing wordt als primeur een eigen ontwikkeling gepresenteerd: een driedimensionale coördinatenmeetmachine, die dit jaar gereed zal komen, zie figuren 7 en 8. De machine is revolutionair van opbouw, resulterend in een onnauwkeurigheid van 100 nm binnen een werkgebied van 1 dm³. De meetsystemen voldoen aan het principe van Abbe, wat wil zeggen dat het te meten object en het daarmee te vergelijken meetelement in elkaars verlengde liggen. In het ontwerp is maximaal gebruikgemaakt van ontwerpregels die door diverse specialisten zijn opgesteld [2][5][6]. Dit heeft geresulteerd in een zeer geringe gevoeligheid voor temperatuursinvloeden, storingen afkomstig van de aandrijving,

Figuur 9. Een
driedimensionale
sensor met nano-
meterresolutie,
gebaseerd op
rekstrookjes ge-
schakeld in een
driehoek.



meetkrachten en uitwendige trillingsbronnen. De machine-elementen worden aangedreven door lineaire motoren en bewegen langs precisie-rechtgeleidingen, en dat zonder wrijving dank zij in eigen huis ontwikkelde luchtlageringen. De positie-afwijkingen die zouden kunnen resteren, zijn tevoren vanuit modelbeschrijvingen bepaald en voor het grootste gedeelte geëlimineerd via softwarematige compensatie.

Een andere nieuwigheid is een precisie-sensor met nanometer-resolutie en een meetbereik ter grootte van een kubus met een ribbe van enkele honderden nanometers. De sensor bestaat uit een bol op een pen, die op zijn beurt is verbonden met drie strippen van 200 µm bij 20 µm, zie figuur 9. De deformatie van de strippen is meetbaar doordat ze als rekstrookjes zijn geschakeld in een brug van Wheatstone. Bij de

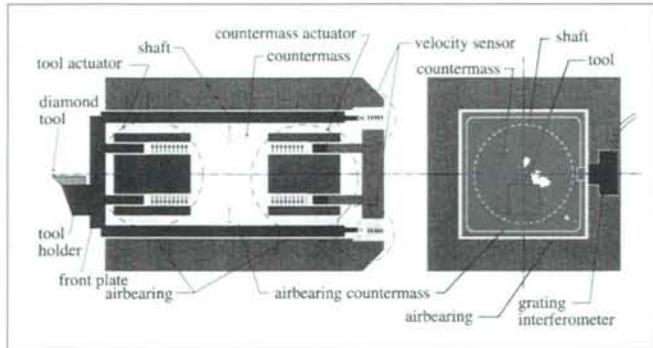


Figuur 10.
Schema van
een nanometer-
kalibratie-
instrument
met twee
gekoppelde
lasers en een
Fabry-Perot-
interferometer.

realisatie van de sensor vormden de vervaardiging en de geometrie een grote uitdaging. Immers, de deformatie van de strippen dient mathematisch te worden vertaald in verplaatsing van de bol. Uiteindelijk is een stabiliteit van 15 nm in drie dagen gerealiseerd. De - geringe - resulterende drift is te wijten aan thermische effecten.

Weer een andere ontwikkeling is een precisie-kalibratie-instrument dat is gebaseerd op een Fabry-Perot-interferometer, zie figuur 10. Belangrijk is de toepassing van een met jodium gestabiliseerde He-Ne-laser met een relatieve instabiliteit van 10^{-11} . Deze laser is zodanig

geschakeld aan een tweede laser - een zogenaamde slaafaser - dat de golflengten van beide lasers kunnen worden vergeleken. De afstand van de spiegels van de interferometer kan worden bepaald als geheel veelvoud van een halve golflengte door de golflengte van het licht uit



Figuur 11. Door TUE en Philips Research ontwikkelde luchtgelagerde 'fast-tool servo'.

de slaafaser te variëren. Omdat die golflengte - dankzij de vergelijkingsschakeling - bekend is, geldt dat eveneens voor de afstand van de spiegels, althans binnen het meetbereik van een halve golflengte. De onnauwkeurigheid van een kalibratie volgens deze methode bedraagt 1 nm bij een resolutie van 1/100 nm. Het meetbereik is niet groter dan ongeveer 0,3 μm , maar door veelvouden van een halve golflengte te tellen is dat bereik in principe te vergroten. Het voorgaande is gedemonstreerd tijdens het promotie-onderzoek van Serge Wetzels en beschreven in zijn dissertatie [7].

Positioneren en manipuleren

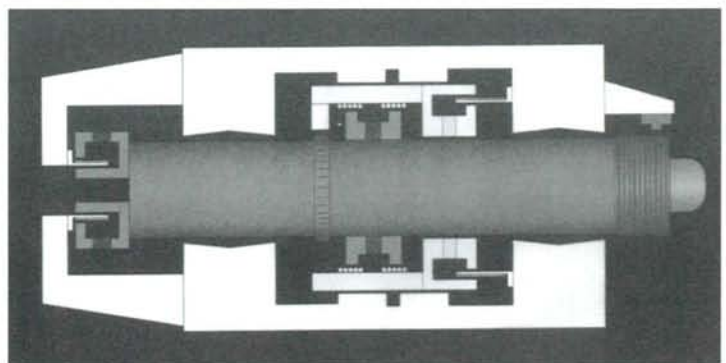
Ook bij het positioneren en manipuleren is er een trend naar steeds hogere precisie: van het micrometergebied naar het subnanometergebied. We kunnen daarbij twee bewegingstypen onderscheiden. Enerzijds zijn er de punt-punt-bewegingen, zoals in wafersteppers, SMD-plaatsingsmachines en printers, anderzijds zijn er de baanbewegingen, zoals in materiaalbewerkingsmachines, masker- en matrijs-'mastering machines' en meetmachines en -instrumenten. Taken voor de ontwerpers zijn het ontwikkelen van modelbeschrijvingen

en ontwerpregels. Bij het ontwerpen en construeren op precisie dient rekening te worden gehouden met aspecten als reproduceerbaarheid, sterkte en stijfheid, en thermomechanisch en dynamisch gedrag. Dat stelt speciale eisen aan aandrijving en regeling, waarbij softwarecompensatie van geometrische afwijkingen een onontbeerlijk hulpmiddel blijkt. In de overgang naar het subnanometer-positioneren is het vaak nodig geheel nieuwe componenten en deelsystemen te ontwerpen: actuatoren (bij voorbeeld piezo-keramische), lagersystemen (hydro- of aërostatisch, magnetisch), snelle servosystemen, precisiespindels, manipulators voor de toepassing in machines met elektronen-, ionen of fotonenbundels.

Voorbeelden

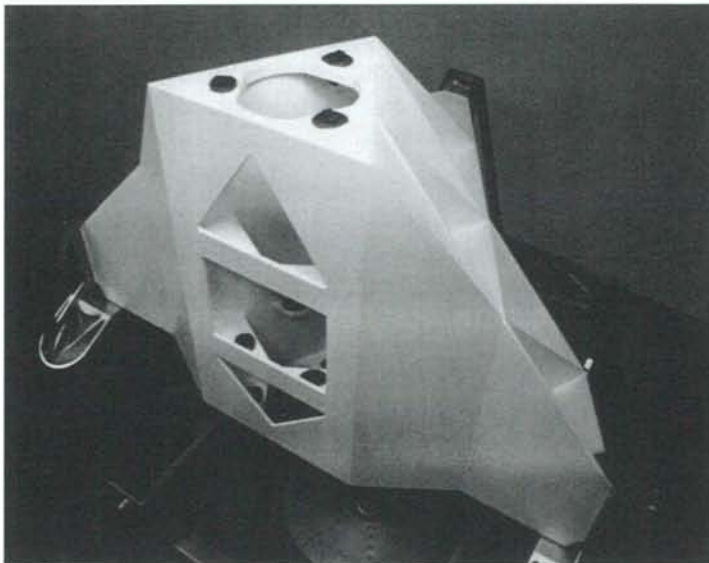
Figuur 11 laat een luchtgelagerde 'fast-tool servo' zien, die door de TUE samen met Philips Research is ontwikkeld. Die maakt het mogelijk een draaibeitel periodiek synchroon met de spindel te bewegen met het doel niet-rotatiesymmetrische of asferische oppervlakken te vervaardigen. De krachten die werken op de beitel, zijn geheel uitgebalanceerd en beïnvloeden daarom de bewerkingsmachine niet [8].

Figuur 12 laat een in hetzelfde samenwerkingsverband ontwikkelde precisiespindel voor een draaibank zien. Bijzonder is dat de spindel niet alleen kan roteren maar ook snel periodiek transleren, zodat niet-rotatiesymmetrische



Figuur 12. Door TUE en Philips Research ontwikkelde luchtgelagerde hoofdspil met roterende en translerende beweging.

producten zijn te maken. Hiermee zijn optische componenten realiseerbaar voor de toepassing in CD- en DVD-spelers. Ook kunnen speciale contactlenzen en intra-oculaire lenzen mee worden vervaardigd.



Figuur 13. Door de groep Precision Engineering ontwikkelde precisie-draaibank met verticale spindel (zie ook figuur 1).

Figuren 1 en 13 tonen een derde voorbeeld: een precisiedraaibank met verticale spindel, qua opbouw vergelijkbaar met een klassieke carrousel-draaibank. De beitel wordt in het horizontale vlak gepositioneerd, dank zij een luchtgelagerde geleiding op een granieten basis. Voor de verticale beitelgeleiding werd een uiterst stijve keramische structuur ontworpen, die niet realiseerbaar was met de gangbare constructiematerialen. Uit arren moede werd daarom gekozen voor een opbouw uit keramische tegels van 50 bij 50 mm, die verbonden werden met tweecomponentenlijm. De resulterende structuur heeft een specifieke stijfheid E/ρ die vele malen hoger is dan die van de beste staalsoorten. Bovendien zijn - dankzij de toepassing van lijm - de dempende eigenschappen aanzienlijk beter dan die van metallische materialen.

Tot slot

De trend naar steeds hogere precisie betekent een grote uitdaging voor de werktuigbouwkunde. Die uitdaging kan alleen worden aangegaan als kennisinstituten en industrie eendrachtig samenwerken. Dat zo'n samenwerking op regionale schaal behoorlijk succesvol kan zijn, blijkt uit de voorbeelden die in deze voordracht zijn gepresenteerd. Maar ook in breed Europees verband is samenwerking een harde economische noodzaak. Daartoe is door de Europese Unie het instituut EUSPEN - European Society for Precision Engineering and Nanotechnology - opgericht. Daarin participeert ook onze groep Precision Engineering. Samen met Duitse organisaties werken wij aan de realisatie van nationale afdelingen binnen EUSPEN. Op nationaal niveau is een start gemaakt met het nationale onderzoeksprogramma IOP (Innovatief Onderzoek Project) Precisietechnologie.

Bronnen

- [1] N. Taniguchi, Nanotechnology, integrated processing systems for ultra precision and ultrafine products, Oxford University Press, 1996, ISBN 0-19-8562837.
- [2] E.C. Teague, Basic concepts for precision instrument design, NIST Tutorial Notes, ASPE Annual Meeting 1997, Norfolk.
- [3] P.A. McKeown, K. Carlisle, P. Shore, R.F.J. Read, Ultra-precision, high stiffness CNC grinding machines for ductile mode grinding of brittle materials, SPIE vol. 1320, Infrared Technology and Application, blz. 301-313.
- [4] F. Zuurveen, Precisie in dienst van de optiek, Mikroniek 36, blz. 63-71, 1996.
- [5] P. Schellekens e.a., Design for precision: current status and trends, CIRP-annalen, vol. 2, 1998.
- [6] M.P. Koster, Constructieprincipes voor het nauwkeurig bewegen en positioneren, Uitgeverij Universiteit Twente 1997, ISBN 9036508320.
- [7] S.F.C.L. Wetzels, Laser based displacement calibration with nanometer accuracy, Dissertatie TU Eindhoven 1998, ISBN 90-386-0730-X.
- [8] H.J. Goossens, Design of a long range tool servo, Dissertatie TU Eindhoven 1997, ISBN 90-5282-785-0.

Precisie... daar zijn wij sterk in!

Schaublin

Voor hoogwaardige draai-, freescentra (tot 8-assig).
Conventionele en Teach-In draaibanken.
Draaien tot $\varnothing 250 \times 600$ mm.



Opgericht in 1919 heeft Esmeijer zich ontwikkeld tot een van de toonaangevende ondernemingen in zijn branche.

Vooraf voor fijnmechanische- en hoog nauwkeurige bewerkingen omvat het leveringsprogramma een nagenoeg compleet aanbod aan machines en gereedschappen van wereldwijd gerenommeerde topfabrikanten.

Een wezenlijk onderdeel van onze contacten met klanten bestaat uit een gedegen voorlichting, technische adviezen, demonstraties en het inbedrijfstellen en servicen van geleverde machines door gespecialiseerde onderhouds-technici.

Precisie, daar leven wij van. Al meer dan 75 jaar.

Voor meer informatie en documentatie:
Telefoon 010 415 27 88, fax 010 437 89 66



ESMEIJER: SINDS 1919 UW PARTNER VOOR DE HOOGSTE PRECISIE



Mikron

Voor alle boor- en freesbewerkingen (tot 5-assig).
Verticale en horizontale bewerkingscentra.
Werkbereik X-Y-Z tot $3000 \times 1000 \times 760$ mm.



Fehlmann

In één opspanning co-boren, kotten en frezen.
Conventionele-, Teach-In en CNC uitvoeringen (tot 5-assig).
Werkbereik X-Y-Z tot $2100 \times 435 \times 500$ mm.

esmeijer

KIEZEN VOOR KWALITEIT EN HOOGSTE PRECISIE

UW PARTNER SINDS 1919

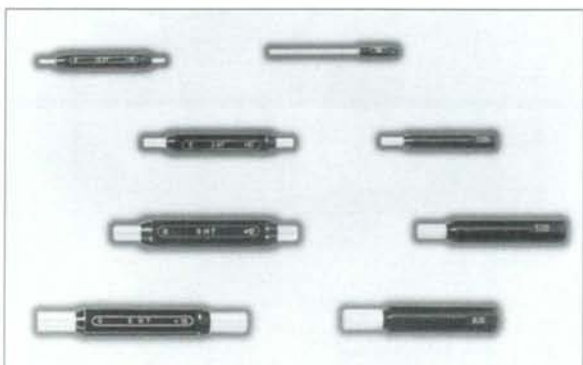
ESMEIJER BV • INDUSTRIEWEG 110 • 3044 AT ROTTERDAM • POSTBUS 11077 • 3004 EB ROTTERDAM TEL. 010-415 27 88 • FAX 010-437 89 66

E-mail: info@esmeijer.nl - Internet: www.esmeijer.nl

Productnieuws

Keramische cilindrische meetstiften

Viba NV te Zoetermeer levert sinds kort cilindrische meetstiften van Zwitserse precisie, vervaardigd uit zirkonium. Dit materiaal biedt grote voordelen vergeleken met de bestaande stalen en hardmetalen uitvoeringen. De dichte en fijnkristallijne materiaalstructuur zorgt voor een hoge slijtvastheid en een hoge vormstabiliteit. De hardheid van de stiften benadert die van diamant, waardoor een zeer lange levensduur wordt gegarandeerd. Het keramisch materiaal is ongevoelig voor chemische reacties en is daardoor onderhoudsvrij. Bovendien reageert het materiaal traag op temperatuurschommelingen waardoor bijvoorbeeld de invloed van warme handen van een controleur tot een minimum wordt beperkt. Van hetzelfde materiaal zijn nu



ook meetdraden leverbaar voor het meten van schroefdraad met behulp van beugelschroefmaten. Ze zijn te verkrijgen met verschillende opnamediameters overeenko-

mend met de spindeldiameter van de beugelschroefmaat.

Voor uitvoerige info:

Viba NV

Telefoon: 079- 3418881

Roestvaststaal AISI 316 beter tegen corrosie.

Een corrosieonderzoek uitgevoerd door Vecom en DSM levert nieuwe resultaten op. Uit het onderzoek is wederom bevestigd dat roestvaststaal soort AISI 316 beter bestand is tegen atmosferische corrosie dan AISI 304. Keramisch parelen levert een betere putcorrosiebestendigheid dan glasparelen. Locaties met hoge spanningen lijken extra gevoelig voor initiatie van corrosie. Als laatste blijkt dat chemisch passiveren een betere spleetcorrosiebestendigheid oplevert dan aan de lucht passiveren. In totaal zijn 24 representatieve proefstukken van roestvast staal AISI 304 en AISI 316 met verschillende combinaties van nabehandeling in een wisselklimaat geëxposeerd. De verschillende voorbehandelingen waren wel/niet beitsen, glasparelen keramisch parelen, wel/niet chemisch passiveren. In nauw overleg met Stork Industrial Modules is dit corrosieonderzoek uitgevoerd. Aanleiding was het nog steeds waarnemen van corrosie op roestvast staal in een industrieel en kustklimaat.

Voor meer info:

Vecom Nederland B.V.

Telefoon: 070-5930299

Specac

Al meer dan 25 jaar produceert Specac nauwkeurige en betrouwbare IR en FT-IR sampling-accessoires voor de industrie en academische- en research instituten. Innovatieve producten van Specac kunnen worden aangepast aan specifieke wensen. Naast de Germanium lenzen, levert Specac ook CaF₂-lenzen, die geschikt zijn voor IR- en het zichtbare gebied. Dit laatste omdat geen anti-reflectie-coating nodig is. De CaF₂-lenzen van Specac zijn daardoor goedkoper dan BK7-lenzen.



Voor meer info:

Te Lintelo Systems BV

Telefoon: 0316 - 340804

Fax: 0316 -340805

Adjuster voor Windows

Anorad heeft een grafisch softwarepakket ontwikkeld dat de gebruiker ondersteunt bij het afregelen van Anorad's digitale servobesturingen D-Serv, M-Serv en PC-serv. Het pakket draagt de naam ACS adjuster (Anorad Control System adjuster). De software



biedt de gebruiker de mogelijkheid om de positie, de positiefout, de snelheid en stroomresponsie van elk willekeurig gedefinieerd bewegingsprofiel in grafische vorm in beeld te brengen. Met behulp hiervan kunnen de parameters van het digitale filter eenvoudig worden aangepast om het gewenste resultaat bij een toepassing te bereiken. De grootste voordelen worden behaald bij zogenaamde 'direct drive'-systemen waar lineaire motoren worden toegepast. Tijdens het afregelen kunnen positie, positiefout, snelheid en stroom on-line op het scherm worden bekeken. De gebruiker hoeft nog slechts een keuze te maken uit de motor en versterker die in een database zijn opgeslagen.

Voor uitvoerige info:

Anorad Europa BV
Telefoon: 0499-338585
Fax: 0499-338580

Een revolutie in thermisch spuiten

Een nieuwe machine bij Philips CMTI werkt gestadig aan het coaten van tot nu toe

ongebruikelijke producten op de afdeling 'thermisch spuiten'. Onder hoge snelheden krijgen duizenden boormachine-bits een speciale coating die hun een perfecte grip geeft op schroefdruppels en die het zogenoemde comeout-effect sterk verminderen. De producten waar het om gaat zijn 25 mm en 50 mm lange hardstalen en elastische bits die worden gemaakt door een toonaangevende Duitse bitproducent en leverancier. In nauwe samenwerking met Philips CMTI werd een nieuwe, slijtvaste hardmetalen coating ontwikkeld. Hierbij werd gebruik gemaakt van nieuwe technieken afkomstig uit de lucht- en ruimtevaartindustrie. De productie voor 1999 zal zo'n 250.000 stuks bedragen. Hiervoor is een HP/HVOF-techniek (high-pressure/high-velocity oxygen fuel) ontwikkeld. De combinatie van hoge kinetische energie en de lage overbrenging van thermische kracht zorgt voor een hechting die nog niet eerder werd bereikt.

Voor meer info:

Philips PMF International B.V.
Telefoon: 040-2738282
Fax: 040-2736731

Singleturn-impulsgever

De absolute singleturn-impulsgever ROC 417 geeft 131.072 absolute posities per omwenteling en heeft een nauwkeurigheid van +/- 10 hoek-

seconden. Bij een gemiddelde doorsnee van 58 mm heeft de impulsgever nog maar een maximale inbouw lengte van 52 mm. De impulsgever levert de absolute positiewaarden via de gegevensaansluiting EnDat (bi-directioneel) of de SSI-aansluiting (uni-directioneel). De uitvoering met EnDat kan via een gateway op de Profibus-DP worden aangesloten. Naast de absolute positiewaarden geeft de impulsgever, sinusvormige signalen met 8.192 signaalperioden per omwenteling. Deze laten zich, door de hoge signaalkwaliteit, tot en met een factor 2.048 onderverdelen. Daarmee zijn resoluties



van zestien miljoen meetstappen per omwenteling haalbaar. Bovendien maakt de hoge bandbreedte van deze elektronica meer dan tweeduizend toeren per minuut mogelijk. Hierdoor ontstaan slechts kleine toerentalschommelingen.

Voor uitvoerige info:

Heidenhain
Telefoon: 0318-540300
Fax: 0318-517287

Metaalunie groeit tot 10.000 leden

Met de inschrijving van elektronicabedrijf DIMA in Deurne is de achterban van de grootste ondernemersorganisatie voor het mkb, de Metaalunie, gegroeid tot 10.000 leden. Met een feestelijke bijeenkomst is aandacht geschonken aan deze mijlpaal. De voorzitter van de Metaalunie, mevrouw H.C.W. Hovers-van Lierop, ging bij die gelegenheid in op de toenemende vraag van metaalbedrijven naar individuele dienstverlening. Deze wordt veroorzaakt door de privatisering van de sociale zekerheid, de toenemende complexiteit van wet- en regelgeving en de internationalisering. Kenmerkend voor de sociale zekerheid anno 1999 is dat bedrijven op hun eigen verantwoordelijkheid worden aangesproken. Meer langdurig ziekteverzuim betekent een hogere WAO-premie. Een langdurig arbeidsongeschikte werknemer kan het bedrijf over een periode van vijf



De heer (links) en mevrouw (rechts) Van Dinter van Dima (Deurne) ontvangen plaquette van Metaalunievoorzitster Hovers (midden).

jaar enkele tienduizenden guldens tot zo'n f 130.000,- kosten. Samen met MKB-Nederland pleit de Metaalunie voor het recht van werkgevers om de te betalen hogere WAO-premie te verhalen op derden als de arbeidsongeschiktheid van een werknemer is veroorzaakt door derden. Ook de directeur van MKB-Nederland,

de heer drs. A.W.A.M. Broos, ging in zijn inleiding bijeenkomst in op de hoge WAO-premie en het verhaalsrecht van werkgevers. Het ziet er naar uit dat staatssecretaris Hoogervorst van Sociale Zaken en Werkgelegenheid werkgevers financieel tegemoet zal komen wanneer buiten hun schuld een werknemer arbeidsongeschikt wordt en zij met een hogere WAO-premie geconfronteerd dreigen te worden.

Investerings tonen dalende tendens

Voor de eerste maal in lange tijd vertonen de investeringen in machines en gereedschappen voor de metaalverwerkende industrie een dalende trend. De daling voor de totale investeringen die de leden registreerden was in volume 16,1% ten opzichte van het eerste kwartaal in 1998. Aangetekend dient te worden dat sinds 1996 een opmerkelijk herstel van de investeringen plaatsvond. 1997 en 1998 waren in ieder geval voor de machine-afzet topjaren te noemen, aldus de Vimag, de Vereniging van Importeurs van Machines en Gereedschappen voor de Metaalindustrie. De Nederlandse economie kent nu de langste periode van hoogconjunctuur sinds 1945. Het is daarom logisch dat in de conjunctuurcyclus ook een tijdelijke terugval kan voorkomen. De afzet van machines toonde in totaal een daling van 22,7% in geld. Het aantal verkochte machines nam ten opzichte van 1998 met 23,5% af. Een aanzienlijk deel van deze dalingen is terug te vinden in de sector niet-verspanende machines; daling 40,9% in geld. Daarbij moet echter worden opgemerkt dat de afzet van niet-verspanende machines in 1997 en 1998 een spectaculaire omvang heeft gehad. De afzet van gereedschappen bleef in het eerste kwartaal 1998 redelijk stabiel. Indien nu prognoses gemaakt worden voor het gehele jaar 1999 wordt het niveau van 1996 gehaald. Op zichzelf was 1996 geen slecht jaar; zodat er geen aanleiding is voor een zorgelijke ontwikkeling, aldus de Vimag.

Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's

Wat is precisietechnologie?

Precisietechnologie is nodig om producten te realiseren met hoge vorm- of maatnauwkeurigheid, maar ook om producten of onderdelen snel en zeer precies te positioneren. De technologie is van toenemend belang voor uiteenlopende producten als laptopcomputers, met name bij gegevensopslag, maar ook voor kopieerapparaten, cd-spelers en dvd-recorders, optische instrumenten, medische apparaten, ruimtevaart en gsm-telefoons.

De drijvende kracht achter precisietechnologie in de meeste toepassingen is miniaturisatie. Steeds meer functies moeten in steeds kleinere afmetingen worden ondergebracht. Vaak zijn deze functies zo geavanceerd dat het niet mogelijk is deze met zuiver mechanische middelen te realiseren. Een *systeembenadering* is nodig: het samengaan van elementen uit verschillende disciplines, zoals regeltechniek en elektronica naast mechanica. In toenemende mate worden ook fysisch-chemische technieken belangrijk.

Wat is een IOP?

De onderzoekswereld speelt een belangrijke ondersteunende rol in het voortdurende proces van technologische vernieuwing. De overheid wil stimuleren dat technologisch onderzoek optimaal is afgestemd op de (lange termijn) behoeften van het bedrijfsleven. Daarom stimuleert zij via meerjarige Innovatiegerichte Onderzoeksprogramma's (IOP's) het strategisch onderzoek bij universiteiten en non-profit onderzoeksinstituten. Het IOP is een subsidie-regeling die is opgezet om de samenwerking tussen het Nederlandse bedrijfsleven en de kennisinstituten te stimuleren op strategische gebieden, relevant voor de industrie. Universiteiten en non-profit onderzoeksinstituten kunnen subsidie aanvragen voor de uitvoering van projecten die zijn aangedragen door het bedrijfsleven. Het betreft strategisch en vaak multidisciplinair onderzoek dat bruikbare resultaten oplevert voor bedrijven. Bovendien helpt het de

opleidingen verbonden aan de instituten zich te richten op onderwerpen, die op middellange termijn belangrijk zijn. IOP-projecten beogen een bijdrage te leveren aan kennisoverdracht, netwerkvorming en verankering van opgebouwde kennis. Om de samenwerking tussen universiteiten en bedrijven een structureel karakter te geven worden de volgende doelstellingen nagestreefd:

- Het ontwikkelen van technisch-wetenschappelijke achtergrondkennis en expertise, die voor de middellange termijn uitzicht bieden op kansrijke innovaties.
- Het doen ontstaan van blijvende netwerken tussen kennisinstellingen en bedrijfsleven, en het daarbij tot stand brengen van aansluiting bij internationale programma's en netwerken.
- Versterking van de kennisinfrastructuur door zwaartepuntvorming en taakverdeling.
- Benutting van de ontwikkelde kennis door een optimale kennisoverdracht naar het bedrijfsleven en het onderwijs.

De centrale thema's van het IOP Precisietechnologie zijn: 'systeemgericht ontwerpen' en 'grenzen aan de maakbaarheid'.

Thema I: Systeemgericht ontwerpen

In dit thema gaat het om het ontwerpen en ontwikkelen van functies ten behoeve van producten of productiemiddelen, waarmee het mogelijk is om met relatief grote snelheid



De Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO) stimuleert fundamenteel en toegepast onderzoek van hoge kwaliteit. Internationale oriëntatie staat daarbij centraal. Via diverse programmalijnen financiert NWO ruim 4300 arbeidsplaatsen in het wetenschappelijk onderzoek, zowel bij universiteiten als bij NWO-instituten.

optisch-mechanisch ontwerper (m/v) (HBO-niveau)

De Stichting ASTRON is verantwoordelijk voor de promotie van de Nederlandse sterrenkunde door het faciliteren van onderzoek, de exploitatie van waarnemingsfaciliteiten en het ontwikkelen van wetenschappelijke instrumentatie.

Zij opereert hiertoe veelal in nationaal en internationaal verband in samenwerking met opleidings- en andere kennisinstituten en met het bedrijfsleven. Momenteel wordt de technisch-wetenschappelijke expertise opgebouwd voor de realisering van de volgende generatie van zeer grote (radio)telescopieën. Deze zal in het begin van de volgende eeuw gebouwd moeten worden en de vooraanstaande positie van de Nederlandse sterrenkunde kunnen garanderen. Er wordt gebruikgemaakt van de meest moderne hulpmiddelen.

In het kader van de nieuwe generatie telescopen onder meer voor de VLT in Chili, wordt er binnen ASTRON gewerkt aan het ontwerp, de bouw en het testen van innovatieve optische en infrarood waarnemingsinstrumenten.

Voor de realisatie hiervan zoeken wij een optisch-mechanisch ontwerper die in staat is in teamverband te

werken en in hoge mate een zelfstandige rol kan spelen in het gehele traject van het ontwerpen, bewerken, verifiëren en integreren van optische componenten. Hierbij is kennis van diverse materialen en hun gedrag in een cryogene omgeving van belang. Tevens moet een goede relatie met speciale toeleveranciers worden onderhouden in het traject van uitbesteden, begeleiden en documenteren.

De nieuwe medewerker is verantwoordelijk voor de dagelijkse leiding van de optische afdeling en voor de uiteindelijke optische uitlijning van het complete optische systeem.

Vereisten: optische opleiding, bijvoorbeeld Leidse Instrumentmakers School, diploma B of gelijkwaardig met specialisatie optiek en enkele jaren ervaring, ook met fijnmechanische technieken; kennis van Cad tools zoals Zemax. Ervaring met 3D mechanische ontwerp-pakketten strekt tot aanbeveling.

Standplaats: Dwingeloo.

Arbeidsvoorwaarden: aanstelling vindt plaats in dienst van NWO. Salariëring is afhankelijk van leeftijd en ervaring en conform het RWO.

Inlichtingen: nadere inlichtingen kunnen worden ingewonnen bij ir. A. van Ardenne, hoofd Technisch Laboratorium tel. 0521-595100. Meer informatie vindt u op onze website: <http://www.nfra.nl>.

Sollicitaties: sollicitaties kunnen schriftelijk of per e-mail, vergezeld van curriculum vitae en o.v.v. vacaturenummer ASTRON 9902, vóór 1 oktober a.s. worden gericht aan mevrouw F.H. Wekking, Postbus 2, 7990 AA Dwingeloo, e-mail wekking@nfra.nl.

Wij nodigen vrouwen met nadruk uit te solliciteren.

Meer informatie over NWO en actuele vacatures:
<http://www.nwo.nl>

en/of met zeer grote precisie verplaatsingen te realiseren. Het gaat hier om zowel dynamische precisie van beweging als statische precisie in de compacte en stijve constructies. Een programma dat is gericht op het ontwerpen en ontwikkelen van constructies en componenten ten behoeve van nauwkeurige producten vraagt om integratie van kennis uit diverse vakgebieden. Op deze wijze worden ook de IOP-doelstellingen 'structurele netwerkvorming' en 'richting geven aan opleidingen' goed ingevuld. Onderwerpen als mechanica met snelle algoritmiek, piezo-actuatoren, precisie-vloeistofdoserende en precisieverplaatsingen in vacuüm behoren tot dit thema. Van het beschikbare budget wordt 5 miljoen gulden gereserveerd voor voorstellen passend in dit thema.

Thema 2:

Grenzen aan de maakbaarheid

In dit thema gaat het om het verhogen van de nauwkeurigheid van bestaande maaktechnologieën door middel van verbeterde procesbeheersing en/of de ontwikkeling van nieuwe productietechnieken, die een wezenlijk grotere nauwkeurigheid beloven. Gedacht kan worden aan de verbetering van klassieke technieken zoals fijndraaien of spuitgieten, het toepassen van nieuwere technologieën zoals lithografisch etsen, bewerken met laser- of röntgenbundels of 'chemical vapour deposition' en galvanisch kopiëren. Ook microverbinden en metend monteren (micromanipulatie) vallen onder dit thema. Door geïntegreerde producten te ontwerpen worden microverbindingen vermeden. Toch zal het voorkomen dat de verschillende functionaliteiten van het product eisen dat het product is opgebouwd uit verschillende componenten. De nauwkeurigheid kan dan worden bereikt door na de assemblage de eindpositie af te stellen met micromanipulatie. Deze techniek wordt ook wel aangeduid als 'laser-adjustment'. Voor het thema 'Grenzen aan de maakbaarheid' wordt 3 miljoen gulden aangewend.

Voor wie is dit IOP interessant?

Het IOP biedt u de mogelijkheid om voor u belangrijke ontwikkelingen uit te voeren. Nederlandse bedrijven, universiteiten en non-profit instituten worden uitgenodigd om aan het programma deel te nemen. Bedrijven worden aangemoedigd om projectideeën voor te stellen. Op basis van deze behoeften zullen universiteiten en onderzoeksinstituten worden uitgenodigd om projectvoorstellen in te dienen. Het bedrijfsleven profiteert van de kennis die wordt opgebouwd tijdens het programma, dat 4 tot 8 jaar loopt. Dit kan bijvoorbeeld door actief te zijn in begeleidingscommissies van projecten, of door deel te nemen aan congressen, workshops, of themabijeenkomsten over specifieke onderwerpen. Voordeel voor de kennisinstellingen is dat zij subsidie kunnen krijgen voor projecten op een belangrijk gebied, waarop zij in de komende jaren kennis willen opbouwen.

Hoe deel te nemen?

voor bedrijven:

Op 30 september 1999 organiseert het IOP Precisietechnologie een 'open dag' waar bedrijven en universiteiten elkaar ontmoeten. De bedoeling is dat hier projectideeën en samenwerkingsverbanden ontstaan. Omdat het IOP de Nederlandse economie wil versterken, streven we ernaar om de industrie een grote invloed op het programma te laten hebben. Als bedrijf is hier de mogelijkheid om direct uw stem bij de vorming van projectideeën te laten horen. Na goedkeuring en start van projecten zullen begeleidingscommissies worden gevormd die voortdurend de voortgang van de projecten volgen. Als u hierin zitting neemt hoort u als eerste van de nieuwe ontwikkelingen in zo'n project, ook bent u op de hoogte van publicaties en patentaanvragen.

voor universiteiten en kennisinstellingen:

30 september 1999 is uiteraard ook de open dag voor de universiteiten en kennisinstellingen,

MEDEWERKENDE

BEDRIJVEN:



Eagle Vision



INTERDESIGN '99

PRAKTISCHE KENNISOVERDRACHT VAN TECHNOLOGIEËN VOOR DE
WERKTUIGBOUWKUNDIG ONTWERPER EN CONSTRUCTEUR

DE JAARLIJKSE ONTMOETING VAN DE WERKTUIGBOUWKUNDIG ONTWERPERS

- Neem kennis van hoogwaardige vaktechniek
- Werk aan uw relatienetwerk
- Vertaal de aangeboden kennis in ontwerpeisen voor producten

LEZINGEN - WORKSHOPS - EXPOSITIE

PARALLELE WORKSHOPS OVER DIRECT TOEPASBARE TECHNOLOGIEËN:

- Productontwikkeling
- Materialen
- Bewerkingstechnieken
- Ontwerpen van de productie
- Aandrijven en besturen
- Kwaliteit, meten en controleren

GEORGANISEERD DOOR



IN SAMENWERKING MET



AANMELDEN: BEL
+31 (0)10 - 408 21 62

TECHNISCH WEEKBLAD

7 OKTOBER 1999
JAARBEURS UTRECHT

waar zij bedrijven kunnen ontmoeten om samenwerkingsverbanden te vormen en project-ideeën te formuleren. In oktober 1999 kunnen verkorte (A4) voorstellen ingediend worden waar de programmacommissie een preadvies aangeeft. Daarna kunt u beginnen met het uitwerken van deze voorstellen voor de definitieve tender. U mag alleen indienen voor de definitieve tender als u een preadvies heeft van de programmacommissie.

Internationaal perspectief

Strategisch onderzoek vraagt om een internationale focus. De uiteindelijke projectvoorstellen moeten dus blijken geven van een brede kennis van de status op de betreffende vakgebieden, en ze dienen te kunnen wedijveren op internationaal niveau. Het IOP bevordert buitenlandse contacten, uitwisseling van onderzoekers, en deelname aan internationale conferenties.

De dagelijkse leiding van het IOP Precisie-technologie berust bij de voorzitter, dr. A. Hulst en de secretaris, dr. C. Langerak van de Programmacommissie. Voor meer informatie over het IOP Precisie-technologie en de open dag op 30 september 1999 kunt u contact opnemen met het Programmabureau IOP Precisie-technologie.

IOP Programmabureau
dr. Casper Langerak, secretaris IOP
Precisie-technologie Senter
Postbus 30732, 2500 GS Den Haag
telefoon (070) 3610 312, fax (070) 3610 417
e-mail c.j.g.m.langerak@senter.nl



Waar een wiL is maar nog geen weg...

Daar komt de *instrumentmaker* in actie!

Met diploma's van de LIS
heb je straks de beste kaarten
(metaal, glas, optiek, laser)
in handen.

Informatiemiddagen:

Maandag 13 december 1999,
21 februari, 20 maart en 17 april 2000,
van 13.30 - 16.30 uur

Open Huis:

Vrijdag 28 januari 2000
van 18.30 tot 21.00 uur
Zaterdag 29 januari 2000,
van 10.00 tot 15.00 uur

Leidse Instrumentmakersschool

Vakschool voor precisietechniek
Einsteinweg 61, 2333 CC Leiden
Telefoon 071-5681168
Fax 071-5681160
Website www.lis-mbo.nl
E-mail heuvelman@lis-mbo.nl

L is

Leidse
instrumentmakers
School

VELD INSTRUMENTS B.V.

LASERLASSEN:

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

LASERGRAVEREN:

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

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

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

Verenigingsnieuws NVPT

NVPT heeft nieuwe statuten

Aan het begin van dit jaar is aan alle leden van de NVPT het concept van de nieuwe Statuten toegezonden. In de Bijzondere Ledenvergadering van 24 februari 1999 is dit concept besproken en in ongewijzigde vorm goedgekeurd. Door veranderde procedures van de Kamer van Koophandel en de inmiddels aangebroken vakantieperiode vroeg de afhandeling van de statutenwijziging wat meer tijd dan aanvankelijk werd verwacht. Op 10 augustus 1999 is dan de akte van wijziging notarieel gepasseerd, waardoor vanaf die datum de nieuwe Statuten onder het kenmerk 99k5263.sk/C voor onze vereniging in werking zijn getreden.

Om de Statuten gemakkelijker te kunnen raadplegen zullen zij voortaan in het Jaarboek voor de Precisietechnologie worden opgenomen. In voorkomende gevallen kunnen leden en belangstellenden ook een kopie opvragen bij het secretariaat van de vereniging.

Het Huishoudelijk Reglement van de NVPT, dat in aansluiting op de Statuten wordt opgesteld, zal als concept in de Algemene Ledenvergadering van 2000 worden besproken. De ALV kan vervolgens het Huishoudelijk Reglement vaststellen. Hierna zal ook dit in het Jaarboek worden opgenomen.

Ir. G. van Drunen - Secretaris NVPT

Actueel

Integratie Opticon in Polgron B.V. voltooid

In juni heeft Polgron B.V., gespecialiseerd in het ontwerpen en vervaardigen van optische componenten en systemen, de integratie van Opticon in haar organisatie afgerond. Opticon beschikt over veel kennis en kunde van de vervaardiging van glasoptiek en telescopen. Met de overname van Opticon heeft Polgron knowhow binnengehaald en kan hierdoor een uitgebreider pakket aan haar klanten aanbieden. Tot op heden was Polgron vooral gespecialiseerd in de productie van metaaloptiek en custom-made optische systemen en leverde aan klanten in de ruimtevaart-, opthalmische- en optische industrie. Door de overname zal Polgron zich ook richten op de markt voor glasoptiek en optische systemen, waarbij de focus zal blijven op toepassing van torische en asferische optiek. Naast het leveren van hoogwaardige optiek en optische systemen zal Polgron zich ook richten op de ontwikkeling van haar eigen instrumenten, waaronder een interferometer voor het meten van grote vlakke optiek en de lange-afstandsmicroscopie. Met haar eigen producten en de ontwerp mogelijkheden zal Polgron zich richten op de markt voor Vision en inspectie

Voor meer informatie:

Polgron B.V.

Telefoon: 050-5411119

Fax: 050-5415749

Van Ooijen naar Multin Design & Development

Bij Multin Design & Development in Zoetermeer trad onlangs ir. Robert van Ooijen in dienst als hoofd van het Projectenbureau. Van Ooijen (48) studeerde werktuigbouwkunde aan de TU Delft en werkte daarna bij achtereenvolgens ICI Holland, Foxboro Nederland en Vanwyk Engineering Systems. Bij deze laatste onderneming was hij werkzaam als sales director en operations director. Als hoofd Projectenbureau is Van Ooijen verantwoordelijk voor het beheer van projecten, de interne processen en bestaande relaties. Multin Design & Development vormt samen met Multin Assembly & Service en Dinfa, beide gevestigd in 's-Gravenzande, de Multin Technology Group, een dochteronderneming van Priva Holding in De Lier. De Multin Technology Group is actief als main supplier in de markt voor industriële productontwikkeling.

DETRON®

Industrial Automation

Detron Industrial Automation ontwikkelt, ontwerpt én realiseert hightech producten, productie-equipment en elektronische systemen op klantenspecificatie (van definitie tot en met realisatie).

• **Specialisaties:**

- Fijnmechanica
- Mechatronica
- Embedded Software
- Elektronica/Lay-out
- Motion
- Vision
- Operator Interfaces
- Procesbesturingen

Part Of Your Process

Detron Industrial Automation

Tarweweg 3

6534 AM, Nijmegen

Tel. +31 (0)24 - 352 17 01

Fax. +31 (0)24 - 352 18 01

Internet: www.detron.nl

E-mail: detron@detron-nijmegen.nl

Detron Industrial Automation is part of Detron Group N.V.

The Engineering People

KOPER / MESSING / ALUMINIUM

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

ENORME VOORRADEN EN KORTE LEVERTIJDEN

beheersen onze handelswijze!

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

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



KOPER

E-Cu/ SFCu

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

MESSING

Ms 58/ Ms 60Pb/ Ms 63

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

ALUMINIUM

50 ST/ 51 ST/ 28 ST/ SiPb

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

SALOMON'S
METALEN B.V.

*Voorsprong
door Voorraad!*

GOTENBURGWEG 24,
9723 TL GRONINGEN TEL. 050-5421200 FAX 050-5416892



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



Hoge Zwitserse precisie voor veeleisende klanten

Genoemde producten worden
thans direct in de Benelux door
RMB BENELUX vertegenwoor-
digd. Leveringen direct van
fabrikant aan eindgebruiker.
Hierdoor kunt u rekenen
op hoogwaardige Zwitserse
precisie producten van een
Europese marktleider, als-
mede op technische locale
ondersteuning.



RMB Miniatur Lagere

- voor kritische toepassingen
- hoge precisie klasse
ISO P2/ABEC 9
- zeer lage aanloopkoppels
- hoge betrouwbaarheid



RMB Microlinea produkten

- lineaire lagere 2-25 mm
- precisie wormassen
- precisie toleranties



smoovy Mikromotoren

- hoge precisie klasse
- variabele snelheden
0 tot 100'000 RPM
- doornede: 3, 5 en 8 mm
- ook als lineaire actuator



4-punts kontakt kogellagere

- buitendiameter 1,6 mm
- asgat 0,32 mm
- kogeldiameter 0,20 mm
- ook speciale uitvoeringen
voor medische toepassingen

RMB BENELUX

Tel.: +31-162-523528

Fax: +31-162-512892

E-mail: RMBBenelux@rmb-ch.com

Internet: www.rmb-ch.com

Internet: www.smoovy.com



microlinea



smoovy

RMB MECOS

LEADER IN MICRO-MECHANICS

AP

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.



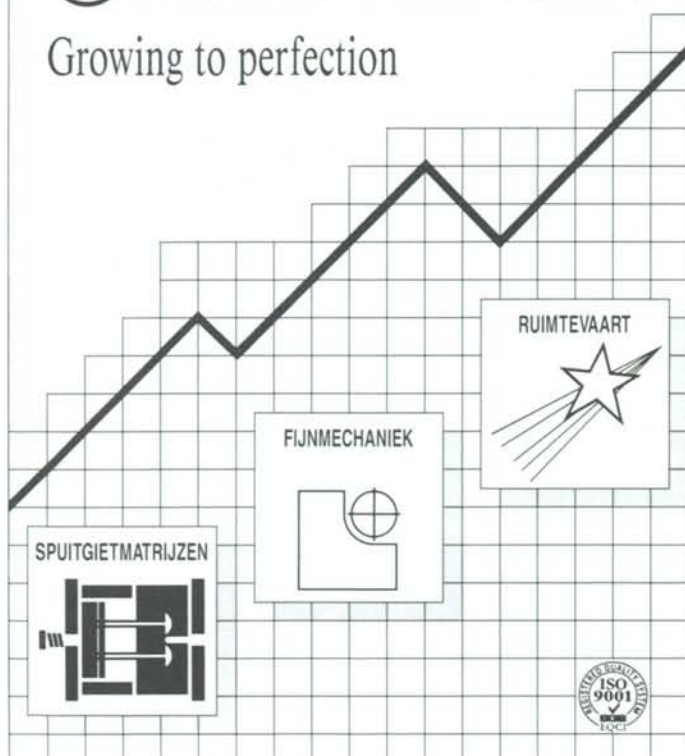
micro montage

Postbus 3108 - NL 3760 DC SOEST - Holland

GROOT IN HET KLEINE

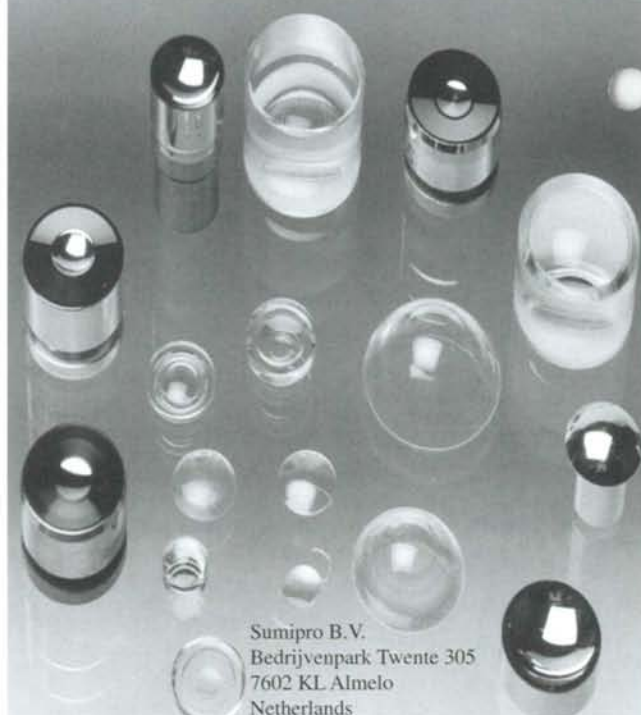
PEDEO TECHNIEK

Growing to perfection



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

Sumipro submicron lathing BV



Sumipro B.V.
Bedrijvenpark Twente 305
7602 KL Almelo
Netherlands

Tel. +31 (0)546 - 549440

Fax +31 (0)546 - 549441

Home page <http://www.sumipro.nl>

E-mail sumipro@tref.nl

Delba: toonaangevende specialist in CNC precisieslijpen en EDM techniek

**NEW
FUZZY
CONTROL**

**Joemars
JM322+AZ50R+D320**
Topkwaliteit CNC EDM



**Okamoto
ACC-450DXA**
Precisie profielslijpmachine
met automatische cyclus



**Okamoto
OGM-Serie**
Rondslijpmachine
NC of CNC besturing



**Okamoto
ACC-DXNC Serie**
Vlak- en profielslijpmachine
met CNC FANUC-OMC
grafische besturing



Delba Precisie Techniek



Robothandje en snijder gemaakt van
hardmetaal-staal combinatie



Slijtvaste garnituur voor sigarettenfabricage



Vertand mes voor het snijden van polyprop

Delba Special Carbide Products is de onbetwiste specialist voor de productie van precisie onderdelen in hardmetaal en hardmetaal-staal combinaties. Delba ontwikkelt en produceert o.a. spare parts en special tools voor verpakkingsmachines, 3D-meetmachines en machines voor de semi-conductor industrie.

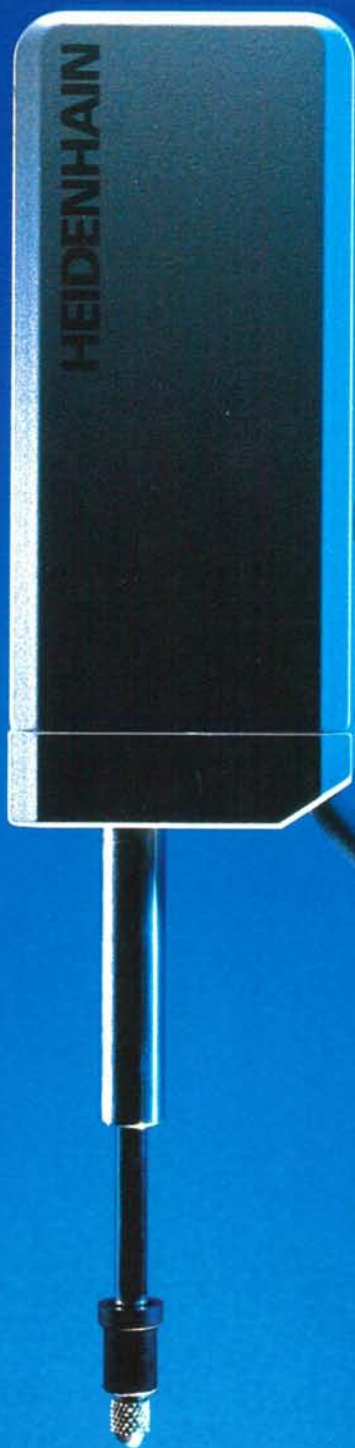
Delba Precisie Techniek is de exclusieve dealer van het Japanse concern Okamoto en het Taiwanese Joemars. Als specialist adviseert Delba de slijp- en vonkmachines waarmee het zelf tot op enkele duizendste millimeters nauwkeurig werkt. Innovatie, service en scholing zijn kernbegrippen van de Delba-filosofie. Eerst zien dan geloven. Maak meteen een afspraak voor een bezoek aan ons bedrijfscomplex in Duiven.



delba®

Delba, Nieuwgraaf 123, 6921 RL Duiven
telefoon 026-3118883, fax 026-3119122
Postbus 232, 6920 AE Duiven
<http://www.delba.nl>, e-mail: info@delba.nl

**Delba: specialist in precisietechniek,
productie, verkoop, service en scholing.**



Voor elke uitdaging het juiste. Passend bij metingen met hoge nauwkeurigheidseisen biedt HEIDENHAIN incrementele meettasters aan voor de laboratorium – en productiemeettechniek: bijvoorbeeld de CERTO-meettaster voor nauwkeurigheden van $\pm 0,1 \mu\text{m}$ en beter, voor ultra-nauwkeurige lengtemetingen in de meetkamer en in het laboratorium. Of anders de METRO-meettaster met een nauwkeurigheid van $\pm 0,2 \mu\text{m}$, zoals die wordt toegepast in de productie voor het controleren van de toleranties op geproduceerde onderdelen.

HEIDENHAIN Info-Nr.: (03 18) 54 03 00

Precies!

HEIDENHAIN

Wereldwijd maatgevend.

HEIDENHAIN NEDERLAND B.V.

Postbus 107 · NL-3900 AC Veenendaal

☎ (0318) 54 03 00 · FAX (03 18) 51 72 87

<http://www.heidenhain.de>