



IOP
Precisietechnologie

Smart Disc

SENTER

IOP

Actieve demping van trillingen in precisieapparatuur

Onderwerp:

Actieve demping van trillingen in precisieapparatuur

Doelstelling:

Richtlijnen opstellen voor demping met behulp van actieve structurelementen
Modelvorming en simulatie van het dynamisch gedrag van mechanische structuren waarin piëzo-elektrische elementen zijn opgenomen
Toepasbaarheid van Smart Discs demonstreren in diverse toepassingen
Verder ontwikkelen van het principe van de Smart Disc

Markten:

Lensophanging in wafersteppers, elektronenmicroscopie, plaatsingsmachines voor elektronische onderdelen

Mogelijk gebruik:

Daar waar trillingen het resultaat van metingen of de nauwkeurigheid van het productieproces beïnvloeden

Onderzoekperiode: augustus 2000 - juli 2004

Budget: EUR 325.000 waarvan EUR 267.000 subsidie door IOP

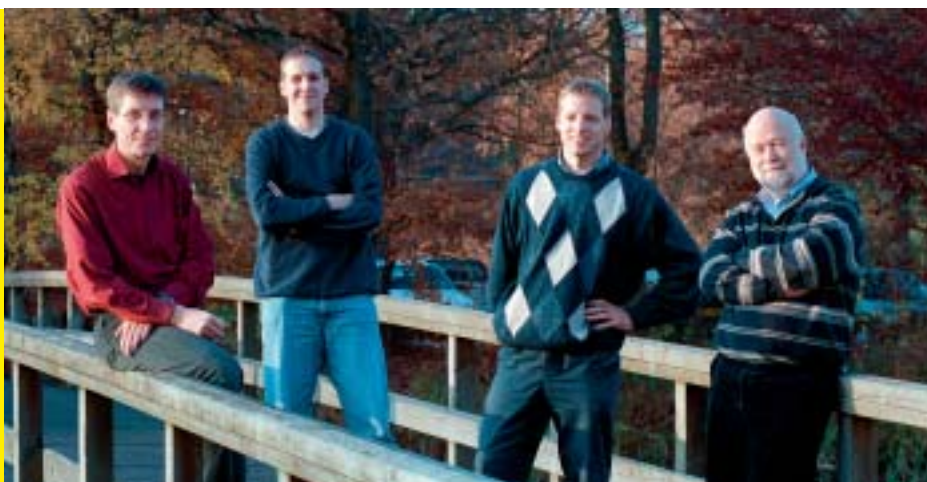
Onderzoeksinstituut: C.J. Drebbe Instituut van de Universiteit Twente

Projectleider: Theo J.A. de Vries

Projectgroep van de Universiteit Twente. Van links naar rechts: Herman Soemers, Jan Holterman, Theo de Vries, Job van Amerongen. Johannes van Dijk ontbreekt

Het C. J. Drebbe Instituut van de Universiteit Twente voert onderzoek uit naar actieve demping van trillingen in machineframes. Dit is van belang voor zowel gebruikers als leveranciers van precisieapparatuur, want slecht gedempte trillingen beïnvloeden de nauwkeurigheid negatief. Het gebruik van actieve structurelementen - zogenaamde Smart Discs - geeft goede resultaten in bijvoorbeeld wafersteppers. 'We beschikken nu over een recept voor actieve demping als constructieprincipe.'

'Toen we begonnen met het onderzoek was ons doel het ontwikkelen van een product. De gedachte was dat je met een beperkte reeks een oplossing zou hebben voor het probleem van ongewenste trillingen in precisieapparatuur. Nu is onze doelstelling om te komen tot een recept', zegt Theo de Vries, universitair hoofddocent aan het Drebbe Instituut in Enschede. De Universiteit Twente heeft een lange traditie op het gebied van mechatronica. Als eerste in Nederland startte het in 1988 met een mechatronisch onderzoeksinstituut. In zijn kamer met wijds uitzicht over de campus van de universiteit legt Theo de Vries uit dat iedere applicatie zijn specifieke problemen heeft. Een waferstepper bijvoorbeeld heeft een lens van 250 tot 300 kilo, rustend op drie voetjes verbonden aan een frame. Het geluid dat de machine zelf maakt resonanceert tegen de lens, waardoor vaagheid wordt veroorzaakt in het patroon van een integrated circuit dat via de lens wordt overgebracht op een silicium wafer. Het is een van



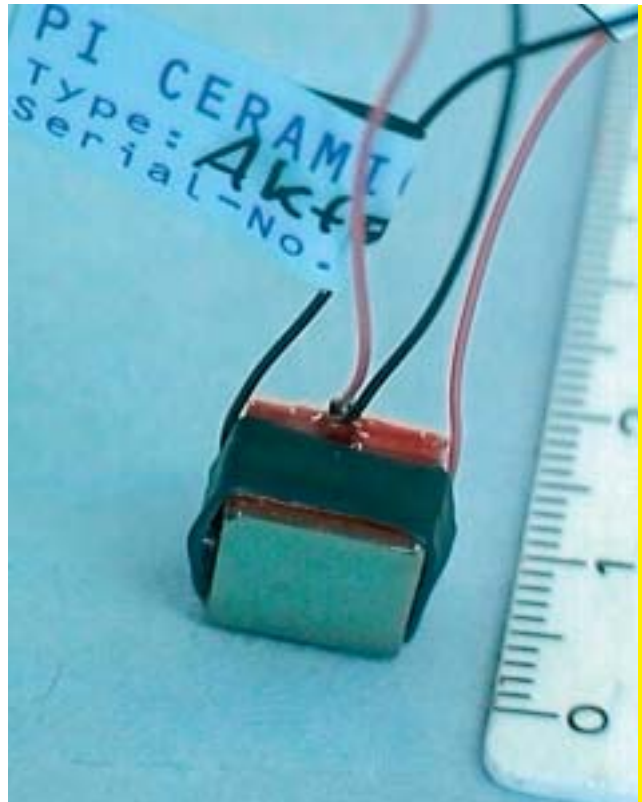
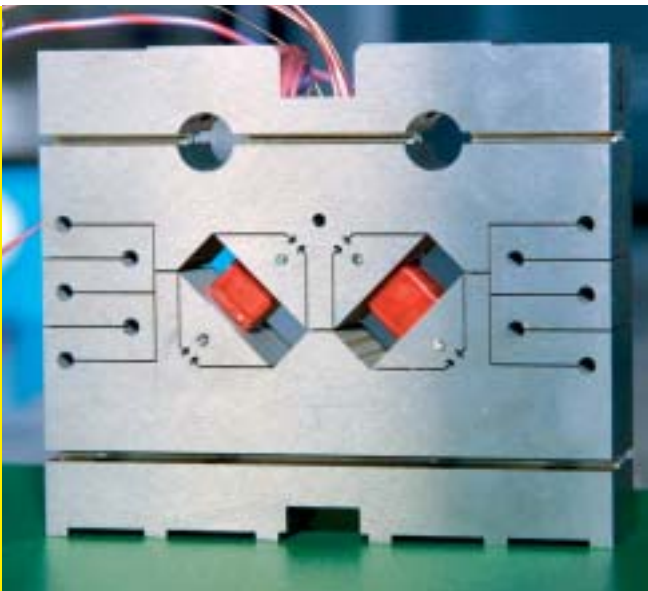
de voorbeeldapplicaties in dit IOP-project. 'In eerste instantie hebben we de actieve structurelementen in de lensvoetjes aangebracht, maar in een later stadium hebben we ze helemaal opnieuw ontworpen met geïntegreerde Smart Discs.'

Actieve demping

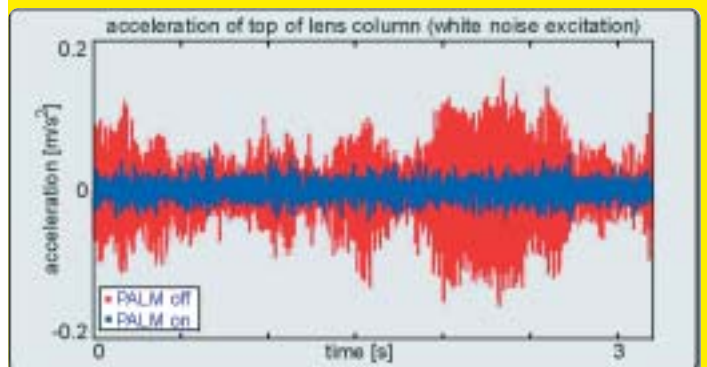
Iedere industrietak kent het probleem van trillingen, maar door vergaande miniaturisatie bij productie en metingen wordt dat steeds groter. Trillingen worden niet alleen veroorzaakt door het geluid van een machine of de omgeving, maar ook door de beweging van een apparaat of een robotarm. 'Het plaatsen van elektronische componenten op een printplaat kost daardoor extra tijd. Eerst moeten de trillingen verdwijnen voordat je de componenten met hoge nauwkeurigheid kunt plaatsen', legt Theo de Vries uit. Een machineframe heeft twee functies: het moet krachten doorleiden en het fungeert als meetreferentie bij het positioneren van bewegende delen in de machine. Deze functies zijn lastig te combineren als de gewenste nauwkeurigheid toeneemt, omdat een frame zowel licht als stijf moet zijn. Het ontwerp van precisieapparatuur verloopt dan ook op basis van een beperkt aantal principes, zoals symmetrie, kinematica, trillingsisolatie, en het beheersen van temperatuur, stijfheid en massa. Passieve dempingmethoden grijpen rechtstreeks in op de fysieke eigenschappen van een mechanische structuur. 'Passieve elementen gebaseerd op rubber of vloeistof worden vaak ingezet om ongewenste trillingen te dempen', zegt Theo de Vries. 'Maar ze hebben allemaal nadelen. In rubber treedt bijvoorbeeld na verloop van tijd kruip op en dan is de positie niet langer nauwkeurig.'

Actieve trillingbeheersing is gebaseerd op het gebruik van sensoren, actuatoren en elektronica. Samen zorgen zij ervoor dat mogelijke afwijkingen in een machineframe worden voorzien of gecompenseerd. De Smart Disc is op dit principe gebaseerd. Ingebouwd in een frame verhoogt het de dynamische nauwkeurigheid van de machine door actief ingrijpen. De sensor en de actuator zijn gemaakt van laagjes piëzo-elektrisch materiaal.

Piezo Active Lens Mount (PALM) voor gebruik in de lensophanging van een waferstepper



Smart Disc: een combinatie van een piëzo-elektrische krachtsensor en een positioneringsactuator



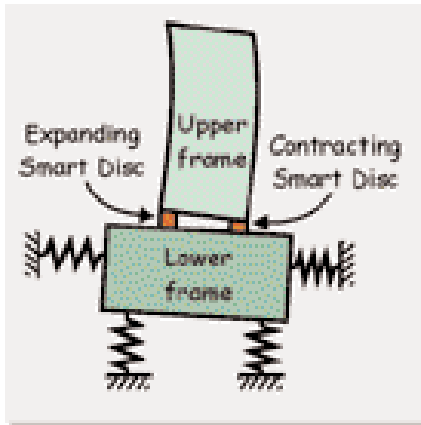
Actieve demping in een waferstepper

De werking van de krachtsensor is gebaseerd op het piëzo-elektrisch effect: onder mechanische druk genereert de sensor een elektrisch veld proportioneel aan die kracht. De positioneringsactuator werkt volgens het omgekeerde effect: de actuator vervormt door het aanbrengen van een elektrisch veld.

Een recept voor Smart Discs

Het IOP-project kent twee delen. 'In de eerste fase hebben we de Smart Disc verder ontwikkeld. Ik ben al met het onderwerp bezig sinds het bij het Philips Centrum voor Fabricage Technieken (CFT) door de nu gepensioneerde professor Koster in 1996 werd ontwikkeld', vertelt Theo de Vries. 'Door het bestuderen van de theorie en door experimenten uit te voeren, hebben we nu goed inzicht in de afwegingen tussen instelregels en mechanische en elektrische eigenschappen.' Het tweede deel van het project richt zich op de integratie van het systeem. In beide gevallen worden de bevindingen getoetst in industriële toepassingen. 'Op dit moment

hebben we één case gedaan op het gebied van lensophanging in een waferstepper. Wat we daarvan geleerd hebben, is vastgelegd in een recept.' Dit recept bevat advies op het gebied van het meten van trillingsproblemen, een procedure die snel inzicht geeft in het maximaal haalbare in een bepaalde situatie en de ervaring die is opgedaan met het ontwerpen van een frame met geïntegreerde Smart Discs.



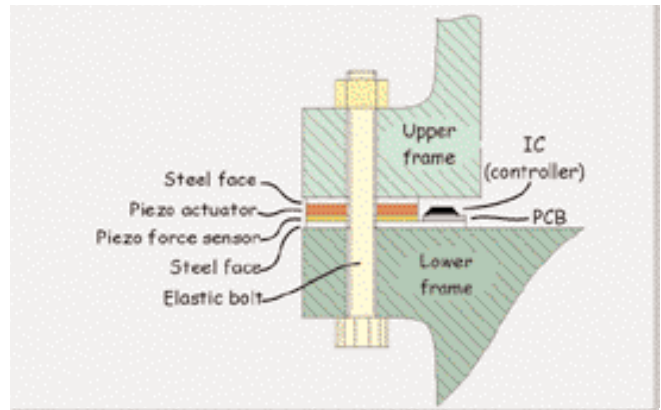
Compensatie van een afwijking aan de bovenzijde door het aanbrengen van Smart Discs tussen het bovenste en onderste frame. De Smart Discs zetten uit of krimpen in afhankelijk van de situatie

Deelname van het bedrijfsleven

Het onderzoek aan de Universiteit Twente vindt plaats in nauwe samenwerking met het bedrijfsleven. Theo de Vries is daar erg enthousiast over: 'Samenwerken met bedrijven en instituten is echt fantastisch! We hebben interessante discussies met betrokken mensen. Dat resulteert in praktische beslissingen over de voortzetting van het project.' Hij is ook blij verrast dat bedrijven de tijd vrijmaken om twee keer per jaar een halve dag bij elkaar te komen: 'Ik vind het een behoorlijke investering. Voor ons is het een geweldige toegevoegde waarde op zo'n manier een netwerk op te bouwen in dit vakgebied.' Dit wordt bevestigd door een van de deelnemers aan de begeleidingscommissie. 'Voor mij persoonlijk is het heel stimulerend om betrokken te zijn', zegt Gert van Schothorst, groepsmanager bij het Philips Centrum voor Fabricage Technieken (CFT). 'Vanuit het gezichtspunt van Philips is het belangrijk onderzoeksresultaten uit de eerste hand te krijgen om ze in de praktijk te kunnen toepassen.' Omdat het bedrijf de competenties van zijn medewerkers op een hoog plan wil brengen en houden, wordt er met meerdere onderzoeksprojecten op diverse universiteiten samengewerkt. CFT gebruikt de opgedane kennis in ontwerp- en ontwikkelactiviteiten voor Philips-bedrijven en voor derden. 'We werken bijvoorbeeld voor Philips Medical Systems aan complexe diagnoseapparatuur als MRI- and CT-scanners. Om scherpe beelden te krijgen heb je mechanische concepten nodig om de dynamische stabiliteit te vergroten. Daarom past dit IOP-project goed bij ons.'

FEI Electron Optics BV produceert en verkoopt elektronenmicroscopen en is erg geïnteresseerd in actieve demping van ongewenste trillingen in hun mechanische apparatuur. Ab Visscher, senior consultant op het gebied van dynamica: 'Het project toont duidelijk de bruikbaarheid van de Smart Disc aan. Voor FEI, als potentiële gebruiker, is het belangrijk op de hoogte te

zijn van het principe. Om het tijdens productontwikkeling te kunnen gebruiken, moet het wel robuust en betrouwbaar zijn.' Ab Visscher is tevreden over de samenwerking: 'De sfeer is open en de discussie bestrijkt ook onderwerpen die buiten het gebied van structurelementen vallen. De contacten met andere bedrijfstakken zou ik niet hebben zonder dit IOP-project. Ik vind het erg stimulerend om te praten met vakgenoten die op soortgelijke terreinen werkzaam zijn maar in andere industrieën.' De bijeenkomsten vinden steeds op een andere locatie plaats: 'Volgende week verzorg ik bij FEI een rondleiding.'



Doorsnede van de Smart Disc

Voor meer informatie over Smart Disc

- ASML
- Assembléon Netherlands
- CCM Centre for Concepts in Mechatronics
- Demcon Twente
- Dutch Space
- FEI Electron Optics
- Hogeschool van Utrecht
- Imotec
- Integrated Dynamics Engineering
- Mecal Applied Mechanics
- Nyquist
- ODME
- Philips Centrum voor Fabricage Technieken (CFT)
- Philips Research
- Stichting Astronomisch Onderzoek in Nederland (ASTRON)
- Te Strake

Voor meer informatie over Smart Disc

- Dr. ir. Theo de Vries, universitair hoofddocent, C.J. Drebbel Instituut, Universiteit Twente
- Telefoon (053) 489 27 83
- E-mail t.j.a.devries@ewi.utwente.nl
- Website www.ce.utwente.nl/smartdisc

Projectgroep Smart Disc

- Job van Amerongen
- Johannes van Dijk
- Jan Holterman
- Herman Soemers
- Theo de Vries

IOP 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. Deze technologie is van toenemend belang voor uiteenlopende producten en sectoren als laptopcomputers (met name bij dataopslag), cd-spelers en dvd-recorders, optische en medische instrumenten, gsm-telefoons en de ruimtevaart. Door vérgaande miniaturisatie is het niet mogelijk deze functies met zuiver mechanische middelen te realiseren; een multidisciplinaire systeembenadering is noodzakelijk.

Het IOP Precisietechnologie bestaat sinds 1999. Sindsdien hebben 16 projecten subsidie gekregen voor onderzoek op drie gebieden.

- Bij systeemgericht ontwerpen gaat het om functies die met relatief grote snelheid en/of met zeer grote precisie verplaatsingen kunnen realiseren. Onderwerpen als piezo-actuatoren, precisieverplaatsing in vacuüm en mechanica met snelle algoritmeïk vallen hieronder.
- Binnen het thema 'grenzen aan de maakbaarheid' gaat het om het verhogen van de nauwkeurigheid van bestaande maaktechnologieën door verbeterde procesbeheersing en/of het ontwikkelen van nieuwe productietechnieken. Niet alleen klassieke technieken als fijndraaien of spuitgieten zijn onderwerp van onderzoek, ook nieuwe technologieën zoals lithografisch etsen, bewerking met laser- of röntgenbundels en *chemical vapour deposition*.
- Precisie in de microstroomtechnologie is het derde gebied van dit IOP-programma. Het betreft systemen die bestaan uit sensor(en) en actuator(en), gekoppeld door een regelsysteem en gemaakt met technologieën afkomstig van de chipindustrie. Hieronder vallen fabricagetechnologieën als nat chemisch etsen en de verpakking van MST-devices, zoals de koppeling van optische chips aan glasfiber.

Voor vragen over IOP Precisietechnologie

Dr. Casper Langerak, secretaris programmacommissie

Telefoon (070) 373 53 12

Fax (070) 373 56 30

E-mail c.j.g.m.langerak@senter.nl

Website www.senter.nl/iop-pt

IOP

Een innovatiegericht onderzoeksprogramma (IOP) geeft subsidie aan innovatieve technologische onderzoeksprojecten bij universiteiten en andere non-profit onderzoeksinstituten. De overheid wil op deze manier de onderzoekswereld toegankelijker maken voor het bedrijfsleven en contacten tussen beide verbeteren en intensiveren. Voorwaarde is dat de projecten aansluiten bij de (lange termijn) onderzoeksbehoeften van het bedrijfsleven. Het programma stimuleert de interactie met bedrijven door hen te betrekken bij de projecten, door kennisoverdracht en door netwerkactiviteiten. Er wordt alles aan gedaan om te zorgen dat ieder programma leidt tot blijvende samenwerking tussen de Nederlandse onderzoeksinstituten en het bedrijfsleven.

Rol van het bedrijfsleven

Om de band tussen onderzoekers en bedrijfsleven te verstevigen, biedt een IOP aan bedrijven de mogelijkheid aan het onderzoek deel te nemen. Dat kan bijvoorbeeld op de volgende manieren:

- Zitting nemen in een begeleidingscommissie. Dit is de meest directe manier van kennisoverdracht omdat het lidmaatschap van een begeleidingscommissie nauw contact met een of meerdere projecten garandeert. Het bedrijf blijft op de hoogte van de laatste ontwikkelingen van het onderzoek en kan door de inbreng van praktijkervaring soms mede de richting van het onderzoek bepalen.
- Overnemen of gebruiken van patenten en/of licenties die het rechtstreekse gevolg zijn van het onderzoek aan universiteiten of non-profit onderzoeksinstituten.
- Het creëren van werkervaringsplaatsen voor onderzoekers, zodat de nieuw opgedane kennis snel aan een bedrijf wordt overgedragen en getoetst kan worden in de praktijk.

Colofon

Dit is een uitgave van Senter
Mei 2004

Senter Den Haag
Juliana van Stolberglaan 3
Postbus 93144
2509 AC Den Haag

Telefoon (070) 373 50 00
Fax (070) 373 51 00

Algemene informatie en advies:
Telefoon (070) 373 52 77
E-mail info@senter.nl
Internet www.senter.nl

Senter is een agentschap van het Ministerie van Economische Zaken



De Universiteit Twente (UT) is een ondernemende researchuniversiteit. Gesticht in 1961 verzorgt de UT onderwijs en onderzoek in wetenschapsgebieden die variëren van bestuurskunde en technische natuurkunde tot biomedische technologie.



Ministerie van Economische Zaken

Aan deze tekst kunnen geen rechten worden ontleend.