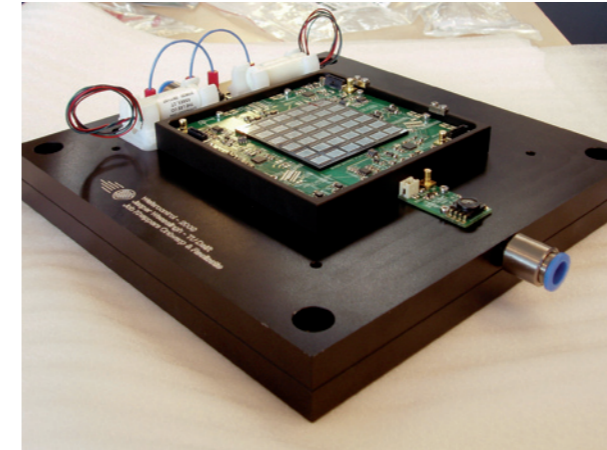


Haalbaarheid concept aangetoond

Contactloos producttransport en positioneren

Producten zoals wafers of silicium zonnecellen zijn bijzonder kwetsbaar. Om de kans op productbeschadiging te minimaliseren, is elk contact ongewenst. Daarom ontwikkelen Delftse onderzoekers een systeem dat fragiele vlakke producten kan transporteren en positioneren zonder ze aan te raken. De producten zweven namelijk op lucht.



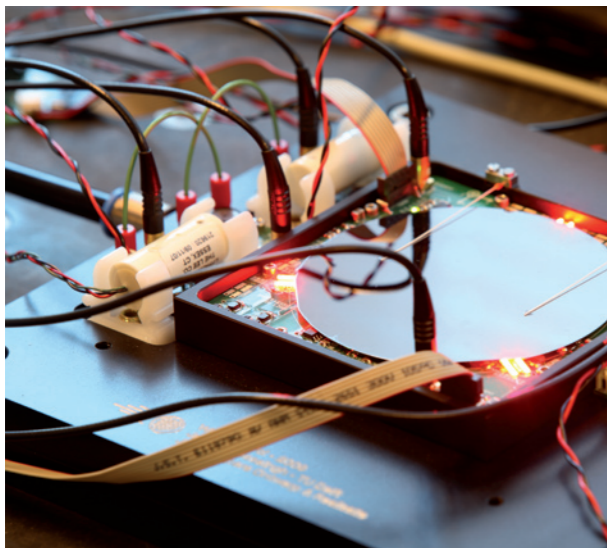
Array van 6 bij 6 kamers.

Bestaande transportsystemen werken met grijpertjes aan een robotarm of ondersteunen het product langs de rand. Producten laten zweven op een dunne luchtlaag is een heel ander, maar op zich niet nieuw principe. Bewerkingsstations van ASM International maken hiervan bijvoorbeeld al gebruik. “Wel nieuw is om de luchtfilm actief te controleren, zodat je een product contactloos kunt transporteren en op de plaats van bestemming heel nauwkeurig kunt positioneren”, vertelt Ron van Ostayen van de TU Delft. Dat is dan ook het doel van dit IOP-project, waarvan Ron van Ostayen samen met Jo Spronck de dagelijkse leiding heeft.

Het Delftse idee, dat voorafgaand aan het project werd gepatenteerd, is om de luchtlaag – met een dikte van 20 tot 30 micrometer – zowel qua snelheid als qua richting actief aan te sturen. Dat gebeurt

door lucht te leiden naar kamers van 10 bij 10 millimeter en 20 micrometer diep, die zijn aangebracht in het oppervlak van het transportsysteem. Daardoor ontstaat in en tussen de kamers een luchtstroming, waarop het product niet alleen zweeft maar zich ook kan verplaatsen. Intussen is de werking van het concept met demonstrators aangetoond en kan een product in één richting worden gepositioneerd. Het is de bedoeling van de onderzoekers dat de volgende demonstrator kan positioneren met 6 graden van vrijheid.

Promovendus Jasper Wesselingh is verantwoordelijk voor het systeemontwerp en het bijbehorende regelsysteem. “Hier komen allerlei disciplines bij elkaar”, zegt hij. “Je hebt kennis nodig van dynamica en van stromingsleer, van sensoren om druk, positie en stroming te meten en van regeltechniek om met kleppen de juiste hoeveelheid lucht bij te sturen. Het is een typisch mechatronisch project.” Voor de praktische realisatie van de ondiepe vierkante kamers maakt hij gebruik van een bestaand lithografisch proces: “Op een basisplaatje laten we een laagje van 100-200 micrometer metaal aangroeien, waarbij met behulp van een fotomasker meteen de aan- en afvoergaatjes worden aangebracht. Vervolgens ets je de kamers eruit. Dat moet allemaal spanningsvrij en behoorlijk nauwkeurig gebeuren, want iedere afwijking beïnvloedt de luchtstroming enorm.” Het systeemontwerp van Jasper Wesselingh haalde eind 2009 de halve finale van de tweejaarlijks gehouden Delft Design Competitie (zie zijn YouTube-filmpje, te vinden via zoekwoord Wafercontrol).



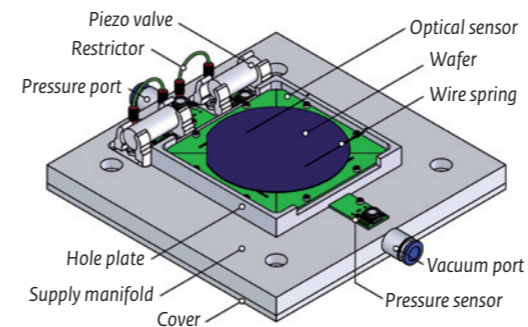
Demonstrator van het systeem met een wafer, zwevend op een luchtlaag van 20-30 micrometer (foto Stephan Blazis).

De tweede promovendus is Jeroen van Rij, die zich bezig houdt met fundamenteel stromingsonderzoek. Zijn berekeningen geven bijvoorbeeld inzicht in de invloed van de geometrie van de kamers op de tractiekrachten die op het product worden uitgeoefend. “De berekeningen komen tot nu toe goed overeen met de gemeten tractiekrachten”, vertelt hij. “Lastiger is het om berekeningen te valideren van het gedrag van de luchtstroom tussen kamers en product. Want als je sensoren zou aanbrengen in de luchtlaag verstoort je de stroming.” Met Pressure Sensitive Paint (PSP) is meten zonder verstoring wel mogelijk. Wanneer een glasplaat voorzien van deze verf boven de kamers wordt

aangebracht, treedt afhankelijk van drukverschillen verkleuring op. Die is met een speciale lichtbron te zien en zo kunnen de berekeningen worden gevalideerd. Het is daarnaast de bedoeling met PSP de effecten van verschillende kamergeometrieën te onderzoeken. “Je kunt bijvoorbeeld, om turbulentie te voorkomen, V-vormige groeven aanbrengen in de bodem van de kamers. Een andere interessante variant is om de lucht niet via kanalen maar via een spleet of via poreus materiaal toe te voeren. Dat laatste zou werveltjes uit de stroom moeten halen. Met PSP maak je dat zichtbaar.”

Hoogleraar Mechatronica Jan van Eijk noemt het een oude droom om silicium wafers in een waferstepper te kunnen aandrijven en positioneren zonder drager. “Dragers introduceren extra gewicht. Naarmate je een product sneller en grotere bewegingen wilt laten maken, zijn de benodigde krachten steeds groter en introduceer je ongewenste trillingen”, legt hij uit. Behalve voor de IC-industrie is contactloos producttransport ook een uitkomst voor de productie van zonnecellen en glasplaten voor flat panels. “Doel van het project was om uit te zoeken óf en hoe goed we ermee kunnen transporteren en positioneren. Ik ben positief verrast dat een regelfrequentie van zo’n 100 Hz haalbaar lijkt. Een op lucht gebaseerd systeem is relatief langzaam en we hoopten op 40-50 Hz. Daar gaan we dus dik overheen.” Het IOP-project staat bij de TU Delft niet op zichzelf: parallel aan dit onderzoek vindt in de groep Mechatronics System Design een Kenniswerkersproject plaats naar vergelijkbare technologie.

Het IOP-project krijgt zeker een vervolg, vertelt Jan van Eijk: “In het huidige project kijken we naar relatief kleine producten ter grootte van een wafer. Dat willen we uitbreiden naar grotere producten. Ook gaan we de mogelijkheden van kleinere luchtkamers en meer luchttoevoerkanaaltjes onderzoeken. Bovendien ligt er een uitdaging op het gebied van productietechniek: zo’n transport-systeem moet je wel economisch haalbaar kunnen produceren.”



Systeemontwerp.

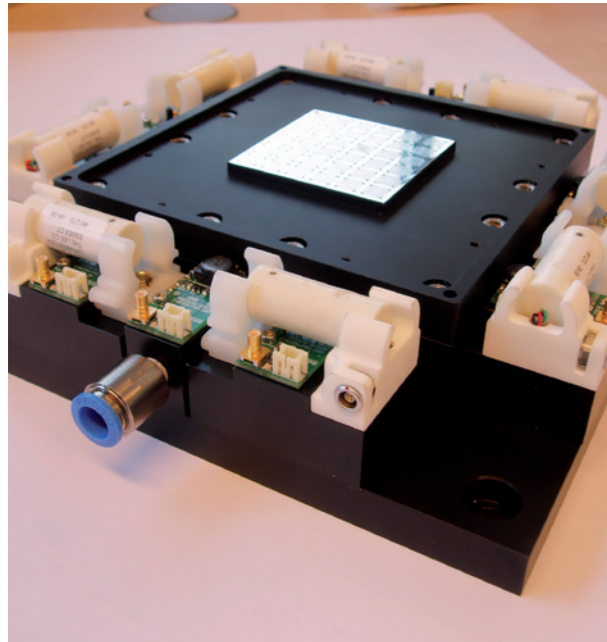
Peter du Pau volgt het project als lid van de begeleidingscommissie van dichtbij. Als senior mechatronics engineer bij OTB Solar ontwerpt hij onder andere productieapparatuur om silicium om te vormen tot zonnecellen. “Omdat het breukrisico bij multikristallijn silicium plakken zo groot is, proberen we het overpakken en stoten tot een

minimum te beperken. Het zou enorm schelen als we de dunne wafers op een luchtbedje kunnen transporteren. Dit project heeft aangetoond dat het inderdaad mogelijk is. Ik vind het erg leuk dat het concept met de kamertjes werkt! Maar het is best complex en dus niet verbazingwekkend dat er nog heel wat moet gebeuren voordat we het industrieel kunnen toepassen.”

“Het is een oude droom om wafers zonder drager te kunnen aandrijven en positioneren”

Jos Gunsing is business developer bij NTS Mechatronics en lector bij Avans Hogeschool. Net als Peter du Pau is hij lid van de begeleidingscommissie. NTS Mechatronics ontwerpt en bouwt mechatronische systemen en modules die derden op de markt brengen, zoals pick & place machines voor de halfgeleiderindustrie en grote inkjetprinters. “De haalbaarheid van het concept is voor een groot deel al overtuigend bewezen en de resultaten van dit IOP-onderzoek zijn heel breed inzetbaar”, vindt hij. “Ik vind het knap dat het de promovendi gelukt is om met lucht een wafer te positioneren. En hoewel lucht een vrij traag reagerend medium is, kun je met het systeem toch vrij snel op gemeten afwijkingen reageren.” Jos Gunsing is graag van dichtbij bij zulke projecten betrokken.

“Naast de concrete mogelijkheden die de technologie biedt, is een ander voordeel dat je via zo’n begeleidingscommissie je netwerk vergroot. Andersom breng je ook je eigen netwerk in: zo heb ik een bedrijf dat ik via Avans leerde kennen in contact gebracht met de TU Delft.”



Nieuwste demonstrator.

Ook Henny Spaan van IBS Precision Engineering is enthousiast over de behaalde resultaten. Dit Eindhovense ingenieursbureau is gespecialiseerd in precisietechnologie en ontwikkelt en assembleert

voornamelijk klantspecifieke meetsystemen voor de halfgeleider- en de automobiellindustrie. Daarnaast gebruikt en levert het bedrijf luchtlagers, die vaak worden gebruikt als drager van glas voor flat panel displays. “We vonden het aanvankelijk een behoorlijk wild idee dat je een product niet alleen op lucht laat zweven, maar het ook naar de juiste plaats kunt brengen. Dan moet de lucht namelijk behoorlijk wat wrijving veroorzaken. Dit onderzoek heeft aangetoond dat die kracht groot genoeg is en door deze proof of principle is onze scepsis weggenomen.” Hij vindt het een typisch IOP-project: behoorlijk fundamenteel maar met voldoende commerciële belangen. “Dat maakt de regeling zo uniek. Voor ons bedrijf zijn dit soort onderzoeken van doorslaggevend belang, hier kunnen we echt mee verder.”

Project: Contactloos producttransport en positioneren

Doelstelling: Ontwikkelen van een systeem om vlakke fragiele dunne producten door middel van een actief gestuurde luchtfilm contactloos te transporteren en met submicrometernauwkeurigheid te positioneren

Resultaten: demonstrators met een positioneerfout van 100 nanometer, fundamenteel stromingsonderzoek, publicaties in wetenschappelijke tijdschriften. Zie ook het YouTube-filmpje dat Jasper Wesselingh maakte voor de Delft Design Competitie (zoekwoord Wafercontrol)

Publicaties en meer informatie: www.precisieportaal.nl, discipline Control

Contactpersoon: Ron van Ostayen, r.a.j.vanOstayen@tudelft.nl, telefoon (015) 278 16 47