

4Pico ontwikkelt mallenprinter in eigen beheer

De naam 4Pico zal niet direct bij iedereen een belletje doen rinkelen. Dat is jammer want het kleine ingenieurbureau heeft al een aantal fraaie hightechmachines op zijn palmares staan. De opgebouwde kennis over het schrijven van minuscule structuren zet 4Pico nu in voor eigen product: een printer van vlakke en cilindervormige mallen.

Alexander Pil

Het is nog een proto-prototype, waarschuwt Jacco Houter, mede-oprichter van ingenieurbureau 4Pico uit Sint-Oedenrode. De machine waar hij naast staat, ziet er echter helemaal niet uit als een proefproject. Het grootste deel tenminste. 'We hebben onze nieuwe oplossing inderdaad gebaseerd op de kennis die we in het verleden hebben opgedaan bij de ontwikkeling van een machine om dvd-masters te produceren.' Niet alleen de kennis is hergebruikt, ook veel stukken hardware zijn uit het oude systeem geschroefd. Ze vormen de basis voor de module waar de 4Pico-ingenieurs op dit moment aan werken: een printer voor kleine structuren tot driehonderd nanometer.

Vanaf de oprichting in 2004 sleutelde 4Pico jarenlang aan zijn dvd-mastering-machine. Eerst als onderdeel van het Zweedse M2 Engineering, sinds 2008 onder eigen naam. 'We zijn daarom heel goed in het schrijven van kleine structuurtjes', aldus Houter. 'De dvd-masteringbusiness is geen vetpot meer, dus zijn we op zoek gegaan naar een markt waar we onze kennis ook konden inzetten.' 4Pico kwam al snel uit bij de productie van mallen voor onder meer de zonnecelindustrie. Versantvoort: 'Je moet dan bijvoorbeeld denken aan een struc-

tuur die het zonlicht goed invangt en niet meer laat ontsnappen. Zo kunnen zonnecelfabrikanten de efficiëntie van hun producten verhogen.'

Voor de productie van degelijke gestructureerde platen kloppen gebruikers aan bij partijen als VDL en Roth & Rau. 'Die kunnen dat prima, maar ze hebben wel een mal nodig', weet Houter. 'De kwaliteit daarvan is erg belangrijk omdat je elk foutje direct terugvindt in het eindproduct. Je kunt zo'n mal maken met bijvoorbeeld elektronenbundels of door te etsen, maar dat zijn allemaal behoorlijk kostbare processen. Voor een mal van twintig bij twintig centimeter betaal je makkelijk tienduizenden euro's. En die moeten bedrijven vaak snel afschrijven omdat ze na een jaar alweer overstappen op het volgende product.' 4Pico zag een kans voor zichzelf.

De afgelopen maanden werkte 4Pico aan de technologie om de structuurtjes direct te kunnen schrijven op een substraat. Hoewel er in Sint-Oedenrode nog geen afgeronde machine staat, laten de eerste tests zien dat de ingenieurs op de goede weg zijn. 'We halen al een hoge nauwkeurigheid en zijn ook heel snel', meldt Houter.

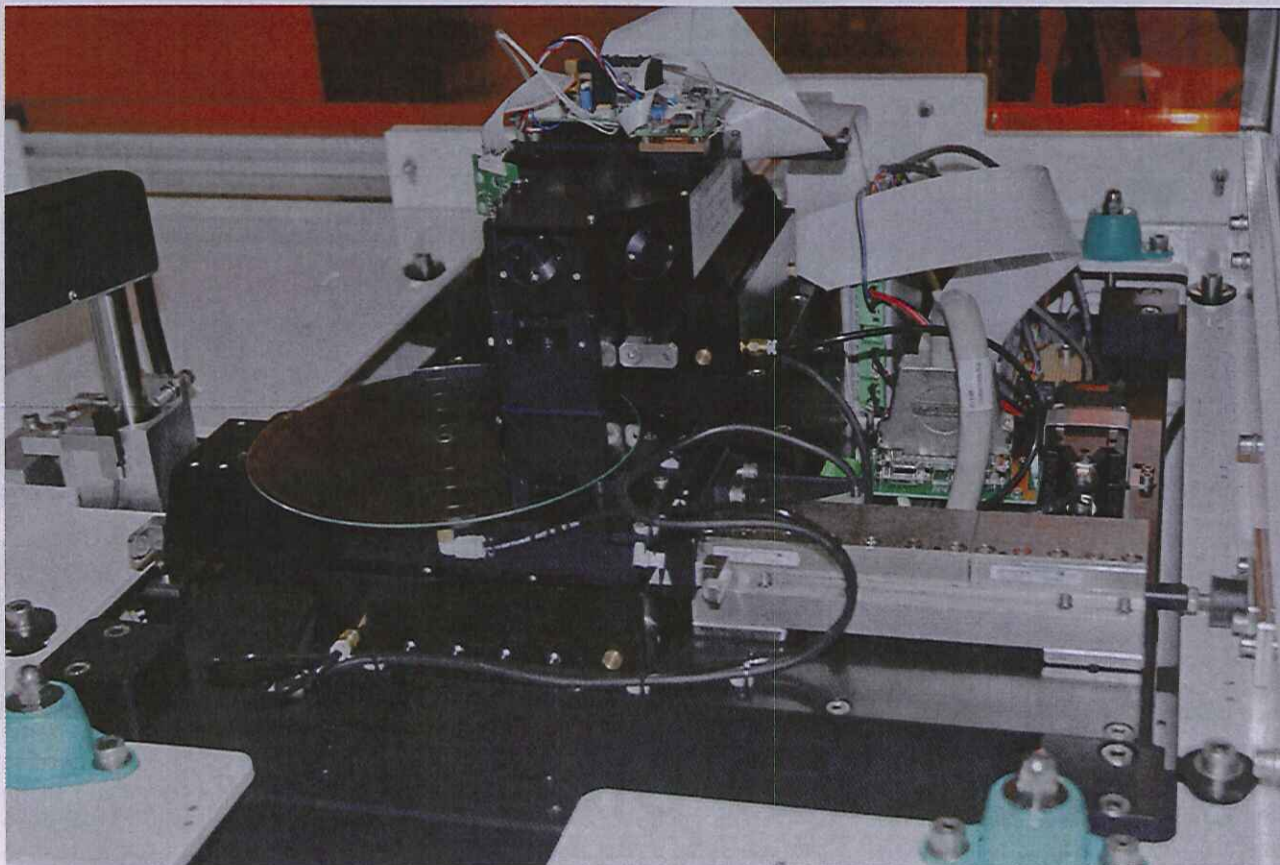
Snelheid lijkt niet direct essentieel omdat je de mallen niet aan de lopende band hoeft te maken. 'Als je met elektronenbun-

dels een mal produceert, ben je echter dagen tot weken zoet. Als je die dan bij een – meestal – Duitse specialist moet bestellen, kijk je aan tegen flinke doorlooptijden. Met onze machine ben je straks in een uur of zes klaar. Dat maakt je ook flexibeler. Mocht je de structuur toch net even iets anders willen, is er geen man over boord; een paar uur later heb je het aangepast. Het idee is dat fabrikanten en onderzoekscentra met ons systeem straks hun eigen mallen kunnen maken.'

Samen met een partner heeft 4Pico een aanvraag ingediend voor Mit-subsidie. 'Als we die krijgen toegewezen – en het ziet er goed uit – kunnen we veertig procent van de ontwikkelkosten terugkrijgen tot een maximum van 150 duizend euro', aldus Houter. 'Voor een klein clubje zoals wij – we zijn met zes man – is dat een zeer welkome stimulans om de vaart erin te houden.'

Elektronische link

Hoe werkt het systeem? De basis van de schrijftechnologie is hetzelfde als in 4Pico's oude masteringsysteem. Houter: 'Het gaat om het belichten van een lak met een laser. In onze dvd-masterschrijver konden we al putjes van driehonderd nanometer schieten. Die optiek inclusief de hele aansturing hebben we zo overgenomen in dit nieuwe systeem.'



^ 4Pico ontwikkelt een mallenprinter die details van zo'n driehonderd nanometer kan afdrukken. Onder meer zonnecelfabrikanten en sensorleveranciers hebben al interesse getoond in de technologie.

De belichtingskop zit op een platform dat in één richting kan bewegen. Het substraat ligt op een stage die loodrecht daarop heen en weer schuift. 'De moeilijkheid zit hem in het synchroniseren van de laser met de positie', weet Houter. 'Wanneer is de kop op welke plaats en wanneer zet ik dan de laser aan? We werken met een diodelaser die binnen een paar nanoseconden is opgestart, dus daar hoeven we geen rekening te houden met vertraging. Verder gebruiken we een soft-PLC met TwinCAT van Beckhoff. Die is uitgerust met een nauwkeurige klok die onze setpoints genereert. Daarmee voeden we de servodrive die de taak heeft om de fout in de aansturing van de lineaire geleiders minimaal te houden.'

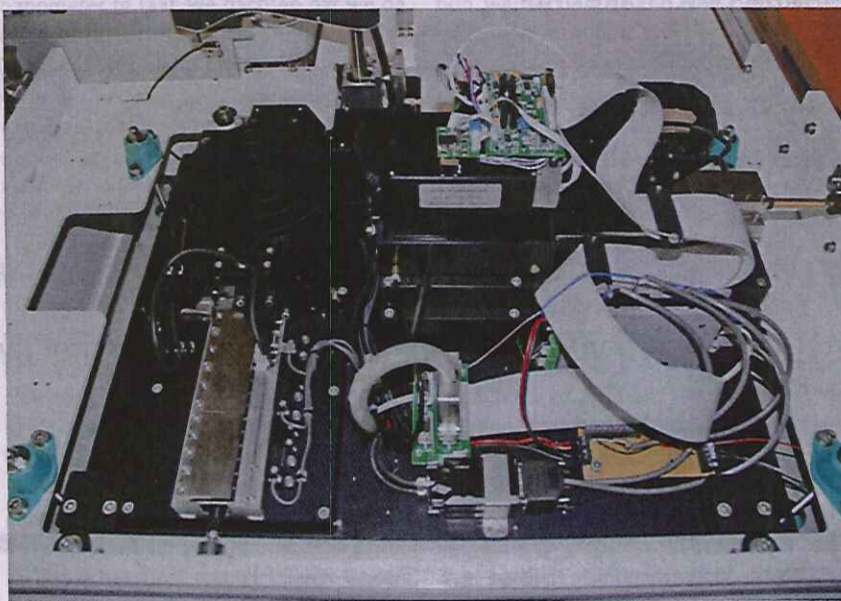
Om de putjes van driehonderd nanometer niet schots en scheef op het substraat te printen, is een precisie van ongeveer twintig nanometer nodig in de positionering. Dat vergt wat slimme engineering. Houter: 'Om te beginnen, gaat de temperatuur een rol spelen. Daarom hebben we dit prototype opgebouwd in de bestaande kast van ons dvd-masteringsysteem. Die heeft een eigen temperatuurcontrole, dus dat is een voldoende geconditioneerde omgeving. Het tweede, moeilijkere punt is de trillingsdemping. Daar konden we niet te-

rugvallen op eerdere oplossingen. De dvd's draaien rond en we printen daar in een spiraal. De translatiebewegingen zijn superlangzaam. Maar nu werken met een constructie waarbij de stage met het substraat op en neer vliegt onder de belichtingskop.'

'Het gaat om versnellingen van ongeveer 2g', vult mechatronicaspecialist Jan Aarts aan. 'Als je daar niet voor compenseert, begint de hele boel natuurlijk gigantisch te trillen, zeker als je in de buurt komt van de resonantiefrequentie van de ophanging. We hebben dat opgelost door

de bovenkant van de geleider met het substraat via een spriet te verbinden met het machineframe. Bij de schokbewegingen kan hij zich dus afzetten tegen de vaste wereld. Het afgedempte plateau waar het hele systeem op staat, heeft daar geen last van. Het is ontkoppeld.'

Dat is handig, maar het plateau was natuurlijk niet voor niets gedempt opgehangen; je wilt immers geen trillingen uit de omgeving laten doorwerken op je printproces. Door een deel van de opstelling te verbinden met het machineframe



^ Een grote uitdaging bij de xy-printer is dat het platform met het substraat (links) schokken in het systeem introduceert. De beweging is daarom ontkoppeld van het gedempte plateau met de opstelling: het substraatplatform zet zich direct af tegen het machineframe.

> Voor bedrijven die werken met een *roll-to-roll*-of *roll-to-sheet*-proces sleutelt 4Pico aan een oplossing die direct op cilinders kan printen.

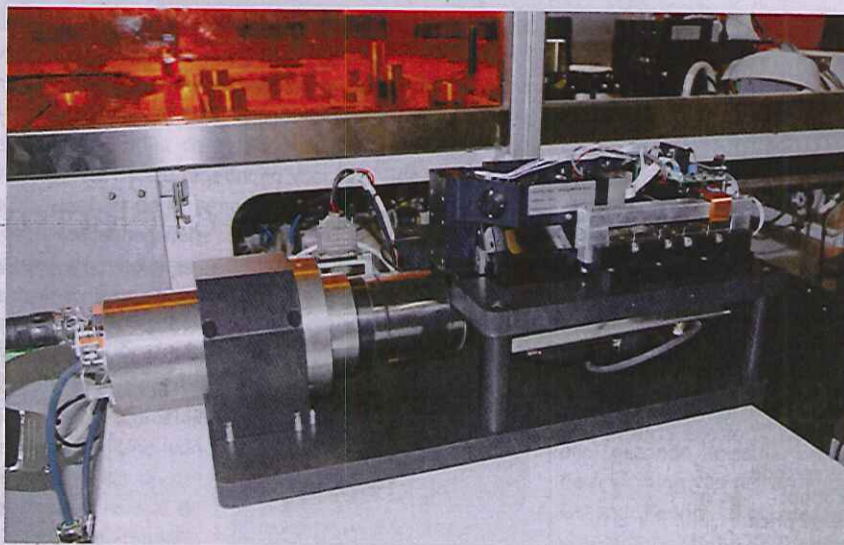
gooi je de deur wijd open. 'Dat klopt, dat is een gevaar', zegt Aarts. 'Tussen het frame en de geleider hebben we daarom een rubbertje gezet. Dat filtert alle trillingen boven de 40 Hz eruit. De rest van de potentiële verstoring lossen we elektronisch op. Kijk, we gebruiken lineaire motoren met een luchtlager. Er is dus geen fysiek contact tussen de onderkant en de bovenkant, dus er is ook geen mechanische overbrenging. Maar er is wel een elektronische link. Als de spoelen langs de magneetbaan trillen, ontstaat er immers een kleine spanning. Daarvoor hebben we een stroomregeling ontwikkeld met een bandbreedte van 2,5 kilohertz. Dat wil zeggen dat we alle trillingen onder de 2,5 kilohertz elektronisch kunnen opvangen terwijl de regeling te maken krijgt met trillingen van hooguit 40 hertz. We hebben dus een flinke veiligheidsmarge ingebouwd.'

Ook de geleider van de belichtingskop is op dezelfde manier aan de vaste wereld gekoppeld. De dempingseisen zijn daar echter veel minder strikt. In vergelijking met het substraatplatform beweegt de kop immers een stuk rustiger. Geen rare schokken maar een soepele translatie van de ene naar de andere kant van het substraat.

Aardappelvorm

Parallel aan de xy-stage werkt 4Pico aan een systeem dat de structuren direct op een rol kan printen. Handig voor bedrijven die werken met een *roll-to-roll*-of *roll-to-sheet*-proces. Er zijn al wel oplossingen voor dit probleem, maar die komen erop neer dat een vlakke mal om een cilinder wordt gebogen. Dat betekent dat je rekening moet houden met vervormingen van je patroon en er zit onherroepelijk een naad in de structuur.

Voor een groot deel zijn de uitdagingen van deze cilinderprinter hetzelfde als bij de xy-oplossing: de belichtingskop is identiek, de ophanging van het plateau is gekopieerd. 'In de basis is het zelfs iets makkelijker', vertelt Aarts. 'Omdat de rol draait, heb je niet te kampen met allerlei storende versnellingen zoals bij de



xy-stage. Hoge snelheden heb je zonder moeite te pakken. De moeilijkheid zit in de encoder. Als een putje precies naast het putje moet komen dat je een rondje geleden hebt gezet, moet die encoder heel strak staan. Op dit moment lukt dat nog niet helemaal zoals we dat willen. We zitten op een nauwkeurigheid van ongeveer tweehonderd nanometer. Dat moet naar twintig nanometer.'

Aarts is ervan overtuigd dat het 4Pico lukt om die precisie te halen. 'We werken nu met een *off-the-shelf* encoder van Heidenhain. Daar blijkt net iets te veel ruis op te zitten. We hebben een testje gedaan door een rechte lijn te printen. Wat bleek? Het putje kwam soms honderd nanometer te vroeg, soms honderd nanometer te laat. We dachten dat we de encoder prima zouden kunnen gebruiken als klok om alle bitjes uit te poorten, maar dat lukt dus niet. We overleggen nu met Heidenhain of het een andere encoder kan leveren, of misschien moeten we naar een andere leverancier. Dat zoeken we nu uit.'

Een tweede verbeterpunt is de rondlooppauwkeurigheid van de rol aanpakken. 4Pico had vooraf gedacht dat die nauwkeurigheid niet zo veel invloed zou hebben. De encoder zou immers heel charmant compenseren voor een slinger in de snelheid. 'Ook daar is nog genoeg winst te halen', stelt Aarts.

Ook lastig aan de cilinderprinter is de cilinder zelf. Aarts: 'In de belichtingskop zit een sterk lensje. De afstand tot de rol moet dus heel stabiel blijven, anders ploinkt het systeem uit focus. De glazen rollen die we op dit moment gebruiken, zijn niet egaal genoeg. Er zit bij wijze van spreken een aardappelvorm in. We praten

al met verschillende partijen en er zijn zeker mogelijkheden om betere substraten te krijgen. Sowieso moeten we uiteindelijk niet op glas printen – dat is te kwetsbaar. Het zal eerder bijvoorbeeld op nikkel moeten worden.'

Versnellen

Een marktonderzoek is de eerste belangrijke taak voor 4Pico. 'We kunnen wel wachten tot we alles hier intern hebben uitgewerkt en er een mooie kast om het systeem zit', betoogt Houter, 'maar dan blijkt dat de klanten het toch net even anders hadden willen hebben en we daar niet meer op kunnen inspelen. Daarom overleggen we nu al uitgebreid met onze potentiële afnemers. Wat zijn hun wensen en eisen? Hoe hoog moet de nauwkeurigheid zijn? Willen ze het op een rol of op een vlakke plaat? Wat is er voor hen interessant?'

Aarts vult aan: 'Het is meer dan de moeite waard om te kijken wat er loskomt. Wellicht komen er gerichte aanvragen zodat we voor een klant een specifiek systeem kunnen bouwen. Of misschien moeten we naar een generiek platform dat voor twintig partijen interessant is.'

Houter weer: 'Ik denk dat de basis goed is, maar de uitvoering zal per klant misschien verschillen. Met dit prototype kunnen we laten zien dat het werkt. En nog beter: we kunnen de eerste samples uitsturen en echt aan de wereld tonen wat we kunnen.'

Houter is enigszins verbaasd over hoeveel partijen al interesse hebben getoond in de technologie. 'Uit de wereld van hologrammen, sensoren, zonnecellen en *microfluidics*, het is heel divers', zegt hij. 'Nu is het zaak om te versnellen.'