

De ontwikkeling van een nieuw druppelsysteem

ONDERWERP:

Microfluidic jet systems

DOELSTELLING:

Ontwerp en realisatie van een betrouwbaar en robuust microfluidic jet systeem met een nauwkeurig druppelvolumen van 1 tot 10 pL, grote plaatsingsprecisie en een spuitfrequentie van 40 kHz

MARKTEN:

De grafische industrie, laboratoriumapparatuur voor medische analyse en overal waar inkjettechnologie gebruikt wordt als productiemethode, zoals (mobiele) displays en geprinte elektronica

MOGELIJK GEBRUIK:

Robuuste en betrouwbare printkappen voor het - met extreem grote betrouwbaarheid - printen van druppels met een volume van 1 tot 10 pL

ONDERZOEKSPERIODE:

Juli 2005 - juni 2009

BUDGET:

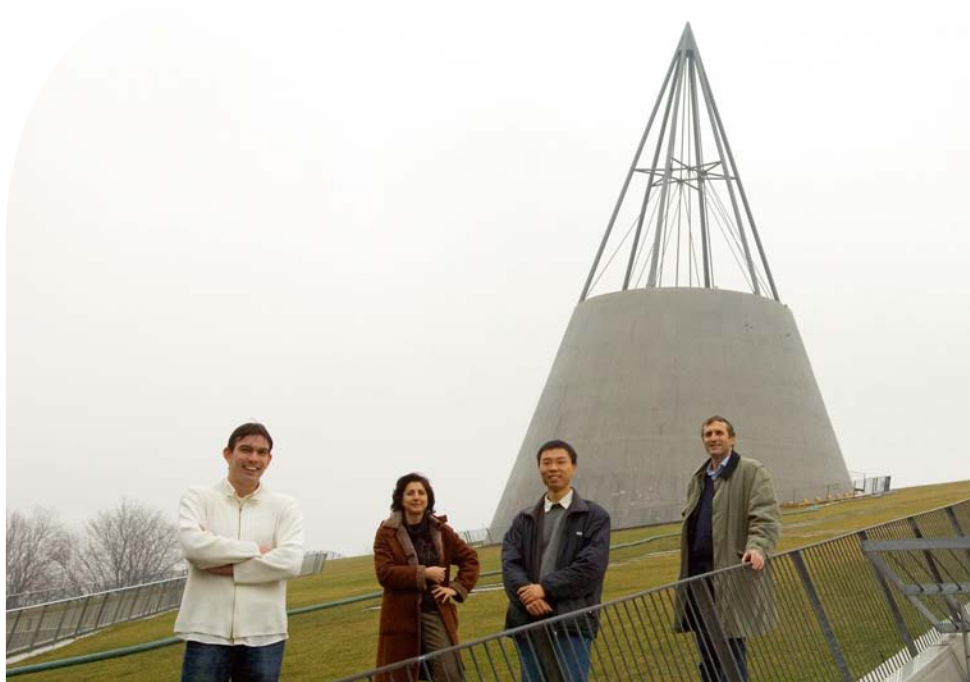
EUR 806.822, waarvan EUR 403.411 subsidie door IOP

ONDERZOEKSIJNSTITUUT:

Technische Universiteit Delft

PROJECTLEIDER:

Jan van Eijk



Projectteam v.l.n.r. Marc van der Velden, Lina Sarro, Jia Wei, Jan van Eijk

Druppelsystemen worden niet alleen gebruikt in inkjetprinters, maar ook in apparatuur voor medische analyse en bij de productie van displays. Met behulp van een mechatronische ontwerpaanpak en microstroomtechnologie kunnen zulke systemen betrouwbaarder, robuuster en accurater worden.

“De belangrijkste reden om dit onderzoek uit te voeren is om microfluidic jet systems betrouwbaarder, robuuster en accurater te maken. Als je bij het printen van een billboard een paar druppels mist, is dat geen ramp. Niemand ziet het verschil. Maar als je bij DNA-onderzoek of medische en biochemische tests een druppel tracervloeistof mist, zijn de onderzoeksresultaten waardeloos”, zegt Jan van Eijk, hoogleraar Advanced Mechatronics

van de Technische Universiteit Delft. Hetzelfde geldt voor de productie van polymeer LED-displays, waarbij minieme druppels met behulp van inkjettechnologie worden aangebracht op een dunne laag lichtgevoelig materiaal. Een voorbeeld van zo'n display was te zien in een elektrisch scheerapparaat in de James Bondfilm "Die another day" in 2002. De uitdaging is om zeker te weten dat een druppel is verspoten, met dezelfde snelheid als zijn voorganger, en met een constante hoeveelheid vloeistof per druppel. Want als er bijvoorbeeld negen druppels zijn aangemaakt in plaats van tien, betekent dat een fout van tien procent.

Er zijn ook andere voorbeelden van toepassingen waar extreme eisen worden gesteld aan inkjettechnologie. Zoals het zeer nauwkeurig toedienen van medicijnen en het printen van PCB's of RFID-tags. In dit soort toepassingen hebben de druppels een volume tussen 1 en 10 pL. Om een idee te krijgen hoe weinig dat is: één picoliter verhoudt zich tot een liter zoals de inhoud van een melkpak tot de hoeveelheid water in het IJsselmeer. "Om te kunnen garanderen dat een druppel van dergelijke kleine afmetingen ook echt wordt verspoten en op de juiste plaats terechtkomt, hebben we informatie nodig van de individuele spuitmondjes. Dan kun je het spuitproces meten en bijsturen."

Gesloten meet- en regelsysteem

Een conventioneel druppelsysteem - meestal een printkop genoemd - bestaat uit een filter, een actuator en een of meerdere spuitmondjes. Het actuatoremechanisme dat druppelvorming veroorzaakt, is in de meeste gevallen hetzij een piëzoelektrisch aangebrachte drukgolf in de vloeistof, hetzij gasvorming door snelle elektrische verwarming

(Joule-heating). De zo ontstane golf of gas zorgt ervoor dat de vloeistof door de spuitmond wordt geperst. Op de markt verkrijgbare druppelsystemen zijn open-loop. Om ze robuuster en betrouwbaarder te maken is echter feedback nodig. Pas dan is er zekerheid of de gewenste actie is uitgevoerd: of de druppel is aangemaakt en of de juiste hoeveelheid vloeistof met de juiste snelheid en in de juiste richting is verstuurd. Het ontbreken van een gesloten meet- en regelsysteem verhindert de doorbraak van inkjettechnologie in andere toepassingsgebieden zoals in industriële productieprocessen.

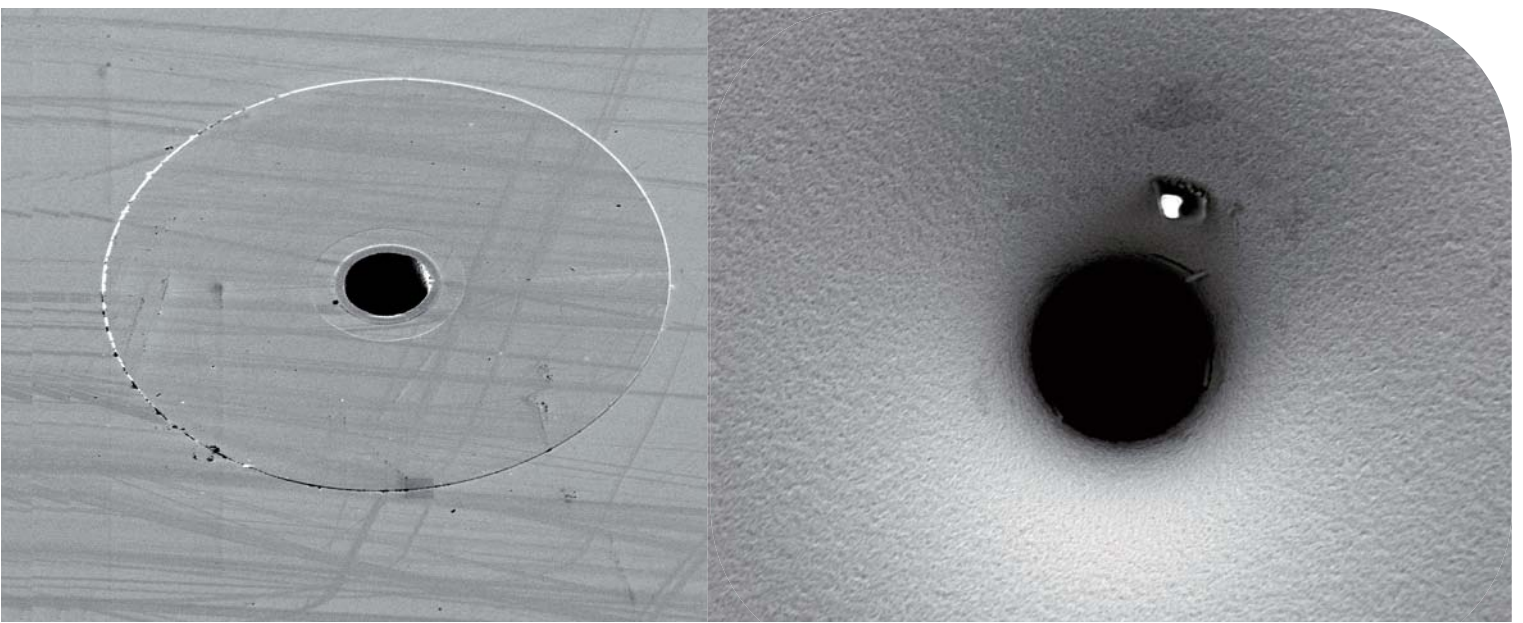
"Met dit project willen we drie dingen aantonen. Allereerst dat het mogelijk is de vereiste sensortechnologie in het druppelsysteem aan te brengen en dat het zinvolle informatie oplevert waarop je actie kunt nemen. Ten tweede willen we de mechatronische ontwerpmethodologie toepassen om de best mogelijke oplossing te vinden", legt Jan van Eijk uit. "En tenslotte willen we samen met het Delfts instituut voor microelektronica en submicron technologie (DIMES) bewijzen dat je de sensoren kunt integreren en produceren met behulp van microsysteemtechnologie." Dat zou namelijk betekenen dat de productie van printkoppen goedkoper wordt en dat er dus meer in hetzelfde systeem kunnen worden opgenomen. "De trend is om meer printkoppen tegelijkertijd te gebruiken. Als je een groot oppervlak moet bewerken zoals bij het printen van een billboard, is dat aantrekkelijk. Je hebt dan minder printslagen nodig en de productietijd gaat omlaag."

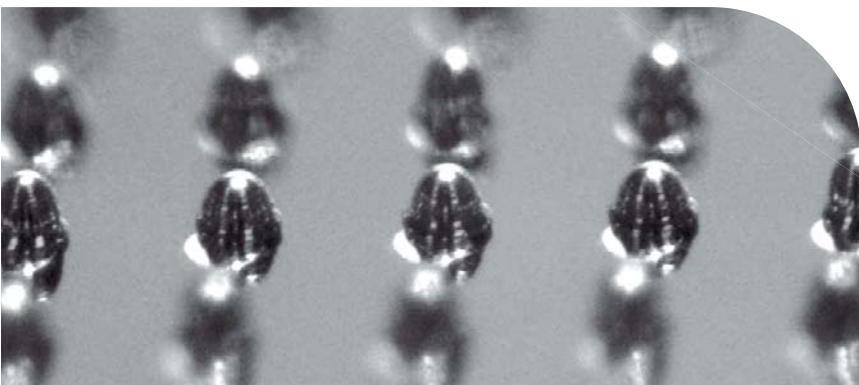
Nieuwe concepten

Er zijn meerdere disciplines bij het onderzoek betrokken en in

De buiten- en binnenzijde van een spuitmond waar druppelvorming plaatsvindt. De diameter van het gat is 25 micrometer.

Aan de binnenkant is een stofdeeltje te zien (een mogelijke storingsbron bij het printen)





Industriële toepassing: soldeerdruppels van 100 micron, aangebracht door middel van inkjettechnologie

het project samengebracht: microfluidics, -mechanica en -elektronica. De twee promovendi voeren hun onderzoek uit in het Delfts instituut voor microelektronica en submicron technologie, dat micro- en nanoelektronisch onderzoek aan de TU Delft bundelt. Een van hen is afkomstig van de Advanced Mechantronics groep, de andere van DIMES zelf. Jan van Eijk: "Door de kennis en ervaring op het gebied van microsysteemtechnologie en geïntegreerde elektronica bij DIMES te combineren met de mechatronische en systeemaanpak van de andere groep kunnen we tot heel nieuwe concepten komen." Om te beginnen doen de promovendi een literatuuronderzoek naar de stand van zaken en de recente doorbraken in de genoemde disciplines. Daarna zullen ze bestaande methodes en patenten evalueren op het gebied van de integratie van microsystemen en de benodigde interfaces. In nauwe samenwerking ontwikkelen ze sensoroplossingen, die ze daarna zullen evalueren met het oog op haalbaarheid en maakbaarheid. Daarbij doorlopen ze diverse malen de cyclus van ontwerp, simulatie, productie en verificatie om het beoogde doel te bereiken. "Geholpen door en samen met de bedrijven die lid zijn van de begeleidingscommissie willen we voor hen relevante prototypes opleveren. Het zou geweldig zijn als we sensorfunctionaliteit kunnen integreren in een bestaande printkop en aantonen dat het werkt." Jan van Eijk werkt graag samen met het bedrijfsleven aan dit onderzoek: "Aan het eind van het project hoop ik dat er meer samenwerking en een netwerk is ontstaan op het gebied van microfluidic jettechnologie. Dat zou de innovatie in Nederland op dit gebied op een hoger plan brengen."

Veelbelovende technologie

Voor een deel is het dit idee van open innovatie dat het project voor Océ Technologies aantrekkelijk maakt. Het bedrijf is vanaf het begin bij het onderzoek betrokken en lid

geworden van de begeleidingscommissie. "Het gebruik van inkjettechnologie in andere toepassingen dan het professioneel printen van documenten of grafische kunst staat nog in de kinderschoenen", zegt Marcel Slot, afdelingshoofd Research van Océ Research & Development. "Er is een flinke gezamenlijke inspanning vereist om het grootste probleem op te lossen: het extreem vergroten van de betrouwbaarheid van de printkoppen." Zoals de meeste belangrijke spelers op het gebied van professionele printsystemen heeft ook Océ een eigen onderzoeksprogramma. "Over twintig jaar verwachten we dat deze technologie ook op heel andere gebieden wordt toegepast, zoals bij het produceren van beeldschermen of voor het printen van elektronica. Uiteraard volgen we de trends en ontwikkelingen buiten onze kernactiviteiten op de voet. Zo kunnen we inspelen op kansen die zich voordoen in andere toepassingsgebieden." Het integreren van slimme sensoren in

BEGELEIDINGSKOMMISSIE

CCM Centre for Concepts in Mechatronics

EI Electron Optics

Fijnmechanika Heeze

HiPrecision

House of Innovation

Océ Technologies

OTB

Pentri

Philips Research

Stork Veco

Technische Universiteit Eindhoven

TNO Industrie en Techniek

VOOR MEER INFORMATIE OVER MICROFLUIDIC JET SYSTEMS

Technische Universiteit Delft, Faculteit Werktuigbouwkunde, Maritieme Techniek &

Technische Materiaalwetenschappen

Prof. dr. ir. Jan van Eijk, hoogleraar Advanced Mechatronics

Telefoon 015 278 55 72

E-mail j.vaneijk@3me.tudelft.nl

Website www.am.3me.tudelft.nl

PROJECTGROEP MICROFLUIDIC JET SYSTEMS

Jan van Eijk

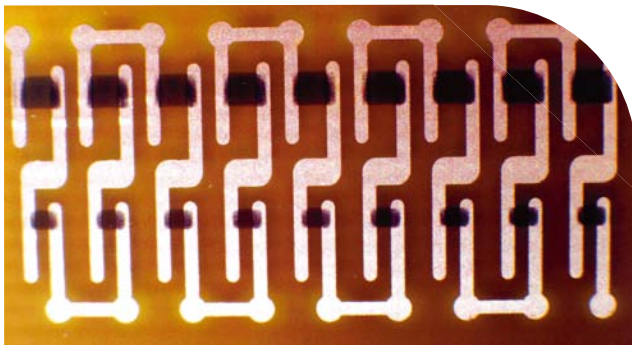
Lina Sarro

Marc van der Velden

Jia Wei

printkoppen zal hun betrouwbaarheid en voorspelbaarheid ten goede komen, verwacht Marcel Slot. "We hopen dat we na afloop van dit IOP-project de opgedane kennis kunnen gebruiken om onze printkoppen een factor honderd betrouwbaarder te maken. Om dat doel te bereiken steken we tijd en energie in dit project. We zullen graag printkoppen beschikbaar stellen om de nieuwe technologie te testen en te evalueren."

Een ander actief lid van de begeleidingscommissie is Frits Dijkman, onderzoeker bij de Health Care Devices & Instrumentation Group van Philips Research. "Inkjettechnologie is bijzonder veelbelovend voor toekomstige producten van



Industriële toepassing: weerstand van geleidende polymeer, geprint met inkjettechnologie

Philips op het gebied van health care, variërend van implanteerbare systemen voor medicatiedosering tot apparatuur voor DNA-onderzoek of voor medische diagnostiek", zegt hij. Traceability - de mogelijkheid om absoluut zeker te weten dat de printkop de juiste actie heeft uitgevoerd - is iets dat nu nog ontbreekt. "Zo lang we geen gesloten systeem hebben kun je inkjettechnologie niet toepassen op andere gebieden, bijvoorbeeld om RFID-tags op verpakkingen te printen of om beeldschermen te produceren." Voor Frits Dijkman is het IOP-project geslaagd als de benodigde informatie daadwerkelijk van de printkop beschikbaar komt, liefst tegen een zo laag mogelijke prijs per spuitmondje. Zijn inbreng in het project is niet alleen zijn technische expertise en ervaring maar ook zijn kennis van bepaalde toepassingsgebieden. "Als je bijvoorbeeld zo'n gesloten systeem ontwikkelt voor een medische toepassing, moet je meteen rekening houden met het goedkeuringsproces waar je product in een later stadium doorheen moet. Die kennis hebben we en dragen we graag over."

Informatie over het IOP Precisietechnologie:

Contact Dr. Casper Langerak, programmacoördinator
Telefoon 070 373 53 12
Fax 070 373 56 30
E-mail c.langerak@senternovem.nl
Website www.senternovem.nl/iopprecisietechnologie

Het innovatiegerichte onderzoeksprogramma (IOP) op het gebied van precisietechnologie stimuleert wetenschappelijk onderzoek bij universiteiten dat inspeelt op de langetermijnbehoeften van het bedrijfsleven. Op deze manier wil de Nederlandse overheid de onderzoekswereld toegankelijker maken voor het bedrijfsleven en de contacten tussen beide verbeteren en intensiveren. Het IOP Precisietechnologie kent drie thema's: (1) systeemgericht ontwerpen, (2) meet- en fabricagetechnieken en (3) microsysteemtechnologie.

SenterNovem Den Haag
Juliana van Stolberglaan 3
Postbus 93144
2509 AC Den Haag
Telefoon 070 373 52 77
Fax 070 373 51 00
www.senternovem.nl
info@senternovem.nl

April 2006
1IOP0611

In opdracht van



Ministerie van Economische Zaken

Hoewel deze publicatie met de grootst mogelijke zorg is samengesteld, kan SenterNovem geen enkele aansprakelijkheid aanvaarden voor eventuele fouten. Bij publicaties van SenterNovem die informeren over subsidieregeling en geldt dat de beoordeling van subsidieaanvragen uitsluitend plaatsvindt aan de hand van de officiële publicatie van het besluit in de Staatscourant.