

Geavanceerde microchips meten? Dan komt Nearfield Instruments al snel in beeld



Wat is een impact story?

Het kan wel vijf tot twintig jaar duren voor een technologische innovatie daadwerkelijk het verschil maakt. Bij TNO weten we dat maar al te goed. Zo ook dat er veel kapitaal en expertise nodig is om van idee tot toepassing te komen. Hoewel niet elk innovatietraject tot een succesvolle marktintroductie leidt, zijn er ook zeer tot de verbeelding sprekende succesverhalen. Daarbij gaat het om technologische innovaties die niet alleen geld opleveren, maar die vooral ook een positieve impact hebben op de maatschappij. Maar daar is dus wel veel geduld en doorzettingsvermogen voor nodig. Hoe het er in de praktijk aan toegaat? Dat laten we zien via een aantal Impact stories: verhalen waarin TNO'ers en samenwerkingspartners terugblikken op de ontwikkeling van technologische innovaties die zich na een lange aanloop op een overtuigende manier hebben bewezen.

Geen maanlanding, computers, mobiele telefoons, cloud en zeker geen AI. Zonder geavanceerde microchips zou de wereld er totaal anders uitzien. We hebben de huidige, verregaand gedigitaliseerde samenleving voor een groot deel te danken aan innovatieve technologieën voor het produceren van halfgeleiders. Daardoor lukt het namelijk al zo'n vijftig jaar om, in lijn met de wet van Moore, bijna elke twee jaar dubbel zoveel transistoren op een chip te printen. Maar dat wordt wel een steeds grotere uitdaging. De structuren op de nieuwste generatie microchips zijn zo klein en complex dat bestaande metrologiemachines niet meer in staat zijn om die chips snel en op een goede manier te inspecteren en meten zonder dat er daarbij exemplaren verloren gaan. En elke chip telt. Dus ontwikkelde Nearfield Instruments een unieke metrologiemachine die op nanoschaal werkt en die de kritische structuren van microchips tijdens het productieproces kan meten en helpt om het rendement van de chipproductie te verbeteren. Dat alles doet die machine zonder de chips te beschadigen. Deze spin-off van TNO is momenteel volop in het nieuws en haalde in de laatste investeringsronde een bedrag van maar liefst 135 miljoen euro op. Aan die ronde deden topinvesteerders uit de hele wereld mee. Qua patenten en licenties hebben TNO en Nearfield alles goed dicht-

getimmerd. Een ideale uitgangspositie dus. Daarbij is het goed om te beseffen dat het flink wat jaren kostte om deze technologie te ontwikkelen en het voor het team regelmatig een uitdaging was om de visie voor ogen te houden en op lastige momenten toch door te zetten. We vroegen aan de betrokkenen wat er allemaal nodig was om op het punt te komen waar Nearfield op dit moment staat.

Innovatie op nanoniveau, made in Holland

Met het blote oog zijn ze niet te zien, de uiteinden van de AFM-sondes in de metrologiemachines van Nearfield. Dat komt omdat het puntje van die sondes slechts een paar nanometer dun zijn. Een nanometer is slechts een miljoenste van een millimeter: zo dun dat er zelfs met de beste microscoop nog steeds niets te zien is. En die 'nanonaalden' in de Nearfield-apparaten hebben hun nut ook al overtuigend bewezen bij het testen van de

nieuwste generatie microchips. Hoe? In het kort komt het erop neer dat zij op nanoniveau veranderingen in het krachtenveld van atomen meten, zonder daarbij het oppervlak van een chip te raken. Daarnaast heeft Nearfield een technologie ontwikkeld waarmee het met behulp van geluidsgolven mogelijk is om door verschillende lagen heen te 'kijken' en op die manier de driedimensionale opbouw van een chip in beeld te brengen. Ook dat gebeurt met nanometerprecisie. En waar die bijzondere machines worden gemaakt? In Nederland.

Metrologie?

De leer van maten, metingen en meetfouten: dat is in het kort de definitie van metrologie. En waar vroeger simpele meetinstrumenten, zoals een meetlint, volstonen, zijn er vandaag de dag voor het meten van laatste chipgeneraties apparaten nodig die zo groot zijn als een woonkamer. Daarbij is het meten van de nanostructuren op chips momenteel dusdanig ingewikkeld dat fabrikanten een combinatie van meettechnieken inzetten.

Elke chip telt

De machines van Nearfield maken het mogelijk om de meest geavanceerde microchips te inspecteren, waarbij het met name gaat om de exemplaren die met behulp van de huidige EUV-lithografiemachines van ASML worden gemaakt. Die chips bevatten lijntjes die slechts enkele nanometers dun zijn: zo klein dat het niet mogelijk is om die met optische meetapparatuur te meten. Van alternatieven worden chipmakers ook niet blij. Ze zijn dan namelijk aangewezen op apparatuur die tergend langzaam zijn of die op een destructieve manier metingen doen. Daarbij wordt er een wafer uit het productieproces gehaald voor een test in het lab (een wafer is een ronde schijf – meestal van silicium – waar meerdere chips

op worden 'geprint'). Die wafer komt niet meer terug en dat terwijl chipmakers juist alles op alles zetten voor een zo groot mogelijke *yield* (percentage goed geproduceerde exemplaren). Nearfield helpt daarbij. Groot voordeel: de metrologie-oplossing van deze Nederlandse scale-up is niet alleen geschikt voor het controleren van de beste chips van dit moment, maar alles wijst erop dat ze ook een belangrijke rol gaan spelen bij het testen de nieuwe microchipgeneraties die ASML de komende jaren dankzij continue verbeteringen van hun EUV-lithografietechnologie mogelijk gaat maken. Alles bij elkaar gaat het om een gigantische markt. Nearfield heeft het over een markt van zo'n 5 tot 6 miljard Amerikaanse dollar in 2027, waarvan het bedrijf minimaal de helft wil veroveren.

Welke problemen lost Nearfield nou precies op?

Zoals gezegd: hoe kleiner de structuren op computerchips worden, hoe groter de uitdaging om ze tijdens het productieproces te inspecteren. Maar is dat dan zo erg, om ze dan maar naderhand te checken en ze gewoon weg te gooien als ze niet goed zijn? Ja, dat is erg. En wel om verschillende redenen. Om te beginnen zijn de *wafers* waarop de chips worden geprint zeer kostbaar. Die weggooien is niet alleen kapitaalvernietiging, maar ook een gemiste kans op het vlak van duurzaamheid. Daarbij wordt het verdienmodel voor chipfabrikanten meteen een stuk minder rooskleurig als ze voortdurend een deel van de chips moeten afschrijven omdat ze er telkens te laat achter komen dat er tijdens het productieproces iets misgaat. Bij dit alles is het goed om te beseffen dat de ontwikkelingen op het vlak van AI ervoor zorgen dat de halfgeleiderindustrie steeds meer geavanceerde chips moet produceren. En als je alle zeilen bij moet zetten om aan een alsmaar groeiende vraag te voldoen, leidt zelfs de kleinste vertraging al snel tot leveringsproblemen.

Hoe het begon: de droom van Hamed Sadeghian

De machine van Nearfield is het resultaat van een jarenlang ontwikkelingstraject, dat voor een groot deel binnen TNO plaatsvond, onder leiding van Hamed Sadeghian. In Iran, zijn geboorteland, ontwierp en produceerde hij machines en apparatuur voor de olie- en staalindustrie. Na de verkoop van zijn ingenieursbedrijf in 2006 besloot de werktuigbouwkundige dat het tijd was voor een nieuw avontuur. Hij verhuisde naar Nederland waar hij zich als PhD-student verdiepte in nanomechatronica en cum laude promoveerde op een technologische aanpak voor het op nanoschaal controleren van microchips. Sadeghian voelde heel sterk aan dat de door hem bedachte technologische toepassing weleens een grote rol zou kunnen spelen in de microchipwereld. Het liefst had hij daar meteen werk van gemaakt. Hij droomde van een eigen metrologiebedrijf, maar daarvoor was het nog te vroeg. De technologie bevond zich nog in een te pril stadium. Hij moest geduld hebben.

Ondertussen bij TNO

Toen Jan Hoegee in 2009 de leiding kreeg over Optomechatronics, een nieuwe onderzoeksgroep van TNO in Delft, had hij de beschikking over een multidisciplinair team. Dat moest ook wel, want optomechatronica is de technische discipline die bestaat uit een combinatie van optica,

elektrotechniek, werktuigbouwkunde en meet- en regeltechniek. Het merendeel van de medewerkers uit zijn team waren de jaren ervoor binnen TNO betrokken bij het ontwikkelen en realiseren van optische en mechanische precisiesystemen die onmisbaar waren voor de ruimtevaart en de halfgeleiderindustrie. Zo ontwikkelde TNO optomechanische sensorsystemen voor het optimaal laten functioneren van

ASML's DUV- en EUV-lithografiemachines. Een voorbeeld hiervan is een sensor die zorgt dat de chipstructuren exact op de juiste plek op de wafer komen.

Het ontbrekende puzzelstuk

“TNO is een smeltkroes van technisch talent en op het vlak van optomechatronica had het nieuwe team al een sterke en brede kennisbasis. Toch ontbrak er voor

mijn gevoel nog iets”, blikt Hoegee terug. “In 2011, toen Hamed bij ons kwam solliciteren en vertelde wat hij voor ogen had, herkende ik dat meteen als het nog ontbrekende puzzelstuk. Het mooie was dat we in Delft al een groot deel van de benodigde expertise in huis hadden om een metrologiemachine te kunnen ontwikkelen die op nanoschaal werkt. Hamed was daarbij als hoofdonderzoeker de aanjager.”



QUADRA, het vlaggenschipproduct van Nearfield | © Nearfield Instruments

Nederland machinemakerland

Nederland heeft met ASML en zijn toeleveranciers natuurlijk al zeer overtuigend naam gemaakt als machinemakerland. Dankzij miljardeninvesteringen en veel hulp van chipmakers, kennisinstituten en leveranciers lukte het ASML om een chipmachine te bouwen die gebruikmaakt van extreem ultraviolet licht (EUV). *The New York Times* omschreef het als 'de meeste complexe machine op aarde'. Dat is zeker geen overdreven kwalificatie. Sinds 2017 zijn chipfabrikanten dankzij de EUV-lithografiemachines van ASML in staat om kleinere en krachtigere chips te produceren die ook nog eens energiezuiniger zijn. Maar daarmee stopte de ontwikkeling niet: naar verwachting brengt ASML in 2025 een opvolger op de markt waarmee het mogelijk wordt om nóg kleinere en geavanceerdere chips te maken. Dat betekent ook: een nog grotere uitdaging om de kwaliteit van die chips te controleren. Ongetwijfeld zal die ontwikkeling de vraag naar Nearfield-machines een extra impuls geven. Het ziet ernaar uit dat de Nearfield, naast ASML, een cruciale rol zal gaan vervullen in de waardeketen voor de halfgeleiderindustrie.

Groot onderzoeksteam

Binnen TNO kregen Sadeghian en zijn onderzoeksteam alle ruimte om de haalbaarheid van hun ideeën verder te onderzoeken en proefopstellingen te bouwen. Zo werd er een flink budget vrijgemaakt. Ook werd het team langzaam maar zeker uitgebreid. Op een gegeven moment waren er bijna veertig TNO'ers betrokken bij de ontwikkeling van de 'metrologiemachine van de toekomst'. Voor de specialisten binnen dat team was het wel even omschakelen. Veel van hen hadden vooral ervaring in het ontwikkelen en bouwen van meetapparatuur op basis van optische principes. Installaties die voorzien waren van lenzen en spiegels. Maar nu moest er voor de halfgeleiderin-

dustrie een technologie worden ontwikkeld waarmee het mogelijk is om het krachtenveld van atomen te meten. Dat was toch een heel ander verhaal.

Een unieke plek

Dat wat Sadeghian in zijn proefschrift in theorie had beschreven, moest nu daadwerkelijk in de praktijk worden gebracht. De TNO-locatie in Delft was daarvoor de aangewezen plek. Daar was namelijk niet alleen de voor die uitdaging benodigde kennisbasis aanwezig, maar ook een laboratorium waar proefopstellingen konden worden gebouwd en getest. Dat was hetzelfde laboratorium waar TNO eerder al tot innovatieve oplossingen voor

de halfgeleiderindustrie en de ruimtevaart was gekomen. In dat pand werkten ook materiaalexperts, softwareontwikkelaars en specialisten van veel verschillende vakgebieden. Indien nodig, konden die ook snel worden ingeschakeld. Een unieke plek dus.

Stap voor stap

Er was veel volharding en geloof in de visie voor nodig, maar na ongeveer twee jaar lukte het dan toch om een proefopstelling te bouwen die in staat was om een computerchip op nanoschaal te checken. Dat ging nog tergend traag, die check. Niet geschikt dus voor de halfgeleiderindustrie waar in een zo kort mogelijke tijd zoveel mogelijk chips moeten worden geproduceerd en getest. Het moest dus sneller. Veel sneller. En daarvoor bedachten Sadeghian en zijn team twee dingen. Om te beginnen maakten ze het meetinstrument kleiner. Ongeveer zo klein als een luciferdoosje. Want: hoe kleiner, hoe makkelijker het is om snel te schakelen en de elektronica

aan te sturen. Vervolgens plaatsten ze meerdere van die 'luciferdoosjes' naast elkaar omdat zo'n parallelle opstelling het mogelijk maakt om meerdere metingen tegelijkertijd te doen.

Niet alles werkte. Er waren veel iteraties nodig om tot de gewenste resultaten te komen. Maar stap voor stap kwamen de contouren van de beoogde machine steeds scherper in beeld. En bij elk succesvol experiment groeide het enthousiasme van het team.

De spin-off

Er waren stevige onderhandelingen voor nodig, maar op 8 januari 2016 was het zover: de oprichting van Nearfield Instruments BV, een spin-off van TNO, was een feit. Dat deed Sadeghian niet in zijn eentje, maar samen met Roland van Vliet, die tot dat moment Director Semiconductor Equipment was bij TNO en die dus goed ingevoerd was in de metrologietechnologie die de ruggengraat zou

Binnen TNO kregen Sadeghian en zijn onderzoeksteam alle ruimte om de haalbaarheid van hun ideeën verder te onderzoeken en proefopstellingen te bouwen.



Een medewerker van Nearfield aan het werk met QUADRA | © Nearfield Instruments

'Bij het soort apparaten dat wij maken gaat het niet om een eenmalige investering van een miljoen euro, maar om meerdere rondes waar honderden miljoenen mee gemoeid zijn. Daar staat tegenover dat bij een succes de beloning enorm is: financieel, maar ook maatschappelijk kunnen we een grote impact maken.'

Hamed Sadeghian, CEO Nearfield Instruments

gaan vormen voor de machines. In ruil voor aandelen gaf TNO de start-up de benodigde patentlicenties. Maar daar bleef het niet bij: sinds de oprichting van Nearfield is TNO, naast aandeelhouder, ook de belangrijkste kennispartner.

Leermoment

En de TNO'ers die mede hadden bijgedragen aan de doorbraak op het vlak van nanometrologie? "Zij vonden het wel lastig om het los te laten", weet Rogier Verberk, de opvolger van Van Vliet, nog goed. "Dat was wel een leermoment. Tegenwoordig hebben we binnen TNO meer aandacht voor dat aspect. Je ziet nu dat onze onderzoekers vooral trots zijn als ze hebben bijgedragen aan een technologieontwikkeling die leidt tot een spin-off."

Investeerders met koudwater-vrees

Na de inschrijving bij de Kamer van Koophandel moest alleen de financiering 'nog even' worden geregeld. Maar ondanks het solide businessplan en de positieve marktprognoses bleek dat toch een uitdaging. "Er zijn niet veel investeerders die snappen wat wij doen en die er dus geld in willen stoppen", zegt Sadeghian. "Ik heb door de jaren heen veel investeerders proberen te overtuigen. Maar het was lastig om het grotere plaatje te tonen en uit te leggen wat de impact van ons bedrijf zou kunnen zijn. Het merendeel van de investeerders snapt deep tech niet

zo goed en weet ook niet wat er nodig is om een bedrijf succesvol te maken. Over het algemeen houden investeerders niet van apparatuur omdat het riskant is en er veel technologische uitdagingen bij komen kijken, en al helemaal als het om apparatuur in de halfgeleiderindustrie gaat. Een investeerder die ik sprak zei letterlijk: 'Je moet wel gek zijn om een bedrijf te beginnen in apparatuur en waanzinnig gek om je te richten op nieuwe apparatuur in de halfgeleiderindustrie'. Bij het soort apparaten dat wij maken gaat het niet om een eenmalige investering van een miljoen euro, maar om meerdere rondes waar honderden miljoenen mee gemoeid zijn. Daar staat tegenover dat bij een succes de beloning enorm is: financieel, maar ook maatschappelijk kunnen we een grote impact maken."

Extra tegenvaller

Nearfield werd ondergebracht bij TNO Bedrijven. Dit onderdeel van TNO zou de spin-off helpen bij het in de markt zetten van hun innovatieve metrologiemachine. Maar begin 2016 werd bekend dat TNO Bedrijven verkocht zou worden. Voor Sadeghian en Van Vliet was dat geen prettige timing, die onzekerheid, zo vlak na de lancering van hun bedrijf. Ondertussen wisten ze maar al te goed hoe snel de ontwikkelingen in de halfgeleiderindustrie gaan. Hoe langer zij op de financiering moesten wachten, hoe groter de kans om de boot te missen.

Chipmakers zagen wel meteen de meerwaarde

Hoewel het voor veel investeerders lastig was om de potentie van Nearfield goed in te schatten, hadden chipmakers wel meteen door dat hier echt sprake was van een doorbraaktechnologie. Sadeghian en Van Vliet waren zich daar goed van bewust, want in hun tijd bij TNO hadden zij regelmatig contact met grote chipmakers. Nu ze als spin-off voorbereidingen troffen om daadwerkelijk machines te gaan bouwen, hielp het dat TNO al een goede naam had opgebouwd bij de semiconductortak van Samsung. Vanuit die hoek was er dan ook veel interesse voor de technologische oplossing van Nearfield. Harm van Leeuwen, bij TNO de accountmanager voor semiconductorbedrijven in Korea en

Japan: “De halgeleiderapparaten worden steeds compacter en complexer. De semiconductortak van Samsung vertrouwt op de technologische ontwikkeling van hun machineleveranciers om daar goed op in te kunnen spelen. Maar die leveranciers lopen regelmatig tegen de grenzen aan van bestaande technologieën en beschikken vaak niet over alternatieven. Samsung heeft TNO door de jaren heen leren kennen als een partij die in staat is om nieuwe technologieën te ontwikkelen voor metrologie-uitdagingen. Zo groeide het vertrouwen in TNO.”

Aanjagers

Er gebeurde veel in 2016. De aangekondigde verkoop van TNO Bedrijven en de onzekerheid die dat voor Nearfield meebracht, heeft achteraf gezien misschien

juist wel als een goede katalysator gewerkt. Zo stonden Sadeghian en Van Vliet in nauw contact met Hans Boumans en Arnold Stokking: twee TNO'ers die het belang van Nearfield inzagen en die er alles aan deden om die spin-off verder te brengen. Stokking deed dat destijds vanuit zijn rol als Managing Director Industry en Boumans als manager Patents & Licencing. Allebei waren ze er een groot voorstander van om binnen TNO de venturing-activiteiten aan te jagen om start-ups en scale-ups te creëren en verder te helpen.

De eerste investeerder in beeld

Sadeghian, Van Vliet en Stokking hadden in het voorjaar van 2016 contact met Samsung Venture Investment Corporation om de mogelijkheden te bespreken. Tijdens dat gesprek was al snel duidelijk geworden dat Samsung zeker in Nearfield wilde investeren omdat ze het als een strategisch waardevolle aanvulling in hun waardeketen zagen, maar dat ze er nog wel een lokaal fonds bij wilden betrekken die de organisatie op zich zou nemen. Voor Samsung zou het namelijk de eerste investering in Nederland worden.

Interessant nieuwtje

In de zomer van 2016 kwam een en ander in een stroomversnelling nadat Boumans en Stokking in gesprek waren gekomen met Nard Sintenie. Als medeoprichter van het Twente Technology Fund had Sintenie een interessant nieuwtje: samen met

zijn zakenpartners was hij namelijk van plan om een groot, landelijk investeringsfonds te starten. Naast de vier Technische Universiteiten wilden ze daar ook graag TNO bij betrekken. De puzzelstukjes leken mooi in elkaar te vallen.

Een familie van patenten

Investeren in Nearfield, een startend deep tech-bedrijf met een duidelijke groeipotentie, paste helemaal in het plaatje dat Sintenie met het landelijke investeringsfonds voor zich zag. “Met hun technologische innovatie speelde Nearfield goed in op een lastig probleem waar chipfabrikanten een oplossing voor zochten”, zegt Sintenie. “Daarbij had Nearfield licenties voor een familie van patenten. Essentieel. Voor deep tech is het verdedigen van je technologische positie heel belangrijk. Heb je geen patentportfolio waar je op terug kunt vallen? Dan ben je niet goed beschermd tegen grote bedrijven die altijd meer middelen hebben en die je daardoor links en rechts kunnen inhalen. Maar TNO en Nearfield hadden dat perfect voor elkaar.”

Waarom chipfabrikanten blij worden van de Nearfield-machine

Een EUV-machine van ASML maakt complexe chips die uit honderden lagen kan bestaan. Voor chipfabrikanten is het belangrijk om te weten of al die structuren wel op de juiste manier op de *wafer* terechtkomen. Bij voorkeur met een steekproef tijdens de productie, op grote snelheid, zonder dat daarbij chips verloren gaan. Bestaande apparaten schoten daarin ernstig tekort. Nearfield springt nu in dat gat in de markt. Hun machines werken op nanoschaal en worden tijdens de chipproductie ingezet om snelle, steekproefsgewijze metingen uit te voeren zonder de *wafers* en chips daarbij te beschadigen. Uniek. En precies waar makers van geavanceerde chips momenteel behoefte aan hebben. Chipfabrieken zijn gigantisch duur en als het controleren van chips veel tijd kost of als daarbij veel chips kapotgaan, wordt het onder de streep lastig om zo'n fabriek economisch rendabel te houden.

Eén patent is geen patent

Het schrijven van een patent kost veel tijd. Een wetenschapper is daar toch wel een paar weken mee bezig. Dus als het niet nodig is, doet TNO dat ook niet. Maar als het om de halfgeleiderindustrie gaat, spelen patenten een zeer belangrijke rol. En één patent is geen patent. Dus produceerde het team dat zich binnen TNO bezighield met metrologietechnologie meer dan dertig patenten, die ook allemaal netjes werden geregistreerd. Dat kostte veel geld, maar zorgt er nu wel voor dat Nearfield dankzij licenties op veel van die patenten een zeer sterke onderhandelingspositie heeft. Sadeghian en zijn R&D-team maken ook veel tijd vrij voor het schrijven van patenten. Dat is namelijk een vereiste om als innovatief bedrijf voor de concurrentie uit te blijven lopen.

Maatschappelijke impact

“Daarbij was er nog een ander belangrijk punt voor ons”, vervolgt hij. “Als impactfonds investeren wij in technologiebedrijven die een positieve impact hebben op de maatschappij. Dat is bij Nearfield zeker het geval. Zo zorgen hun machines en de onderliggende technologie ervoor dat er in een kortere tijd meer kwalitatief goede chips kunnen worden geproduceerd en dat er niet onnodig chips hoeven te worden weggegooid.”

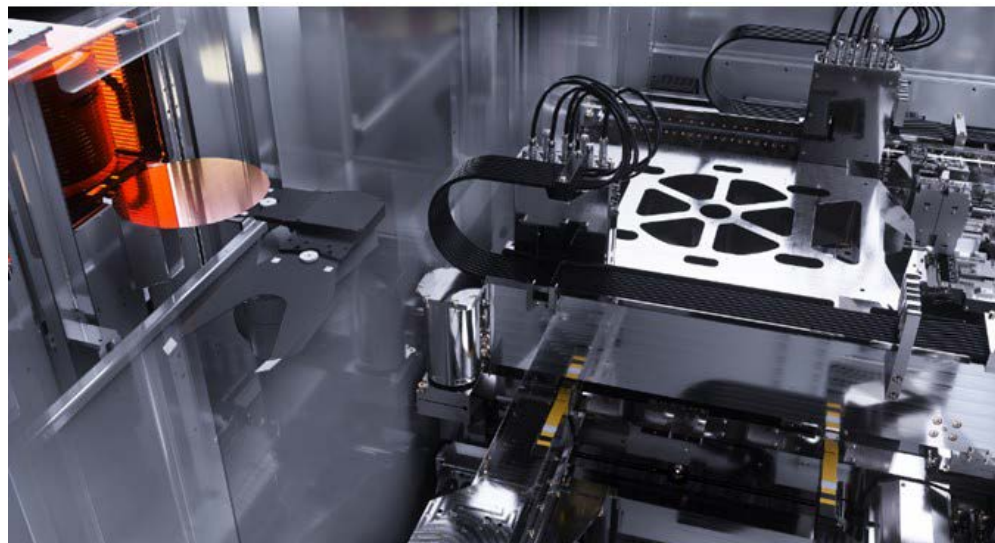
TNO technology transfer

De grote vraag was nog wel wat de plannen van de nieuwe eigenaar van TNO Bedrijven zouden zijn en wat dat voor Nearfield zou betekenen. Eind 2016 werd bekendgemaakt dat First Dutch, een Nederlands innovatieplatform, de nieuwe eigenaar werd. Maar toen die nieuwe eigenaar beseftte hoeveel

geld er nodig was om Nearfield een goede start te geven, haakte hij meteen af. Een koude douche voor Sadeghian en Van Vliet. Maar goed dus dat zij meerdere ijzers in het vuur hadden en al in gesprek waren met Sintenie en Samsung Venture Investment Corporation. En maar goed ook dat Hans Boumans niet lang daarvoor de Raad van Bestuur van TNO ervan had overtuigd dat er een nieuwe afdeling moest komen die zich zou focussen op veelbelovende technologieën met een hoog risicoprofiel, waar veel geld in zou moeten worden geïnvesteerd om er commerciële producten van te maken. Die afdeling werd TNO Technology Transfer en sinds de oprichting is Hans Boumans daar de directeur van. Het eerste wat hij in die hoedanigheid deed: de aandelen van Nearfield van First Dutch terugkopen naar TNO.

Essentieel: vestigingen in het buitenland

Zakendoen in Azië is wezenlijk anders dan in Europa. Dus is het belangrijk om daar iemand te hebben die de cultuur van een land goed kent. Voor TNO was dat ruim tien jaar geleden reden om in Zuid-Korea zelf te gaan werven. Een van de sollicitanten was John Park. Hij heeft internationale werkervaring, spreekt vloeiend Engels, heeft veel verstand van techniek en weet waar TNO voor staat. Kortom: onmisbaar! Ook Nearfield heeft inmiddels een vestiging in Zuid-Korea. Daar werken servicemedewerkers, applicatiebeheerders, accountmanagers en medewerkers voor customer support. Het plan is om nog dit jaar vestigingen in andere landen te openen. TNO is nu aan het kijken of het misschien mogelijk is om Nederlandse bedrijven te gaan helpen om voet aan de grond te krijgen in Zuid-Korea en Japan. Wat is er nodig om daar zaken te doen en een vestiging te openen? Een groep studenten is momenteel voor TNO aan het onderzoeken in hoeverre er behoefte is aan zo'n dienst.



Aan de rechterkant: het hart van QUADRA, waar de miniatuurmeetkoppen een wafer scannen. Links: eenwafer wordt door een robot naar de meetpositie gebracht | © Nearfield Instruments

Samsung als launching customer

De kaarten waren opnieuw geschud en het zag er allemaal veelbelovend uit. Daar kwam nog bij dat Samsung Semiconductor bereid bleek om de *launching customer* van de spin-off te worden. Heel goed nieuws, want daardoor kon Nearfield zich concentreren op de productontwikkeling en het verkorten van de *time to market*.

Nauwkeuriger, sneller én ook nog goedkoper?

Dat Samsung Semiconductor met Nearfield in zee ging, is volgens Van Leeuwen een niet meer dan logische stap. “Omdat de complexiteit van geheugen- en processor-chips toeneemt, wordt het steeds lastiger om de chipstructuren te meten. Ook voor Samsung Semiconductor is dat een grote uitdaging. Zo bestaan de meest geavanceerde geheugenchips momenteel uit 140 lagen, maar dat gaat naar duizend lagen toe. Dat betekent dus dat er ruim zeven keer zoveel metingen moeten worden verricht. Daarbij moet dat niet alleen nauwkeuriger en sneller, maar ook goedkoper gebeuren. En die drie dingen gaan nooit lekker samen: als je aan de ene knop draait, vliegt er aan de andere kant iets de bocht uit. Dat betekent dat je af en toe iets helemaal anders moet gaan doen dan wat je in het verleden hebt gedaan. Nearfield biedt zo’n totaal nieuwe aanpak.”

Meerdere financieringsrondes

5 september, 2017. In een persbericht

maakt Nearfield Instruments bekend dat er twee investeerders zijn gevonden: Samsung Venture Investment Corporation en Innovation Industries, het nieuwe investeringsfonds dat Sintenie en zijn zakelijke partners een paar maanden eerder hebben opgericht. De twee investeerders brengen gezamenlijk een bedrag van 10 miljoen euro in. Nu is een investering van 10 miljoen euro in een start-up niet uitzonderlijk, ook niet voor Nederlandse begrippen. Maar er volgden meerdere investeringsrondes, waar steeds meer partijen aan deelnamen en waar steeds grotere bedragen bij gekomen waren. Met als absoluut hoogtepunt de investering van maar liefst 135 miljoen euro, die afgelopen zomer (juli 2024) bekend werd gemaakt. Die investeringsronde werd geleid door de wereldwijd bekende investeerders Walden Catalyst, Temasek en M&G Investments, maar ook Innovation Industries is met een aanzienlijk bedrag bij die investeringsronde betrokken. Zo ook Nederlandse pensioenfondsen, ING en Invest-NL, een investeringsfonds dat met publieke middelen gefinancierd wordt en dat tot doel heeft om Nederland duurzamer en innovatiever te maken. Bijna de helft van het investeringsbedrag komt van die Nederlandse partijen.

Geopolitiek machtsspel

Maar wat is nu echt de impact van een machinemaker als Nearfield? Daarvoor moeten we uitzoomen. Wereldwijd is er een geopolitiek machtsspel gaande waarbij

microchips een belangrijke rol spelen. De productie van steeds kleinere, krachtigere en energiezuinigere microchips maken steeds meer mogelijk, zoals betere mobiele telefoons of AI-toepassingen die bijvoorbeeld kunnen worden ingezet om het netcongestieprobleem te helpen oplossen of de medische zorg te verbeteren. Maar er staat meer op het spel. Geavanceerde

chips kunnen namelijk op het slagveld een beslissende factor zijn. Niet alleen omdat wapensystemen met de laatste generatie microchips beter in staat zijn om vijandige aanvallen af te slaan, maar ook omdat informatiesystemen met dergelijke chips kunnen helpen om kansen en bedreigingen beter in kaart te brengen.

Mijlpaal: levering van de eerste machine

December 2020: het eerste exemplaar van QUADRA, de *High-Throughput Scanning Probe Metrology system for 5 nanometer nodes and beyond*, is klaar. Nearfield verstuurde de onderdelen voor de apparatuur per vliegtuig naar de chipfabriek van Samsung Semiconductor in Zuid-Korea. Het assembleren kon pas twee weken later beginnen, want de vanuit Nederland ingevlogen montagecrew moest vanwege corona eerst nog in quarantaine. Maar het was hoe dan ook een mijlpaal. En belangrijker: toen de machine uiteindelijk in gebruik werd genomen, deed hij wat Nearfield had beloofd.

Microchips als machtsmiddel

De machines van Nearfield helpen chipsfabrikanten niet alleen om hun productiecapaciteit te vergroten, maar ook om de kwaliteit van hun microchips te verbeteren. Alle chipsfabrikanten? Nee. De hoogtijdagen van de globalisatie liggen achter ons en we bevinden ons inmiddels in een nieuw tijdperk waarin geostrategische belangen de overhand krijgen. Zo zorgen door de VS opgelegde exportrestricties ervoor dat er momenteel geen EUV-lithografiemachines van ASML naar China mogen worden verscheept. Dat heeft ook gevolgen voor Nearfield. Dat betekent dat de Rotterdamse scale-up zijn weg omhoog moet zien te vinden in een geopolitiek krachtenveld waarbij er restricties worden afgedwongen die financiële consequenties hebben.

Productieproces optimaliseren

Een moderne chipfabriek kost vandaag de dag al snel meer dan 10 miljard euro. Een enorme investering. Alles is er dan ook op gericht om het productieproces zo optimaal mogelijk te laten verlopen. Dat geldt zeker ook voor het inspecteren en meten van de kritische structuren van de chips. En daar komt Nearfield dus in beeld, met als grote troef dat ze nu de enige ter wereld zijn met een passende oplossing voor een metrologieprobleem waar alle chipfabrikanten mee worstelen.

Miljardenbusiness

Er is nog een andere reden voor Nederland om een bedrijf als Nearfield te koesteren. Qua export verdient ons land namelijk het meeste aan machines en machineonderdelen. In 2022 ging het om een bedrag van 25,5 miljard euro. Sinds 2015 is dat een verdubbeling, waarbij die groei voor een groot deel te danken is aan de export van chipmachines. TNO heeft daar ook actief aan bijgedragen, vooral door ASML bij te staan bij de ontwikkeling van hun EUV-lithografiemachines. Een nauwe samenwerking die zo'n 25 jaar geleden begon.

Nu staat Nearfield, een spin-off van TNO, klaar om een groot deel van een internationale miljardenmarkt te veroveren. Alles wijst erop dat deze Nederlandse scale-up de komende jaren een belangrijke rol gaat spelen bij het meten en inspecteren van de nieuwste generaties chips die ASML mogelijk heeft gemaakt.

Continuous improvement

Chipfabrieken op verschillende plekken in de wereld maken momenteel al gebruik van metrologiemachines van Nearfield. Binnenkort gaat de productie van de tweede serie van start. Daar zijn ook al bestellingen voor binnen. Vol in de productiemodus dus. Tegelijkertijd moeten er nieuwe producten en technologieën worden ontwikkeld. Continuous improvement. “De microchip van vandaag de dag is natuurlijk onwijs veel complexer dan die van tien, twintig jaar geleden”, benadrukt Verberk. “De metrologie moet zich dan ook constant blijven vernieuwen om die ontwikkeling bij te houden. Bij Nearfield weten ze dat maar al te goed. Dus blijven ze onderzoek doen, waarbij wij als TNO ook nog altijd kennis inbrengen.”

De toekomst

Qua onderzoek naar nieuwe metrologietoepassingen voor de halfgeleiderindustrie is TNO nog altijd zeer actief. Zo zijn onderzoekers aan het kijken of het mogelijk is om met behulp van nanotechnologie dieper in het materiaal te ‘kijken’. Wat te doen als er straks chips komen van materialen die geen licht doorlaten? En hoe om te gaan met de steeds complexere driedimensionale opbouw van chips? Al met al blijft het een grote puzzel. Zoals gebruikelijk combineert TNO daarbij verschillende disciplines. Dat alles om ervoor te zorgen dat straks ook de kwaliteit van de nog geavanceerdere computerchips van de toekomst op een goede manier kunnen worden gecontroleerd.

Hoewel we ons best hebben gedaan om een zo goed mogelijk beeld te schetsen van wie en wat er allemaal hebben bijgedragen aan het succes van de hierboven beschreven case, blijft dat een uitdaging. We sluiten dus af met een dankwoord. Veel, véél dank aan allen – zowel binnen als buiten TNO – die hun steentje hebben bijgedragen en die daarmee het bovenstaande succesverhaal mede mogelijk hebben gemaakt.

Colofon

Uitgave

TNO

Tekst

Menno de Boer

Redactie

Wieke Ringeling

TNO innovation
for life

Met dank aan

Hans Boumans, Directeur TNO Technology Transfer, TNO

Jan Hoegee, Interim manager, TNO

Harm van Leeuwen, Business Development Semicon Equipment, TNO

Hamed Sadeghian, CEO Nearfield Instruments

Nard Sintenie, General Partner, Innovation Industries

Arnold Stokking, Managing Director Brightsite

Rogier Verberk, Director Semicon & Quantum, TNO

Roland van Vliet, Chief of Staff & Chief Partnership Officer, Nearfield Instruments

Nearfield Instruments (fotografie)

tno.nl