

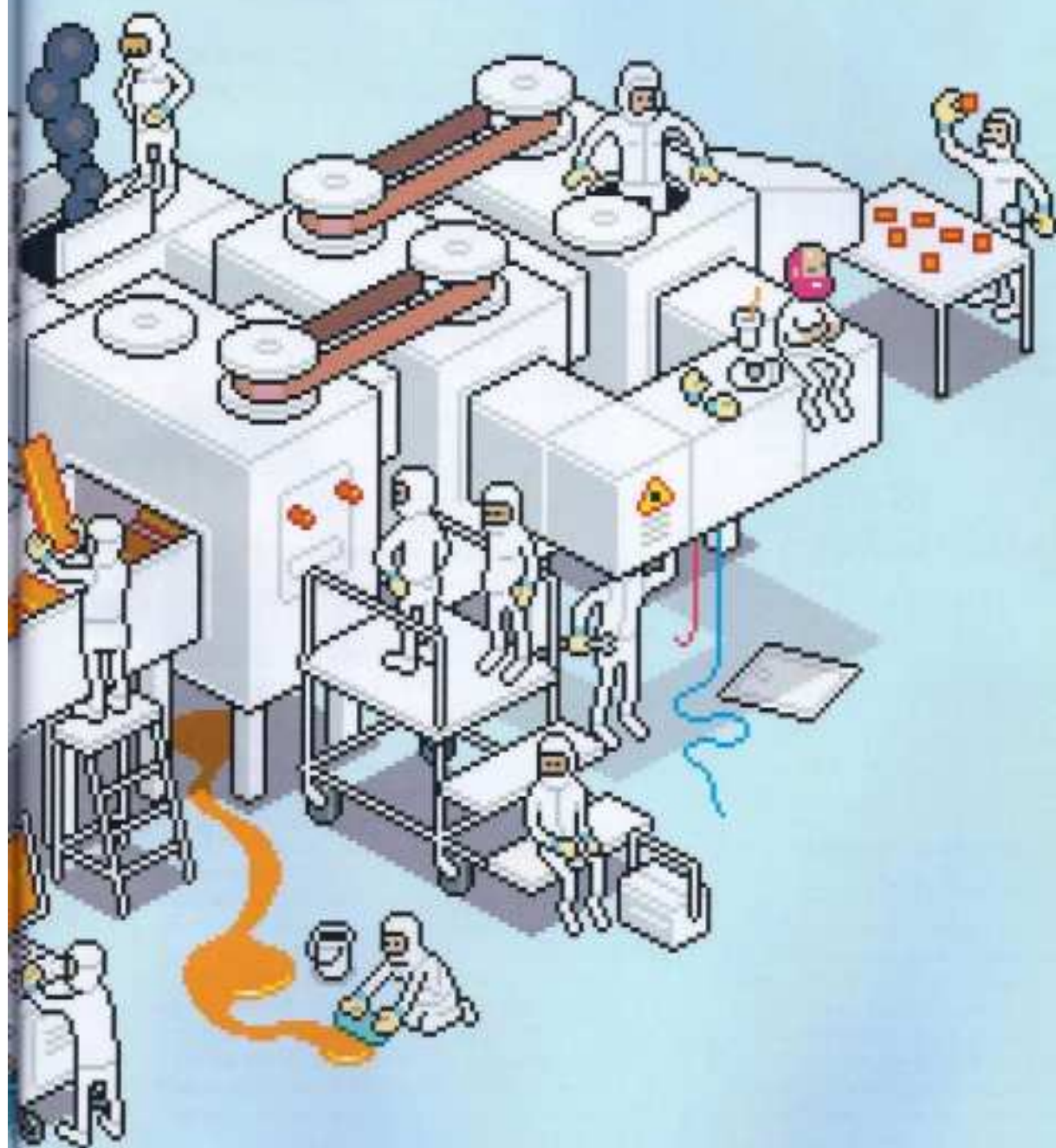
# De gok van de eeuw

ASML, spil in de mondiale chipindustrie werkt al sinds 2000 aan een nieuwe generatie chipmachines. Peperduur. Revolutionair. Lukt het ASML om de machines productierijp te krijgen? Reconstructie van een odyssee die nog steeds niet is volbracht.

DOOR BERT VAN DIJK,  
JEROEN SEGENHOUT EN  
JOB WOUT

ILLUSTRATIE EBOY







AKTE

## 1

## 's Werelds grootste wetenschaps- project

Jos Benschop en Martin van den Brink van ASML reizen in de herfst van 2000 naar het Amerikaanse Reston. Ze weten het dan nog niet, maar de conferentie waaraan ze deelnemen,

matkeert het begin van een inmiddels vijftien jaar lange technologische en financiële worsteling binnen ASML om een nieuwe generatie revolutionaire chipmachines te ontwikkelen. Die exercitie duurt tot op de dag van vandaag voort. Sommige experts in de sector betwijfelen zelfs of de machines waar ASML nu al vijftien jaar aan werkt en miljarden euro's in heeft gepompt, ooit op grote schaal zullen worden gebruikt in chipfabrieken.

Als de technische directeuren Benschop en Van den Brink op 26 september 2000 het Hyatt Regency Hotel in Reston binnenwandelen, staat de chipsector voor een grote technische uitdaging, omdat de chipmachines van ASML en zijn concurrenten naar verwachting niet in staat zijn om over een aantal jaar met licht nog kleinere lijntjes te schrijven op silicium-

THE SKY IS THE LIMIT

## De onstuimige groei van een Brabants bedrijf

*In 1984 is ASML, met een handjevol werknemers in een houten keet begonnen om chipmachines in elkaar te knutselen. Dertig jaar later is het hightechbedrijf uitgegroeid tot wereldspeler.*

In 1984 richten Philips en Advanced Semiconductor Materials International (ASMI) een nieuw bedrijf op om lithografie-systemen voor de chipindustrie te ontwikkelen. Dit bedrijf, ASML, begint met enkele tientallen werknemers in een houten noodgebouwtje naast een van de vele Philips-gebouwen in Eindhoven. In hetzelfde jaar lanceert het bedrijf zijn eerste chipmachine. Een jaar later is het bedrijf al gegroeid naar honderd werknemers en verhuist ASML naar Veldhoven.

ASMI verkocht zijn aandeel in ASML in 1988 aan Philips, dat zeven jaar later ASML naar de beurs bracht. Het geld dat werd opgehaald stopt ASML in verdere uitbreiding van de productie in Veldhoven.

In 2000 neemt ASML het Amerikaanse Silicon Valley Group over en in de jaren erna groeit ASML uit tot marktleider met een marktaandeel van ongeveer 80%. Om die positie ook in de toekomst vast te houden, stopt ASML honderden miljoenen euro's in de ontwikkeling van een nieuwe generatie chipmachines, die ge-

KOERS  
VANDEEL ASML



bruikmaakt van extreem ultraviolet licht (EUV). Om de ontwikkeling ervan te versnellen neemt ASML in 2013 laserproducent Cymer over. Een jaar ervoor namen Intel, Samsung en TSMC een belang in ASML om bij te dragen aan de ontwikkeling van EUV.

ASML heeft inmiddels een aantal EUV-machines verscheept naar Intel, TSMC en Samsung. Die gebruiken de machines nog niet voor grootschalige productie. De omzet van ASML is sinds 1984 gegroeid naar bijna €6 mrd in 2014. Het bedrijf mikt op een omzet van €10 mrd in 2020.



umschrijven, waartuit later computerchips worden gemaakt. Omdat consumenten steeds snellere telefoons en computers willen, moeten chipfabrikanten – de klanten van ASML – steeds krachtigere chips kunnen maken.

De ruim 150 deelnemers aan het congres komen uit alle hoeken van de sector: chipproductie, chipmachinefabricage, onderzoeksinstellingen, brancheverenigingen en toeleveranciers. Doel van de bijeenkomst is om vast te stellen welke nieuwe technologieën in de toekomst de grootste kans maken om in de toekomst de Wet van Moore vast te houden.

**A**ls sinds de jaren zestig beweegt de wereldwijde chipsector zich volgens deze 'wet' van Intel medeoprichter Gordon Moore. Hij voorspelde in 1965 dat het aantal onderdelen op één chip elke twee jaar verdubbelt. Deze wetmatigheid heeft ertoe geleid dat computers steeds krachtiger, goedkoper en kleiner zijn geworden. De smartphone van nu is krachtiger dan een desktopcomputer van drie jaar geleden.

Intel-topman Brian Krzanich zei eerder dit jaar dat als een Volkswagen Kever dezelfde technologische ontwikkeling had doorgemaakt als een computerchip, deze auto nu 482.000 kilometer per uur zou rijden en slechts 4 dollarcent zou kosten. En oh ja, je zou met 1 liter benzine ruim 520.000 kilometer kunnen rijden.

Hoewel er bij de productie van chips heel veel verschillende machines worden gebruikt, vormen de lithografiemachines van ASML de bottleneck in de pogingen om de Wet van Moore ook op termijn in stand te houden. Lithografiemachines bepalen namelijk de grootte van de lijntjes op een chip en daarmee de prestatie. Met hele dunne lichtbundels schrijven de ASML-machines deze lijntjes op siliciumschijven waar later miljarden transistors, het kleinste onderdeel van een chip, in worden geëtst. Door voortschrijdende technologische ontwikkeling kunnen de lichtbundels steeds dunner worden gemaakt waarmee de transistors steeds kleiner worden en er steeds meer transistors op één enkele chip passen. Inmiddels passen er meer dan vijf miljard transistors op één enkele

GOEDON  
MOORE



*De gehele chipindustrie, met in Nederland als belangrijkste exponent ASML, volgt al vijftig jaar de voorspelling van de Amerikaan Gordon Moore: het aantal transistors op een chip verdubbelt elke twee jaar, terwijl de kosten per chip niet stijgen. Gordon Moore is een van de oprichters van chipfabrikant Intel. Hij verwoordde zijn voorspelling op 19 april 1965 in een artikel van vier pagina's in het Amerikaanse vakblad Electronics Magazine. Hij ging ervan uit dat de wet zeker tien jaar zou kloppen. Maar vijftig jaar verder geldt zijn wetmatigheid nog steeds.*



le chip van één vierkante centimeter.

'Op het congres werden vier technologieën besproken', herinnert Jos Benschop zich, inmiddels senior vicepresident technologie bij ASML. 'Extreme ultraviolet, röntgen, elektronen en ionentechnologie.' Na presentaties van bedrijven en onderzoekers over de stand van zaken van de verschillende technologieën, wordt er om tien over vier gestemd die middag. Na een cocktailreceptie en diner, maakt John Canning van branchevereniging Sematech om negen uur de uitslag bekend: 'Extreme ultraviolet licht (EUV) en elektronentechnologie zijn de beste kandidaten om in de toekomst de Wet van Moore vast te houden.'

Een paar maanden na de conferentie in Reston besluit ASML vol in te zetten op EUV en uit het samenwerkingsverband met de Amerikaanse branchegeenoot Applied Materials te stappen, waar beide bedrijven werkten aan de ontwikkeling van elektronentechnologie. 'We vonden dat EUV het beste bij ons paste', zegt Benschop nu. 'Ook dachten we dat EUV het beste schaalbaar was en het meest geschikt voor volumeproductie. Achteraf ben ik er nog steeds van overtuigd dat EUV de juiste keuze was.'

**C**hris Mack, een Amerikaanse assistent professor in chip lithografie en een toonaangevend expert in lithografie, zegt dat ASML destijds een 'ongelooflijk moeilijk probleem' bij de kop heeft genomen en er vol voor is gegaan. 'Het was de enige manier die een kans van slagen had.'

Nadat de chipindustrie in 2000 collectief besloten had dat EUV de meest veelbelovende technologie zou zijn voor toekomstige chipproductie, besloot ASML een prototype te gaan bouwen. 'Niet één, maar twee', zegt Benschop van ASML. De machines waren niet bedoeld om te vershippen, maar Benschop negeerde zijn toenmalige projectleider en verstaarde in 2006 een machine naar Albany, een belangrijk chiponderzoekscentrum in de Verenigde Staten. De andere kwam in Leuven bij chipkenniscentrum Imec te staan. 'Ik wilde de machines in een echte omgeving neerzetten en klanten toegang geven tot de machine, om zo te leren', zegt Benschop. 'Achteraf is dat een goede beslissing geweest.'

Toch staat in geen enkele chipfabriek ter wereld vandaag een EUV-machine op grote schaal chips te produceren. Hoe kan het toch dat ASML's belofte over een werkende machine keer op keer niet kan waarmaken? Daarvoor moeten we eerst wat dieper in de technologie duiken van wat Tim Arcuri, een chipanalist bij de Amerikaanse zakenbank Cowen, omschrijft als 's werelds grootste wetenschapsproject.

“**'EUV paste het beste bij ons en, zo vonden we, is het meest geschikt voor volumeproductie. Achteraf ben ik nog steeds overtuigd dat EUV de juiste keuze was'**



# 2

## Star Wars

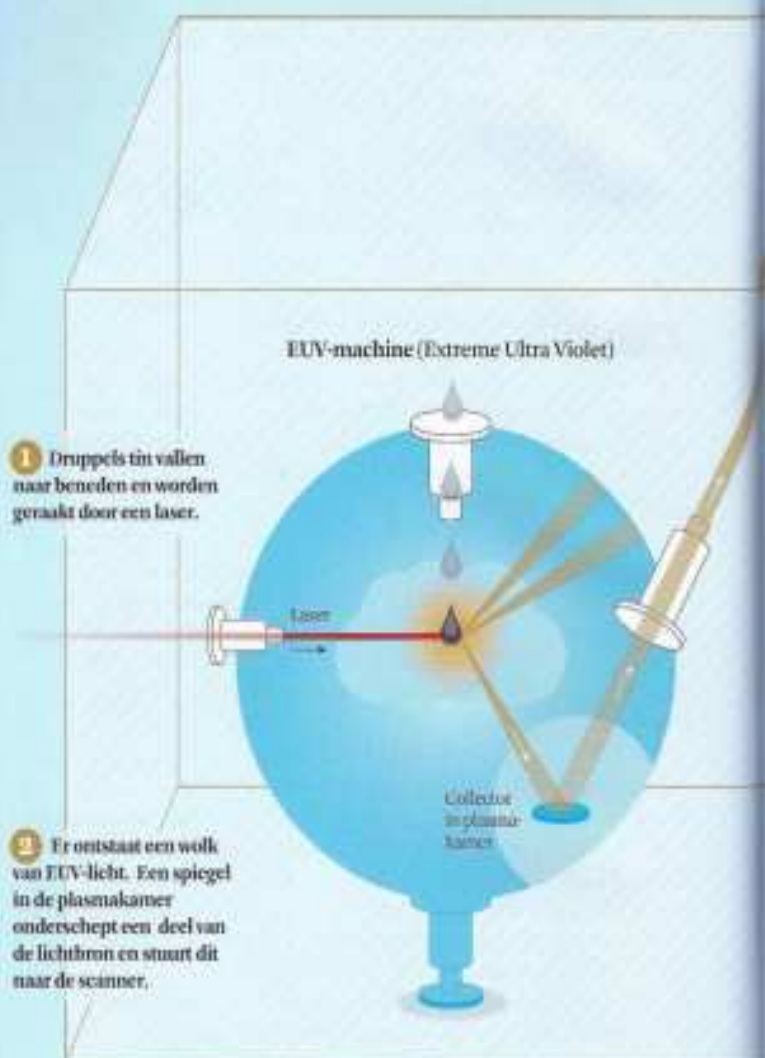
EUV-straling is aantrekkelijk voor lithografie, omdat met een kortere golflengte veel dunnere lijntjes getekend kunnen worden dan met de tot dan toe gebruikte lichtbron. En waardoor

dus krachtigere chips kunnen worden gemaakt. Probleem is dat EUV-straling in bijna alle materie onmiddellijk dooft. Zelfs in lucht. Daarom moest ASML een radicaal andere chipmachine ontwikkelen. Eentje waarin het lithografieproces in een vacuümruimte moet plaatsvinden.

Waar in traditionele lithografiemachine een laserstraal via een systeem van lenzen uiteindelijk een lichtbundel projecteert op de siliciumschijf, is dat met EUV-licht niet mogelijk. De lenzen zouden het licht volledig absorberen. Daarom wordt bij EUV gewerkt met extreem gladde gepolijste spiegels, die dan nog steeds maar maximaal 70% reflecteren. Omdat er een groot aantal spiegels nodig is om de gewenste bundeling van de straling te krijgen, blijft uiteindelijk slechts minder dan 1% van de oorspronkelijke straling over. Daarom moet de lichtbron enorm krachtig zijn. Na tien jaar ontwikkeling blijkt dat dit proces voor ASML het moeilijkste is te realiseren.



Schematische weergave EUV-chipmachine van ASML.

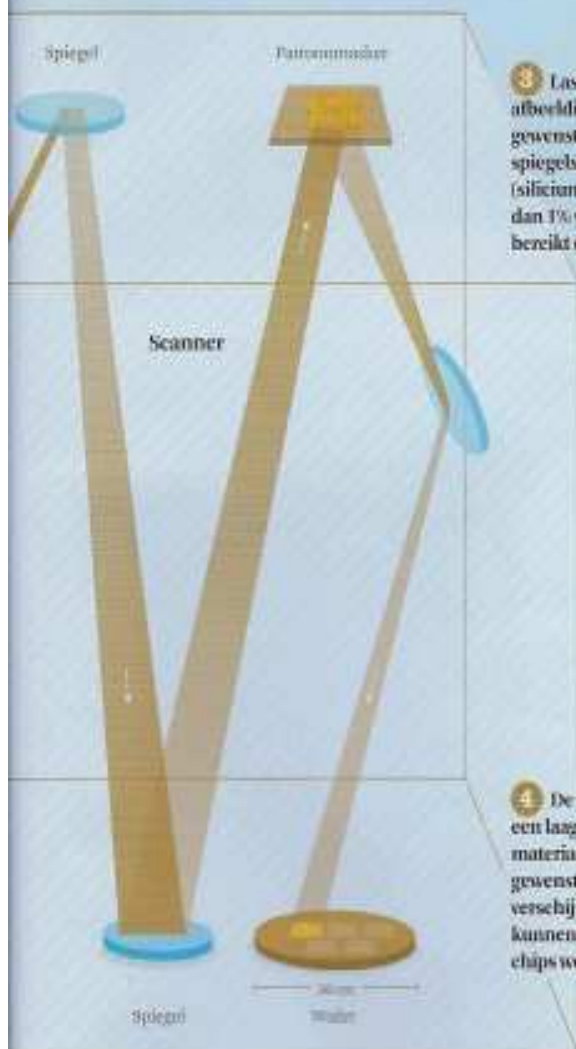


### DE SPIEGELS VAN ASML

*De spiegels die ASML in zijn EUV-machine gebruikt, moeten extreem vlak zijn. Als één zo'n spiegel zou worden vergroot tot de omvang van Duitsland, dan zou de grootste oneffenheid minder dan 1 millimeter groot zijn.*

ASML denkt dat een bron van 250 watt nodig is om honderd siliciumschijven per uur te kunnen produceren, de hoeveelheid die, zo wordt aanvankelijk gedacht, nodig is voor massaproductie van chips. 'In tegenstelling tot heel veel andere zaken in de chipindustrie, is de lichtbron echt heel moeilijk te vergroten', zegt lithografie-expert Mack.

**A**SML onderzoekt eerst twee verschillende technieken om EUV-straling te maken. De eerste twee prototypes van de EUV-machine maken gebruik van een systeem, waarbij via elektrische ontledingen een 200.000 graden hete wolk tin gas ontstaat die EUV-straling oplevert. Omdat die straling niet één kant op gaat, wordt het licht via een



3 Laser projecteert een afbeelding van het gewenste patroon via vele spiegels op een wafel (siliciumschijf). Minder dan 1% van het licht bereikt de wafel.

4 De wafel is bedekt met een laagje lichtgevoelig materiaal waarop het gewenste transistorpatroon verschijnt. Dit een wafel kunnen vele honderden chips worden gemaakt.

'collector' opgevangen en via de gepolijste spiegels gebundeld naar de siliciumschijf geleid. De technische architectuur van deze lichtbron is een radicaal andere dan wat ASML tot dan toe gewend was. Alleen al de lichtbron van de EUV-machines is een ge-

FRANK  
LINDENBERG

“  
**In tegenstelling tot heel veel andere zaken in de chipindustrie, is de lichtbron echt heel moeilijk te vergroten**”

compliceerd metershoog systeem ter grootte van een zeecontainer die twintig ton weegt.

Al snel blijkt dat de lichtbron, ontwikkeld door Philips en het Fraunhofer Instituut in Duitsland, te zwak is om te kunnen gebruiken voor chipproductie. De benodigde 100 watt die ASML voor ogen heeft wordt zelfs bij lange na niet gehaald.

Vanaf het begin was duidelijk dat EUV-lithografie een van de grootste uitdagingen in de chipsector ooit was. ASML lijkt te optimistisch te zijn geweest over de schaalbaarheid van de lichtbron en de warmteafhandeling. Ook de vervuiling in de machine is een bedreiging voor de peperdure spiegels in het systeem. 'In het begin dachten we dat deze spiegels het grootste probleem zouden worden, maar ook de lichtbron en de gebruikte fotolak op de siliciumschijven bleken grote uitdagingen', zegt Benschop.

ASML komt in deze periode steeds meer onder druk te staan van klanten die bij ASML beginnen aan te dringen. Martin van den Brink, inmiddels technologiedirecteur van ASML, moet iets doen. In 2007 stapt hij naar de Amerikaanse laserfabrikant Cymer, de vaste leverancier van lasers voor ASML's bestaande machines. Van den Brink hoopt dat het bedrijf ook een goed schaalbare lichtbron voor EUV kan ontwerpen. Van den Brink en Bob Akins, de grote baas en medeoprichter van Cymer, kennen elkaar goed en die vertrouwensband sterkt ASML in de overtuiging verder te gaan met Cymer. Van den Brink verwacht dat als het Cymer lukt een EUV-bron te ontwikkelen, die oplossing makkelijker is op te schalen.

**C**yper hanteert een radicaal andere technologie om EUV-licht te maken. Een technologie die zijn oorsprong kent in het Amerikaanse Star Wars-programma uit de jaren tachtig. In plaats van via elektrische ontlading, vindt het maken van een tinwaswolk bij Cymer plaats door met een laser op druppeltjes tin te schieten. Dit lijkt eenvoudiger dan het is. Om de gewenste tinwolk te creëren, worden 50.000 druppeltjes tin per seconde beschoten met een laser. Niet één keer, maar twee keer. De eerste keer om het druppeltje plat te maken, de tweede keer om het te laten exploderen.

Maar ook Cymer krijgt het niet voor elkaar om de bron op te schalen richting 100 watt, laat staan 250 watt. Bovendien is de verontreiniging van de spiegels een groot probleem. Er komen te veel tindeeltjes en andere vervuiling op de spiegels die daardoor bij gewoon gebruik al na een paar weken moeten worden vervangen. Dat is gezien de hoge prijs voor dergelijke spiegels en de 'downtime' in de





#### BIJ DE BEELDEN

Toven tegen de klok in:  
(1) Monteurs en technici aan het werk in een cleanroom; (2) Tijdens de aftrap van het 30-jarig jubileumjaar werd technologiedirecteur Martin van den Brink door minister Kamp geridderd in de orde van de Nederlandse Leeuw; (3) Prototype van de EUV-machine; (4) In 2014 wordt het 30-jarig jubileum van ASML gevierd; (5) Minister Kamp van Economische Zaken brengt een bezoek aan chipfabrikant ASML; (6) Het hoofdkantoor in Veldhoven.





fabriek geen werkbare oplossing voor klanten die straks minimaal \$ 90 mln voor één EUV-machine moeten gaan betalen.

In 2009 keert ASML onder druk van zijn klanten daarom terug naar de Philips-Fraunhofer-oplossing die inmiddels in het bedrijf Xtreme Technologies is gegoten. Dat bedrijf krijgt eind 2009 van ASML de opdracht om alsnog een krachtiger lichtbron te ontwikkelen. ASML bouwt speciaal daarvoor een hypermoderne cleanroom in Duitsland.

Die nieuwe lichtbron wordt wel wat krachtiger en haalt uiteindelijk 34 watt; maar dat is nog steeds ver verwijderd van de 250 watt die ASML voor ogen had. Het geld bij klanten als Samsung en Intel raakt op, waarna ASML in 2011 besluit om eerst bijna vierhonderd technici naar de vestiging van Cymer in San Diego te sturen en een jaar later heel Cymer over te nemen. 'EUV bleek zo'n grote klus dat we besloten om Cymer te kopen', zegt Benschop. 'Op die manier hoopten we de ontwikkeling te kunnen versnellen.'

Grote concurrenten Nikon en Canon hebben dan al vanwege de vereiste hoge investeringen EUV de rug toegekeerd. ASML blijft als enige lithografieleverancier wel hoopvol gestemd en blijft miljoenen euro's investeren in EUV.

Daarbij krijgt het steun van de sector. Chipfabrikanten Samsung, Intel en TSMC investeren in 2012 miljarden euro's in ASML en nemen allemaal een belang in het Veldhovense bedrijf. 'De sector wil dat EUV een succes wordt, omdat de productie van chips dan veel goedkoper is. ASML's EUV wordt daarom vooral door klanten gepusht', aldus Tim Arcuri, analist bij de Amerikaanse zakenbank Cowen.

In de jaren die volgen bouwt ASML een nieuwe productiesleugel in Veldhoven voor de verdere ontwikkeling van EUV-machines en boekt het bedrijf technische vooruitgang. Toch blijft het bedrijf kampen met technische uitdagingen. TSMC heeft inmiddels zijn belang in ASML verkocht. Samsung en Intel zijn nog wel steeds aandeelhouder. Nog altijd is EUV *work in progress*...

“**Op de korte termijn is ASML zelfs gebaat bij het falen van EUV. Maar hoe het muntje ook valt, het technologiebedrijf profiteert in beide gevallen**”

#### AANTAL WERKNEMERS



*ASML heeft in totaal 14.000 werknemers, van wie er 5000 in onderzoek en ontwikkeling werkzaam zijn. Het bedrijf heeft 70 kantoren in 16 landen. Productie en R&D vinden plaats in Nederland, de Verenigde Staten, Taiwan en Zuid-Korea. Alle grote chipfabrikanten ter wereld zijn klant van ASML.*



#### A K T E



## **Kop: ik win. Munt: jij verliest**

Toen de chipindustrie in 2000 tot de conclusie kwam dat EUV-lithografie nodig zou zijn om de Wet van Moore ook in de toekomst vol te houden, was de verwachting dat EUV-machines

rond 2006 of 2007 zouden worden gebruikt bij de productie van chips, waarbij de kleinste onderdelen 45 nanometer zouden zijn. Een nanometer is de afstand waarmee een vingernagel elke seconde groeit. Inmiddels worden in de nieuwste chipfabrieken van Intel chips gemaakt met onderdelen van 14 nanometer. Zonder EUV.

Ook voor de komende jaren kan Intel chips nog krachtiger maken, zegt Rob Willoner, technologieanalist bij Intel waar hij zich bezighoudt met nieuwe technologische ontwikkelingen en productiemethodes. 'We kunnen 7 nanometer doen zonder EUV', aldus Willoner in een telefonische toelichting.

'EUV heeft het knooppunt van 10 nanometer volledig gemist en dreigt ook te laat te komen voor 7 nanometer', zegt Mack.

'Niemand heeft een duidelijk beeld over wat er na 5 nanometer gebeurt. We naderen >



waarschijnlijk de grenzen van de Wet van Moore', zegt Robert Maire, een Amerikaanse chipconsultant. Maire is directeur van Semiconductor Advisors. Hij volgt de chipsector al twintig jaar. 'Het is daarom nogal raar dat na twintig jaar en miljarden dollars aan investeringen EUV mogelijk pas wordt geïntroduceerd in het laatst overgebleven productieknooppunt en daar te weinig en te laat doet.'

**A**SML zelf erkent dat EUV vertraging heeft opgelopen, maar het bedrijf gelooft nog steeds dat de technologie uiteindelijk voor hoogvolumeproductie van chips wordt ingezet. 'EUV is al goed genoeg om te gebruiken. We zijn nu bezig EUV betrouwbaar te maken in zijn consistentie', zegt Benschop. 'Er bestaat een goede kans dat bij een volgende stap in de chipproductie een aantal lagen op de siliciumschijven met onze EUV-machines zullen worden belicht.' ASML kreeg onlangs ook een steun in de rug dankzij een doorbraak in Japan in de ontwikkeling van een EUV-fotolok die tien keer gevoeliger is dan tot nu toe het geval is. Daardoor zou EUV-productie veel sneller kunnen worden, ook met een minder krachtige lichtbron.

TSMC heeft intussen al gezegd in één dag 1000 siliciumschijven te kunnen afhandelen met een EUV-machine van ASML, maar moet die prestatie ook langere periodes kunnen volhouden en fouten zo beperkt mogelijk te houden. 'Eind dit jaar zitten we op 1000 siliciumschijven per dag. Volgend jaar op 1500', verwacht Benschop.

Eind april kondigde ASML aan dat een niet nader genoemde klant - volgens experts gaat het om Intel - 15 EUV-systemen gaat afnemen. Dat nieuws leidde tot grote euforie bij beleggers, die het aandeel die dag met meer dan 10% omhoog stuwden, maar sceptici zien in het persbericht niets nieuws.

'Er zijn geen enkel detail bekendgemaakt', zegt Mack. 'Normaal gesproken bevat een order voor machines specificaties: als de machine niet voldoet aan overeengekomen specificaties, hoeft de koper niet te betalen en kunnen ze worden teruggestuurd. Daarom denk ik dat het beter is om de order te interpreteren als: "Intel koopt twee machines met de optie op dertien meer als de twee machines volgens verwachting werken".'

Volgens analist Arcuri, die eerder dit jaar uitgebreid met het management van ASML sprak is 'order' dan ook niet het juiste woord. 'Het gaat meer om een commitment.' Volgens hem is ASML niet tevreden met de snelheid van vooruitgang bij zijn leveranciers die onderdelen leveren voor de EUV-machine. Hij wil het bedrijf met het persbericht zijn leveranciers aansporen een tandje bij te scha-

#### WERELDWIJDE MARKTAANDEEL



ASML heeft op basis van omzet een wereldwijd marktaandeel van 80%. Het bedrijf domineert daarmee de markt voor lithografieapparatuur in de chipindustrie. De enige huidige concurrenten zijn Nikon en Canon.



kelen. 'De toeleveranciers lopen ver achter', zegt Arcuri. Binnen ASML maken ze zich daar in toenemende mate zorgen over. Ik denk dat ASML bepaalde onderdelen van de leveranciersketen zal moeten gaan subsidiëren.'

Beleggers houden volop vertrouwen in ASML. Het aandeel is het afgelopen jaar ruim 60% gestegen tot boven de € 100. ASML heeft inmiddels een marktwaarde van ruim € 43 mrd en verwacht in 2020 vooral door EUV de omzet te verdubbelen tot € 10 mrd. 'Iedereen slijkt het als een gospel dat ASML uiteindelijk wel € 9 of € 10 per aandeel per aandeel gaat verdienen. Maar mensen onderschatten de risico's een beetje', vindt Arcuri.

**D**e vraag is wat er gebeurt als EUV niet voor massaproductie gaat worden gebruikt. Chipbedrijven zullen dan moeten werken met de huidige machines. Daar is ASML met een marktaandeel van ruim 80% marktleider. 'ASML heeft een dominante positie vanwege de simpele reden dat ze de beste lithografieapparatuur maken. Hun belangrijkste en enige concurrent is Nikon, maar die is achteropgeraakt. Je moet ASML veel krediet geven', zegt lithografie-expert Mack.

Hoewel ASML aanvankelijk dacht dat alleen EUV voor nog kleinere lijntjes zou kunnen zorgen, slaagde ASML erin zijn bestaande machines met een aanpassing veel langer in bedrijf te houden. Door een laagje water te leggen tussen de lens en de lichtbundel (immersie) kunnen door het breken van het licht nog steeds kleinere resoluties worden gehaald. 'Ik voorzie een toekomst die wordt gedomineerd door immersie', zegt Mack.

Voor ASML is dat goed nieuws, voor chipproducenten niet. Ze kunnen met immersie weliswaar dezelfde lijndiktes behalen als met nieuwe generatie machines, maar moeten dan wel dezelfde schijf meerdere keren belichten. 'Chipfabrikanten houden daar niet van, omdat het veel duurder is', zegt Maire.

'Wij hopen dat EUV in gebruik kan worden genomen', zegt Willoner van Intel. 'Het meervoudig belichten is een alternatief voor EUV, maar wordt bij elke verkleiningsstap moeilijker en duurder.' Zelfs als EUV mislukt, kan ASML alsnog op rozen zitten, omdat klanten

“**De toeleveranciers lopen achter. Ik denk dat ASML bepaalde onderdelen van de leveranciersketen zal moeten gaan subsidiëren**”



EEN BREED SPEELVELD

## Hoge drempel voor nieuwe toetreders

ASML heeft door zijn technische superioriteit concurrenten weggespeeld, maar de opkomst van nieuwe technologieën kan de positie van het Veldhovense bedrijf in de toekomst op delen van de markt gaan bedreigen.

### Nikon

Tokio, Japan

Dit Japanse bedrijf was jaren geleden marktleider op het gebied van lithografie, maar heeft die positie moeten afstaan aan het technologisch superieure ASML. Nikon is nog wel steeds een belangrijke concurrent van ASML en profiteert van de strategie van veel chipbedrijven zoals Intel om minimaal twee leveranciers te hebben. Het bedrijf ontwikkelt en verkoopt net als ASML immersie-lithografieapparatuur. Mocht EUV niet op grote schaal worden gebruikt door de chipindustrie, dan is het volgens sommige experts niet ondenkbaar dat de concurrentie tussen Nikon en ASML kan opleven.

### Canon

Tokio, Japan

Het Japanse concern Canon was net als Nikon in het verleden een belangrijke concurrent van ASML. Inmiddels zijn de Japanners in lithografie gemarginaliseerd. Canon mikt op een comeback met nano-imprint lithografie, een nieuwe technologie. Canon verwacht daarmee goud in handen te hebben. 'Nano-imprint lithografie zal geschikt zijn voor het produceren van halfgeleiders in grote volumes. Nu de sector worstelt om nog kleinere onderdelen op chips te maken, willen we graag nano-imprint-technologie aanbieden als een oplossing voor deze uitdaging', aldus een woordvoerder.

### Mapper

Delft, Nederland

Dit bedrijf uit Delft, dat inmiddels bijna 250 werknemers telt, werkt met elektronenstralen om lijntjes te schrijven op siliciumschijven. Deze e-beam-technologie heeft als voordeel dat er in tegenstelling tot de lithografiemachines van ASML geen dure mal nodig is om de chipstructuur op de schijven aan te brengen. In Mapper is tot dusver iets minder dan € 300 mln gestoken. 'Wij gaan voor andere markten, met lagere volumes', zegt Mapper-directeur Bert Jan Kampherbeek. Mapper-machines gaan minder dan € 10 mln kosten. De prijs voor een EUV-machine van ASML kan oplopen tot € 100 mln.

dan meer 'oudere' machines nodig hebben. Op die machines haalt ASML hogere winstmarges dan op nieuwe EUV-machines, waar de torenhoge ontwikkelingskosten nog moeten worden terugverdiend. 'Op de kortere termijn is ASML zelfs gebaat bij het falen van EUV', zegt Arcuri. 'Hoe het muntje ook valt, ASML profiteert in beide gevallen. Het idee van "kopi ik win, munt; jij verliest"', zegt Arcuri.

**H**et lijkt er vooralsnog op dat concurrerende technologieën, die nog in ontwikkeling zijn, slechts een nicheroel zullen spelen. 'Ik betreur het dat de industrie alles heeft ingezet op EUV', vindt Maek. 'En ik ben denk ik niet de enige.'

'Als EUV geen productieoplossing wordt, betekent dat echter niet dat ASML's strategie heeft gefaald', vindt Maek. 'Het EUV project was en is een hoog risicoproject en iedereen wist dat men eraan begonnen werd. Maar ik

verwijt ASML wel dat het de risico's van EUV lager heeft voorgesteld dan ze werkelijk waren en zijn, toen het bedrijf begon met de eerste poging om machines te gaan maken.'

Robert Maire, gaat nog een stap verder: 'De misleidende informatie over de voortgang van EUV heeft de chipmarkt negatief beïnvloed. Als de industrie de werkelijke tijdlijn en moeilijkheden van EUV had geweten, zou het waarschijnlijk veel meer geld en inspanning hebben gestopt in alternatieve technologieën. Nu is er geen levensvatbaar back-up plan en zit de sector opgescheept met EUV, ongeacht wanneer die technologie komt en ongeacht de kosten.' ■

OVER DE AUTEURS

→ Bert van Dijk, Jeroen Segenhout en Job Wouda en zijn redacteurs van *Het Financieel Dagblad*.