



ASML KOMT MET DEMONSTRATIEMODEL VAN NIEUWSTE CHIPMACHINE

Extreem klein met ultra violet

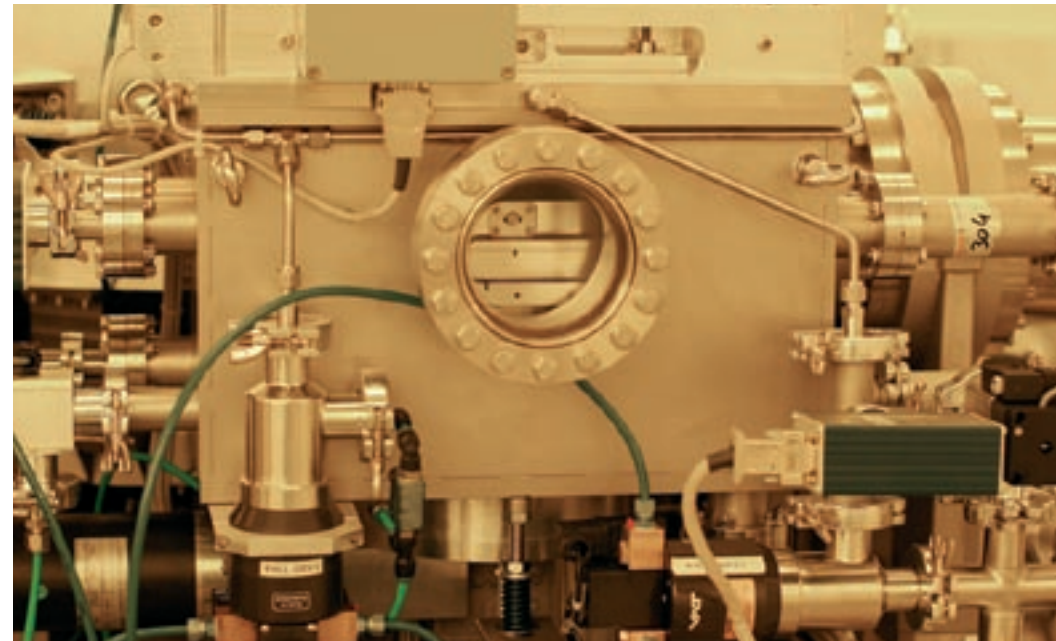
BIJ ASML GAAN BINNENKORT DE EERSTE TWEE TESTMACHINES DE DEUR UIT DIE GEBRUIKMAKEN VAN EXTREEM ULTRAVIOLET LICHT. DAARMEE KUNNEN NOG KLEINERE CHIPS WORDEN GEFABRICIEERD. 'DE BEELDSCHERPTE OVERTREFT NU AL WAT WE GEWEND ZIJN.'

MET DE INTRODUCTIE VAN EXTREEM ultraviolette (EUV) lithografie zet ASML een revolutionaire stap vooruit in de chipproductie. Want met EUV zijn elektronische structuren te maken waarvan de kleinste afmetingen gemakkelijk 35 nm ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) of nog minder halen, terwijl de huidige generatie wafersteppers met veel trucs niet verder komt dan 45 nm.

Het verschil zit in de lichtbron. Want hoe kleiner de golflengte, des te scherper de afbeelding die ermee valt te maken. Machines gebruiken nu een laserbron met een golflengte van 193 nm, terwijl die van de EUV-bron slechts 13,5 nm is.

Die sprong in golflengte heeft echter grote gevolgen voor de opbouw van de chipmachine; het is geen kwestie van simpel een andere lichtbron neerzetten en draaien maar. Omdat EUV door alle materie, zelfs lucht, wordt geabsorbeerd,

werkt de nieuwe machine alleen in hoogvacuüm. Daarom moeten alle lenzen worden vervangen door spiegels. Bovendien bestond er tot voor kort zelfs geen EUV-lichtbron die voldoende lichtsterk is. Alleen het gedeelte van de bestaande chipmachines dat de belichting koppelt aan de beweging van de siliciumplak, met de bijbehorende regel- en controletechniek, kan grotendeels onveranderd blijven.



Het compartiment dat het masker, het patroon dat na belichting op de siliciumplak zal worden weggeëtst, met een lift op de juiste plek in de EUV-machine brengt. Op de computertekening zit dit onderdeel rechtsboven.

TESTMACHINE

Inmiddels heeft ASML na zes jaar ontwikkeling twee testmachines bijna verzendklaar. 'Vooral de lichtbron kostte veel tijd', zegt dr. Paul van Attekum, bij ASML verantwoordelijk voor de ontwikkeling van nieuwe producten.

Voor een lichtbron met voldoende intensiteit zette ASML, samen met Philips-dochter Extreme UV, zijn kaarten op een plasmabron van tin. Het gloeiend hete tingas, dat wordt verkregen door elektrische ontlading, straalt EUV-licht uit van de gewenste golflengte. 'In onze testmachine moeten we een vermogen halen van 20 watt, we zitten nu halverwege. Uiteindelijk willen we in een volwaardige productiemachine naar 180 W.' Van Attekum maakt daarmee duidelijk dat de testmachine vooral bedoeld is om na te gaan of de nieuwe technologie voldoet aan de verwachtingen. 'Aan een machine die 24 uur per dag productie draait, zijn we nog lang niet toe.'

De tinbron lijkt dus geschikt, maar heeft wel een nadeel. Het tingas slaat namelijk gemakkelijk neer en kan de spiegels vervuilen.

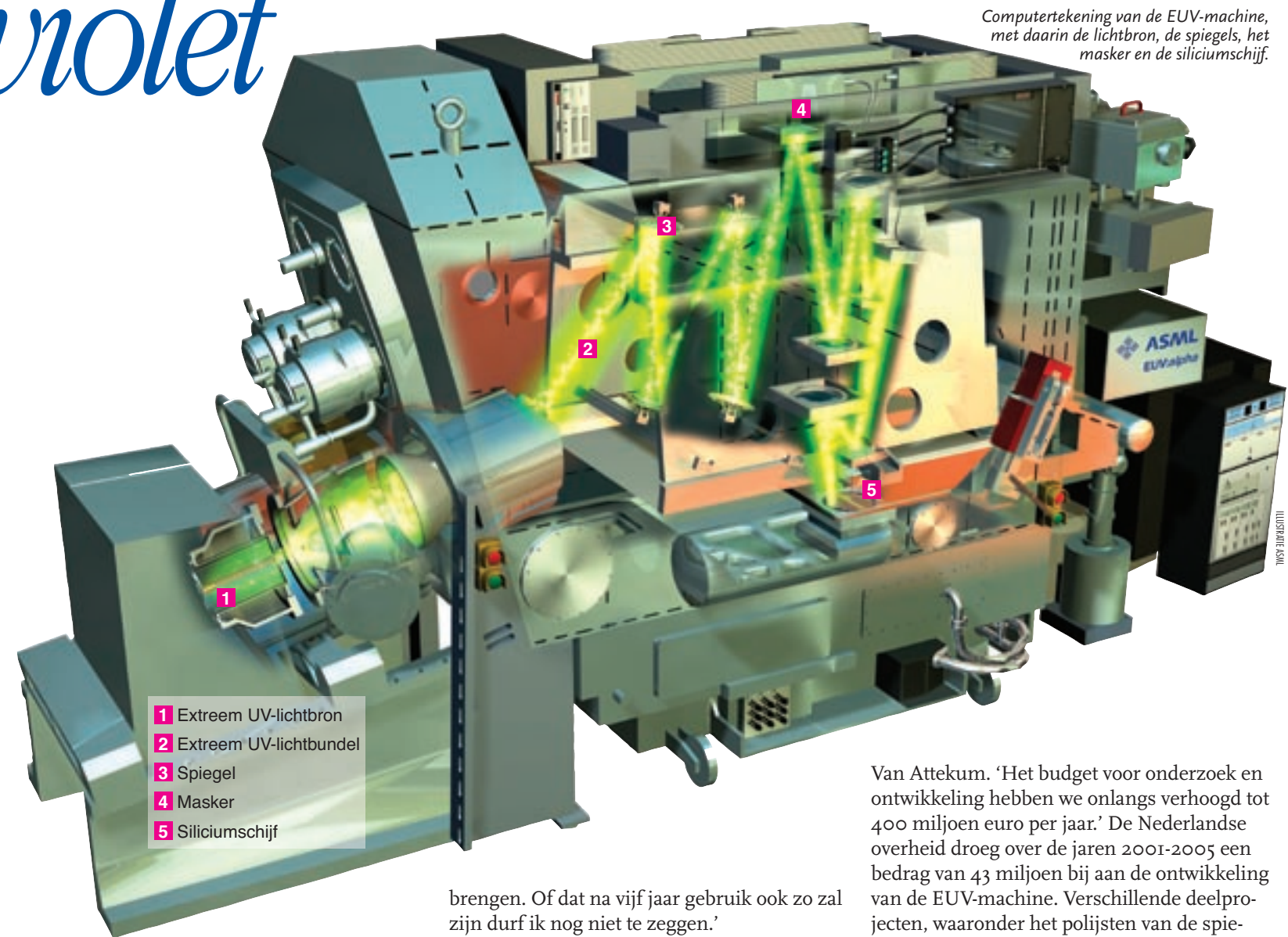


De EUV-machine in aanbouw in de ontwikkel-cleanroom van ASML. De foto heeft hetzelfde aanzicht als de computertekening.

'We hebben er veel energie in gestopt om dat te voorkomen, onder andere door het gebruik van ventilatoren. Maar uiteindelijk ontstaat toch op allerlei plaatsen tinneerslag.' Schoonmaken is dus nodig. 'Het blijkt dat de tijd en de kosten die dat met zich meebrengt vergelijkbaar zijn met wat er aan onderhoudswerk nodig is bij de huidige lasers. Dat probleem is dus te overzien'

HOOGVACUÛM

Om absorptie van de EUV-straling te voorkomen moet de machine in hoogvacuüm opereren. Van Attekum: 'Dat vacuüm is niet zo



- 1 Extreem UV-lichtbron
- 2 Extreem UV-lichtbundel
- 3 Spiegel
- 4 Masker
- 5 Siliciumschijf

Computertekening van de EUV-machine, met daarin de lichtbron, de spiegels, het masker en de siliciumschijf.

moeilijk te maken, dat het snel moet is wel lastig. We willen dat de machine na het openen binnen een à twee uur weer te gebruiken is. Dat hebben we bereikt door hem in verschillende kamers op te delen.' Waar hij zich vooral zorgen over maakte, is de neerslag van koolwaterstoffen en water nadat de machine is geopend. 'Het is gebruikelijk om een apparaat voor het vacuüm maken eerst uit te stoken, maar dat is bij onze machine uitgesloten.'

Nu blijkt dat de mate van neerslag afhankelijk is van de hoeveelheid licht ter plekke. 'De vervuiling treedt vooral op bij de eerste en de tweede spiegel, daar doet die het minste kwaad.' Ook hier is, net als met het tin, schoonmaken het devies. 'Alom bestond de vrees dat het spiegeloppervlak zou worden aangetast door oxidatie, maar tot nu toe blijkt dat niet te gebeuren. De spiegels zijn na reiniging weer helemaal in de oude staat terug te

brengen. Of dat na vijf jaar gebruik ook zo zal zijn durf ik nog niet te zeggen.'

BEELDKWALITEIT

Het enige wat uiteindelijk telt, is de beeldvormende kwaliteit van de machine. Van Attekum: 'Op dit ogenblik bereiken we een lijnscherpte van 40 nm, dat is al beter dan de prestatie van onze beste productiemachine. We willen met de testmachine naar 32 nm. Dat is te bereiken door het oppervlak van de spiegels nog verder te vervolmaken.'

Het klinkt wat mager, die 32 nm voor de revolutionaire stap naar EUV. 'Vergis je niet. We bereiken dat relatief gemakkelijk en zonder trucs. Zolang we de kwaliteit van de optische componenten verder kunnen verbeteren, valt er nog een enorme winst te boeken.'

De ontwikkeling van de EUV-machine heeft tot nu toe zo'n 250 tot 300 miljoen euro gekost, waarvan het grootste deel door ASML zelf is gefinancierd. 'ASML moet het hebben van zijn technische voorsprong', benadrukt

Van Attekum. 'Het budget voor onderzoek en ontwikkeling hebben we onlangs verhoogd tot 400 miljoen euro per jaar.' De Nederlandse overheid droeg over de jaren 2001-2005 een bedrag van 43 miljoen bij aan de ontwikkeling van de EUV-machine. Verschillende deelprojecten, waaronder het polijsten van de spiegels en het meten van de kwaliteit van het oppervlak, werden uitgevoerd in het kader van Europese onderzoeksprogramma's. 'De nieuwe technologie betekent ook de opkomst van nieuwe bedrijven als Extreme.'

De twee machines gaan na de zomer, een exacte datum kan Van Attekum nog niet geven, naar het chiplaboratorium IMEC (Interuniversitair MicroElectronics Center) in Leuven en het Nanotech laboratorium van de State University of New York in Albany. 'Achter die twee instituten staan veel van onze klanten. Ter plekke wordt vooral gekeken wat nog niet ideaal werkt en wat er aan de machines moet gebeuren om ervoor te zorgen dat ze geschikt zijn voor volumeproductie.'

'ASML moet het hebben van zijn technische voorsprong'