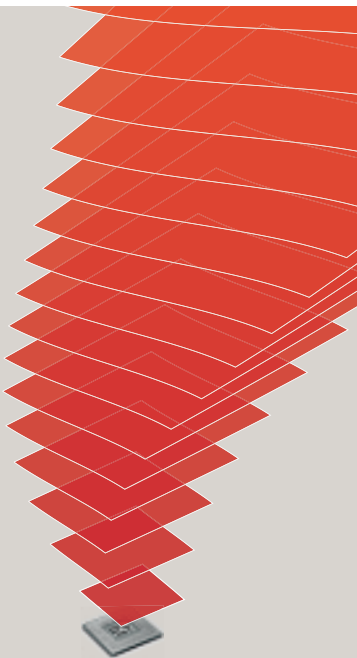


Dunne chips maken, en die weer stapelen

ASMI en Besi investeerden jaren in nieuwe technologieën die de productie van complexere chips beter en goedkoper moeten maken. Dat betaalt zich uit nu de markt voor die chips snel groeit. Het stapelen van laagjes in een chip is een aanvullende, steeds belangrijkere methode om meer kracht in een chip te persen. En daar komen de nieuwe technieken om de hoek kijken. Maar wat doen ze nou precies, daar in Almere en Duiven?



Superdunne chips maken, en die dan stapelen

ASMI en Besi investeerden jaren in nieuwe technologieën die de productie van complexere chips beter en goedkoper moeten maken. Dat betaalt zich uit, nu de markt voor die chips snel groeit. Maar wat doen ze nou precies, daar in Almere en Duiven?

In het kielzog van ASML gooien ook twee andere chipmachinebouwers hoge ogen in de AEX. Net als de grote broer uit Veldhoven investeerden ASMI uit Almere en Besi uit Duiven de afgelopen jaren in nieuwe technologieën. Hoewel ze niet zoals ASML een monopolist op hun terrein zijn, hebben de bedrijven zich met die investeringen wel in de voorhoede van een

lucratieve markt weten te manoeuvreren. En daarvoor worden ze door beleggers beloond.

ASMI en Besi leveren apparatuur die de productie van nóg snellere en betere chips voor in onze telefoons en computers mogelijk maakt. En allebei doen ze dat door op een andere manier het stapelen van chipkracht mogelijk te maken.

ASMI stapelt laagjes in chips

Wie het succes van het Almeerse ASMI wil begrijpen, ontkomt niet aan een minicursus moleculaire chemie.

Han Westendorp, sinds de jaren negentig werkzaam bij het bedrijf, doet zijn best in begrijpelijke taal uit te leggen hoe de ASMI-machines — die reactoren worden genoemd — atoom voor atoom en laagje voor laagje het materiaal opbouwen waaruit de meest krachtige, complexe chips worden gemaakt.

In een presentatie laat Westendorp zien hoe onder nauwkeurig bepaalde condities (temperaturen van 200°C tot 500°C en lage luchtdruk) het gas aluminiumchloride in de reactor wordt geblazen. Daar ontvouwt zich een dans tussen de moleculen van dat gas en de aanwezige zuurstof- en waterstofatomen op het oppervlak van de wafer, de ronde schijf waarop chips worden geprint. Uit de deeltjes ontstaat een aluminiumoxideverbinding, een reactie die vanzelf stopt wanneer alle deeltjes een partner hebben gevonden.

‘Na het schoonspoelen van het oppervlak met stikstofgas om alle niet-gereageerde moleculen te verwijderen, laten we waterdamp binnen, waardoor een tweede reactie wordt gestart en het aluminium wordt geoxideerd’, legt Westendorp uit.

Dat proces wordt herhaald tot een perfect egaal laagje van 1 tot 10 nanometer dikte is bereikt. En daarin wordt — in verschillende processen — dan uiteindelijk het patroon van een chip geprint.

De kunst om met elkaar snel afwisselende gassen materiaal op te bouwen heet *atomic layer deposition* (ALD).

DE GROOTSTE

En die technologie is de voornaamste pijlaar onder het huidige succes van ASMI, dat met een koerswinst van ruim 200% in één jaar momenteel het succesverhaal van de AEX is. ASMI is op dit moment wereldwijd met een aandeel van 55% de grootste partij op de markt van ALD. En Advanced Semiconductor Materials International, zoals het bedrijf voluit heet, verwacht die positie de komende jaren te kunnen uitbouwen.

Om zoveel mogelijk rekenkracht op een chip te kunnen proppen, worden steeds fijnere lijntjes op een chip geprint (dat doen onder meer de machines van grote



‘Inmiddels hebben de meest geavanceerde chips vele zeer dunne lagen die zijn opgebouwd met ALD’

Han Westendorp
ASMI

broer ASML, uit Veldhoven).

Het stapelen van laagjes in een chip is een aanvullende, en steeds belangrijker, methode om meer kracht in een chip te persen. En daar komt ALD om de hoek kijken. Het voordeel van ALD is dat met deze technologie de laagjes waaruit chips worden opgebouwd (bij een complexe chip zijn dat er al snel honderden) dunner kunnen worden gemaakt dan met oudere technologieën, zonder dat er stroom weglegt en zonder dat er oneffenheden ontstaan op het oppervlak waarin de chip wordt geëetst.

Hoe dunner de laagjes in een chip, hoe meer verdiepingen op elkaar kunnen worden gestapeld. En dat betekent weer meer rekenkracht en geheugen voor de chips die het motorblok vormen van onze smartphones, laptops en servers. Nieuw is ALD niet. De technologie werd in

1974 door een Finse wetenschapper bedacht en verder ontwikkeld bij het bedrijf Microchemistry. Dat werd in 1998 door ASMI ingelijfd. In 2007 zette de Amerikaanse chipproducent Intel als eerste de ALD-machines van ASMI in zijn productielijnen in. Het bedrijf investeert dus al jaren. En dat betaalt zich nu terug.

Sinds enkele jaren is de vraag naar ALD snel toegenomen en de verwachting is dat de markt tot 2025 nog eens in omvang verdubbelt, tot ruim \$3 mrd. Die toenemende vraag naar ALD hangt weer samen met de gestegen vraag naar complexe chips. Nieuwe technologieën als 5G, kunstmatige intelligentie en virtual reality komen tot wasdom en daarvoor zijn weer die complexe chips nodig.

‘Inmiddels hebben de meest geavanceerde chips vele lagen die zijn opgebouwd met ALD’, zegt Westendorp.

Besi stapelt chips op elkaar

BE Semiconductor Industries (Besi) was lang actief op een niet bijzonder lucratief deel van de chipmarkt. Wanneer een chip is geprint — bijvoorbeeld op een machine van ASML — en vervolgens geëetst, is die nog niet klaar om in een mobiele telefoon of server ingebouwd te worden. Er volgt nog een heel productieproces, dat in de industrie de *back end* wordt genoemd.

Dat proces van het testen, zagen, verbinden en verpakken van chips voegde lange tijd niet veel waarde toe, dus die stappen moesten vooral snel en goedkoop.

Maar dat is aan het veranderen. De ontwikkelingen in de chipindustrie worden gedreven door ‘De wet van Moore’. Die luidt dat het aantal transistors op een chip ongeveer elke twee jaar verdubbelt terwijl de prijs van die chips juist daalt.

Inmiddels zijn de schakelingen op een chip zo klein geworden (5 nanometer, 20.000 keer zo dun als een vel papier), dat het einde van die wet in zicht lijkt. Mogelijk kunnen de schakelingen nog kleiner, maar het proces wordt ook zo gecompliceerd dat het niet meer kosteneffectief zal zijn.

PRECISIEWERK

En dus worden vernieuwingen in andere delen van het productieproces van een chip belangrijker, vertelt Barry Peet. Hij is directeur van het Chip Integration Technology Center (CITC) in Nijmegen. Dat innovatiecentrum doet onderzoek naar vernieuwende methoden om chips te verbinden en verpakken.

‘Traditioneel worden chips apart van een beschermend laagje voorzien en via goud- of koperdraadjes verbonden naar een printplaat’, legt Peet uit. ‘Maar dat kost veel ruimte in een apparaat en de hoeveelheid data die via die draadjes verstuurd kan worden is beperkt. Daarom wordt het slim verpakken van chips een belangrijker onderdeel in het productieproces.’

Een slimme oplossing is ‘heterogene integratie’ of *hybrid bonding*: het samenbrengen van verschillende soorten chips in één verpakking. Dat klinkt simpel, maar is het allerminst: het direct aan elkaar plakken van chips met verschillende functies, afmetingen en materialen, zon-

der dat ze elkaar verstoren, is hoogtechnologisch precisiewerk. In plaats van ze via draadjes te verbinden, worden de chips boven op of tegen elkaar aan geplaatst, met minuscule koppelingen ertussen.

GELOOF IN DE DROOM

Besi, dat zijn hoofdkantoor heeft in het Gelderse Duiven, heeft de afgelopen jaren machines voor deze technologie ontwikkeld. Begin volgend jaar moet de eerste machine bij een klant in productie gaan, en de productie van de machines wordt opgevoerd om aan de sterke vraag te voldoen, meldde het bedrijf onlangs bij de kwartaalcijfers.



Het slim verpakken van chips wordt een steeds belangrijker onderdeel in het productieproces’

Barry Peet
directeur innovatiecentrum CITC

Met Applied Materials, de grote Amerikaanse toeleverancier van apparatuur voor chipfabrikanten, heeft Besi een onderzoeksprogramma opgezet om hybrid bonding verder te ontwikkelen. In Singapore komt een gezamenlijk innovatiecentrum.

De inkomsten uit de nieuwe technologie moeten een belangrijke bijdrage leveren aan Besi's doelstelling om binnen een paar jaar een omzet van €1 mrd te halen. In 2020 was de omzet €433 mln. Op de beurs gelooft men wel in die droom: de waarde van Besi is in een jaar verdubbeld.

Ceo Richard Blickman, die Besi in 1995 oprichtte en naar de beurs bracht, wilde niet meewerken aan dit artikel.

De Nederlandse bedrijven ASMI en Besi maken het stapelen van chipkracht mogelijk.

ILLUSTRATIE: ISTOCK/FD STUDIO



Sandra Olsthoorn is redacteur telecom en technologie van Het Financieele Dagblad

In het kort

- Nederland is een belangrijke toeleverancier van machines waarmee chips worden gefabriceerd.
- ASML is het grootste en belangrijkste bedrijf, maar ASMI en Besi groeien ook snel.
- Ze investeerden ook in nieuwe technologieën die het maken van steeds complexere chips mogelijk maken.
- Die markt maakt een snelle groei door.

