



20 imec
JAAR

Bruisend van innovatie

>> **NANO, part II**

Een machine om heuse producten te maken uit atomaire of moleculaire bestanddelen behoort voorlopig nog tot de droomsfeer van de wetenschapper. Maar toch slagen onderzoekers er al sedert enkele decennia in om met grote precisie nanostructuren te maken, met de natuur als voorbeeld, of gedreven door de miniaturisatietrend in de micro-elektronica...

[lees meer op pagina 3](#)

>> **In-HAM slaat brug tussen technologieleveranciers en personen met functiebeperkingen**

[lees meer op pagina 6](#)

>> **20 jaar IMEC: verleden, heden en toekomst**

[lees meer op pagina 7](#)

>> **Europa ontwikkelt goedkopere en efficiëntere zonnepanelen**

[lees meer op pagina 11](#)

>> **VDM Laser Optics werkt samen met IMEC voor het reinigen van optische spiegels**

[lees meer op pagina 13](#)



Woord vooraf

Colofon

Verantwoordelijke uitgever:
Prof. Gilbert Declerck

Redactie:
Els Parton
Mieke Van Bavel

Werken mee aan dit nummer:
Roel Baets
Guy Beucarne
Jo De Boeck
Bart De Mey
Benny Graindourze
Johan Haspeslagh
Katrien Marent
Marc Meuris
Jo Neyens
Kris Van de Voorde
Chris Van Hoof
Jan Wauters

Voor meer informatie:
Katrien Marent
Corporate Communications
IMEC vzw
Kapeldreef 75
B-3001 Leuven
Tel: 016/28 18 80
Fax: 016/28 16 37
E-mail: Katrien.Marent@imec.be

www.imec.be

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden veeleevoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enig andere manier, zonder schriftelijke toestemming van de uitgever. Contactpersoon: Katrien Marent (tel: 016/ 28 18 80).

Herinnert u zich 1984 nog? Wellicht amper. En waarschijnlijk ook niet als het jaar waarin IMEC werd opgericht. Met zo'n 70 waren we, behuisd in een prefabkantoor op de campus van de K.U.Leuven.

Twintig jaar is ondertussen voorbijgegaan en de wereld is grondig veranderd: de koude oorlog is voorbij, de dot.com *bubble* ook, en het jaar 2000 zijn we zonder kleerscheuren doorgekomen.

We zijn er zeker niet op achteruit gegaan. Integendeel. De welvaart in onze contreien is nog nooit zo hoog geweest. Studies hebben uitgewezen dat de gestage stroom van nieuwe technologische ontwikkelingen hier veel toe heeft bijgedragen. Kijk bijvoorbeeld maar naar de prijzevolutie van 'gewone' producten ten opzichte van 'technologische' producten. In 1984 kostte een brood 1,3 euro. Vandaag 1,61 euro. Een pintje bier kostte gemiddeld 1 euro, vandaag 1,5 euro. In 1984 kon je de eerste pc's kopen aan zo'n 2.000 euro, vandaag heeft men al een multimedia-pc met Pentium 4 aan 1.200 euro, 40% goedkoper en tegelijkertijd honderden keren sneller.

Hoe is deze evolutie te verklaren? Miniaturisatie, miniaturisatie en nog eens miniaturisatie. Het resultaat hiervan zijn steeds krachtigere chips, meer functionaliteit, terwijl de kost onder controle wordt gehouden. Twintig jaar geleden bedroeg de investering voor een nieuwe chipfabriek 'amper' 500 miljoen euro, vandaag is dat al gauw 2,5 miljard euro. Dankzij de sterk groeiende halfgeleiderconsumptie (vandaag bevat een elektronisch toestel 3 maal meer micro-elektronica dan 20 jaar geleden) en de voortdurende technologische doorbraken kan men nog steeds chips produceren tegen lage prijzen, ook al zijn de investeringen vandaag gigantisch.

En hier komt IMEC in beeld. Het is precies omwille van de sterk gestegen inspanningen en kosten in onderzoek en ontwikkeling om die nieuwe en noodzakelijke technologische doorbraken te kunnen blijven garanderen, dat samenwerking in onderzoek de enige uitweg wordt voor tal van bedrijven. En waar kunnen zij dat beter doen dan op neutraal terrein? In een onderzoekscentrum dat meer dan 1.300 medewerkers telt, op een heuse IMEC-campus met unieke laboratoria bijvoorbeeld. Vandaag is IMEC een schoolvoorbeeld van internationale samenwerking met bedrijven en universiteiten. Meer dan 20 bedrijfjes zagen het levenslicht en tal van innovaties werden gerealiseerd in Vlaamse KMO's. Meer en meer bedrijven besluiten de hulp van IMEC in te roepen bij hun high-techprojecten. Goede vooruitzichten dus voor de volgende 20 jaar IMEC-geschiedenis...

Jan Wauters, Hoofd Corporate Marketing



NANO, part II

Een machine om heuse producten te maken uit atomaire of moleculaire bestanddelen behoort voorlopig nog tot de droomsfeer van de wetenschapper. Maar toch slagen onderzoekers er al sedert enkele decennia in om met grote precisie nanostructuren te maken, met de natuur als voorbeeld, of gedreven door de miniaturisatietrend in de micro-elektronica...

De moleculaire machine: de tijd als spelbreker

De stap van het ontdekken en in beeld brengen van de nanowereld (zie *InterConnect 15, Nano, part I*) naar een meer commercialiseerbare nanotechnologie is niet gering. Het betekent immers dat men op een betrouwbare manier nanomaterialen moet kunnen maken, twee- of driedimensionale atomaire of moleculaire structuren met afmetingen van 1 – 100 nm. Een volgende uitdaging bestaat er dan in om op basis van atomaire of moleculaire bestanddelen heuse substanties of producten te maken. Zo'n productieproces van materialen zou heel wat milieuvriendelijker zijn dan de huidige productietechnieken. De materialen worden dan immers atoom per atoom, of molecule per molecule opgebouwd. Afval of vervuiling zal hierdoor sterk verminderd worden. De natuur heeft interessante voorbeelden ontwikkeld van deze 'moleculaire machines', zoals virussen en ribosomen (de eiwitfabrieken in levende organismen, ongeveer 30 nm in doorsnede). Maar de kunstmatige variant, ook wel *assembler* genoemd (een kleine nanoscopische machine die kan geprogrammeerd worden om atomen en moleculen naar wens te manipuleren), blijft voorlopig een droom. Het grootste probleem is niet zozeer van technische aard, maar van tijd. Als je immers bedenkt dat het meest eenvoudige product al bestaat uit vele tienduizenden atomen, dan is het al gauw duidelijk dat er triljoenen *assemblers* nodig zijn om in een redelijke tijdsspanne iets te kunnen maken. De *assembler* zou daarom zo moeten geprogrammeerd worden dat hij af en toe een kopie van zichzelf maakt tijdens het fabricageproces. Dit is ongetwijfeld een manier om te zorgen dat de fabricagesnelheid exponentieel groeit, net als een levend organisme door celdeling groeit uit een enkele cel.

Wat kunnen we dan wel maken, en hoe?

Het concept van de *assembler* is nog niet onmiddellijk uitvoerbaar, maar toch hebben onderzoekers al heel wat methoden

ontwikkeld waarmee nanostructuren kunnen gemaakt worden. Hierbij maken we onderscheid tussen twee benaderingen: de *top-down*benadering en de *bottom-up*benadering.

Nanostructuren maken 'top-down'

Bij de *top-down*benadering vertrekt men van materiaalagen waarin nanostructuren worden gevormd met lithografische en etstechnieken. De ontwikkeling van deze miniaturisatietechnologie werd vooral gedreven door de micro-elektronica-sector, waarin een voortdurende verkleining van de afmetingen van elektronische componenten al decennia lang centraal staat. De kleinste kritische afmeting van de transistor is tegenwoordig 70 nm (en zelfs kleiner) in een industrieel productieproces. Onderzoekers verkennen nu al de wereld beneden de 45 nm. We begeven ons dus op het terrein van de nano-elektronica.

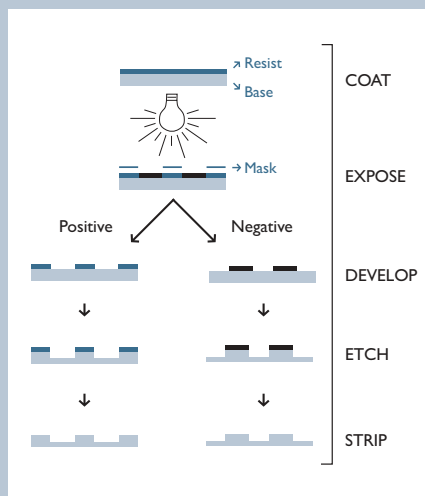
Binnen de nano-elektronica beschouwen we patroongeneratie dan ook als de sleuteltechniek. Het lithografisch proces wat hiervan een onderdeel is, is bepalend voor de kritische afmetingen van de elektronische structuren, die uiteindelijk bepalen of de schakelingen aan hun ontwerpspecificaties voldoen.

Lithografie, of 'steendruk', is een druktechniek, waarbij het te reproduceren patroon wordt geprojecteerd op een siliciumschijf, waarop een lichtgevoelige laag (de resist) werd aangebracht. Het patroon is onderdeel van een geïntegreerde schakeling en wordt via een masker, dat de basispatronen bevat, meestal door een stralingsbundel overgebracht op de fotogevoelige laag. De bundel werkt in op deze laag zodat de belichte delen in een ontwikkelvloeistof oplossen (positieve resist) of juist niet (negatieve resist). De afbeelding is dan klaar om verdere bewerkingen te ondergaan, zoals het opvullen van de ontstane holten

met een metaal of een isolerend materiaal. Hoe klein de afmetingen kunnen gemaakt worden, hangt af van drie factoren: de golflengte van het gebruikte licht, de numerieke apertuur (een



ASML PASS500/1100 belichtingstoestel voor 193 nm lithografie.



Principe van optische lithografie.

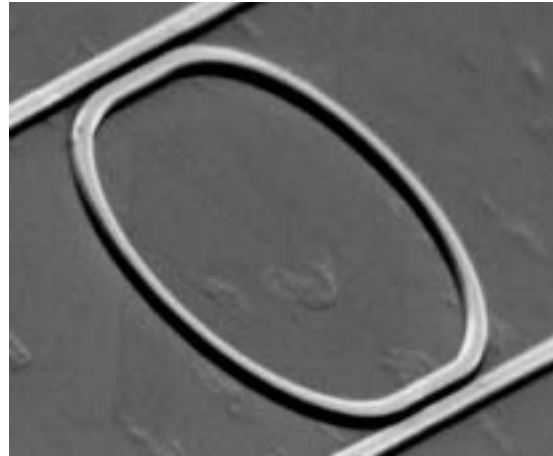
INTEC gebruikt diep-UV-lithografie om fotonische kristallen te maken

De laatste jaren worden heel wat inspanningen gedaan om fotonische componenten (zoals lasers, optische filters, golfgeleiders...) te miniaturiseren zodat ze dezelfde mate van integratie hebben als de huidige elektronische geïntegreerde circuits. Om deze fotonische geïntegreerde circuits te maken worden onder meer fotonische kristallen gebruikt. Dit zijn kunstmatige nanostructuren met een periodiciteit van de orde van de golflengte van het licht. Fotonische kristallen laten in principe toe om bijvoorbeeld golfgeleidende circuits zeer compact te maken of om nieuwe optische functies te creëren die niet mogelijk zijn met traditionele fotonische circuits (intelligente sensoren zoals bijvoorbeeld spectroscopische gassensoren, hoge-snelheids-signaalverwerking voor optische telecommunicatienetwerken...). Naast fotonische kristallen kan men ook fotonische 'draden' gebruiken. Dit zijn ribgolfgeleiders met dwarsafmetingen die opnieuw van de orde van de golflengte zijn.

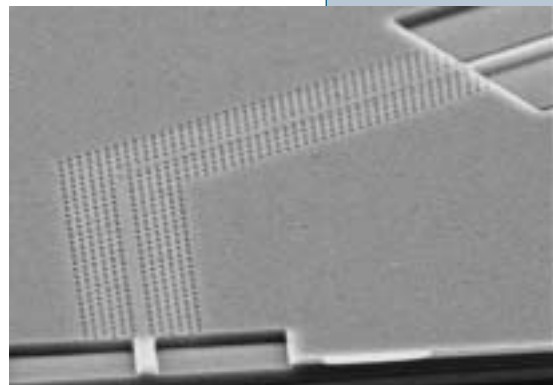
Maar het gebrek aan efficiënte fabricagetechnologieën heeft tot nu toe het succes van nanofotonische circuits wat gedempt. De uitdaging is immers niet gering: fotonische kristallen en draden vragen structuren met afmetingen van de orde van 50 - 500 nm, maar dan wel met een precisie van de orde van 1 - 10 nm. Elektronenbundellithografie is een manier om de fijne structuren te maken, maar door zijn trage werking komt de methode nauwelijks in aanmerking voor industriële toepassingen.

De samenwerking tussen IMEC's geassocieerd laboratorium INTEC van de Universiteit Gent en IMEC heeft geleid tot een mooi alternatief: het gebruik van diep-UV-lithografie, in combinatie met etstechnologie en dit alles op silicium-op-isolator (SOI) wafers. Met diep-UV-lithografie kan de gewenste resolutie bereikt worden, bijvoorbeeld om sub-micron optische golfgeleiderstructuren te maken voor geleiding van 1,55 μm , de standaardgolflengte van de telecommunicatie. Het grote voordeel van de SOI-technologie is zijn compatibiliteit met de standaardchip-technologie CMOS, waardoor de enorme technologische voordelen van CMOS ten volle kunnen benut worden. In de loop van 2003 werd een doorbraak bereikt: er werden nanofotonische draadgolfgeleiders gemaakt met minder dan 50% lichtverlies per centimeter. Een record!

INTEC en IMEC hebben als eerste ter wereld aangetoond dat met diep-UV-lithografie (typisch 248 nm en 193 nm) fotonische kristallen en nanofotonische draadgolfgeleiders met goede optische kwaliteit kunnen gemaakt worden voor de 1,55 μm optische communicatieband.



Ringresonator met fotonische draden in SOI. De bochten hebben een straal van 5 micrometer en de rechte stukken zijn 3 micrometer. De golfgeleiders zelf zijn slechts 500 nm breed.



Bocht in een fotonische kristalgolfgeleider. De roosterperiode is 460 nm en de gaatjes hebben een diameter van 280 nm.

Voor meer informatie: Roel.Baets@UGent.be

maat voor de openingshoek van het optisch systeem) en k_{\perp} , een systeemafhankelijke constante. Om de kleine structuurtjes te vormen die we tegenwoordig in een geïntegreerde schakeling terugvinden, wordt bijvoorbeeld een 193 nm argonfluoridelaser als diep-ultraviolette (diep-UV) lichtbron gebruikt. Maar de optische lithografie zal uiteindelijk ook de grenzen van haar mogelijkheden bereiken, en innovatieve oplossingen zullen moeten worden gevonden als we de afmetingen van de transistoren steeds verder willen verkleinen. Een aantal van deze oplossingen is reeds voorhanden, zoals elektronenbundellithografie, x-stralenlithografie, extreem-ultravioletlithografie of nano-imprintlithografie, maar deze technieken zijn momenteel nog technisch te complex of commercieel minder aantrekkelijk.

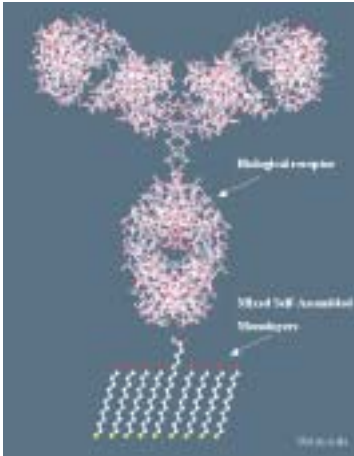
In de nano-elektronica wordt patroongeneratie gecombineerd met fysische of chemische methoden waarmee de ontstane nanostructuren kunnen worden opgevuld met andere materialen, zoals metalen of diëlektrische (isolerende) materialen. Moleculaire bundelepitaxie (MBE), metaal-organische chemische dampdepositie (MOVCD) en atomaire laagdepositie (ALD) zijn hiervan voorbeelden. MBE is gebaseerd op de interactie van één of meerdere moleculaire of atomaire bundels, die ontstaan door sublimatie of verdamping uit verwarmde vaste-stofbronnen, met een verwarmd substraatoppervlak. MOVCD is een voorbeeld van een chemische opdampmethode, waarbij reactieve gassen op het substraatoppervlak reageren om het gewenste materiaal te vormen. Met MBE en MOVCD kunnen uiterst dunne kristallijne lagen epitaxiaal gegroeid worden op een substraat. Dit betekent dat de roosterstructuur van het substraat wordt voortgezet in de erop gedeponeerde laag. In een ALD-proces vinden dan weer

een aantal opeenvolgende chemische reacties plaats aan het oppervlak van een substraat. Deze reacties zijn zelf-beperkend: de reactie stopt als er geen reactanten meer zijn. Hierdoor kunnen de lagen met atomaire nauwkeurigheid worden neergezet.

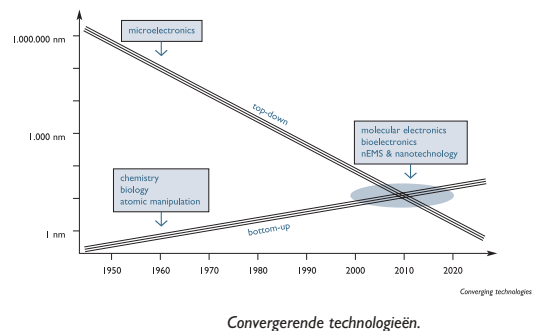
... of 'bottom-up'

Terwijl de *top-down* benadering kan vergeleken worden met het werk van een beeldhouwer, kunnen we de *bottom-up* benadering het best toetsen aan dat van de mozaïekwerker, die zijn kunstwerk steentje per steentje opbouwt. Want dat is *bottom-up* nanotechnologie: het synthetiseren van macro- of supramoleculaire structuren uit moleculaire of atomaire bouwstenen.

Voor een eerste categorie van technieken die dit wetenschappelijk kunstwerk mogelijk maken, verwijzen we naar het nano-artikel uit onze vorige Interconnect n° 15, *Nano, part I*. In dit nummer werden de *scanning tunneling microscope* (STM) en de *atomic force microscope* (AFM) al geïntroduceerd als technieken die atomen in beeld kunnen brengen. Maar nog geen tien jaar na de introductie van de STM, konden onderzoekers van IBM er voor de eerste keer ook atomen mee verplaatsen... 35 xenonatomen werden precies gepositioneerd op een nikkelkristal en vormden er het IBM-logo, in totaal drie nanometer breed. Het principe steunt op de sterke wisselwerking die bij kleine afstanden optreedt tussen de STM-naald en het oppervlak. Hierdoor kunnen atomen verschoven worden naar nauwkeurig omschreven posities, en kan een structuur atoom voor atoom worden opgebouwd. Hetzelfde is mogelijk met AFM, waarbij gebruik wordt gemaakt van de lokale, interatomaire krachten tussen naald en oppervlak. Hun precisie is overweldigend, maar met deze methoden zou het erg lang duren om



Het gebruik van gemengde zelfassemblerende monolagen verhoogt de sensitiviteit en selectiviteit van biosensoren.



Convergerende technologieën.

grotere structuren te creëren. Op dit moment lijkt het dan ook onwaarschijnlijk dat tunnelmicroscopen of zelfs een batterij van tunnelmicroscopen ooit in staat zullen zijn om op een betrouwbare manier en op industriële schaal grote aantallen structuren op atomaire schaal te produceren.

Om het probleem van 'tijd' te omzeilen, moeten we beroep doen op een andere en veelbelovende methode: de zelfassemblage. Bij zelfassemblage ordenen atomen en moleculen zichzelf in de gewenste structuren, geleid door hun eigen chemische en/of biologische eigenschappen. Het achterliggende idee is het feit dat alle biologische wezens ook spontaan geassembleerd zijn. De belangrijkste drijvende krachten bij zelfassemblage zijn ionbindingen, waterstofbindingen, coördinatieverbindingen, maar ook Van-der-Waals-krachten en hydrofobe interacties. Het resultaat zijn stabiele, structureel goedgedefinieerde aggregaten die verbonden zijn door niet-covalente bindingen. Het probleem bij zelfassemblage is nu niet meer de tijd -want de atomen doen zelf het werk- maar de controle over de regelmaat en de architectuur van het geheel. Je zou de atomen als het ware moeten dicteren wat ze moeten doen... Toch zijn er al heel eenvoudige vormen van zelfassemblage die nu al succesvol zijn. Zo hebben onderzoekers het moleculaire equivalent van de transistor gemaakt op basis van minuscule nanobuizen. Deze nanobuizen bestaan uit koolstofatomen die, onder de juiste voorwaarden, zichzelf assembleren in cilinders van slechts 1,2 nanometer diameter (dit is ongeveer een tienduizendste van de diameter van een menselijk haar). Wanneer deze nanobuizen tussen twee metalen worden bevestigd, gedragen ze zich als de poort van een conventionele (maar veel grotere) transistor. De mogelijkheden van zelfassemblage worden ook verkend om de grenzen van de klassieke CMOS-chiptechnologie te verleggen naar afmetingen beneden de 10

nm. Maar de meest gekende toepassing van zelfassemblage vinden we terug in de ontwikkeling van biosensoren, kleine analytische systemen die gebruikt worden in bijvoorbeeld de medische of voedingssector. Zo'n biosensor bestaat typisch uit een biologische component (het herkenningssysteem, een laag biomoleculen die de doelmoleculen specifiek gaan binden of erop reageren), een elektronische component (het vertaalsysteem, dat de biologische herkenningreactie omzet in een meetbaar elektrisch signaal) en een verbindingslaag tussen beide, waarop herkenningbiomoleculen geïmmobiliseerd worden. Voor de verbindingslaag gebruikt men zelfassemblerende monolagen van bijvoorbeeld thiolen of silanen, die slechts enkele nanometer dik zijn. Deze moleculen, die zich spontaan organiseren in een laag, dienen als 'linkers' voor de immobilisatie van biomoleculen.

In het raakvlak van beide benaderingen...

Wanneer de technieken van de *top-down*- en *bottom-up*nanotechnologie naar eenzelfde nanometerschaal convergeren, en we de mogelijkheden van beide (lithografie, zelfassemblage, atomaire manipulatie) kunnen bundelen, worden spectaculaire toepassingen verwacht in een heel breed gebied (nieuwe IC-technologieën, moleculaire elektronica, bio-elektronica...). In combinatie met de kennis vanuit de biologische wereld en haar selectiviteit en gevoeligheid op atomaire schaal, zullen fundamentele inzichten ontstaan in zeer uiteenlopende disciplines. Hieruit zullen nog betere en meer efficiënte methoden voor nanofabricage kunnen ontwikkeld worden. In het raakvlak van de verschillende technologieën zullen heel wat doorbraken tot stand komen, functies die met de huidige technologie nog niet mogelijk zijn, en die we ons in vele gevallen nog moeilijk of zelfs niet kunnen voorstellen. En we staan al aan de vooravond van dit tijdperk...

Nanofabricage in IMEC: een selectie

Top-down: structuren op nanoschaal

- Diep-UV-lithografie wordt gebruikt om testpatronen op nanoschaal te maken. Als mogelijke opvolgers worden extreme-UV (EUV)-lithografie, 157 nm lithografie en 193 nm immersielithografie (waarbij een vloeistof wordt aangebracht tussen de projectielens en de siliciumschijf) onderzocht;
- elektronenbundellithografie wordt onder meer gebruikt voor het maken van maskers voor bijvoorbeeld nano-imprintlithografie;
- nano-imprintlithografie is in ontwikkeling voor bijvoorbeeld het overbrengen van patronen op nanoschaal;
- ...

Bottom-up: zelfassemblage

- gemengde zelfassemblerende monolagen worden gebruikt in de ontwikkeling van biosensortoepassingen;
- zelfassemblerende monolagen ondersteunen de ontwikkeling van de zogenaamde SAMFET, een organische *field-effect* transistor waarbij zowel de diëlektrische als de actieve lagen bestaan uit zelfassemblerende monolagen;
- het gebruik van zelfassemblerende monolagen op onder meer koperverbindingslagen van de geïntegreerde schakeling wordt bestudeerd;
- ...

Referenties

- Nanotechnologie, op weg naar een moleculaire bouwdoos; A. ten Wolde, Wetenschappelijke Bibliotheek van Natuur en Techniek, deel 63, 2000
- *Nanotechnology: shaping the world atom by atom*, te downloaden op <http://www.wtec.org/loyola/nano/IWGN.Public.Brochure/>



Als alles volgens plan verloopt, zal In-HAM's woonlab operationeel zijn tegen december 2004.

In-HAM slaat brug

tussen technologieleveranciers en personen met functiebeperkingen

In-HAM vzw staat voor 'innovation center in housing for adapted movement'. Het wil een expertisecentrum zijn op het vlak van welzijnstechnologie waarbij de nood van personen met functiebeperkingen centraal staat. Met dit doel werd een uniek samenwerkingsverband gecreëerd tussen de zorg- en welzijnssector enerzijds en de woontechnologie-aanbieders (bouw- en domotica-sector) anderzijds. Met het oog op innovatie worden ook kenniscentra zoals IMEC betrokken bij het netwerk. Op 2 februari 2004 werd de eerste steen gelegd van het In-HAM woonlab. Een gelegenheid om dit initiatief nader toe te lichten...

Initiatiefnemers en doelstellingen

In-HAM vzw is een initiatief van:

- een aantal partners die actief zijn in de gehandicapten-sector, gegroepeerd rond het Dominiek Savio Instituut vzw (Gits),
- een aantal partners uit de bouwnijverheid, gegroepeerd rond het WTCB (Wetenschappelijk en Technisch Centrum voor het Bouwbedrijf, Brussel),
- een aantal partners uit de sector van domotica / immotica, gegroepeerd rond het BCDI (Belgian Centre for Domotics and Immotics, Brussel),
- en tenslotte IMEC vzw als partner uit de sector van de micro-elektronica.

De doelstelling van dit initiatief is een verbetering van de levenskwaliteit, de autonomie en de maatschappelijke participatie van personen met functiebeperkingen. Centraal hierbij staat het doorgronden van de specifieke noden van personen met functiebeperkingen en de vertaling hiervan naar de technologieleveranciers toe die hierdoor gerichte productmodificaties en betaalbare productinnovaties kunnen doorvoeren. Een win-win-situatie is het resultaat: meer autonomie voor de gebruiker en een nieuwe afzetmarkt voor de industrie. En met de vergrijzing van onze bevolking zal deze afzetmarkt alleen maar groeien. Eén van de doelstellingen van In-HAM is te zorgen voor continue innovatie. Dit gebeurt op verschillende niveaus: nieuwe mogelijkheden van bestaande technologieën door kleine aanpassingen ervan, nieuwe toepassingen door innovatief gebruik van bestaande technologieën, of de ontwikkeling van compleet nieuwe technologieën. Voor deze laatste vorm van innovatie doet In-HAM een beroep op kenniscentra zoals IMEC.

Enkele voorbeelden:

Bestaande technologieën - domotica: van luxeproduct tot ondersteunend product voor de zorg- en welzijnssector

Een mooi voorbeeld van een technologie met enorme mogelijkheden voor personen met functiebeperkingen is domotica. Het behelst aspecten zoals beveiliging, verwarming, klimaatregeling, communicatie en verlichting, allen geïntegreerd in één netwerk waardoor onderlinge communicatie en interactie mogelijk zijn. Mits enkele doelgerichte aanpassingen op het vlak van gebruiksvriendelijk-

heid, betrouwbaarheid en veiligheid, kan domotica gebruikt worden door personen met een zintuiglijke handicap of motorische stoornissen om dagdagelijkse, voor ons triviale, huishoudelijke activiteiten uit te voeren.

Nieuwe technologieën – draadloos sensornetwerk

Ook bij IMEC worden generische technologieën ontwikkeld die nieuwe toepassingen mogelijk maken voor de welzijnssector. Zo wordt in het kader van het Human++-programma een generisch technologieplatform ontwikkeld dat toepasbaar is voor het beheren van chronische ziekten, diagnose, thuismonitoring, biometrie en sport- en fitnessopvolging. Er werd reeds een demonstrator ontwikkeld van een draadloos EEG (elektro-encefalogram)-meetsysteem dat verder zal uitgewerkt worden om epilepsie-aanvallen vroegtijdig te ontdekken en zelfs te onderdrukken. Dankzij de samenwerking met In-HAM kon IMEC ook meewerken aan een KMO-innovatiestudie waarin een draadloos sensornetwerk uitgewerkt werd voor personen zonder handfunctie en spraakvermogen. Door het detecteren van specifieke lichaamssignalen zijn deze personen toch in staat te communiceren met meer bewegingsvrijheid dan bij gebruik van bestaande 'bedrade' systemen.

Woonlab: advies, demonstratie, innovatie en opbouwen van deskundigheid

Op 2 februari 2004 vond de eerstesteenlegging plaats van In-HAM's demonstratiegebouw. Het omvat 4 woonlabo's en een ruime demonstratieruimte voor bouw- en woontechnologie voor personen met functiebeperkingen. Deze personen krijgen de gelegenheid om gedurende een periode te verblijven in één van de wooneenheden en zo bestaande en recent ontwikkelde hulpmiddelen uit te proberen. De gebruikerservaring is voor de producenten essentieel om hun product op zinvolle manier te optimaliseren. Bedrijven en kenniscentra kunnen hier eveneens hun concrete innovatieprojecten uitwerken.

Voor meer informatie over In-HAM kan u terecht bij Peter.Deboutte, info@in-ham.be of www.in-ham.be

Voor meer informatie over IMEC-activiteiten kan u terecht bij Johan.Haspeslagh@imec.be



Professor Roger Baron
Van Overstraeten,
stichter van IMEC



Professor Gilbert
Dederck, Algemeen
directeur IMEC

IMEC viert dit jaar zijn 20ste verjaardag. Tijd om even stil te staan en een blik te werpen op IMEC's 20-jarige geschiedenis, de impact van IMEC's onderzoek op ons dagelijks leven en de toekomstvisies van enkele van IMEC's experts.

HET VERLEDEN

Op 16 januari 1984 werd de handtekening gezet onder de oprichtingsakte van IMEC. Met de steun van de Vlaamse overheid wordt zo het onafhankelijk onderzoekscentrum voor micro-elektronica geboren. IMEC's oprichter professor Roger Baron Van Overstraeten slaagde erin om – samen met zijn managementteam, de Raad van Beheer bestaande uit vertegenwoordigers uit de industrie, Vlaamse universiteiten en de Vlaamse overheid en vanzelfsprekend de IMEC-medewerkers – het onderzoekscentrum uit te bouwen tot een wereldvermaarde autoriteit op het vlak van micro-elektronica. Na zijn overlijden in 1999, volgde professor Gilbert Dederck hem op als algemeen directeur van IMEC.

Academisch colloquium

Voor zijn 20ste verjaardag organiseert IMEC het colloquium 'On(e) track to the future' met wereldberoemde wetenschappers uit de nano-, bio-, info- en cognitieve wetenschappen als sprekers. Het smelten van al deze werelden zal immers de kern zijn van de intelligente omgeving en toepassingen zullen de sterktes van de verschillende disciplines combineren.

Opening van IMEC's nieuw nano-elektronicalaboratorium

IMEC's 20ste verjaardag betekent ook het begin van een nieuw tijdperk in IMEC's geschiedenis. Op 7 mei 2004 wordt namelijk IMEC's nieuw onderzoekslaboratorium plechtig geopend in aanwezigheid van prominente gasten uit de industrie, de Vlaamse regering, lokale autoriteiten en de Europese commissie. De nieuwe onderzoeksinfrastructuur bestaat uit een *cleanroom* of stofvrije ruimte, een technische ruimte en een kantoorgebouw. De nieuwe *cleanroom* is geschikt voor het gebruik van de meest geavanceerde apparatuur op basis van 300 mm-siliciumschijven (de toekomstige standaard voor de productie van chips om een lagere kost per chip te realiseren bij productie van grote volumes). Dit is essentieel voor de ontwikkeling van nieuwe chipprocestechnologieën met afmetingen kleiner dan 45 nm. Dankzij deze nieuwe onderzoeksruimte kan IMEC zijn wereldwijde leidinggevende rol voor onderzoek in het domein van nanotechnologie handhaven en de positie van Vlaanderen als high-techregio versterken.

1984 1985 1986 1987 1988 1989

- Oprichting van IMEC.
- De eerste 70 werknemers worden voorlopig ondergebracht in prefabkantoren en in de gebouwen van de Katholieke Universiteit van Leuven.
- De Vlaamse overheid staat in voor de initiële investering van 62 miljoen euro.
- IMEC dient zijn eerste patent in. Twintig jaar later worden elk jaar een 50-tal patenten aan IMEC toegekend.

- IMEC neemt zijn eerste kantoorgebouw in gebruik, samen met een eigen *cleanroom*. Deze stofvrije chipproductieruimte heeft een oppervlakte van 3500 m² en huist toestellen die siliciumschijven met een diameter van 125 mm verwerken. De gebouwen worden officieel geopend op 19 juni 1986 in het bijzijn van wijlen Koning Boudewijn.
- IMEC's inkomsten uit contractonderzoek overschrijden de grens van 5 miljoen euro.

- De eerste spin-off Cobrain (nu geïntegreerd in Matrix), gespecialiseerd in droogetsen en oppervlaktebehandeling, wordt opgestart. Over de jaren worden er een 25-tal spin-offs opgericht.

IMEC's inkomsten uit contractonderzoek overschrijden de kaap van 10 miljoen euro.

IMEC's onderzoek van de voorbije 20 jaar is niet enkel doorgedrongen tot in de wetenschappelijke contreien. Ook in ons dagelijks leven. Zonder het te weten, maken we gebruik van technologieën en toepassingen waaraan IMEC heeft bijgedragen. Enkele voorbeelden:

Snel draadloos surfen

IMEC heeft een belangrijke rol gespeeld bij de ontwikkeling van de OFDM-technologie (*orthogonal frequency division multiplex*), een geavanceerde modulatietechniek voor het efficiënt gebruiken van de beschikbare bandbreedte bij draadloze communicatie. Zo was IMEC één van de eersten ter wereld die een breedband OFDM-basisbandmodem integreerde voor hoge snelheid in-huis draadloze lokale netwerken (WLAN). Verder onderzoek resulteerde in verhoogde capaciteit, flexibiliteit, prestatie en lager vermogenverbruik van WLAN-systemen. Deze technologie laat ons toe om sneller draadloos te surfen of beelden en andere data te versturen.



OFDM-chip.

Satellietnavigatie

IMEC ontwikkelde een satellietnavigatie-ontvanger die zowel de signalen van de GLONASS- en GPS-satellieten kan opvangen als van de satellieten van het verbeteringssysteem EGNOS. Hierdoor kan het op een uiterst nauwkeurige en betrouwbare manier ingezet worden voor toepassingen als auto-, luchtvaart- en maritieme navigatie, het opsporen van voertuigen, het opmeten en in kaart brengen van bv. vulkaanuitbarstingen en aardbevingen enz. IMEC's onderzoek op het vlak van satellietnavigatie leidde tot de oprichting van de spin-off Septentrio in 2000.



Een satellietnavigatie-ontvanger.

Interactieve televisie

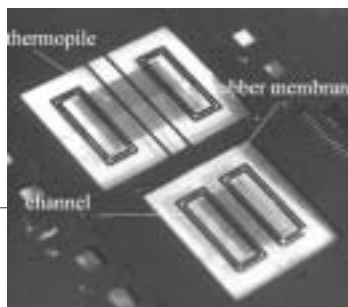
In een gezamenlijk project met VRT, VUB (Vrije Universiteit Brussel) en UGent (Universiteit Gent) onderzoekt IMEC momenteel de mogelijkheden van o.a. MPEG-4, MPEG-7 en MPEG-21 voor interactieve digitale televisie. Meer bepaald wordt gezocht naar de beste technische oplossing om interactieve televisie tot bij de consument te brengen, op het toestel dat hij/zij verkiest (televisie, pda, gsm enz.) en naar de beste productiemethode die zonder al te veel 'dubbel werk' de inhoud kan aanleveren voor de verschillende afspelplatformen (televisie, pda, gsm) en transmissiekanaalen (kabel, telefoonlijn). Het motto luidt "create once, publish everywhere".



De demo 'het weerbericht van de toekomst' demonstreert de mogelijkheden van moderne multimediatechnieken: interactief, gepersonaliseerd en overal beschikbaar.

Snelle screening van breed-gamma geneesmiddelen

IMEC ontwikkelde een generische technologie, gebaseerd op het meten van het temperatuurverschil tussen test- en referentiestaal, die kan gebruikt worden voor het testen van medicijnen. In een zeer vroeg stadium tijdens de ontwikkeling van een nieuw geneesmiddel kunnen potentieel 'genezende' moleculen in grote aantallen getest worden op een groot aantal doelwitmoleculen. Een sneller, goedkoper en (proef)diervriendelijker alternatief in vergelijking met bestaande testmethoden. Deze ontwikkelingen gaven het ontstaan aan het bedrijf Vivactis dat intelligente screeningdiensten voor de farmaceutische en biotechnische industrie ontwikkelt.



1990

1991

1992

1993

1994

1995

Een tweede kantoorgebouw wordt opgetrokken: een noodzakelijke uitbreiding om de 461 medewerkers te kunnen huisvesten.

IMEC organiseert voor de eerste keer zijn annual research review meeting, ARRM, waarbij IMEC zijn onderzoeksresultaten van het afgelopen jaar en zijn toekomstige onderzoeksstrategieën voorstelt aan partners uit de nationale en internationale industrie.

Een nieuw model voor samenwerking in onderzoek en ontwikkeling met de industrie, IMEC's industrieel affiliatieprogramma (IIAP), wordt opgestart. Dit concept is gebaseerd op het delen van kosten, risico's, talent en intellectuele eigendom.

IMEC wint de *Innovation Award van Flanders Technology International* omwille van het vernieuwende karakter van zijn onderzoeken en ontwikkelingswerk in micro-elektronica.

IMEC ontvangt de 'Prijz voor de Internationale Promotie van het Onderzoek in de Micro-Elektronica' uit handen van ZKH Prins Filip.

IMEC ontvangt een ISO9001-kwaliteitscertificaat voor zijn activiteiten op het vlak van zonnecellen en procestechologie.

Gehoорimplantaten voor doven

IMEC werkte mee aan het Cochleargehoorimplantaat voor mensen die doof zijn doordat de haarcellen in het slakkenhuis niet meer functioneren en de geluidsgolven niet kunnen doorgegeven worden naar de gehoorzenuw en de hersenen. Het systeem bestaat uit een geminiaturiseerde microfoon en spraakprocessor en een inwendige stimulator en slakkenhuis-elektrodebundel. Het kan de functie van het gehoor tot aan de gehoorzenuw overnemen.



Opsporen van erfelijke ziekten

IMEC ontwikkelde samen met Innogenetics en IMM (*Institut für Mikrotechnik Mainz*) een biosensor waarmee DNA-sequenties en antigenen kunnen gedetecteerd worden. Mogelijke toepassingen zijn het opsporen van erfelijke ziekten en bacteriële infecties. De lage productiekosten (door een innoverend spuitgietproces) en eenvoudige uitleesapparatuur maken deze sensor geschikt voor grootschalig gebruik.



IDE-biosensor

Prototype van een draadloos EEG.



Efficiëntere en goedkopere zonnecellen

Tijdens IMEC's 20-jarig zonnecelonderzoek werd o.a. een vernieuwend fabricageprocédé ontwikkeld voor zonnecellen met hoger rendement en lagere productiekost dan hetgeen mogelijk is met huidige technologieën. Deze ontwikkelingen hebben geleid tot de oprichting van de eerste zonnecelfabriek van Vlaanderen, Photovoltech.

Productielijn Photovoltech.

Draadloze epilepsie monitoring

In samenwerking met het U.Z. Leuven ontwikkelde IMEC een prototype van een draadloos en draagbaar EEG (elektro-encefalogram)-toestel voor het meten van hersenactiviteit, o.a. voor het vaststellen van epilepsie. Het prototype zal verder geminiaturiseerd worden tot ongeveer 1 cm² en zo de mobiliteit van patiënten tijdens hun ziekenhuisopname aanzienlijk verbeteren.



'Chip chip chip hoera'-lespakketten

Met de steun van IMEC ontwikkelt stichting 'Roger Van Overtraeten' lespakketten voor 10- tot 12-jarigen over de werking, productie en toepassing van chips. In verschillende modules wordt de ingewikkelde wereld van de micro-elektronica toegankelijk gemaakt voor zowel kinderen als leerkrachten. Kinderen krijgen de kans nieuwsgierig te zijn en zelf het antwoord te vinden. Leerkrachten kunnen rekenen op ondersteuning onder de vorm van bijkomende documentatie, slides, een materiaalkoffer, video's tot zelfs een 'chip chip chip hoera'-website.



1996

- IMEC vernieuwt zijn overeenkomst met de Vlaamse overheid voor de periode van 1996 tot 2001. De subsidie van de Vlaamse overheid bedraagt 43% van IMEC's totale inkomsten.
- IMEC's inkomsten van contractonderzoek overschrijden de grens van 25 miljoen euro.

1997

Een ISO9001-certificaat wordt toegekend aan IMEC. Dit kwaliteitscertificaat geldt voor al IMEC's activiteiten: training, ontwerp, onderzoek, ontwikkeling, integratie en het karakteriseren van processen, systemen en software op het gebied van micro-elektronica en verwante technologieën.

IMEC start, in samenwerking met WTCM, het KMO-IT centrum op. Het centrum steunt kleine en middelgrote bedrijven in het gebruik van informatietechnologie om de innovatie van hun producten, diensten of productieprocessen te bevorderen.

1998

ZM Koning Albert II bezoekt IMEC.

IMEC organiseert voor het eerst de 'IMEC Vlaamse bedrijvendag', een netwerkevenement voor de Vlaamse industrie. De Vlaamse nieuwsbrief 'InterConnect' wordt gelanceerd om IMEC's activiteiten kenbaar te maken naar de Vlaamse bedrijven toe.

Op initiatief van Professor Roger Baron Van Overstraeten, Algemeen Directeur van IMEC, wordt ITP, een IT-georiënteerd risicokapitaalfonds opgericht. Het fonds is bedoeld voor starters of snel groeiende bedrijven in de ICT-sector.

IMEC wordt geconfronteerd met een zwaar verlies: Algemeen Directeur, Professor Roger Baron Van Overstraeten overlijdt op 29 april. In juni wordt hij opgevolgd door Professor Gilbert Declerck.

Een dochteronderneming, IMEC Inc. genaamd, wordt opgericht in de VS om samenwerking met partners in de VS te versterken en uit te breiden.

Een nieuw micro-elektronica trainingscentrum (MTC) wordt gelanceerd om een antwoord te bieden op de nood aan geschoolde professionals in micro-elektronica en verwante ICT-domeinen.

IMEC is één van de stichtende sponsors van Leuven.Inc, een organisatie met als missie een regionaal netwerk van kennisbedrijven te creëren en technologische en economische expansie te stimuleren in de regio Leuven.

1999



Wetenschappers uit de micro-elektronica, biotechnologie en scheikunde slaan de handen in elkaar om de levenskwaliteit en het comfort van patiënten te verbeteren.

– Bert Gyselinckx, directeur van IMEC's Human++-programma.

Op het vlak van medische toepassingen zullen we in de toekomst evolveren naar een combinatie van diagnostica en therapeutica in zogenaamde geslotenlussen. Een goed voorbeeld hiervan zijn de implanteerbare insulinepompen – nu al op de markt – en glucosesensoren. Door beide samen te gebruiken kan een continue bloedsuikerspiegel gegarandeerd worden bij diabetespatiënten. De technologische struikelblokken bij zulke systemen zijn: de zoektocht naar biocompatibele materialen, betrouwbare transducersystemen waarin elektronica en biologie efficiënt samenwerken, en geïntegreerde energieleverende systemen om het geheel autonoom te maken. Doordat deze systemen het mogelijk maken om diverse gezondheidsparameters continu op te meten, kunnen ziekten vroegtijdig opgespoord worden of zelfs vermeden worden. Ook zullen oudere mensen langer zelfstandig en kwaliteitsvol kunnen leven (bv. elektronisch toestelletje dat Alzheimer-patiënten herinnert aan cruciale dingen; oog- en oorimplantaten om gezichts- en hoorvermogen te verbeteren/herstellen). Een goede zaak dus voor het gezondheidsbudget.

DE TOEKOMST

Binnen 50 jaar zal zonne-energie in combinatie met waterstof voor het grootste deel van de wereld energieleverancier worden.

– Robert Mertens, Directeur microsystemen, componenten en verpakkingen, IMEC.

Binnen 40 à 50 jaar zal de aardgas- en aardolievoorraad totaal uitgeput zijn, terwijl op kortere termijn de kosten om deze energiedragers op te pompen en te transporteren ook zullen toenemen. Steenkool zal nog wel voorradig zijn, maar door de uitstoot van broeikasgassen die gepaard gaan met de verbranding van steenkool, zal ook voor deze energiebron een alternatief moeten gezocht worden. Nucleaire energie levert ongewenst nucleair afval op. Zonne-energie, windenergie en kernfusie zijn veelbelovende en milieuvriendelijke kandidaat-energieleveranciers voor de toekomst.

Wil zonne-energie doorbreken, zal de kost van zonnecellen met een factor 3 tot 5 moeten dalen. Om dit te bereiken zal de hoeveelheid silicium – hoofdbestanddeel van conventionele zonnecellen – per module moeten beperkt worden of zal dit dure materiaal moeten vervangen worden door nieuwe materialen. Denk bv.

aan plastic zonnecellen. Deze hebben nog wel te kampen met een laag omzettingrendement – 2 à 3% in vergelijking met 15 à 16% voor siliciumzonnecellen – en onvoldoende stabiliteit. Behalve de lage kostprijs hebben ze ook het voordeel dat ze zeer breed toepasbaar zijn wegens hun mechanische flexibiliteit en licht gewicht. Zo kunnen ze bv. geïntegreerd worden in kleding. De energiebron van de toekomst zal waarschijnlijk eerder een combinatie zijn van zonne-energie en waterstof waarbij zonne-energie gebruikt wordt om water te splitsen in zuurstof en waterstof. Uitdagingen op dit vlak zijn het opslaan en het transport van vluchtig waterstof, dat zeer ontplofbaar is. Nog heel wat werk voor de boeg dus vooraleer aardgas, aardolie en steenkool verleden tijd zullen zijn.



Nanotechnologie gaat niet om één klein ding, maar om miljarden dingen die samen toepassingen met Giga-mogelijkheden creëren.

– Karen Maex, IMEC fellow.

Sedert zijn ontstaan, is de transistor voortdurend geminiaturiseerd geweest met als gevolg alsmear meer transistoren per eenheid chipoppervlakte en dus alsmear meer mogelijkheden voor elektronische toestellen. Maar deze klassieke manier van miniaturiseren (via lithografie en etsen, de zogenaamde top-down benadering) bereikt stilaan zijn grenzen. Men verwacht dat het rond 2011 transistoren zal opleveren van 22 nm grootte maar dat men voor nog kleinere transistoren beroep zal moeten doen op een nieuw fabricatieproces. In dit nieuwe tijdperk doet men aan 'bottom-up nano-elektronica', wat betekent dat structuren en materialen doelgericht worden samengesteld atoom per atoom. Een voorbeeld hiervan is zelfassemblage waarbij atomen of moleculen zich spontaan ordenen tot een stabiele structuur.

In dit nieuwe nano-elektronicatijdperk zal samenwerking tussen verschillende disciplines onontbeerlijk zijn. Doordat de elektronische structuren de dimensies benaderen van natuurlijke structuren zoals cellen, wordt het voor elektronici mogelijk om samen te werken met o.a. biochemici en chemici. Innovatieve toepassingen voor de slimme omgeving waarin de sterkte van de natuur en de elektronica gecombineerd worden (bv. biosensoren) zijn het resultaat. In het eigen (elektronica)vakdomein zullen procestechnologen en systeemontwerpers de handen in elkaar moeten slaan om systemen te ontwerpen met een laag vermogenverbruik. Een grote uitdaging voor de toekomst!



Naar technologie voor maatschappelijk welzijn: de geboorte van ingenieur-sociologen.

– Hugo De Man, IMEC senior fellow.

Er is vandaag de dag veel te doen rond *ambient intelligence*, waarbij elektronica ongemerkt aanwezig is in alle aspecten van ons leven en er bv. voor zorgt dat je huis zich aanpast aan je gemoedstoestand, je badkamer dienst doet als je persoonlijke gezondheidsmonitor en je vloerbekleding dieven herkent aan hun (niet-vertrouwde) stappen.

Ingenieurs die meewerken aan de technologieën voor deze slimme omgeving mogen één ding niet uit het oog verliezen wanneer ze een bepaalde toepassing aan het uitwerken zijn: wil de gewone burger dit wel, zit de maatschappij hierop te wachten? Eerder dan allerhande snufjes, zullen technologieën die bijdragen tot de basisbehoeften van de mens – gezondheid, veiligheid, communicatie en comfort – belangrijk worden in de toekomst. *Social engineering* wordt dus van cruciaal belang om via de gigantische mogelijkheden van technologie een positieve impact te hebben op de maatschappij. Men spreekt in dit verband van een *society pull* tegenover de vroegere *technology push*.

Ingenieurs staan voor een zware taak: het maken van 'onzichtbare' (= uiterst gebruiksvriendelijke) systemen is zeer complex, betrouwbare systemen moeten gemaakt worden terwijl het gedrag van de transistoren steeds onzekerder wordt door de nano-dimensies en bovendien moeten ze ook op de hoogte zijn van sociologische aspecten om juist in te schatten welke toepassingen onze wereld tot een betere wereld zullen maken.



2000

2001

2002

2003

2004

IMEC opent een kantoor in China om samenwerking met Chinese bedrijven te bevorderen.
IMEC ontvangt een prijs voor het meest gezinsvriendelijke bedrijf uit de regio.
Het IMEC-incubatiefonds wordt opgericht om de kloof te dichten tussen innovatieve ideeën en de succesvolle oprichting van hoogtechnologische IMEC spin-offs.

Een nieuwe raamovereenkomst voor de periode 2002-2006 wordt getekend met de Vlaamse overheid. De subsidie van de Vlaamse overheid is met 5 miljoen euro verhoogd tot 34 miljoen euro en bedraagt 24% van IMEC's totale inkomsten. IMEC's inkomsten uit contractonderzoek overschrijden de kaap van 100 miljoen euro.
IMEC ontvangt 'a great place to work'-prijs.
IMEC stelt een lokale vertegenwoordiger aan in Japan om de samenwerking met Japanse bedrijven te bevorderen.

IMEC start de bouw van een nieuw nano-elektronica-onderzoeks-laboratorium, bestemd voor onderzoek naar sub-45 nm chiptechnologieën. Vijf partners zeggen toe om deel te nemen aan IMEC's sub-45 nm onderzoeksplatform.

IMEC's nano-elektronica-onderzoekslaboratorium wordt officieel geopend op 7 mei. Een IMEC technologiefonds (ITF) wordt opgericht om nieuwe spin-off initiatieven financieel te steunen.

→ Een derde kantoorgebouw wordt geopend. De kaap van 1000 IMEC-medewerkers wordt overschreden.
→ De *cleanroom* wordt uitgebreid van 3500 m² tot 5200 m².
→ Ter invulling van de wens van IMEC's stichter Professor Roger Baron Van Overstraeten om jongeren aan te moedigen om technologie en wetenschap te studeren, wordt de Stichting Roger Van Overstraeten opgericht.
→ IMEC's inkomsten uit contractonderzoek overschrijden de kaap van 50 miljoen euro.

Wilt u meer lezen over IMEC's verleden, heden en toekomst, vraag dan het boekje over 20 jaar IMEC aan bij Olfa.Marzouk@imec.be



Integratie van zonnepanelen op het hellend dak van sociaal woonproject 'het Hofken' in Genk (Europees THERMIE-project gecoördineerd door IMEC), opgesteld vermogen 10,08 kWp.

Europa

ontwikkelt goedkopere en efficiëntere zonnepanelen

Sinds januari 2004 hebben Europese bedrijven, universiteiten en onderzoeksinstituten de handen in elkaar geslagen om de productie van zonnepanelen op basis van kristallijn silicium goedkoper en efficiënter te maken. Dit Europees consortium zal zijn omvangrijk onderzoeksproject uitvoeren onder de naam 'Crystal Clear', financieel gesteund door de Europese Commissie binnen het Zesde Kaderprogramma.

Kristallijn-siliciumtechnologie voor zonnepanelen

Met een marktaandeel van ruim 90% en groeicijfers van 30 – 50% per jaar is de kristallijn-siliciumtechnologie de koploper van de ontwikkeling op het gebied van fotovoltaïsche zonne-energie (PV). Maar toch moet deze technologie nog sterk verbeterd worden als men de zonne-energie een belangrijke plaats wil geven in de markt van duurzame energieopwekking.

Het belangrijkste obstakel om de technologie breed toepasbaar te maken, is de hoge kostprijs voor de fabricage van de cellen die zonlicht omzetten in elektriciteit. Er worden immers dure hoogwaardige materialen gebruikt, die 40 tot 50% van de kostprijs van de cellen vertegenwoordigen. Bovendien wordt tijdens het productieproces heel wat energie verbruikt. Op dit moment duurt het nog vier jaar (dit is de energierugverdientijd) voor een zonnecel meer energie levert dan er nodig was voor de aanmaak ervan. Maar ook hun rendement kan nog verbeterd worden. Een kristallijn-siliciummodule (een module is het belangrijkste deel van elk zonnecelsysteem) zet nu typisch zo'n 12% van het zonlicht om in elektriciteit. Ook de milieukwaliteit is een probleem, onder meer door de relatief grote afvalstromen die voortkomen uit het productieproces.

Crystal Clear

Een Europees consortium van negen bedrijven, drie universiteiten en vier onderzoeksinstituten (waaronder IMEC) wil de fabricagetechnologie zodanig verbeteren dat de productiekosten sterk worden verlaagd en het rendement van de modules wordt opgedreven. Over vijf jaar, de looptijd van het project, wil men de fabricagekosten voor modules met 60% verminderd hebben, tot 1 euro per Wattpiek (Wp, het vermogen dat bereikt wordt bij maximale zonne-instraling). De kost van het complete zonne-energiesysteem (dus een volledig netgekoppeld systeem) wil men terugbrengen tot 3 euro per Wattpiek, of zelfs lager. Deze

waarde komt overeen met elektriciteitsopwekkingskosten van 15 tot 30 eurocent/kWh (afhankelijk van de locatie in Europa), wat een halvering is van de huidige waarde. De opwekkingskost komt daarmee in de buurt van de eindverbruikerstarieven (momenteel ongeveer 15 eurocent/kWh in België), en daardoor wordt zonne-energie economisch interessant voor privé-investeringen in decentrale systemen. Ten opzichte van de huidige groothandelsprijs voor elektriciteit (3 tot 4 eurocent/kWh in Europa) is de prijs nog wel hoog, maar het maakt een aantal bijkomende toepassingen mogelijk. Het consortium wil ook de energierugverdientijd verlagen van 4 naar 2 jaar, en het modulerendement verhogen van 12 naar 16%.

Het doel is ambitieus en vraagt om een sterke vereenvoudiging en automatisering van het productieproces, en om een besparing op de gebruikte materialen. Het rendement kan bijvoorbeeld worden verhoogd door de metalen stroomcontacten naar de achterkant van de cellen te brengen (achtercontactzonnecellen). Hierdoor wordt de bruikbare oppervlakte van de cellen groter en leveren ze meer stroom. Door de contacten naar achter te brengen worden de zonnecellen esthetisch aantrekkelijker voor integratie in de architectuur. Om de milieukwaliteit te verbeteren, zal men de afvalstromen verminderen en recycling mogelijk maken.

Door deze grondige aanpak van alle onderdelen van het productieproces, van grondstof tot en met recycling van het eindproduct, helpt Europa om van zonne-energie één van de belangrijkste duurzame energiebronnen van de toekomst te maken. Met Crystal Clear zal ook de positie van de Europese industrie, met Japan als grote concurrent, op dit gebied verder versterkt worden. Europa stelt hiervoor een budget van 16 miljoen euro ter beschikking.



Vergelijking tussen een klassieke zonnecel (links) en een achtercontactcel (rechts).



Vergelijking tussen een klassieke PV-module (rechts) en een PV-module met achtercontactcellen (links).

IMEC's bijdrage aan Crystal Clear

Binnen Crystal Clear zal IMEC aan drie verschillende deelprojecten deelnemen. Het eerste deelproject gaat over dunne-film siliciumzonnecellen. Hier zal IMEC vooral op zogenaamde *lift-off* zonnecellen werken, waarbij een dunne laag hoogwaardige silicium verwijderd wordt van een monokristallijn substraat en gedeponerd wordt op een goedkoop substraat. Indien succesvol zal deze techniek toelaten de materiaalkost sterk te verlagen. Daar deze kost meer dan de helft van het totale kostenplaatje van een zonnepaneel vertegenwoordigt, heeft deze benadering duidelijk een groot potentieel. Het tweede deelproject gaat over innovatieve zonnecelprocessen, met nadruk op nieuwe technologieën voor oppervlaktepassivatie en -conditionering. Hier wil IMEC oplossingen uitwerken voor de belangrijke trends in zonneceltechnologie, enerzijds het gebruik van steeds dunnere Si-schijven (waarbij oppervlaktepassivatie een toenemende rol speelt) en anderzijds de overgang van natte chemische processtappen naar milieuvriendelijkere droge processtappen. En tot slot zal IMEC werken aan een innovatieve modulefabricagetechniek voor achtercontactcellen.

Zonne-energie uit kristallijn silicium

Hoe werkt een zonnecel?

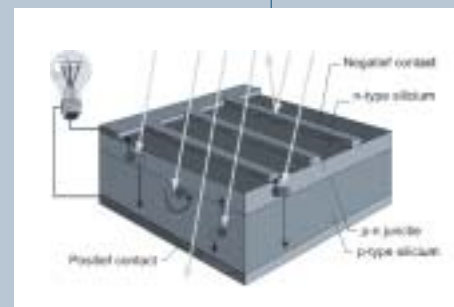
In een zogenaamde 'fotovoltaïsche' zonnecel wordt licht rechtstreeks omgezet in elektriciteit. Een zonnecel bestaat uit een dun plaatje (0,2 à 0,4 mm) halfgeleidend materiaal. Door chemische behandeling van het silicium worden in het schijfje lagen met verschillende eigenschappen gevormd en gescheiden door een overgangslaag. De bovenlaag die naar het licht gericht wordt, is negatief geladen en voorzien van heel dunne metalen 'vingers'; de achterkant is elektrisch positief en is volledig met een dunne metalen film bedekt. De energie van het invallend licht maakt elektrische ladingen vrij en wekt een elektrische spanning op. Als we de voor- en de achterkant van de zonnecel elk apart via een elektrisch kabeltje aan een (klein) elektrisch toestel koppelen, zoals bijvoorbeeld een lamp, kan de geproduceerde zonnestroom nuttig gebruikt worden en brandt de lamp.

Het bouw materiaal: zand

Zonnecellen zijn meestal dunne schijfjes van silicium, dat overvloedig op aarde aanwezig is in wit zand (kwartszand) en kwartssteen. Het bestanddeel silicium wordt hieruit gehaald en zeer sterk gezuiverd tot het bruikbaar is voor micro-elektronica-toepassingen (microchips). Restmateriaal van deze behandelingen wordt opnieuw gesmolten en gekristalliseerd, en dan in dunne schijfjes van 0,2 tot 0,4 mm gezaagd. Op die manier kan het opnieuw gebruikt worden voor de aanmaak van kristallijn-siliciumzonnecellen. De zonnecelindustrie is dus tot nu toe eigenlijk een recyclagetak van de elektronica-industrie. De enorme groei van deze industrie (30% per jaar over de laatste zes jaren) zal deze situatie ongetwijfeld veranderen.

Het energetisch rendement

De verhouding van de opgewekte energie tot de lichtinstraling noemt men het energetisch rendement: het schommelt tussen 13 en 16% voor kristallijn siliciumzonnecellen van 12,5 x 12,5 cm². Het rendement van een volledige PV-module ligt iets lager, rond 12%. In de testproductielijn van IMEC werden onafhankelijk nagemeten rendementen bereikt tot bijna 17% op multikristallijne en 18% op monokristallijne cellen. Meer en meer worden grotere cellen van 15 x 15 cm² geproduceerd. Wanneer er veel processtappen moeten worden uitgevoerd, is de kost per *wafer* immers weinig afhankelijk van de celafmeting, maar de fabricagekosten voor modules is beduidend lager bij gebruik van grotere cellen (er zijn immers minder cellen nodig in een module om het gewenste vermogen te verkrijgen).



De werking van een zonnecel schematisch voorgesteld.

Lees meer over IMEC's zonnecellenonderzoek en zijn drie spin-offs die actief zijn op het gebied van zonnecellen, Soltech, 3E en Photovoltech (zie InterConnect n° 11, mei 2002).

Meer info over fotovoltaïsche zonne-energie:

- technisch: handboek in PDF-formaat op website www.pv-forum.net (klik onderaan op 'downloads');
- algemeen: brochure van ODE-Vlaanderen in PDF-formaat op website www.ode.be (klik links op 'publicaties');
- subsidie: op website Vlaamse overheid: www.energiesparen.be;
- internationale marktontwikkeling en voorbeeldprojecten: website www.iea-pvps.org.

VDM Laser Optics werkt samen met IMEC voor het reinigen van optische spiegels



In samenwerking met IMEC ontwikkelt het productiebedrijf VDM Laser Optics een methode voor het reinigen van siliciumoppervlakken voor toepassing in het productieproces van spiegels voor hoogvermogen lasers.

VDM Laser Optics NV

VDM Laser Optics NV (Eke-Nazareth) is een jonge KMO die gespecialiseerd is in de technologie van hoogvermogen laseroptica. Hun hoofdactiviteit is de productie van optische materialen (ZnSe-lenzen, koperspiegels, uitgangskoppeleenheden, diamantvensters...) en van optische assemblageonderdelen voor hoogvermogen CO₂-lasers. Met geautomatiseerde apparatuur wordt het ganse productieproces doorlopen, van vormgeving tot het aanbrengen van deklagen op de optische materialen.

IMEC helpt met het reinigen van spiegels

Eén van de producten die VDM Laser Optics aanbiedt, zijn spiegels voor hoogvermogen lasers. Voor het maken van deze spiegels vertrekt men van een glad siliciumoppervlak, waarop een deklaag met lage absorptiecoëfficiënt wordt gelegd door gecontroleerde opdamming. Maar vóór deze deklaag kan worden aangebracht, moet het siliciumoppervlak voldoende zuiver zijn.

Naar aanleiding van het InterConnectartikel 'Drogen zonder droogvlekken' (zie InterConnect n° 11), nam VDM Laser Optics contact op met IMEC. Na een eerste gespreksronde werd duidelijk dat de nodige achtergrondkennis voor het reinigen van deze oppervlakken op IMEC aanwezig is en werd een dienstverleningsovereenkomst gesloten. Tijdens een daaropvolgende testfase, die slechts enkele dagen in beslag nam, werden een aantal chemische procedures voor het reinigen van siliciumoppervlakken uitgetest in IMEC's pilootlijn. Op basis van de resultaten werd een vereenvoudigde versie gekozen, aangepast aan de noden van het bedrijf. De ontwikkelde methode voldoet aan de vereisten voor het reinigen van optische spiegels, en dit zonder de hoge kosten die nodig zijn voor micro-elektronicatoepassingen.

Alhoewel het niet verwacht was dat deze toepassing zo dicht bij de bestaande kennis van de micro-elektronicasector zou liggen, kon deze vorm van dienstverlening op korte termijn en met optimaal resultaat worden afgerond.



Voor meer informatie over dit project:
Marc.Meuris@imec.be



Agenda

MTC-trainingsprogramma

IMEC's Micro-elektronica TrainingsCentrum, MTC, heeft een ruim aanbod van cursussen over zowat alle aspecten van de micro-elektronica voor een breed doelpubliek. Wij maakten voor u volgende selectie voor de komende maanden:

- > **Ontwerp en synthese van VHDL**
Datum 6 - 10 september 2004
- > **Overgaan van VHDL naar SystemC**
Datum 13 - 17 september 2004
- > **Hoe code schrijven voor hoog-performante multimediatoepassingen die weinig vermogen verbruiken**
Datum 20 - 24 september 2004
- > **Overkoepelend ontwerp van heterogene HW/SW-systemen op basis van C++**
Datum 27 - 30 september 2004
- > **Beheer van parallele taken (*task concurrency management*) om kost en performantie te optimaliseren in tijdkritische *embedded* systemen**
Datum 4 - 6 oktober 2004

Cursus biosensortechnologie voor ingenieurs

Met deze cursus wil IMEC de belangrijkste aspecten van biosensoren (zowel *in vitro* als *in vivo*) introduceren bij professionals uit de industrie. Zowel algemene principes, materialen, fabricage, verpakking als de regelgeving voor het gebruik van biosensoren in de klinische omgeving komen aan bod. De meeste aandacht gaat uit naar de fabricage en integratie van micro- en nanocomponenten en -systemen, en naar hun specifieke vereisten zoals biocompatibiliteit en biostabiliteit. De cursus neemt ook een aantal huidige en toekomstige toepassingen onder de loep, gaande van bestaande chemische sensoren voor microfysiologische metingen en totaal-analysesystemen, tot netvliesimplantaten en het gebruik van nanotechnologie bij het toedienen van medicijnen. Chairman van de cursus is Marc Madou, Universiteit van Californië, Irvine. De cursus wordt voorafgegaan door een tweedaagse inleiding over elementaire biologie voor ingenieurs. Hier zullen begrippen worden geïntroduceerd zoals *genomics*, *transcriptomics*, *proteomics*, immuno-chemie en aanverwante analysetechnieken.

Doelpubliek: ingenieurs en wetenschappers met een technologische interesse in de domeinen van de voedings- en farmaceutische sector en in de bio- en biotechnologische industrie
Wanneer: 23 - 25 juni 2004

Inleidende cursus: bescherming van intellectuele eigendom

Bescherming van intellectuele eigendom (*intellectual property*, IP) is zowel voor startende als voor gevestigde bedrijven uiterst belangrijk en krijgt dan ook steeds meer aandacht. De 'World Intellectual Property Organization' rapporteerde eind februari 2004 dat sedert 2001 er jaarlijks meer dan 110.000 patentaanvragen ingediend werden. Dit is dan nog slechts de top van de ijsberg, want naast patenten zijn er vele andere mogelijkheden om IP te beschermen.

Voor IMEC, als onafhankelijk kenniscentrum, is een sterke positionering op het gebied van intellectueel eigendomsrecht, in het bijzonder door het verkrijgen van octrooitels, noodzakelijk. Tijdens de voorbije 20 jaar bouwde IMEC dan ook een ruime ervaring op in dit domein. IMEC wil deze ervaring nu delen met de lokale industrie.

In deze inleidende cursus krijgt u enerzijds een overzicht van technieken om uw eigen IP te beschermen, waarbij octrooien in meer detail worden besproken, en anderzijds een aantal richtlijnen over hoe om te gaan met IP waarvoor anderen al bescherming aangevraagd hebben. Dit zal geïllustreerd worden met talrijke praktijkvoorbeelden zodat u een goed beeld krijgt van de *do's and don'ts*. De cursus wordt gegeven in het Nederlands, kost 200 euro en kan door Vlaamse bedrijven betaald worden met opleidingscheques. Sprekers zijn Andre Clerix en Vincent Ryckaert, beiden *IPR officer* in IMEC.

Doelpubliek: - zowel grote bedrijven als KMO's, startende ondernemers, interfacediensten van universiteiten...
- zowel algemeen, R&D als *business development management*...
Wanneer: 9 juni 2004, 13.30 - 18.00 u.

Voor meer informatie over het volledige MTC trainingsprogramma en de vrijdagseminaries (11u. en 14u.):
www.imec.be/mtc.

Stem af op 'Innoveer!'



Innoveer! is een reeks van 10 tv-uitzendingen op de zakenzender Kanaal Z over industrieel innoveren en innovatief ondernemen in Vlaanderen. Ze zijn het resultaat van een samenwerking tussen de Vlaamse overheid (Innovatiebeleid) en Agoria Vlaanderen met als doel innovatie in Vlaanderen te stimuleren aan de hand van positieve voorbeelden uit de praktijk met praktische informatie voor de kijker. Thema's als de voertuigindustrie, innoveer@home en mechatronica kwamen al aan bod. IMEC werkt als innovatiepartner mee aan deze uitzendingen. Stem af op 'Innoveer!' en kijk op zaterdag 8 mei naar de uitzending over gezondheid.

Voor meer informatie: www.innoveer.tv

Cyclus Visionaire Seminars

De Cyclus Visionaire Seminars, een organisatie van IMEC in samenwerking met Leuven.Inc, wenst een zo breed mogelijk publiek te sensibiliseren over nieuwe technologieën die onze leefwereld de komende jaren meer en meer zullen bepalen. U bent van harte welkom op het volgend visionair seminarie:

> 14 juni 2004 – De wagen van de toekomst

De wagen van de toekomst is een mooie illustratie van het concept intelligente omgeving. Wagens zullen uitgerust worden met *embedded* elektronica maar ook met sensornetwerken om een optimale veiligheid op de weg te garanderen. Ze zullen voorzien zijn van systemen die intelligent interageren met de omgeving (het verkeer). Maar in de wagen zal ook ruimte zijn voor 'infotainment', bijvoorbeeld in de vorm van videoschermen waarop films kunnen bekeken worden tijdens een lange rit. Tenslotte is er het energetisch aspect en de aandacht voor het milieu: de zogenaamde hybride auto's en wagens die gebruik maken van brandstofcellen (*fuel cells*). Sprekers uit verschillende invalshoeken gaan in op de technologieën die nodig zijn om de wagen van de toekomst te realiseren en de drijfveren die de industrie hierbij zullen sturen.

Bezoek onze website of de website van Leuven.inc voor meer inlichtingen:
www.imec.be/kiosk/Welkom.html of www.leuveninc.com



Eerste IMEC TechWatchseminarie

Subcontracting voor PCB-assemblage / Ontwerp, kaartprototyping, productie, traceerbaarheid en loodvrij-soldeeraspecten / Van prototype tot volumeproductie

Met zijn TechWatchseminaries wil IMEC bedrijven uit verschillende sectoren samenbrengen rond een bepaalde technologie, die zeer dicht staat bij markttoepassingen. Deze technologieseminaries zijn daarom complementair aan de bestaande visionaire seminars, die de lange-termijn trends belichten.

Het eerste seminarie brengt bedrijven samen rond uitbesteding van *printed circuit board* (PCB)-assemblage. De volledige logistieke keten van het PCB-bord wordt onder de loep genomen: van efficiënt ontwerp over kaartprototyping en productie, tot traceerbaarheid. Ook de omschakeling naar loodvrij solderen komt aan bod. Als inleiding wordt ingegaan op de kloof die ontstaan is tussen geavanceerde IC-technologieën en de huidige PCB-technologieën, en op de stijgende trend naar uitbestedingen van PCB-assemblage.

Doelpubliek: Iedereen die vroeg of laat in aanraking komt met de uitbesteding van PCB-assemblage, van prototype tot volumeproductie.
Wanneer: 27 mei 2004

Voor meer informatie: www.imec.be/kiosk/Welkom.html

Annual Research Review Meeting

ARRM2004 – IMEC's internationaal netwerking evenement
13-14 oktober 2004, Brabantthal, Haasrode (Leuven)



IMEC's ARRM is uitgegroeid tot een dynamisch, internationaal ontmoetingsforum waarbij IMEC terugblijkt op zijn onderzoeksresultaten van het afgelopen jaar en een blik werpt op toekomstige onderzoeksstrategieën in nano-elektronica en aanverwante domeinen.

Voor meer informatie en preregistratie: www.arrm.be

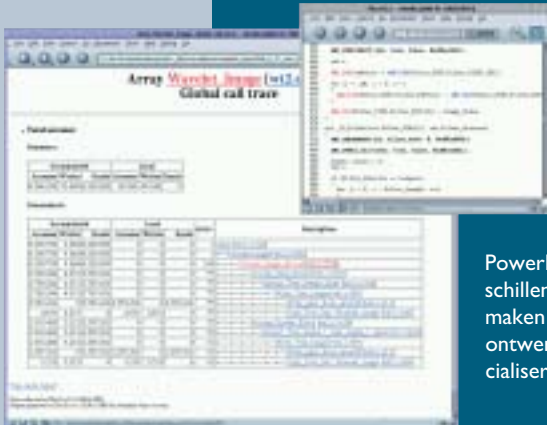
Nieuwe IMEC spin-off PowerEscape

26 januari 2004 – IMEC heeft zijn ontwerptechnologie voor het verminderen van het energieverbruik van chips in licentie gegeven aan PowerEscape, Inc, een start-up gevestigd in Silicon Valley (VS).

De nieuwe elektronische toestellen zoals gsm's, elektronische agenda's, mp3-spelers, enz. hebben één ding gemeen: het verwerken van multimediadata en het opslaan van grote hoeveelheden gegevens, wat resulteert in een hoog energieverbruik. Door het optimaliseren van datatransfer en geheugenopslag kan het vermogenverbruik sterk gereduceerd worden.

IMEC ontwikkelde daarom de ATOMIUM-ontwerpomgeving en heeft deze ontwerptechnologie nu in licentie gegeven aan zijn nieuwe spin-off PowerEscape.

PowerEscape zal de verschillende tools die deel uitmaken van de ATOMIUM-ontwerpomgeving commercialiseren.



Eén van de eerste producten van PowerEscape is PowerEscape Analyzer™, gebaseerd op IMEC's ATOMIUM/Analysis-technologie. De figuur toont een resultaat bekomen met ATOMIUM/Analysis.

Matsushita treedt toe tot IMEC's sub-45 nm onderzoeksplatform

8 maart 2004 – De Japanse electronicareus Matsushita Electric Industrial Co. Ltd. versterkt zijn samenwerking met IMEC door kernpartner te worden van IMEC.

In 2003 richtte IMEC een gecentraliseerd onderzoeksplatform op om sub-45 nanometer chiptechnologieën te ontwikkelen, afgestemd op de zogenaamde roadmap voor halfgeleiderstechnologie. Met het onderzoeksplatform brengt IMEC chipfabrikanten en bouwers van chipproductietoestellen samen om te werken rond procestechnologieën voor toekomstige generaties van chips. Als zesde kernpartner zal Matsushita een actieve rol spelen in het implementeren en waarnemen van IMEC's sub-45 nm onderzoeksprogramma's.

Nieuwe overeenkomst tussen Philips en IMEC

9 maart 2004 – Philips en IMEC sluiten een nieuwe overeenkomst om halfgeleiderprocessen te ontwikkelen ter ondersteuning van de kernactiviteiten van Philips.

Royal Philips Electronics en IMEC hebben een overeenkomst afgesloten die Philips tot eind 2008 toegang verleent tot de onderzoeksfaciliteiten en expertise van IMEC. Deze overeenkomst ligt in het verlengde van Philips' beslissing van vorig jaar om kernpartner te

CAPRICORN start kapitaalsronde voor nieuw IMEC Technology Fund (ITF)

4 februari 2004 – Capricorn Venture Partners en IMEC zullen nauw samenwerken om nieuwe IMEC spin-offinitiatieven financieel te steunen via start- en zaai kapitaal.

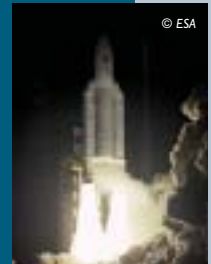
Capricorn Venture Partners streeft ernaar om in het kader van de oprichting van ITF 40 - 60 miljoen euro te werven bij lokale en internationale investeerders. IMEC van zijn kant zal intern nieuwe spin-offinitiatieven identificeren en deze begeleiden doorheen de pre-zaai fase. In een latere fase zal IMEC het spin-off dossier voor een investeringsoverweging aan ITF voorleggen. Het beheer van de investeringen van ITF zal uitgevoerd worden door een onafhankelijk team binnen Capricorn Venture Partners, dat permanent in nauw contact zal staan met IMEC. Dankzij deze wederzijdse uitwisseling van feedback zullen nieuwe IMEC spin-offinitiatieven op de meest efficiënte wijze naar de zaai-fase kunnen worden gebracht.

IMEC-hardware aan boord van Rosetta

2 maart 2004 – Het Europese ruimtevaartuig Rosetta (ESA) is succesvol gelanceerd voor een tienjarige reis naar een komeet. Eén van de instrumentenonderdelen aan boord is de *linear electron detector array* (LEDA), ontwikkeld door IMEC in opdracht van het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie (BIRA, Ukkel).

Eindbestemming van Rosetta is een rendez-vous met de komeet 67P/Churyumov-Gerasimenko. De wetenschappelijke doelstelling van de missie is inzicht te krijgen in de oorsprong van kometen, in het verband tussen interstellair en komeetmateriaal en hieruit iets te leren over de oorsprong van het zonnestelsel. Eén van de instrumenten aan boord is ROSINA, de *Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis* die onder andere een massaspectrometer bevat met de LEDA als detectiesysteem. De LEDA, een chip bestaande uit 512 anodes en verpakt in keramische verpakking, is een realisatie van IMEC voor het team van Dr. Dennis Nevejans van het Belgisch Instituut voor Ruimte-Aëronomie (Ukkel).

De lancering van Rosetta.



© ESA



De LEDA.

Voor meer IMEC-nieuws: www.imec.be/kiosk/Welkom.html

worden in IMEC's sub-45 nanometer onderzoeksprogramma. Met deze nieuwe overeenkomst zal Philips als individuele partner samenwerken met IMEC in het kader van de ontwikkeling van Philips' specifieke procestechnologieën. Dit zal Philips toelaten om, naast de elementaire chipproductieprocessen, speciale halfgeleiderprocessen te ontwikkelen om chips te fabriceren die in staat zijn om taken te verwerken als draadloze communicatie, vermogenversterking en schermaansturing.