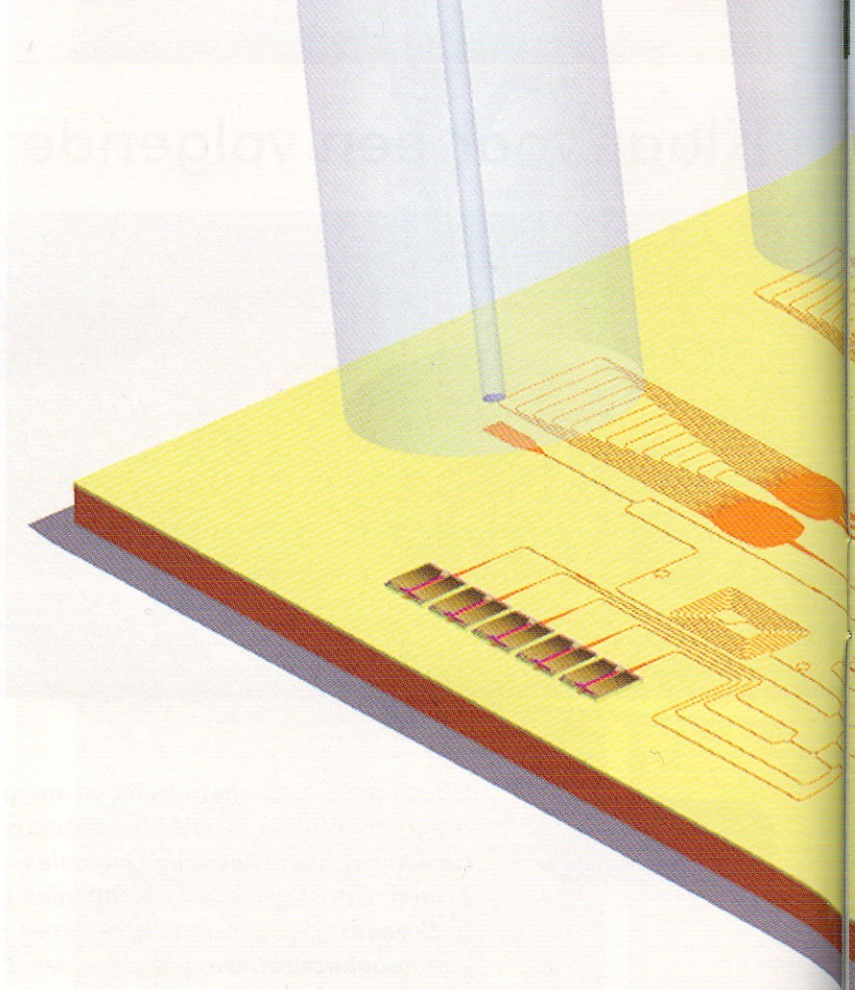


Fotonica is al lang niet meer weg te denken uit tal van technische systemen. Of het nu gaat over zonnecellen, over het internet, over LED-verlichting, over gebruik van lasers in productiesystemen of in de chirurgie of over biosensoren, telkens speelt fotonica een kernrol. De achterliggende technologieën evolueren bijzonder snel. In het bijzonder is er een belangrijke trend in de richting van miniaturisatie, integratie en kostprijsreductie van de optische functies. De slimme optische chip komt eraan.

**Roel Baets, Peter Bienstman,
Ronny Bockstaele, Wim Bogaerts,
Danaë Delbeke, Geert Morthier en
Dries Van Thourhout**



Fotonica: Kleine chips voor

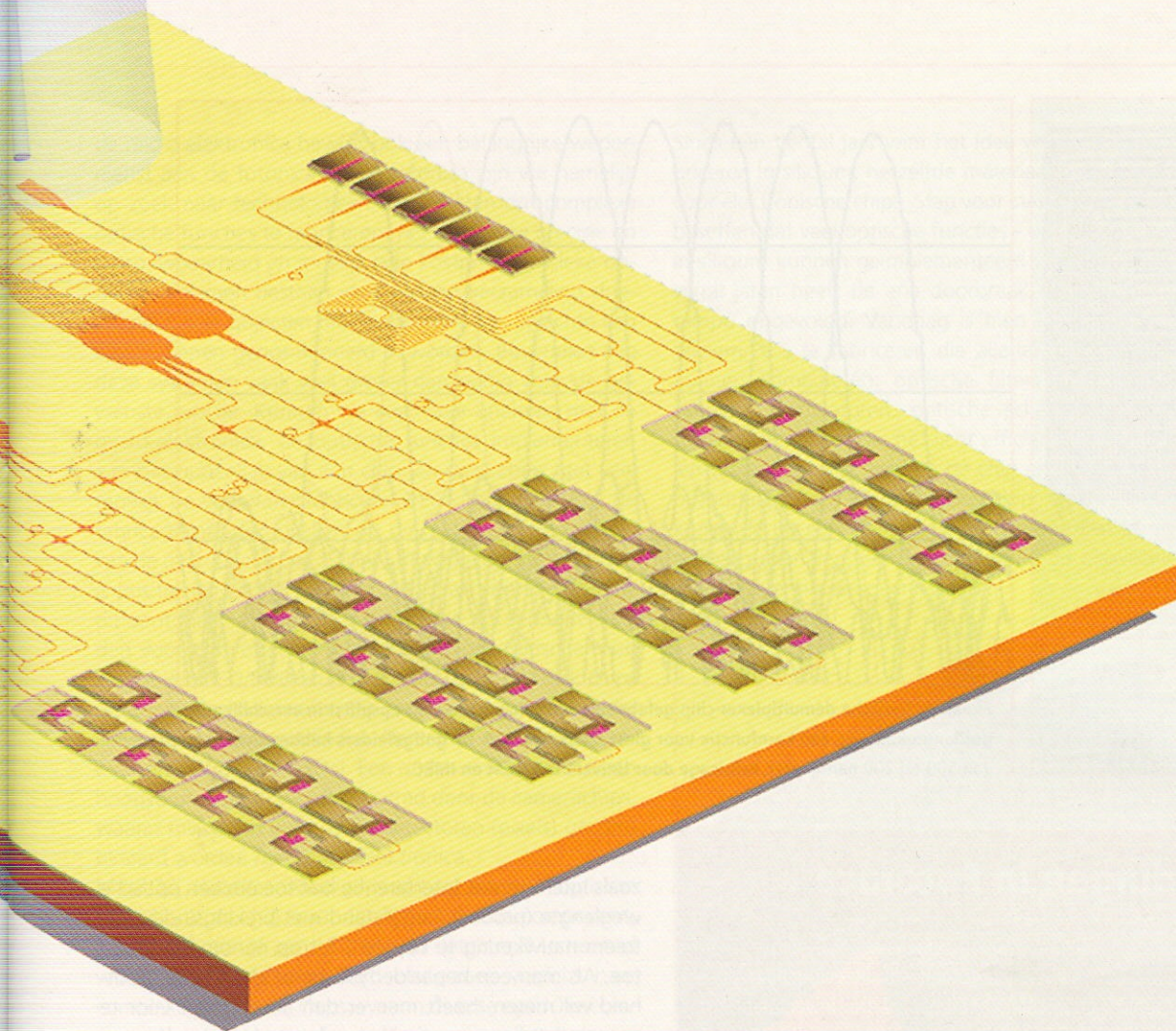
Fotonica staat voor de wetenschaps- en ingenieursdiscipline die zich bezighoudt met de fundamentele eigenschappen en de toepassingen van licht. In de eerste helft van de twintigste eeuw werden de fundamentele grondslagen van de fotonica gelegd. Albert Einstein ontdekte het kwantumkarakter van licht - waarmee de term foton "het licht zag" - en voorspelde ook dat er naast absorptie en spontane emissie een derde proces moest zijn in de interactie tussen licht en materie: gestimuleerde emissie.

In de tweede helft van de twintigste eeuw werden die nieuwe inzichten omgezet in een brede waaier aan technologieën. De belangrijkste ontwikkeling is ongetwijfeld deze van de laser, en daarmee werd Einstein's voorspelling omgezet in werkelijkheid. De eerste optische laser

werd gedemonstreerd in 1960 en vanaf dan zouden aan snel tempo heel veel verschillende lasertypes ontwikkeld worden, een evolutie die tot vandaag onverminderd voortduurt. Naast de laser is er een hele rist andere technologieën die een groot impact gehad hebben op de ontwikkeling van de fotonica. Denken we maar aan de ontwikkeling van de glasvezel, van de LED en de laserdiode, van beeldsensoren en vloeibaarkristaltechnologie, om er maar enkele te noemen.

Informatie en energie

Al deze basisontwikkelingen hebben geleid tot een brede waaier aan toepassingen in uiteenlopende markten.



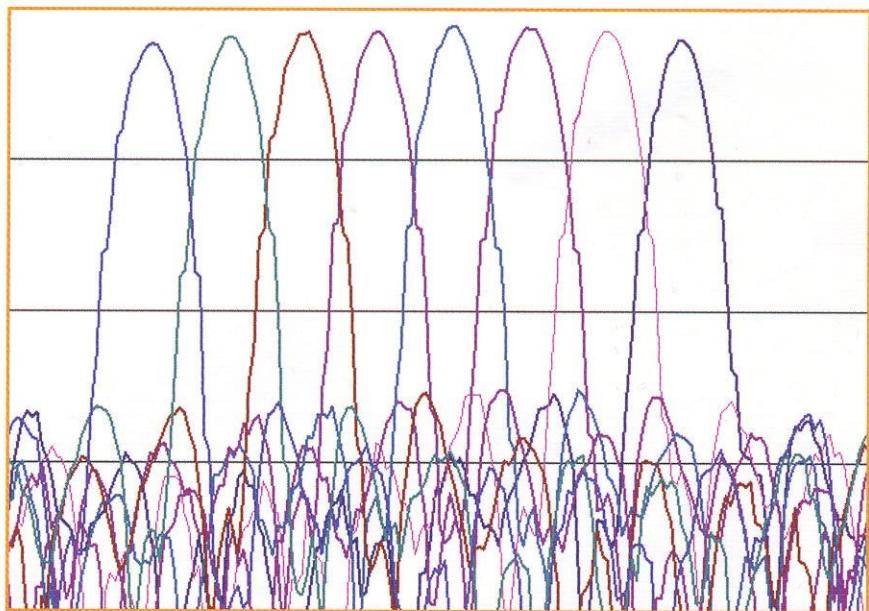
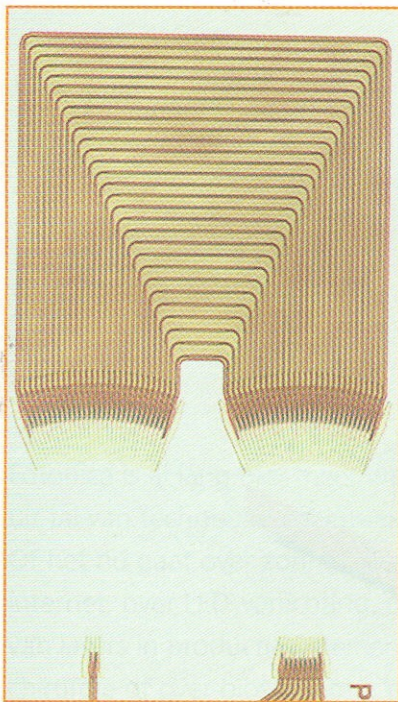
grote toepassingen

Ruwweg kan men ze onderverdelen in informatietoepassingen en energietoepassingen, al is de scheidingslijn niet altijd zo duidelijk.

In de **informatietoepassingen** wordt licht als informatiedrager gebruikt. Iedereen is wel een beetje vertrouwd met deze toepassingen. Er is natuurlijk de glasvezelcommunicatie. De ruggengraat van het internet wordt gevormd door glasvezelverbindingen die steden, landen en continenten verbinden. Typisch worden door deze glasvezels signalen van 10 Gigabit per seconde gestuurd. Maar men stuurt niet één dergelijk signaal door een vezel, maar wel tientallen of zelfs honderden, elk met een ander kleurtje. Eigenlijk is het technisch gezien niet zo moeilijk om een totale informatiebandbreedte van meer dan 1 Terabit per seconde door één vezel met een lengte

van duizenden kilometer te transporteren.

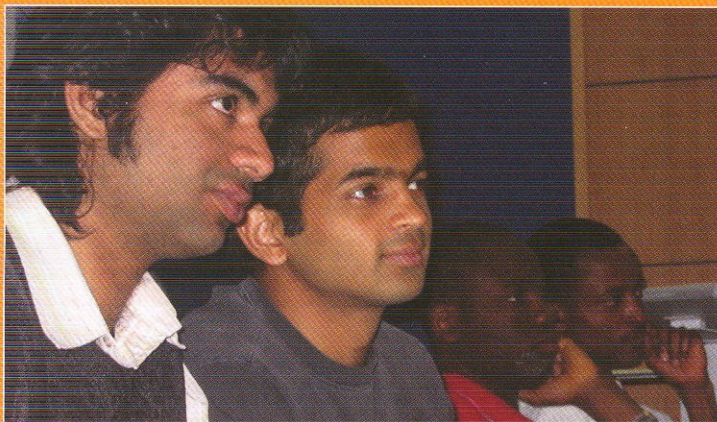
Naast de glasvezelcommunicatie zijn er heel wat informatietoepassingen die we in onze huiskamer terugvinden. Er is de optische dataopslag met de evolutie van CD naar DVD en nu naar Blu-ray. Door eenvoudigweg de golflengte van het licht te verkleinen - van infrarood via rood naar violet - kan men de opslagcapaciteit op de disk verhogen. Een tweelaags Blu-ray disk heeft een opslagcapaciteit van 50 Gigabyte, genoeg voor een film in hogedefinitieformaat. En die film wordt opgenomen met digitale camera's en weergegeven op vlakke beeldschermen. In beide consumerproducten, en meer algemeen in alle beeldsystemen, zit heel wat fotonicageologie. Een snel aan belang winnende toepassing ligt bij sensoren. Vele sensoren zijn gebaseerd op optische principes



Figuur 1: Optische demultiplexer-chip gefabriceerd in silicium die licht opsplijt in verschillende golflengtekanalen, een kernfunctie voor glasvezelnetwerken. De golfgeleiders hebben dwarsafmetingen van 500 bij 200 nanometer. Fabricage door Universiteit Gent en IMEC.

Opleidingen in Fotonica

Innovatie is maar mogelijk mits men over goed opgeleide O&O-mensen kan beschikken. Gezien het toenemende belang van fotonica in uiteenlopende systemen, is er ook steeds meer nood aan opleiding in dit gebied. De Universiteit Gent en de Vrije Universiteit Brussel hebben op dit vlak de handen in elkaar geslagen en hebben binnen de opleiding burgerlijk ingenieur een nieuwe diplomarichting opgericht, fotonica dus. Na een Bachelor in de ingenieurswetenschappen met specialisatie elektrotechniek of toegepaste natuurkunde kan men instromen in de Master in de ingenieurswetenschappen: fotonica. Het zwaartepunt van de opleiding wordt natuurlijk gevormd door vakken rond optica, opto-elektronica en fotonica, maar de opleiding heeft ook belangrijke raakpunten met elektronica, materiaalwetenschappen, natuurkunde en biomedische wetenschappen, domeinen die vaak in combinatie met fotonica relevant zijn. Elke student volgt een minor in één van deze domeinen. Op die manier is de opleiding ten dele multidisciplinair opgevat. Naast deze master zijn beide instellingen ook onderdeel van een Europees consortium van vijf universiteiten dat een internationale Engelstalige Master of Science in Photonics inricht. Dit programma loopt in het kader van het Erasmus Mundus programma van de Europese Unie en wordt gecoördineerd door de UGent. Het wordt jaarlijks bijgewoond door een 25-tal veelal niet-Europese studenten.



Figuur 5: Erasmus Mundus studenten in het MSc in Photonics programma.

zoals interferentie. Interferentie laat toe om een optische weglengte (product van afstand met brekingsindex) extreem nauwkeurig te bepalen, tot op nanometerniveau toe. Als men een bepaalde fysische of chemische grootte wil meten, hoeft men er dan alleen maar voor te zorgen dat die een optische weglengte beïnvloedt.

Aan de kant van **energietoepassingen** denken we in eerste instantie aan energieopwekking en verlichting. De zon is veruit de belangrijkste energiebron voor de aarde en alle mogelijke methodes om deze energie duurzaam te oogsten zullen dan ook aan belang winnen. De fotovoltaïsche systemen zijn momenteel aan een onstootbare opmars bezig.

Wat minder bekend bij het brede publiek zijn de toepassingen van hoogvermogenlasers. Deze vinden we terug in industriële productiesystemen, zoals bij het snijden en lassen van staalplaat in de automobielsector, het boren van fijne gaatjes in de kop van een inkjetprinter, het lasermarkeren van diverse voorwerpen enz. Een bijzondere klasse van toepassingen vinden we in de geneeskunde. Lasers worden veelvuldig gebruikt bij allerlei chirurgische ingrepen, die hierdoor vaak minder invasief of minder risicovol zijn dan met alternatieve technieken.

Een laatste grootschalige toepassing van de fotonica ligt... in de **micro-elektronica**. Alle elektronische ICs worden vandaag gefabriceerd met projectielithografie waarbij de lichtbron een excimeerlaser is met een golflengte in het diepe ultraviolet (193 nm). Door deze heel korte golflengte kan men vandaag patronen op chips realiseren met een kleinste afmeting van 65 nanometer en minder.

Optische chips

De micro-elektronica-industrie maakt dus al decennia lang dankbaar gebruik van fotonicatechnologie, maar

de micro-elektronica bewijst ook een belangrijke wederdienst aan de fotonica. In de fotonica zijn we namelijk op zoek naar technologieën die toelaten om complexe optische functies te fabriceren met zeer hoge precisie en betrouwbaarheid en tegelijk lage kostprijs. Klassieke optische systemen bestaan vaak uit een verzameling driedimensionele objecten die heel precies ten opzichte van elkaar dienen gepositioneerd te worden. Bovendien zijn deze systemen vaak veel groter dan nodig voor de gewenste functie. Kunnen we niet, naar analogie met de micro-elektronica, de optische functies implementeren aan het oppervlak van een chip, en deze chips met veel tegelijk op een wafer fabriceren? En kunnen we voor de fabricage niet terugvallen op de mature technologieën van de micro-elektronica? Het antwoord op beide vragen is positief en er zijn vandaag al tal van voorbeelden die dit aantonen. Alle laserdiodes - of ze nu gebruikt worden voor glasvezelcommunicatie of voor optische muisen of voor CD/DVD/Blu-ray spelers - zijn eigenlijk chips uit een halfgeleiderwafer. Uit één wafer haalt men makkelijk duizenden laserdiodes. Hetzelfde geldt voor lichtemitterende diodes (LEDs). Een ander voorbeeld van een hoogvolumemarkt wordt gevormd door de camerachips, waarin miljoenen individuele detectoren (pixels) gecombineerd worden met uitleeselektronica.

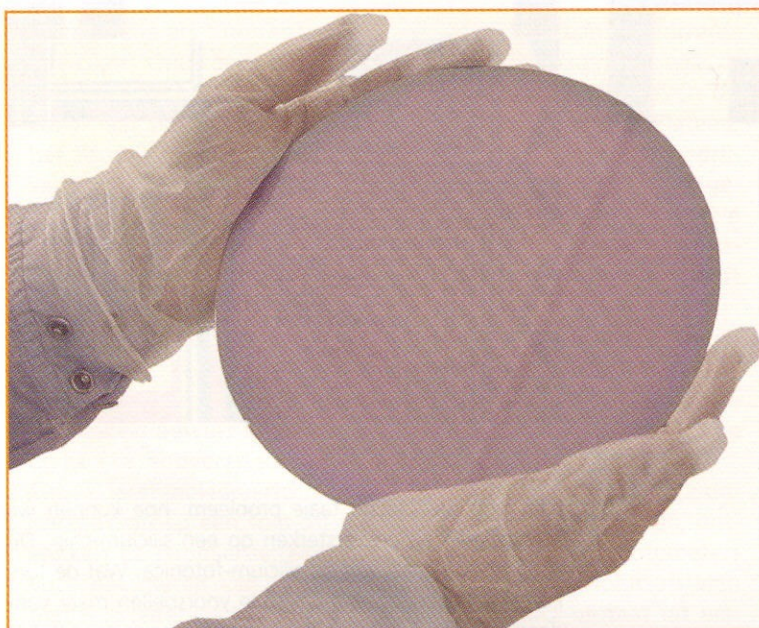
Maar bij deze eenvoudige voorbeelden van optische chips bevat de chip maar één type optische component, een laserdiode of een LED of een detector. Momenteel wordt wereldwijd uitgebreid onderzoek verricht naar complexere optische chips, waarin diverse optische componenten geïntegreerd worden voor een complexere functie. Men spreekt dan van een "Photonic Integrated Circuit" (PIC). Een PIC kan allerlei componenten bevatten: lichtbronnen, detectoren, optische modulators of schakelaars, optische sensoren, optische filters, enz.

Als men verschillende optische componenten integreert op een chip moet men ook een manier bedenken om lichtsignalen binnen de chip van de ene naar de andere component te geleiden. In elektronische chips gebeurt de elektrische interconnectie met gewone koperbaantjes. In een optische chip hebben we een optische golfgeleider nodig. Deze bestaat uit een baantje gemaakt van een materiaal met hoge brekingsindex - de kern - en omgeven door een materiaal met lagere brekingsindex - de mantel. Het licht kan dan verliesloos getransporteerd worden in de kern ten gevolge van het fenomeen van totale interne reflectie. Dit is net hetzelfde principe als gebruikt in een glasvezel.

"Silicon Photonics"

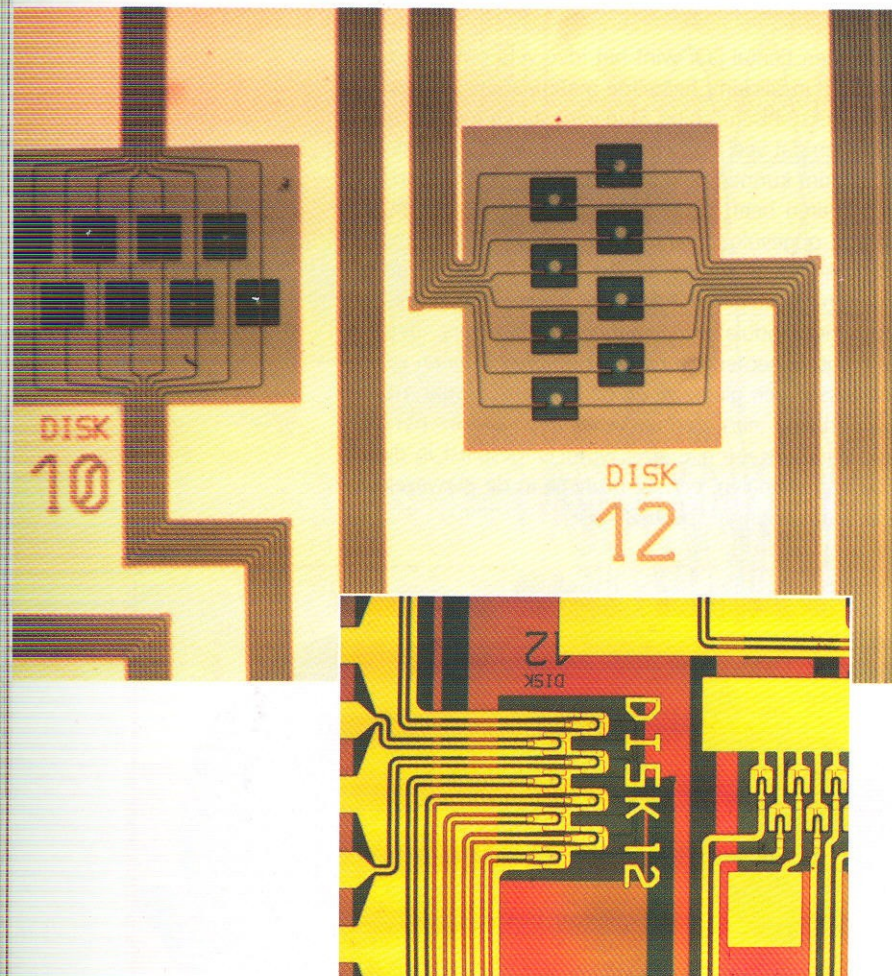
Optische chips kunnen uit veel verschillende materialen gefabriceerd worden. Laserdiodes en LEDs worden veelal uit zogenaamde III-V halfgeleiders gefabriceerd, zoals GaAs, InP of GaN. In de telecommunicatie worden eenvoudige passieve filterchips veelal in glas gefabriceerd, terwijl de optische modulators voor hoge datasnelheden (10 Gigabit per seconde en meer) in lithiumniobaat (LiNbO₃) worden vervaardigd wegens de unieke elektro-optische eigenschappen van dit materiaal.

Sinds een tiental jaar wint het idee veld om PIC's te fabriceren in silicium, hetzelfde materiaal dus als gebruikt voor elektronische chips. Stap voor stap is men begonnen beseffen dat veel optische functies - op lichtemissie na - in silicium kunnen geïmplementeerd worden. Sinds een vijftal jaren heeft de ene doorbraak de andere in snel tempo opgevolgd. Vandaag is men in staat complexe silicium-PICs te fabriceren die allerlei optische functies kunnen combineren: optische filters en multiplexers, optische modulators, optische schakelaars, detectoren, componenten die het licht efficiënt kunnen koppelen tussen een glasvezel en de chip enz. Figuur 1 toont bijvoorbeeld een demultiplexer-chip waarin het licht komende uit een glasvezel wordt uitgesplitst in diverse golfleengtekanalen, een kernfunctie in de glasvezelcommunicatie en in de spectroscopie.



Figuur 2: 200 mm Silicium-op-Isolator (SOI) wafer vol met optische chips.

De motivatie voor het gebruik van silicium laat zich raden. De silicium-PICs kunnen gefabriceerd worden op grote wafers (zie figuur 2) met dezelfde technologieën, met dezelfde machines dus, als deze nodig voor elektronische chips. Dit betekent dat men kan terugvallen op een immense technologische maturiteit en industriële productie-infrastructuur. Maar er is nog een tweede belangrijk argument. De golfgeleiders in silicium hebben een extreem hoog contrast qua brekingsindex tussen de kern (van silicium) en de mantel (van siliciumdioxide). Door dit hoge contrast wordt het licht enorm "hard" opgesloten in de silicium-kern. Dit vertaalt zich in het feit dat men de optische functies veel sterker kan miniaturiseren dan bij meer klassieke golfgeleiders. Een eenvoudig voorbeeld maakt dit duidelijk. Als een golfgeleider een bocht maakt moet de kromtestraal voldoende groot zijn, zoniet "vliegt het licht uit de bocht". Bij een gewone glasvezel mag de bochtstraal niet kleiner zijn dan een vijftal millimeter. In een silicium-golfgeleider kan men de bochtstraal verminderen tot enkele micrometer.



Figuur 3: Twee rijen van 8 microlasers geconnecteerd met een bundel van silicium golfgeleiders.

Inset: microlasers na contactmetallisatie. Fabricage door UGent, IMEC en CEA-LETI (Frankrijk).

uitrollen van toegangsnetwerken domineren (50-70%), is de grote kostfactor de transceiver. De transceiver is de component die het lichtsignaal ontvangt van de vezel en omzet in een elektrisch signaal en omgekeerd. De kost ervan omvat directe kosten voor aankoop maar vooral de operationele kosten. British Telecom berekende dat de kost voor het huren van centrales voor de plaatsing van transceiverrekken en het vermogenverbruik in die centrales vooral voor koeling van de vele ruimtes, de grootste operationele kostendragers van een communicatienetwerk zijn. Of met andere woorden: de huidige transceivers zijn te groot en verbruiken te veel vermogen. Silicium-fotonica leent zich uitstekend om geminiaturiseerde FTTH transceivers te maken. Densere integratie van bronnen, detectoren en andere optische componenten op een chip kunnen tot een afname van de voetafdruk tot een factor 10 leiden, in combinatie met een lager vermogenverbruik. De waferscale processing zorgt er bovendien voor dat dit aan lage kost gebeurt. Silicium-fotonica maakt het uitrollen van FTTH netwerken hierdoor een stuk aantrekkelijker voor de operatoren en brengt hoge bandbreedtes dicht bij de consument.

Fotonica binnenin computers

Blijft nog het laatste taai probleem: hoe kunnen we licht opwekken en versterken op een silicium-chip. Dit is de heilige graal van de silicium-fotonica. Wat de toekomst zal brengen is moeilijk te voorspellen maar vandaag ziet het er naar uit dat een heterogene aanpak het meest potentieel biedt. Hierbij wordt bovenop het silicium een flinterdun laagje III-V halfgeleider aangebracht, waarin de lichtbronnen en de lichtversterkers gedefinieerd worden.

Een glasvezel tot bij u thuis

Silicium-fotonica staat dus voor miniaturisatie en integratie van een waaier aan complexe optische functies op een enkele chip. Deze eigenschappen maken silicium-fotonica een begeerde technologie voor uiteenlopende toepassingen.

Een eerste voorbeeld vinden we in de telecommunicatie, waar silicium-fotonica het uitrollen van "Fiber-to-the-home" (FTTH) netwerken kan versnellen. FTTH is het antwoord op de steeds toenemende vraag van burgers naar bandbreedte-intensieve diensten zoals IP video, VoIP, gaming, etc. Met optische vezels tot aan de woning, kan FTTH de klant in principe ongelimiteerde bandbreedtes aanbieden. De beslissing tot het uitrollen van FTTH netwerken wordt door operatoren van vandaag nogal vaak uitgesteld door het kostenplaatje. Naast de civieltechnische werken die de kost voor het

Een tweede toepassingsvoorbeeld van silicium-fotonica vinden we bij computers. Iedereen die recent een nieuwe computer kocht weet het: de kloksnelheid van de microprocessor, voorheen de maatstaf voor de rekenkracht, lijkt te stabiliseren rond 3GHz. De vraag die de gebruiker zich nu moet stellen bij aanschaf van een PC is: "hoeveel kernen (cores) heeft mijn processor". Het blijkt energetisch immers efficiënter te zijn om de processor op te splitsen in verschillende kleinere rekenheden dan om de kloksnelheid verder te laten stijgen. Dit introduceert echter een belangrijk nieuw probleem: al deze rekeneenheden - tegen 2015 misschien wel een 100-tal - moeten snel en efficiënt kunnen communiceren. En dat lukt dan niet meer met klassieke elektrische koperbaantjes... Ook hier kan silicium-fotonica echter de oplossing bieden. We kunnen een volledig optisch circuit bouwen dat de datacommunicatie over de chip verzorgt. Dit reduceert het energieverbruik nodig voor deze communicatie met minstens één grootteorde maar vormt ook een formidabele uitdaging: we moeten er in slagen de afmetingen van optische verbindingen te reduceren met verschillende grootteordes, zonder de prestaties te compromiteren. Op onderzoeksniveau kan dat vandaag reeds. Figuur 3 toont een rij van microlasers die de kern van de optische transmitter vormen. Elke microlaser bestaat uit een dun schijfje III-V halfgeleider met diameter 7.5µm geïntegreerd boven op een silicium golfgeleider. Aan de andere kant van de chip zet een fotodetector het optische signaal dan terug om in elektrische pulsen.

De silicium optische golfgeleiders hebben dimensies gelijkaardig aan die van de klassieke koperbaantjes gebruikt voor interconnecties maar kunnen quasi zonder energieverlies informatie verspreiden over de chip.

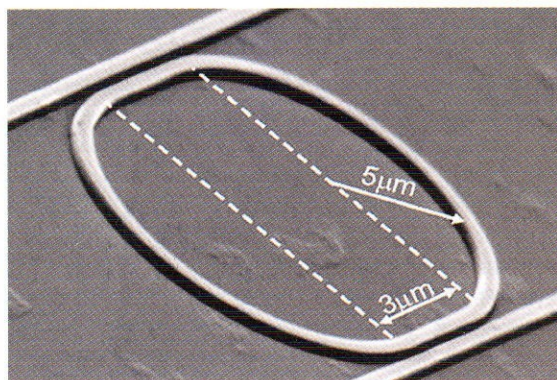
Biosensor-chips

Een heel andere fascinerende toepassing van silicium-PICs ligt bij de zogenaamde biosensoren. Hiermee kan de aanwezigheid en de concentratie van bepaalde biomoleculen gedetecteerd worden: DNA, antilichamen, eiwitten, ... De toepassingen hiervoor zijn legio: de aanwezigheid van een bepaalde biomolecule in een bloedstaal kan gebruikt worden om een ziekte vast te stellen, allergenen in voedselstalen kunnen opgespoord worden, of toxische stoffen in de omgeving. Dit alles kadert in het onderzoek naar "lab-on-a-chip" systemen, waarbij analyses die vandaag de dag enkel in gespecialiseerde laboratoria kunnen gebeuren, en daar dure en omvangrijke apparatuur vereisen, geminiaturiseerd worden zodat ze op een enkele goedkope chip passen, die dan b.v. rechtstreeks door de huisarts gebruikt zou kunnen worden. Door de extreme miniaturisatie die mogelijk is met de siliciumtechnologie kan elke chip honderden of zelfs duizenden verschillende sensoren bevatten en tegelijk toch goedkoop zijn.

Figuur 4 toont een voorbeeld van een biosensor gebaseerd op een silicium ringresonator. Deze ringen hebben een straal van typisch 5 micrometer. Licht wordt in één van de rechte golfgeleiders die vlak naast de ring lopen ingekoppeld. Een stuk van dat licht zal overkoppelen naar deze ring, en daarin beginnen rond te lopen. Echter, slechts voor bepaalde golflengtes zal het licht in deze ring "passen" en constructief met zichzelf interfereren na 1 rondreis door de ring. Voor deze resonantie-golflengtes zal het licht zeer efficiënt overkoppelen in de ring, voor andere golflengtes laat het licht de ring links liggen en propageert gewoon rechtdoor. De resonantie-golflengte wordt beïnvloed door de brekingsindex van het materiaal dat zich bovenop de ring bevindt. Verandert dit materiaal, dan zal men dit kunnen waarnemen door een verschuiving van de resonantie-golflengte. Door nu vooraf bovenop de ring een bepaalde biomolecule kan binden, krijgen we dus een biosensor.

Besluit

Eenvoudige optische chips (LED's, laserdiodes, detectoren en beeldsensoren) zijn op grote schaal doorgedrongen in tal van technische systemen. Nu wordt de stap gezet in de richting van fotonische geïntegreerde schakelingen (PIC's). De siliciumtechnologie uit de micro-elektronica kan in belangrijke mate herbruikt worden voor de fabricage van deze chips. Hierdoor kunnen complexe en performante optische functies betrouwbaar en goedkoop gefabriceerd worden. Uiteenlopende toepassingen zullen hier van gebruik maken.



Figuur 4: Optische ringresonator in silicium voor biosensortoepassingen. Fabricage door UGent en IMEC.

Van fotonica-onderzoek naar industriële samenwerking en spin-off bedrijven

State-of-the-art fotonicatechnologie ontwikkeld aan de Universiteit Gent, zoals de in dit artikel beschreven silicium-fotonica, is toegankelijk voor bedrijven die willen innoveren. Bedrijven op zoek naar technologische innovatie kunnen terecht bij Plateau, het fotonica-innovatiecentrum aan UGent. Plateau helpt bedrijven de benodigde fotonicatechnologie te identificeren en begeleidt hen bij de transfer van die technologie naar hun industriële toepassing. Plateau netwerk de expertise van 12 onderzoeksgroepen actief in fotonica, of zo'n 100-tal onderzoekers en heeft ruime, praktische ervaring in technologietransfer.

In een aantal gevallen is de meest opportune valorisatieroute een spin-off bedrijf. Plateau neemt de taak op zich om spin-off-opportunities in een vroege fase te detecteren en de betrokken onderzoekers bewust te maken van het belang van IP-bescherming en hen te motiveren tot ondernemerschap.

Enkele jaren geleden richtten drie ingenieurs van de fotonica-onderzoeksgroep een spin-off bedrijf op. Het bedrijf, Trinean, ontwikkelt de DropSense: een nieuwe generatie spectrofotometers voor het meten van het absorptiespectrum van vloeistofstalen met microlitervolume. De kern van het product bestaat uit een wegwerpchip met microfluidische structuren, en een meettoestel gebouwd rond een nieuwe meerkanaals UV-vis spectrometer. De toepassingen zijn legio: concentratiebepaling van DNA en eiwitstalen, enz.

Het bedrijf werd opgericht in 2006 door de de UGent samen met IMEC. In de zomer van 2007 stapte Baekeland Fonds II, het zaai-kapitaalfonds van UGent, samen met risicokapitaalsverschaaffer Capital-E mee in een kapitaalsronde. In juni 2008 werd een nieuwe investeringsronde georganiseerd met de bestaande aandeelhouders en Vesalius Biocapital. Sedert de zomer van 2008 is het bedrijf verhuisd naar de Arbed-site in Gentbrugge.

Meer informatie:

Plateau, Photonics Innovation Center,
UGent, www.plateau-photonics.eu
Trinean, www.trinean.com



Figuur 6: De microfluidische chip in de DropSense-spectrofotometer van Trinean

De auteurs

Roel BAETS is gewoon hoogleraar aan de Universiteit Gent waar hij een onderzoeksteam leidt in het vakgebied fotonica. Hij coördineert samen met collega's van de VUB de Interuniversitaire Master in de ingenieurswetenschappen: fotonica en ook de internationale Erasmus Mundus Master of Science in Photonics. Hij is coördinator van het Europese Network of Excellence ePIXnet over fotonische IC's en van een Methusalem-project rond slimme optische chips.

Peter BIENSTMAN behaalde het diploma van b. e. ir. aan de UGent in 1997. Na een postdoc in MIT is hij nu hoofddocent aan de Universiteit Gent, waar hij onderzoek verricht naar nanofotonische biosensoren, nieuwe technieken om aan optische signaalverwerking te doen, het verhogen van de efficiëntie van zonnecellen en het modelleren van fotonische componenten.

Ronny BOCKSTAELE behaalde het diploma van b. e. ir. aan de UGent in 1996, en een doctoraat in de toegepaste wetenschappen: elektrotechniek aan dezelfde universiteit in 2001. Daarna werkte hij als zelfstandig ingenieur mee aan de ontwikkeling van verschillende producten gebaseerd op fotonische technologieën. In 2006 was hij mede-oprichter van Trinean, waar hij momenteel de functie van CTO uitvoert.

Wim BOGAERTS behaalde het diploma b. nat. ir. aan de UGent in 1998. Hij behaalde zijn doctoraat in 2004 met onderzoek naar nanofotonische circuits in silicium, waarbij de hoogtechnologische fabricageprocessen voor de micro-electronica van IMEC in Leuven werden ingezet. Momenteel coördineert hij als postdoctoraal onderzoeker van het FWO-Vlaanderen de samenwerking tussen UGent en IMEC op het vlak van silicium-fotonica.

Danaë DELBEKE behaalde het diploma b. e. ir. in 1997 en het diploma

doctor in de toegepaste wetenschappen in 2002, beiden aan de UGent. Sinds 2007 is ze business en technology developer aan de Universiteit Gent waar ze Plateau, het fotonica-innovatiecentrum van de UGent, coördineert.

Geert MORTHIER behaalde het diploma van b. e. ir. in 1987 aan de UGent en promoveerde in 1991 aan dezelfde instelling. Hij is sinds 1988 als vast medewerker verbonden aan IMEC en is momenteel deeltijds hoofddocent aan de Universiteit Gent waar hij mede het onderzoeksteam leidt in het vakgebied fotonica. Hij is projectcoördinator van het Europese FP7 project HISTORIC over fotonische ICs voor optische logica en routing.

Dries VAN THOURHOUT behaalde het diploma b. nat. ir. en doctoraat van UGent in 1995 en 2000 respectievelijk. Momenteel is hij hoofddocent aan de UGent. Zijn onderzoek richt zich op integratietechnieken voor optische ICs en hij is verantwoordelijk voor de cleanroomactiviteiten van de onderzoeksgroep fotonica. Hij is coördinator van het EU-project WADIMOS dat de toepassing van deze chips voor communicatie in multi-core processoren onderzoekt. Hij is associate editor voor IEEE Photonics Technology Letters.

Dankwoord

De auteurs bedanken alle medewerkers van de onderzoeksgroep Fotonica van de UGent voor bijdragen tot dit artikel en de UGent voor het faciliteren van het onderzoek rond fotonische IC's. Dit onderzoek wordt uitgevoerd in de context van meerdere Vlaamse, federale en internationale onderzoeksprojecten. De bijdrage van IMEC tot dit onderzoek wordt bijzonder gewaardeerd.

Finale K VIV-Ingenieursprijzen 2009

Prijs voor de **COMMUNICATIEVE** en **MAATSCHAPPELIJK** bewuste **JONGE** ingenieur

Donderdag 19 maart 2009
Koninklijke Militaire School
BRUSSEL

OP HET PROGRAMMA:

- Bezoek aan KMS-labo's
- Uitreiking in aanwezigheid van **Patricia Ceysens**
- Presentaties door de laureaten
- Ludiek intermezzo door **Dirk Denoyelle**
- Juryberaadslaging
- Uitreiking prijzen
- Receptie en tentoonstelling



KONINKLIJKE VLAAMSE
INGENIEURSVERENIGING

www.kviv.be/ingenieursprijzen - ingenieursprijzen@kviv.be

Het Ingenieursblad

Maandblad van de Koninklijke Vlaamse Ingenieursvereniging
Ingenieurshuis, Desguinlei 214, B-2018 Antwerpen

www.hetingenieursblad.be

Afgiftekantoor Gent X
Erkenningsnummer P508727
Toelating gesloten verpakking nr. 3/176

BELGIË-BELGIQUE
P.B. GENT X
B 727

Elektronica & Fotonica

Nr. 2, februari 2009

De nieuwe elektronica: was- en rekbaar
Micro-fotonica in biomedische toepassingen
Hybride laserlassen van staal
Hoogbegaafde ingenieurs in de industrie: vloek of zegen?

Rekruteringsdossier
YOUNG POTENTIALS