

# Snel de diepte in met **Optical Coherence Tomography**

Een consortium met onder andere de Technische Universiteit Eindhoven werkt aan de toepassing van een laser in Optical Coherence Tomography. Het draait onder andere om de mogelijkheid om de laser op één chip te integreren met de benodigde geïntegreerde optische schakelingen. De technologie die wordt ontwikkeld maakt het mogelijk om de beeldvorming te versnellen en dieper in weefsel te kijken. Dit betekent winst voor specialist en patiënt.

Optical Coherence Tomography (OCT) vindt zijn toepassing momenteel vooral in de oogheelkunde. De technologie kenmerkt zich door de mogelijkheid een dwarsdoorsnede door weefsel af te beelden in een resolutie op het niveau van micrometers. Afhankelijk van het weefsel kan een oogspecialist van een halve tot twee millimeter diep 'kijken'. OCT werkt als volgt. Er is een lichtbron, gekoppeld aan een beamsplitter die de lichtbundel opdeelt. Het licht straalt enerzijds gericht op één punt in het onderzoeksgebied, anderzijds wordt het omgeleid een andere richting uit. De beeldvorming vindt plaats op basis van de reflectie van het uitgezonden licht. Het bijzondere daarbij is, dat voor de vorming van het beeld de reflectie van het gerichte licht wordt gemengd met het omgeleide licht. Beide interfereren namelijk. Het sterkste signaal ontstaat, als de afstand tot het weefsel en weer terug hetzelfde is als de afstand die het omgeleide licht aflegt.

## Laser vervangt LED

"Dat gegeven heeft verband met één van de problemen die de huidige technologie heeft", zegt dr. Erwin Bente van de vakgroep Optoelectronic Devices/Elektrotechniek aan de Technische Universiteit Eindhoven. "Om een plaatje in de diepte te maken, moet de weglengte van het omgeleide licht punt voor punt worden gevarieerd. Dat gaat mechanisch, met spiegels die punt voor punt worden verplaatst. Dat kost veel tijd: de patiënt moet heel lang stilliggen en de specialist is lang bezig voordat het beeld uiteindelijk is opgebouwd." Er zijn aanknopingspunten om de technologie te verbeteren. Bente: "Je wilt het liefst een real-

time videobeeld creëren. Dat kan door toepassing van een laser lichtbron met geïntegreerde opto-elektronica, die het mechanische traject met de spiegel overbodig maakt. Het betekent dat de nu gebruikte LED plaatsmaakt voor een laser die over net zo'n grote golflengte scant als dat wat de LED uitstraalt. Behalve een hogere snelheid maakt dit het ook mogelijk om dieper te kijken." Het is als met mist: de verstrooiing van het licht door het weefsel bepaalt hoe diep OCT kan kijken. Hoe minder 'mist', dat wil zeggen verstrooiing, hoe dieper in het weefsel OCT kan doordringen. En hoe langer de golflengte van het licht, hoe minder verstrooiing. Dat betekent dat een langere golflengte van 1600 tot 1800 nanometer verder het infrarood in, geschikt lijkt om dieper in het weefsel te turen.

## Quantum dot-materialen gebruiken

Om die laser voor het 1600 tot 1800 nanometergebied mogelijk te maken, komen twee technologieën samen. Nieuwe halfgeleidermaterialen brengen het binnen bereik door zowel de laser als de benodigde optische geïntegreerde circuits (IC's) op één chip te integreren. In de huidige technologie wordt de optische versterker voor de laser gemaakt uit halfgeleidermateriaal dat is opgebouwd uit dunne lagen. Bente: "Dit materiaal is niet geschikt voor het bereiken van de beoogde golflengte. Maar met nieuwe quantum dot-materialen (materiaal met kleine quantumputjes gebaseerd op indiumfosfide) is het wel mogelijk de benodigde lasersterker te bouwen. Met dit materiaal kunnen de benodigde optische geïntegreerde circuits in de chip geïntegreerd worden. De IC's bevatten de

(transparante) onderdelen die onder andere de golflengte van het laserlicht bepalen en variëren." Ze zijn opgebouwd uit 'lichtkanaaltjes' die het licht geleiden. Met zowel de lasertechnologie als de IC's op één chip van ongeveer twee bij tien millimeter, is het in principe mogelijk chipwafers met grote aantallen 'monolithische lasers' te maken, die per stuk relatief goedkoop zijn. "Voor die chips er zijn moet er nog heel wat gebeuren. We weten dat het werkt op deze golflengten, maar het is nog nooit gedaán in een afstelbaar lasersysteem. Een ander punt van aandacht is de beheersing van de grootte van de putjes in het quantummateriaal. Deze beheersing heeft overigens een bredere toepassing dan de medische technologie alleen; die is van belang voor de hele lasertechnologie en breedbandige optische versterking."

## Nieuwe onderzoeksmogelijkheden

Maar de voordelen voor de medisch technologische toepassing zijn al interessant genoeg; de snelheid van de beeldvorming prettig voor zowel arts als patiënt. Bente: "In de oogheelkunde heeft de mogelijkheid dieper in het weefsel door te dringen een zeer concreet voordeel. De huidige OCT-technologie komt maar een halve millimeter diep in het zeer sterk lichtverstrooiende weefsel net naast de ooglenzen. Dat is niet diep genoeg. Nu is nog onprettig ultrasoon onderzoek met contactvloeistof nodig. Met onze OCT-technologie zou dat wel diep genoeg kunnen zijn." Daarnaast vergroot de nieuwe technologie het toepassingsgebied van OCT. "Onze onderzoekspartners bij het Lasercentrum van het Academisch

Medisch Centrum in Amsterdam en MicroVision Medical zijn zeer geïnteresseerd in de mogelijkheden voor onderzoek aan huid en aderen. In de huid bevinden zich zeer kleine adertjes, dunner zelfs dan een bloedcel. Die cellen moeten zich erdoorheen 'worstelen'. Het gedrag van die bloedvaatjes levert veel informatie op over de fysiologische conditie van een patiënt, bijvoorbeeld als die in shocktoestand verkeert. Ook een dergelijke nieuwe toepassing maakt de doorbraak waaraan we werken zeer gewenst."

## In het project werken samen Participants

- Eindhoven University of Technology
- AMC Laser centre
- TOPCON Europe Medical BV
- MicroVision Medical Holding BV

Projectnummer: IPD067774  
Contact: Dr. E.A.J.M. Bente  
Telephone: +31 (0)40 247 51 06  
Email: e.a.j.m.bente@tue.nl

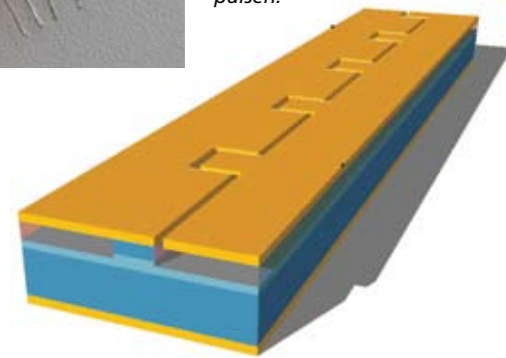


Voorbeeld van een fotonisch geïntegreerd circuit in een behuizing.

Schematische weergave van een optische halfgeleider versterker voor korte lichtpulsen.



Doorsnede van de retina in het oog opgenomen met de OCT techniek.



## Going beyond the surface with Optical Coherence Tomography

At present Optical Coherence Tomography (OCT) is mainly used in ophthalmology. This technology enables cross-sectional imaging of tissue at a resolution of microns. However, the current techniques are time consuming as the patient has to lie still for protracted periods and the specialist has to wait for a long time for the image to build up. A consortium, of which Eindhoven University of Technology is a part, is working on a solution for these problems.

In OCT a light source is linked to a beam splitter which splits the light bundle into two bundles. One bundle beams to one point in the area to be examined, while the other bundle is diverted in another direction. The image is created by reflection of the emitted light. In order to create an internal image, the path length of the diverted light is varied point by point. This still takes place mechanically at the moment, with mirrors that are moved point by point. According to Erwin Bente PhD, a member of the Department of Opto Elec-

tronic Devices/Electrical Engineering of Eindhoven University of Technology, there are starting points for improving the technology. "The current technology consists of mechanical components, which we could replace with laser technology. This will speed up the imaging process. To achieve this, we will have to use new semiconductor materials, making it possible to integrate both the laser and the required integrated circuits (ICs) onto a single chip." This would be beneficial for the medical technological applications. In ophthalmology, the possibility of being able to penetrate deeper into the tissue without having to resort to ultrasonic examination, would be a very real advantage. Furthermore, the new technology would expand OCT's field of application. "The other research partners are also very interested in the potential for examination of the skin and veins. The behaviour of these blood-vessels yields a great deal of information on a patient's physiological condition. A breakthrough that would enable a new application of this kind is, of course, highly desirable."