

Handzame gasdetector dankzij kortegolflaser

Detectie van bepaalde gassen in menselijke adem is een relatief eenvoudige manier om indicatoren voor aandoeningen op te sporen. De apparatuur die artsen hiervoor gebruiken, is echter duur en groot. Prof. dr. Markus Pollnau van de onderzoeksgroep Integrated Optical Microsystems van de Universiteit Twente ontwikkelt een goedkope en kleine detector voor ammoniakgas, dat kan duiden op nierproblemen. De geheimen van de smid? Een op een chip geïntegreerde laser, optische golfgeleiding en een foto-akoestische cel.

Ziekenhuizen maken steeds vaker gebruik van apparatuur die bepaalde gassen opspoorde die in lage concentraties voorkomen in de lucht die mensen uitademen of uitscheiden via de huid. De aanwezigheid van bepaalde gassen kan indicatief zijn voor bijvoorbeeld maagzweren, longkanker en nierproblemen. Hoewel de methode enkel indicatoren opspoorde en niet specifiek genoeg is voor het stellen van diagnoses, heeft hij als grote voordeel dat hij eenvoudig en niet-invasief is. Maar de apparatuur is voor verbetering vatbaar, zegt Pollnau: "Het gaat om vrij prijzige apparaten. Een ziekenhuis kan er misschien één aanschaffen, maar een huisarts niet. En de detector is groot en zwaar; je moet de patiënt naar het apparaat brengen, andersom kan het niet." Pollnau's onderzoeksgroep ontwikkelt een detector voor ammoniak, NH_3 . Pollnau: "Als er ammoniakgas zit in de lucht die je uitademt, dan kan dat op nierproblemen duiden. Hoe lager de concentratie ammoniakgas die je kunt detecteren, hoe groter de kans dat je nierproblemen in een vroeg stadium kunt opsporen." De detector zal in staat zijn om kleinere hoeveelheden NH_3 te detecteren dan bestaande detectoren en hij zal een handzaam formaat krijgen.

Luisteren naar absorptie

De detector die Pollnau's groep samen met de projectpartners ontwikkelt, heeft twee belangrijke componenten. Pollnau: "De eerste is een vastestoflaser. Het actieve medium van de laser die wij ontwikkelen bestaat uit een kristallijn basismateriaal gedoteerd met Thulium of

Holmium. De laser heeft een golflengte van 2 micrometer (μm). Doteren is een methode om materiaal te voorzien van onzuiverheden om de optische eigenschappen ervan te veranderen. Pollnau: "Vastestoflasers zijn niet nieuw, maar lasers die gebruik maken van deze specifieke materialen wel." De projectpartners richten zich op 2 μm , omdat NH_3 licht van die golflengte goed absorbeert. Als het gas het licht absorbeert, wordt het warmer. Dat leidt tot thermische expansie van het gas. De tweede belangrijke component van de detector zorgt voor de daadwerkelijke detectie. Pollnau: "Die component is een foto-akoestische cel, een kleine akoestische ruimte met daarin het gasmengsel waarin we geïnteresseerd zijn. Thermische expansie leidt tot resonantie in die ruimte. Door die resonantie te meten, kunnen we vaststellen wat de concentratie is van het gas dat we willen opsporen." Het project zal voor een belangrijk deel bestaan uit het afstellen van de foto-akoestische cel, om resonantiepatronen die op NH_3 duiden te scheiden van de onvermijdelijke ruis in de cel. De laser wordt geïntegreerd in een chip en optische golfgeleiding-technologie koppelt het licht aan de foto-akoestische cel. Pollnau: "Het uiteindelijke apparaat wordt klein, licht en handzaam."

Praktijktest

Als er eenmaal een prototype ligt, zal hij eerst getest worden door er bekende NH_3 -concentraties mee te meten. Daarna moeten klinische tests gaan uitwijzen in hoeverre de detector gebruikt kan worden voor diagnoses. Pollnau:

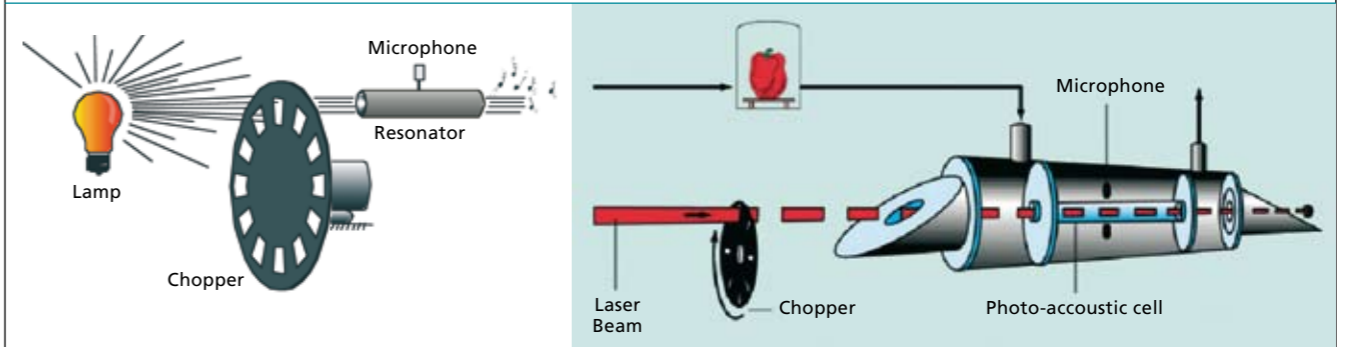
"Dat hangt niet alleen af van de effectiviteit van NH_3 -detectie. Medici weten dat er een verband bestaat tussen de NH_3 -concentratie in iemands adem en bepaalde aandoeningen, maar we moeten nog wel in kaart brengen hoe dat verband precies in elkaar zit." Of de detector geschikt zal zijn voor de medische praktijk, hangt van een aantal factoren af. Pollnau: "Het ligt aan de uiteindelijke kostprijs van het apparaat, de efficiëntie van de NH_3 -detectie en de bruikbaarheid van de detectieresultaten voor diagnostiek. Maar het project is niet alleen geslaagd als het een vermarktbare detector oplevert. Er is nog maar weinig bekend over foto-akoestische detectie van lage concentraties gas met 2 μm -licht. Dit project zal veel kennis op dit gebied opleveren. En aangezien er ook niet-medische toepassingen van gasdetectie zijn waarvoor deze technologie gebruikt zou kunnen worden, is dat bijzonder nuttige kennis."

In het project werken samen Participants

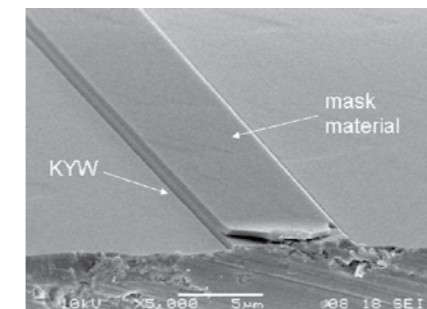
- University of Twente
- Radboud University Nijmegen
- Sensor Sense BV
- Lionix BV
- Utrecht Medical Center

Projectnummer: IPD083385
Contact: M. Pollnau
Telephone: +31 (0)53 489 10 37
Email: m.pollnau@ewi.utwente.nl

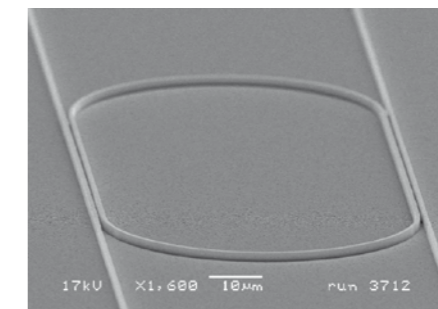
Fotoakoestische detectie van gassporen



Fotoakoestisch effect > opwekking van akoestische golven ten gevolge van lichtabsorptie



SEM foto van kanaalgolfgeleider



On-chip laser cavity gebaseerd op een ringresonator

Compact laser and photo acoustic cell enable handheld trace-gas detector

More and more often, hospitals use devices that detect trace amounts of certain gases in human exhalation. The presence of a certain gas may indicate a condition like, for instance, lung cancer or kidney failure. The advantage of this method is that it is non-invasive. But the devices are expensive and bulky, says prof. dr. Markus Pollnau of the Integrated Optical Microsystems research group of Twente University: "We are going to develop a detector for ammonia (NH_3) that's smaller and more sensitive than existing detectors." The detector that Pollnau and his co-workers are developing, has two important components. Pollnau: "First, there is the solid state laser. It uses a crystal doped with Thulium or Holmium and produces a laser with a wavelength of 2 μm ." NH_3 absorbs light at this wavelength, which means that the gas heats up and expands. The second major component is the photo-acoustic cell that takes care of the actual

detection. Pollnau: "This cell is a small acoustic cavity that contains the gas. If this gas expands, a resonance obtains. By measuring this resonance, we can determine the concentration of the gas." The laser will be integrated on a chip and its light will be coupled to the photo-acoustic cell by optical waveguide technology. Once there is a prototype, clinical trials will determine how suitable the detector is as a diagnostic tool. Pollnau: "We'll start testing it with known trace-gas concentrations, then we will continue with clinical trials on patients." Whether the device will be successful, depends on several factors, like the price and the detection efficiency. Pollnau: "But even if we don't have a device that's ready to market, we will generate a great amount of knowledge concerning photo-acoustic gas detection at 2 μm wavelengths. And there are a number of non-medical applications for which this technology might also be useful."