

Micro Assemblage van een micro Gaschromatograaf

Jan Eite Bullema, TNO

Gert-Jan Burger, C2V

Inleiding

TNO, C2V en Greene Tweed ontwikkelen samen een technologie, gebaseerd op conventionele flipchip technologie, om op industriële schaal micro fluidische systemen te kunnen assembleren. De technologie die ontwikkeld wordt, maakt gebruik van kleine rubberen pakkingen om vloeistof dichte micro fluidische verbindingen te kunnen realiseren. De ontwikkelde micro assemblage technologie is inmiddels ingezet om een micro gaschromatograaf te realiseren

TNO

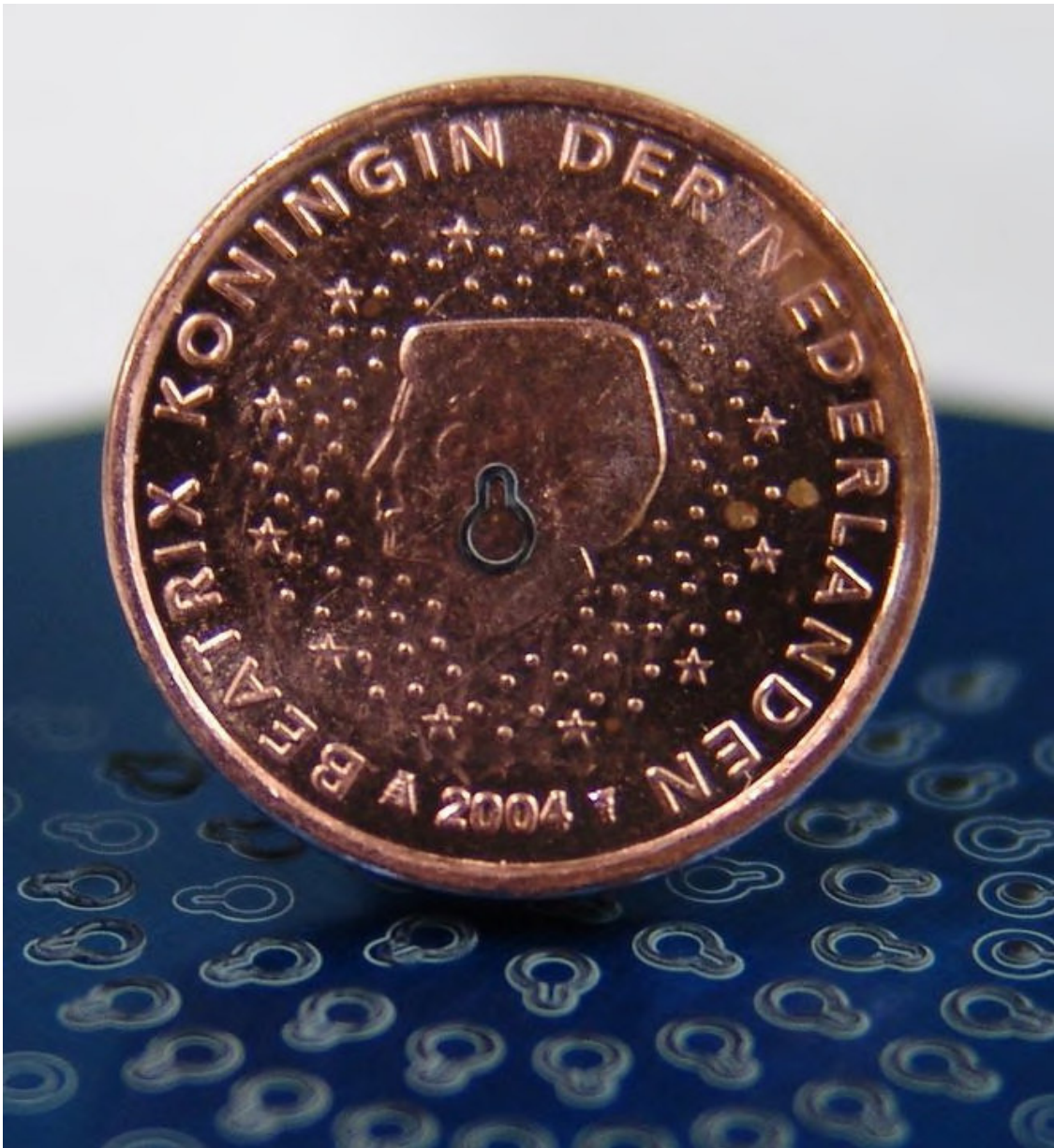
TNO Industrie in Eindhoven, onderdeel van TNO, zet zich in voor de ontwikkeling en industriële toepassing van micro assemblage technologie. TNO heeft op dit gebied een assemblage platform ontwikkeld en heeft daarnaast als doel de ontwikkeling van modulaire micro systeem technologie

C2V

C2V (Concept to Volume), in Enschede, is de eerste Europese leverancier van klantspecifieke microproducten en houdt zich derhalve bezig met de ontwikkeling van producten gebaseerd op micro systeem technologie vanaf idee (concept) tot en met fabricage (volume). C2V heeft inmiddels verscheidene producten gebaseerd op micro systeem technologie succesvol in de markt weten te introduceren.

Greene Tweed

Greene Tweed Benelux is de belangrijkste Europese vestiging van Greene Tweed. Greene Tweed heeft zich gespecialiseerd in hoogwaardige industriële pakkingen en bereikt in dit marktsegment een wereldwijde omzet van circa 300 miljoenen dollar. Greene Tweed heeft voor dit onderzoek speciale micro pakkingen ontwikkeld.

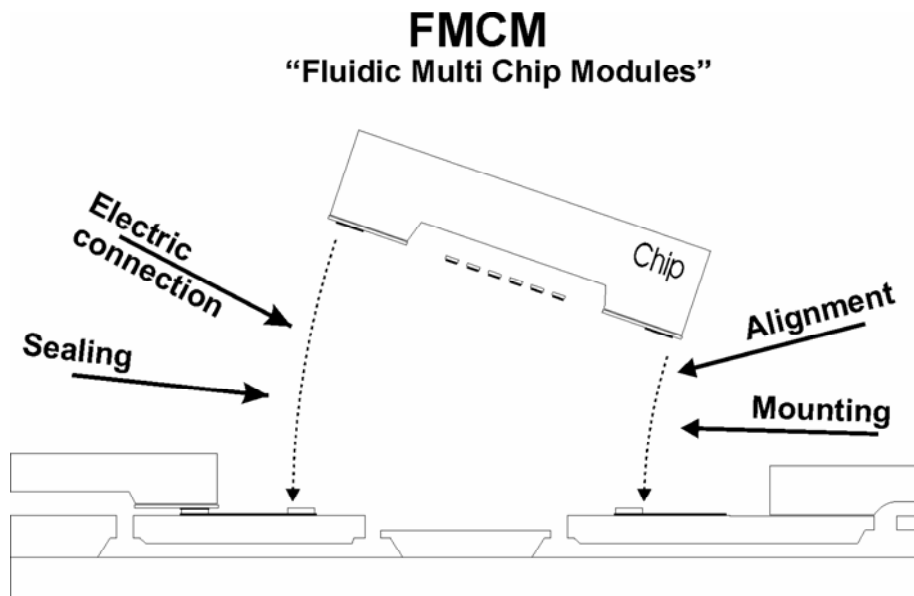


Figuur 1: De speciaal voor FMCM ontwikkelde, kleinste pakking ter wereld op een Eurocent (foto R. Görtzen)

Fluidic Micro Chip Module

In packaging van micro elektronica, is Multi Chip Module packaging technologie een standaard concept. Op een drager materiaal (laminaat, keramiek of dielektricum) worden micro chips geplaatst en verbonden. Het is dan mogelijk om een grote hoeveelheid elektronische functies in een standaard behuizing onder te brengen.

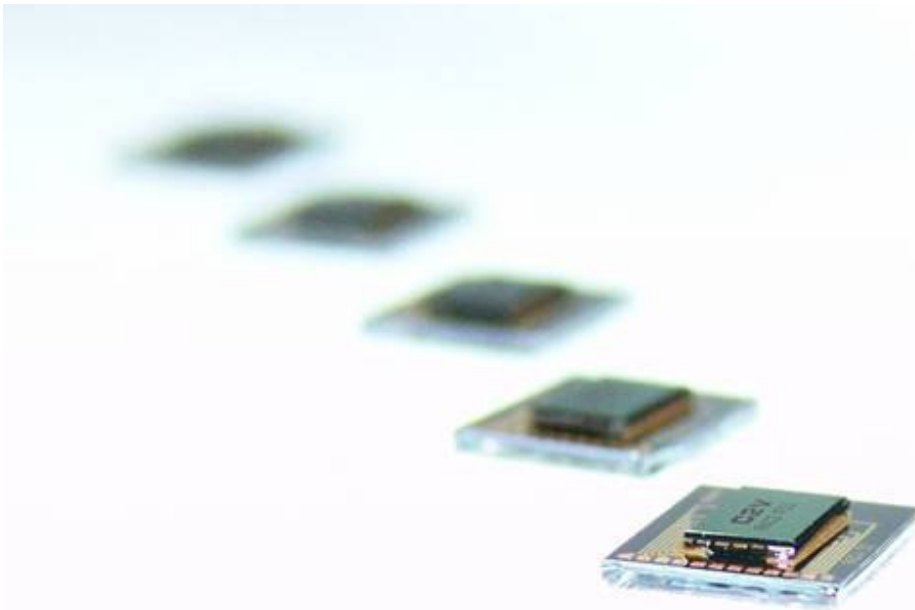
In het ontwikkelproject is gezocht naar een packaging en verbindingstechniek die het mogelijk maakt om met behulp van standaard MEMS-chips een grote hoeveelheid microfluidische functies te realiseren. De uitdaging in deze technologieontwikkeling vormt het tegelijkertijd realiseren van een elektrische en fluidische verbinding, nauwkeurig op de juiste plaats



Figuur 2: FMCM technologie: Simultane elektrische verbinding, afdichting en hoge krachtbeheerste plaatsingnauwkeurigheid .

Modulair concept

TNO doet al lange tijd onderzoek naar microassemblage. De noodzaak tot modulaire ontwerpen komt vooral tot uiting bij producten die in kleine series geproduceerd worden. De FMCM-technologie die door TNO, C2V en Greene Tweed ontwikkeld is, heeft steeds als uitgangspunt de uiteindelijke produceerbaarheid van de producten gehad.



Figuur 3: Geassembleerde FMCM sensor op een test substraat. Combinatie van vloeistof stroming met elektrische aansluitingen

Applicatie Gaschromatografie

Gaschromatografie is een chemische analyse techniek die gebruikt wordt om de chemische samenstelling van gassen te bepalen. Het principe van gaschromatografie berust op het verschil in looptijd van de gasbestanddelen in een scheidingskolom. Ook vloeistoffen kunnen worden vergast en geanalyseerd worden in een gaschromatograaf. Door verschillen in adsorbtie in deze kolom hebben verschillende chemische componenten een verschil in looptijd. Dit kan gemeten worden door de thermische geleidbaarheid in het draaggas te meten. Als een bestanddeel langs deze sensor komt verandert de thermische geleidbaarheid, dit is een maat voor de soort en de hoeveelheid van de verschillende stoffen in een monster

Micro gaschromatografie

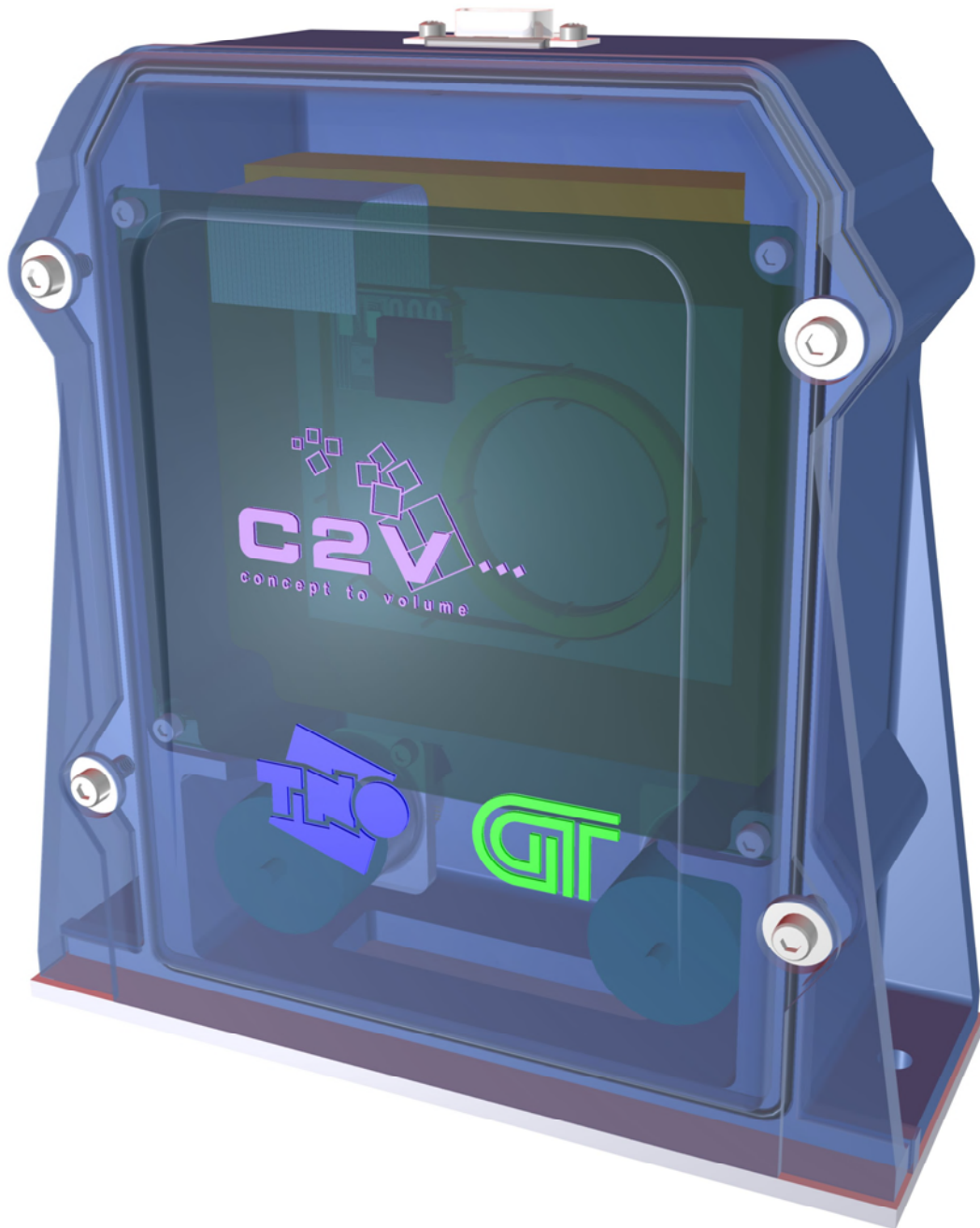
Door de inzet van silicium technologie (MEMS) waarbij kleine detectie structuren gerealiseerd worden is het mogelijk om de functionaliteit van een gaschromatograaf in een klein volume te realiseren. Door de gaschromatograaf te verkleinen kunnen een aantal voordelen gerealiseerd worden. Ten eerste: Er is een kleinere hoeveelheid materiaal nodig om een chemische analyse uit te voeren. Ten tweede: Het energieverbruik van de gaschromatograaf wordt veel kleiner, daardoor wordt het mogelijk om stand-alone of draadloze gaschromatografen in te zetten. Ten derde: Door het geringe interne systeem volume en de kleine kolomdiameter zal scheiding veel sneller plaatsvinden, waardoor de analyse tijd sterk kan worden gereduceerd (van uren naar minuten). Hierdoor wordt het mogelijk om in-line analyses in proces installaties uit te voeren. In line proces analyse geeft het voordeel dat een installatie, bijvoorbeeld

een chemische fabriek of een energiecentrale optimaal aangestuurd kan worden waardoor een hogere efficiency kan worden bereikt.

Noodzaak tot nauwkeurigheid

De kwaliteit van de gaschromatografische analyse wordt mede bepaald door de injectie van een monster in een drager gasstroom. In het kanaal mogen geen dode volumes aanwezig zijn, deze leiden tot verontreinigingen en afwijkingen van de voor de toepassing als ideaal ervaren 'propstroming'

Een van de aspecten die dan een rol spelen is de uitlijning van componenten, bijvoorbeeld klepjes ten opzichte van een micro kanaal moet accuraat plaatsvinden. Bij een kanaal van 100 micron breedte is de gewenste uitlijningsnauwkeurigheid van componenten al gauw beter dan 5 micron.



Figuur 4: Ontwerp van de micro gaschromatograaf

Noodzaak tot krachtbeheerste assemblage

Verschillende onderdelen in de micro gaschromatograaf, met name de sensor en de thermische geleidingssensor hebben dunne membranen, deze membranen zijn kwetsbaar. Een tweede aspect is het indrukken van de micro pakkingen. Om

de verbindingen gas en vloeistof dicht te houden is het gewenst dat de pakkingen met een beheerste indrukking van tussen de 5 en 15 % ingedrukt worden. Omdat de tolerantie op de diverse onderdelen in de orde van enkele tientallen microns ligt (overeenkomende met tientallen procenten), is het noodzakelijk om tijdens de assemblage de indrukking kracht van een pakking te beheersen. Deze indrukking kracht is een maat voor de compressie. Ook moet de verbinding tijdens deze stap gefixeerd worden. De optie om onderdelen te gebruiken met een hogere nauwkeurigheid zou onmiddellijk tot een te dure oplossing leiden.

Noodzaak tot chemische resistentie

Om een groot aantal verschillende chemische stoffen te kunnen analyseren is het nodig dat de verbinding chemisch resistent is. Deze resistentie wordt verkregen door het specifieke ChemRaz™ pakking materiaal van Greene Tweed. ChemRaz™ is een pakkingmateriaal dat voor een belangrijk deel bestaat uit gemodificeerd polymeren, waardoor het een hoge chemische bestendigheid heeft. Daardoor kunnen ook agressieve vloeistoffen als zuren of zwavelhoudende gassen geanalyseerd worden zonder schade aan de micro gaschromatograaf.

Noodzaak tot thermische resistentie

De micro gaschromatograaf heeft een minimale bedrijfstemperatuur van 50 °C. In sommige applicaties kan deze bedrijfstemperatuur oplopen tot 110 °C. Deze gebruikstemperaturen stellen hoge eisen aan de thermische bestendigheid van de gebruikte verbindingstechnologie.

Noodzaak tot kruipbestendigheid

De micro verbindingen in de micro gaschromatograaf worden continu belast omdat de pakking samengedrukt moet blijven. Daarom moet de gekozen micro verbindingstechnologie kruipbestendig zijn; voor applicatie van een micro gaschromatograaf in de industrie is een levensduur van vijf jaar zonder lekkage een belangrijke eis.

Andere toepassingen

Omdat de technologie modulair van opbouw is kunnen er snel prototypes gerealiseerd worden voor een groot scala van andere toepassingen. Door de hoge thermische bestendigheid en de grote chemische bestendigheid kan men denken aan chemische analyse toepassingen waarbij agressieve chemicaliën een rol spelen en biomedische analyse toepassingen bij hogere temperaturen met name versnelde DNA multiplicatie. Door de modulaire opzet; dat is de beschikbaarheid van standaard kleppen standaard sensoren, standaard capillaire aansluitingen, van de FMCM technologie kunnen de kosten van het ontwikkelen van een nieuwe applicatie tot een factor vijf gereduceerd worden.

Samenvatting

C2V, Greene Tweed en TNO hebben gezamenlijk een nieuwe packaging technologie ontwikkeld voor fluidische micro systeem technologie toepassingen. Door het gebruik van standaard componenten en standaard technologie modules worden de ontwikkelingskosten van nieuwe toepassingen tot een faktor 5 gereduceerd . De ontwikkelde technologie is gedemonstreerd in een micro gaschromatograaf

Literatuur

[1] Dosierung von Flüssigkeiten in pico- bis nanoliterbereich, Wilhem Meyer, Inno, Juni 2002, blz 8..12

[2] Local anodic bonding of Kovar to Pyrex aimed at High Pressure, solvent-resistant microfluidic connections, M. Blom et al, Journal of Micromechanics and microengineering no 11, 2000, pag 382..385