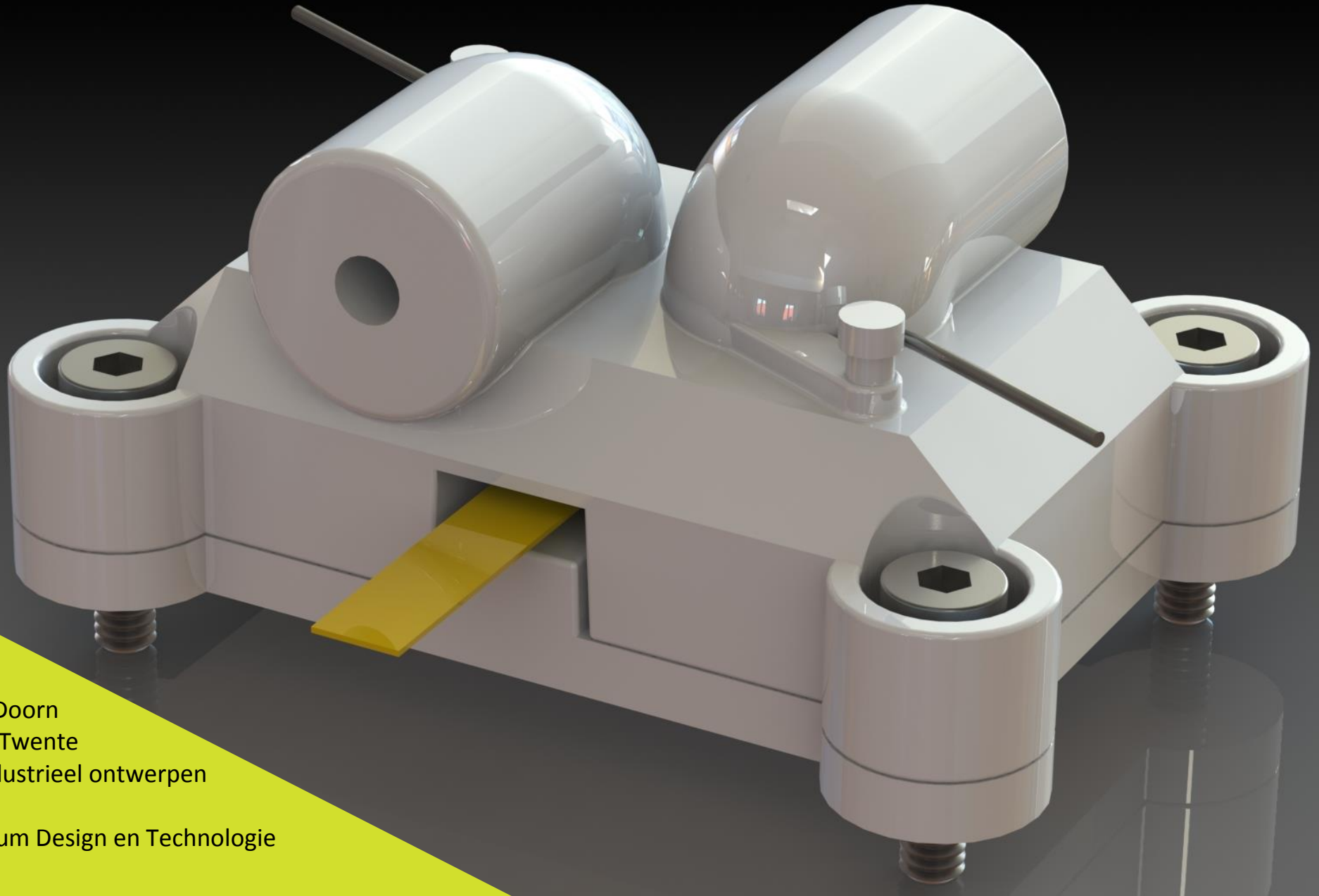


BACHELOR EINDOPDRACHT 2014

Het ontwikkelen van een chiphouder, waarbij gebruik wordt gemaakt van 3D-printtechnieken



Rowan van Doorn
Universiteit Twente
Bachelor Industrieel ontwerpen
11 juli 2014
Kenniscentrum Design en Technologie

Bachelor Eindopdracht

Het ontwikkelen van een chiphouder, waarbij gebruik wordt gemaakt van 3D-printtechnieken.

Universiteit Twente - Industrieel ontwerpen
B3 Kwartiel 4 (2013/2014)
Vakcode: 201000017

Dit verslag is bestemd voor desbetreffende examinatoren,
begeleiders van de Bachelor Eindopdracht en andere
belangstellenden.

Publicatie datum: 11 Juli 2014

Afsluitende tentamen: 19 Augustus 2014

Oplage: 3 stuks

Aantal pagina's: 56

Aantal bijlagen: 12

Bedrijf:
Kenniscentrum Design en Technologie
M.H. Tromplaan 28
7513 AB Enschede

Beoordelingscommissie:

Voorzitter:
Dhr. De Rooij

Bedrijfsbegeleiders:
Dhr. Andreski
Mevr. van Beurden

Begeleider Universiteit Twente:
Dhr. Damgrave

NAAM	STUDENTNUMMER	HANDTEKENING
G.R. van Doorn	s1029576	

Voorwoord

De Bachelor Eindopdracht is een afstudeeropdracht van de eerste drie jaar Industrieel Ontwerpen. Dit is binnen de opleiding de eerste opdracht dat binnen een bedrijf wordt uitgevoerd, welke is bedoeld om zelfstanding opgedane vakkennis toe te passen om tot een goed ontwerp te komen. Daarnaast kan er binnen het bedrijf veel nieuwe kennis op worden gedaan.

Ik heb het binnen het Kenniscentrum Design en Technologie erg naar mijn zin gehad. Ik heb veel nieuwe kennis opgedaan op het gebied van micro-fluidica en 3D-printen.

Mede door de inzet van een aantal personen is dit alles mogelijk gemaakt. Deze personen wil ik allereerst heel hartelijk bedanken:

Aleksandar Andreski:

Bedankt voor je enthousiasme, gezelligheid, deskundigheid en de bereidheid om mee te denken met verschillende ideeën. Het was een fijne begeleiding, ook al zijn we beiden van twee verschillende werelden!

Karin van Beurden:

Bedankt voor je meedenken, gezelligheid en natuurlijk een borrel op zijn tijd!

Roy Damgrave:

Bedankt voor je enthousiasme, meedenken en natuurlijk de begeleiding!

Verder wil ik ook graag alle andere staganten bedanken voor de bereidheid om te helpen en natuurlijk de gezelligheid!

Inhoudsopgave

Titel	Pagina		
Samenvatting	4	(4)Detailfase	
Summary	6	4.1 materiaalbesparing	49
Inleiding	8	4.2 Aanpassingen aan fluïdische aansluitingen	50
Doelstelling	9	4.3 Assemblage	50
(1)Analysefase		4.4 Kegelvormige ferrule	51
1.1 Probleemdefinitie	10	4.4 Productie	52
1.2 Probleemanalyse	11	4.5 Kosten	53
1.3 Actor- en belangenanalyse	15	4.6 Prototype	54
1.4 Doelgroepanalyse	16	4.7 Aanpassing	54
1.5 Marktanalyse	17		
1.6 Chipspecificaties	20	Conclusie	55
1.7 Programma van Eisen	21	Aanbevelingen	56
1.8 Commercieel beschikbare additieve productiemethoden	22	Bronnenlijst	57
(2)Ideeëngeneratie		Bijlagen(A)	59
2.1 Ideeënschetsen	24	Confidentiële bijlagen(B)	(apart document B)
2.2 Evaluatie ideeën	28		
2.3 Experimenten	30		
2.4 Morfologisch schema	34		
(3)Conceptfase			
3.1 Concepten	35		
3.2 Concepten toetsen	47		
3.3 Conceptkeuze	48		

Samenvatting

Ter afsluiting van de Bachelor Industrieel Ontwerpen aan de Universiteit Twente is de afstudeeropdracht doorlopen bij het bedrijf Kenniscentrum Design en Technologie. Deze opdracht is een onderdeel van een overkoepelend project waarin gekeken wordt of de behuizing van complexe microfluidische chips kunnen worden gemaakt met behulp van 3D printtechnieken. Hierbij is deze bachelor eindopdracht de eerste stap van het tweejarig project, waarbij de behuizing samen met microfluidische interface voor een Micro Coriolis chip wordt ontwikkeld.

De chip is een fragiele sensor, waarmee kleine gasstromen kunnen worden gemeten. De chip is niet bestand tegen schokken, stoten en krachten die op de chip komen bij het aansluiten van interfaces. De chip zal robuuster gemaakt moeten worden. Hiernaast wordt gekeken of manieren van additive manufacturing geschikt zijn voor het maken van de houder.

Bij het ontwerpen van een chiphouder zijn er verschillende uitlijnings- en parallelliteitsproblemen, die zijn gedefinieerd en onderzocht in de analysefase. De chiphouder wordt in elkaar gezet door een assemblagemedewerker, dit gebeurt in een 'clean room' en wordt met de hand en wat uitlijningsapparaten gedaan. Er zijn verschillende typen houders en microfluidische aansluitingen op de markt maar deze voldoen niet aan de eisen die aan de te ontwerpen chiphouder worden gesteld.

Er wordt onderzocht of een 3D printbare houder kan worden ontwikkeld, omdat met deze techniek interne structuren kunnen worden gerealiseerd die met conventionele productiemethoden niet mogelijk zijn.

Er zijn verschillende additive manufacturing methoden onderzocht en hiervan hebben slechts een aantal productietechnieken een redelijke nauwkeurigheid voor de schaal waar op wordt gewerkt.

De chipmodule moet kunnen werken onder hoge druk en onder verschillende temperaturen, daarnaast stromen er verschillende chemische stoffen door de behuizing. De behuizing moet onder deze verschillende omstandigheden goed blijven functioneren, daarom zijn er in de ideeënfase oplossingen gezocht voor deze geanalyseerde problemen. Een aantal ideeën zijn verder uitgewerkt en er zijn een aantal kleine experimentjes en een simulatie uitgevoerd om ideeën te evalueren.

Alle deeloplossingen zijn verwerkt in een morfologisch schema, waaruit in de conceptfase een aantal oplossingswegen zijn gekozen voor het uitwerken van vier concepten. Het eerste concept heeft als belangrijkste kenmerk een kegelvormige ferrule die op de chip wordt gelijmd. Door de druk van de deksel van de chip wordt de kracht geleverd voor een goede afsluiting. De kegelvormige ferrule biedt ook een goede afdichting wanneer de houder onder een hoek zit ten opzichte van de chip, daarnaast zorgt de kegelvorm voor een zelf-uitlijnende chip wanneer de chip in de houder wordt geplaatst. Hierbij is het nadeel van dit concept dat de kegelvormige ferrule op de chip moet worden uitgelijnd.

Het tweede concept maakt gebruik van vacuüm waardoor de onderdelen na het positionering op de juiste positie worden gehouden en kunnen worden vastgelijmd. Het derde concept maakt gebruik van dezelfde principes als het eerste concept, deze heeft als kenmerk dat de onderdelen vooral worden uitgelijnd met behulp van een draad, waarbij de kegelvormige ferrule zorgt voor de uiteindelijke uitlijning.

Het laatste concept is een iteratie op een chiphouder van Micronit® uit het marktonderzoek, dit concept werkt met een hendel waarbij door een grote arm een grote afsluitende kracht kan worden geleverd. Het probleem bij de door Micronit® ontwikkelde houder lag bij de paralleliteit tussen de chip en de houder, waardoor deze niet de gewenste afsluiting kan bieden. Het concept heeft een aanpassing waardoor dit probleem wordt opgelost.

De vier concepten zijn geëvalueerd en hieruit bleek dat concept 1, 3 en 4 goede deeloplossingen bevatten die goed te combineren zijn in één eindontwerp. In het eindconcept zijn de kegelvormige ferrule en een draad als pre-alignment. De afsluitende kracht wordt uiteindelijk geleverd na het plaatsen van de chipmodule in het systeem, deze wordt bevestigd met inbusboutjes die met een momentensleutel kan worden aangedraaid om een continue kracht te realiseren. De assemblage van de chip is met het eindontwerp makkelijk gemaakt door uitlijningsdelen.

De chip zal worden geproduceerd met behulp van Selective Laser Sintering van PEEK, dit is een proces met een goede nauwkeurigheid en PEEK heeft goede materiaaleigenschappen.

Men kan tevreden zijn over het behaalde eindresultaat, aangezien de vooraf gestelde doelen bijna allemaal zijn behaald. In het vervolgproject zal er meer onderzoek en experimenten moeten worden gedaan naar additive manufacturing processen en bijbehorende materialen.

Summary

To complete the Bachelor Industrial Design at the University of Twente, the graduation assignment has been fulfilled at the Knowledge Centre of Design and Technology. This assignment is part of a long term project where the goal is to research if it is possible to create chip packages of complex microfluidic chips with additive manufacturing methods. This assignment is the first step in this two year research project, where the chip package and the microfluidic interface will be developed for a Micro Coriolis Chip.

The Micro Coriolis Chip is a fragile sensor, which is able to measure very small amounts of flow. The chip cannot withstand shocks, bumps or force which can come during the connection of interfaces. This chip package must improve the robustness. There are also several methods of additive manufacturing to consider to produce the chip holder.

By developing the chip holder there are several alignment and parallelism problems, which are defined and analyzed in the analysis phase. De chip package is assembled by an assembly worker and is done by hand in a 'clean room', with a few alignment tools. There are few types of holders and fluidic interfaces currently available on the market, but these do not meet the requirements set for the developed chip package.

It will be researched whether a 3D printable package can be developed, because you can create complex internal structures with this technique. There are several additive manufacturing methods investigated and these have only a few production processes with a reasonable accuracy for the scale of this design.

The chip module will have operation conditions under high pressure and varying temperatures, while there are chemicals running through the package. De chip must operate well under these conditions in order to meet the requirements set by the manufacturer. That's why the solutions for the analyzed problems are developed in the Idea phase. A few ideas are further elaborated and several experiments and a simulation are carried out to evaluate these ideas.

All partial solutions are incorporated in a morphological scheme, to select solutions paths to develop four concepts. The first concept has a cone ferrule as a key feature which is glued on to the chip. The pressure delivered by the top cover provides the force to a good seal. The coned ferrule still offers a good seal, even under a misalignment angle. In addition, the coned ferrule provides a self-alignment when the chip is assembled in the holder. A disadvantage of the concept is the planar alignment of the coned ferrule with this chip.

The second concept uses a vacuum to keep parts in position after they have been aligned properly, so they can be glued in position. The third concept uses the same principles as the first concept, but the key feature in this concept is the pre-alignment of the parts, which is realized with a wire, where the coned ferrule provides the eventual alignment.

The last concept is an iteration of the Micronit® chip holder found in the market research, this concept uses a lever to provide sealing pressure. The problem with this holder was the parallelism of the chip and the holder, which caused problems in the sealing. The fourth concept uses the same principle but tackled this problem.

All four concepts are evaluated and as a result concept 1,3 and 4 seemed to have good partial solutions which can be combined in one final design. This final concept uses the coned ferrule and the pre-alignment with the wire. De sealing force is created after placing the chip package in the system, this package is mounted with cylinder head screws with a torque wrench to provide a continuous sealing force. The assembly of the chip is eased by using alignment features in the package.

The chip will be manufactured with Selective Laser Sintering of PEEK, this is a high accuracy process and PEEK has good material properties.

One can be satisfied with the results in this assignment, since almost all of the preset objectives are achieved. In the follow-up project there should be more experimenting and research for additive manufacturing methods and materials.

Inleiding

Overkoepelend project:

Deze bachelor eindopdracht is het eerste deel van een tweejarig 3D print project waarbij gekeken wordt of de behuizing van complexe fluïdische chips kunnen worden gemaakt met behulp van 3D printtechnieken. Hierbij is deze bachelor eindopdracht de eerste stap van het tweejarig project, waarbij de behuizing samen met microfluïdische interface voor een MEMS chip wordt ontwikkeld. Een MEMS chip is een geïntegreerd systeem dat uit een combinatie van elektronische, mechanische en eventueel chemische componenten bestaat. Omdat de gekozen chip in deze opdracht slechts twee fluïdische aansluitingen heeft, maar toch verschillende typen componenten bevat, is dit een goed beginpunt.

Aanleiding voor de opdracht:

De inmiddels al ontwikkelde microchip (Micro Coriolis sensor) is een zeer kleine chip (7,5×15mm). De chip is een flow-sensor, deze is in staat zeer kleine hoeveelheden vloeistof en gasstromen te meten met behulp van MEMS structuren.

Een mogelijke toepassing van de Micro Coriolis sensor ligt op het medisch gebied: In het ziekenhuis wordt via het infuus medicijnen gegeven aan de patiënt; dit gebeurt met een kolom aan pompen voor verschillende medicijnen die worden gemengd voordat ze via het infuus bij de patiënt worden opgenomen. Het blijkt dat door de lengte van aansluitingen tussen de patiënt en de infuuspompen de dosis van ingespoten medicijnen bij de patiënt onnauwkeurig is. Dit heeft te maken met bijvoorbeeld de uitzetting van infuusslangen. Deze schommeling en

onnauwkeurigheden zijn vooral een groot probleem bij jonge kinderen omdat deze een klein lichaamsgewicht hebben en de geïnfuseerde medicijnen een nauwkeurige dosering hebben.

De Micro Coriolis sensor zou hier als oplossing voor kunnen dienen, deze kan bijvoorbeeld direct op de huid van de patiënt worden geplaatst en aan het infuus worden gekoppeld. Doordat de afstand tussen opname in het bloed en het meetinstrument dan zeer klein is, kan deze sensor ervoor zorgen dat de hoeveelheid toegediende medicijnen veel nauwkeuriger is.

De chip is een fragiele sensor en is op dit moment niet bestand tegen schokken of stoten, daarnaast komen er ook ongewenste krachten op de chip bij het aansluiten van de interfaces. Er is al een behuizing ontworpen voor de micro Coriolis chip, maar deze voldoet niet aan de eisen die aan de behuizing zijn gesteld. Huidige fluïdische aansluitingen sluiten niet altijd goed af en de ontworpen behuizingen zijn kapot gegaan.

Doelstelling

De chip zal robuuster moeten worden gemaakt; de ontwikkelde behuizing zal de krachten die de chip ondervindt tijdens het gebruik moeten opvangen. De Micro Coriolis sensor is gebaseerd op verschillende micro componenten. De chip wordt verbonden met de buitenwereld (apparaten of systemen) door middel van verschillende tussencomponenten die aangesloten worden op de houder. Deze houder vormt de overgang tussen 'micro' wereld (de aansluitingen op de microchip) en de millimeterschaal buitenwereld. De houder van de ontwikkelde chip moet verschillende verbindingen realiseren: fluïdisch en elektronisch. Daarnaast dient de ontwikkelde houder ervoor te zorgen dat de assemblage van de chip wordt vereenvoudigd. Het doel van de opdracht is dat er een 3D printbare houder wordt ontwikkeld voor de microfluïdische chip die de aansluitingen op een robuuste en gebruiksvriendelijke manier mogelijk maakt.

Dit zal gedaan worden door eerst de informatie van deskundigen te vertalen naar randvoorwaarden en een programma van eisen. Deze eisen moeten vervolgens worden vertaald naar ontwerp eisen.

Het uiteindelijke ontwerp, of bepaalde onderdelen ervan, worden geproduceerd met behulp van additive manufacturing. De reden dat er voor een additieve manufacturing methode is gekozen heeft te maken met het overkoepelende 3D-print project, waarbij er wordt gekeken naar

de mogelijkheid om geavanceerde chip behuizingen te maken met behulp van additieve productiemethoden. Hiervoor is gekozen omdat veel fluïdische chip gemaakt worden in kleine oplages van honderd tot duizend stuks per jaar, waarbij het zich niet loont om bijvoorbeeld te gaan spuitgieten. Daarnaast heeft additive manufacturing als voordeel ten opzichte van andere productiemethoden dat interne structuren makkelijk te realiseren zijn in vergelijking met conventionele productietechnieken zoals spuitgieten en frezen. Het doel is om eerst uit te zoeken welke manieren van additive manufacturing geschikt zijn voor het maken van de houder, daarna zal er in het ontwerpproces rekening worden gehouden met de ontwerpaspecten van de gekozen productiemethode. Verder zal er aan het einde een schaalmodel 3D-geprint worden met de beschikbare apparaten in het FabLab op het Saxion.

Dit alles zal plaats moeten vinden in 3 maanden tijd.

(1)Analysefase

1.1 Probleemdefinitie

Er is al een behuizing ontworpen voor de micro Coriolis chip, maar deze voldoet niet aan de eisen die aan de behuizing zijn gesteld. Huidige fluïdische aansluitingen sluiten niet altijd goed af. Daarnaast heeft het aansluiten ook gebruiksproblemen waarbij de fluïdische verbindingen verkeerd worden aangesloten. De oorzaak is het uitlijnen van de aansluiting van buitenaf op de chiphouder.

De chip wordt in de houder geplaatst op de assemblagelijijn. Hierbij is het moeilijk om de aansluitingen van de chip, uit te lijnen met de openingen van de houder. Dit komt doordat de openingen op de chip slechts 20um zijn. Daarnaast kan de chip onder een hoek komen te liggen ten opzichte van de houder. Beide problemen resulteren in slechte afdichting of het niet werken van de chip.

Bij het ontwerpen van de overgang tussen de micro en millimeterschaal ligt de uitdaging vooral in het realiseren van de aansluiting tussen de houder en de chip. Verder wil men de ontwikkelde chip kunnen gebruiken onder hoge druk. In de microfluïdica zijn er nog weinig chiptoepassingen onder hoge druk, waardoor aan deze aansluitingen andere eisen worden gesteld dan eerder ontwikkelde chiphouders. Om de aansluitingen en afdichtingen aan de chip te realiseren zal hier dus rekening mee moeten worden gehouden in het ontwerp.

Bovendien stromen er verschillende chemische stoffen door de chip, die de behuizing kunnen aantasten. Hierbij is het van belang dat de afsluiting en de behuizing niet worden aangetast door deze stoffen. Naast deze chemische resistentie moet er ook rekening worden gehouden met verschillende temperaturen, die krimp of uitzetting van de houder kunnen veroorzaken.

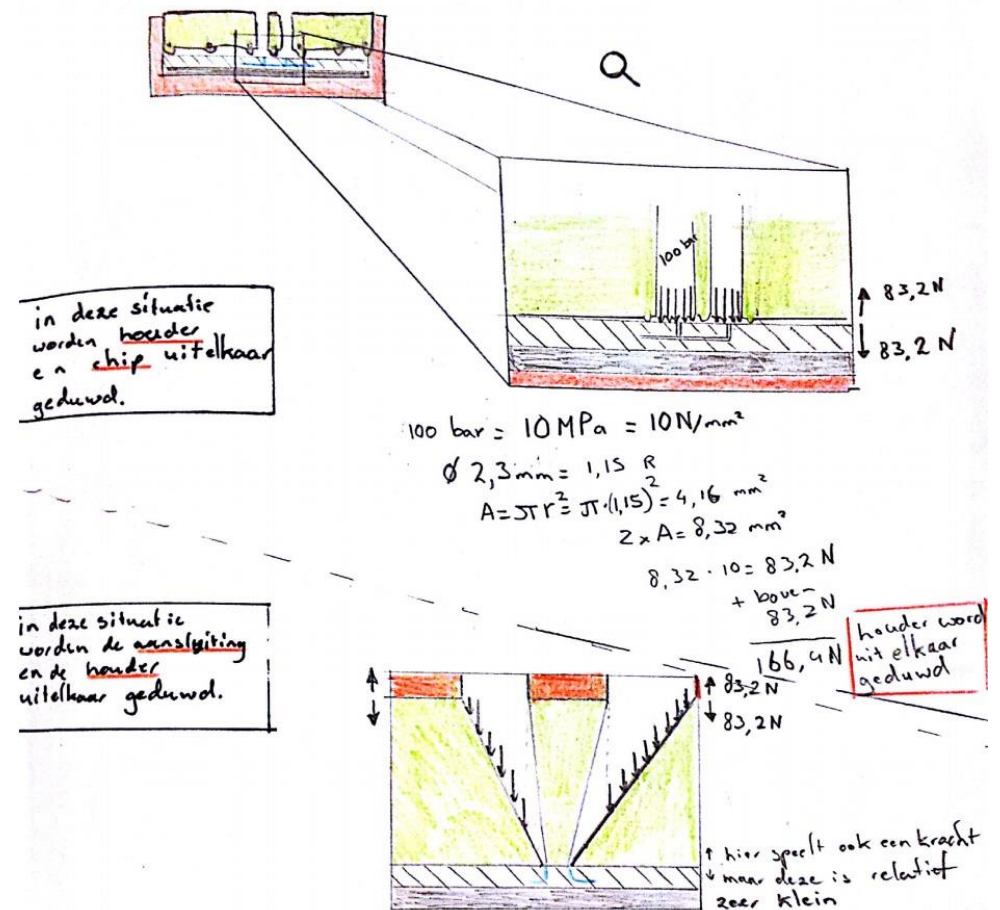
1.2 Probleemanalyse

Welke problemen spelen er bij het maken van een goede chipbehuizing?
Deze problemen zijn:

1. Het uitlijnen van de opening op de chip met de opening van de houder
 - 1.1 Hierbij speelt de overgang van μm naar mm een grote rol.
 - 1.2 Het parallel liggen van de chip ten opzichte van de houder.
 - 1.3 De positionering van de chipgaatjes ten opzichte van de houdergaatjes.
2. De drukafsluiting (bij 0-100 bar en wenselijk 0-3000 bar)
3. Chemische resistentie van de onderdelen die in aanraking komen met de vloeistof of het gas.

1.1 De overgang van micrometers naar millimeters.

Om aan de microchip aansluitingen te kunnen bevestigen van slangetjes die een diameter hebben van enkele millimeters, moet er een overgang naar deze diameter worden gerealiseerd vanuit de microschaal. De manier waarop deze overgang wordt gerealiseerd heeft invloed op de krachtverdeling tussen de aansluitingen van de slang op de chiphouder en tussen de chiphouder en de chip. Door de overgang aan te passen kan een groot deel van de kracht worden verplaatst naar de aansluiting tussen de houder en de slang of juist naar de afsluiting van chip en de houder. De manier waarop deze krachtverdeling plaatsvindt is weergegeven in afbeelding 1.1.



Afb 1.1 | De invloed van de overgang op de krachtenwerking

1.2 De paralleliteit van de chip met de houder.

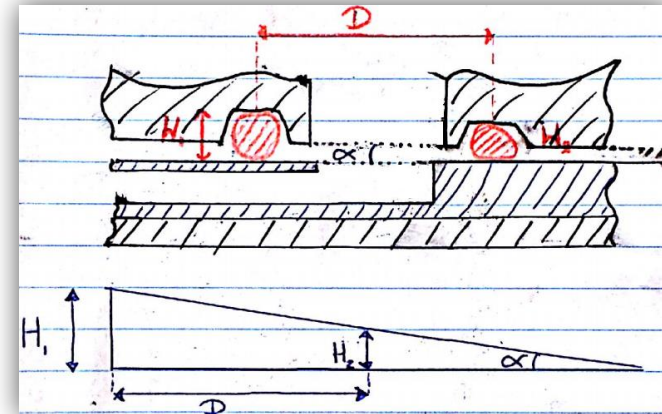
Wanneer de chip in de houder wordt geplaatst kan deze onder een hoek komen te liggen, deze hoek kan ervoor zorgen dat kracht niet goed worden verdeeld, daarnaast kan deze hoek zorgen voor een slechte afsluiting. Een voorbeeld de invloed van deze hoek tussen de houder en de chip is weergegeven in de afbeeldingen 1.2 en 1.3.

1.3 De positionering van de chipgaatjes ten opzichte van de gaatjes van de houder.

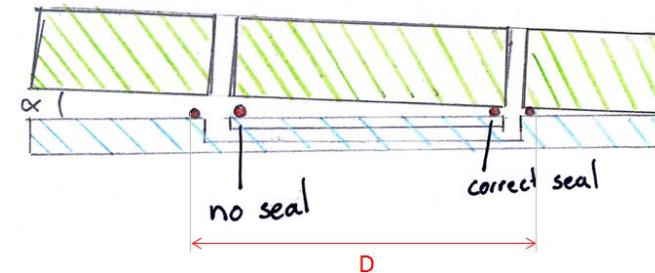
Om een goede aansluiting en afsluiting te maken van de kanaaltjes moeten de gaatjes van de chip goed gepositioneerd worden bij het assembleren van de chip en de houder. Het formaat van de gaatjes in de chip ligt vast, maar de gatgrootte in de houder is vrij te kiezen (zie afb. 1.4). Een grotere diameter van de gaten in de houder vergemakkelijkt het positioneren van de chipgaatjes. Daarentegen zorgen grotere gaten voor een grotere kracht tussen de chip en de houder (zoals beschreven in paragraaf 1.1). Hierdoor zal er een afweging moeten worden worden voor tussen de diameter van de openingen in de houder.

2.1 De drukafsluiting (0-100 bar en wenselijk 0-3000 bar).

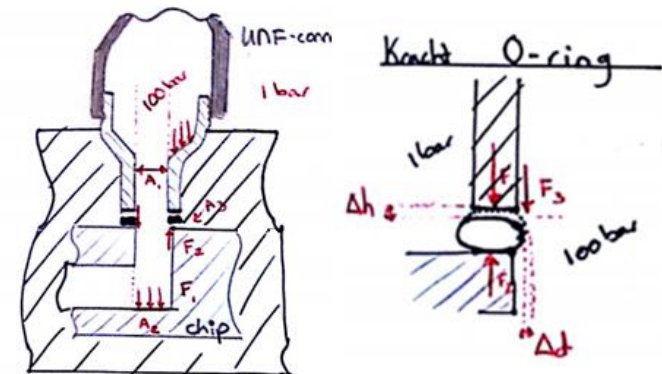
Doordat de microchip operationeel moet blijven onder hoge vloeistofische druk is een goede afsluiting van de kanaaltjes vereist. De kracht die de afsluiting ondervindt is afhankelijk van de geometrie van de afsluitende componenten.



Afb 1.2 | De aansluitingen van een o-ring bij een misalignment hoek α



Afb 1.3 | Twee aansluitingen onder een hoek misalignment hoek α



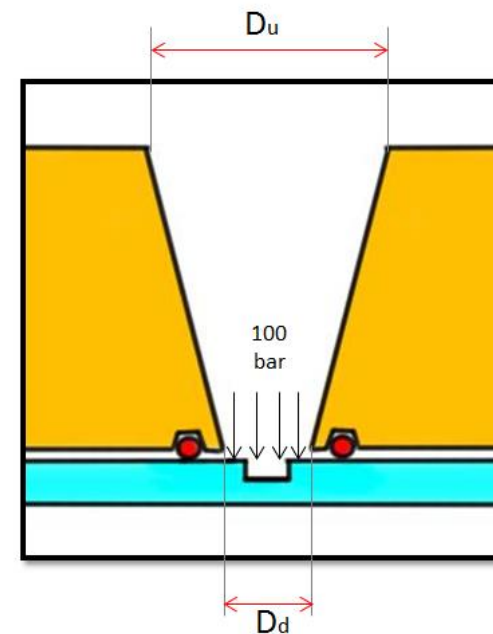
Afb 1.4 | Krachtenwerking bij 100 bar

3.0 Chemische resistentie van de onderdelen die in aanraking komen met de vloeistof of het gas.

De microchip dient als meetinstrument voor een grote verscheidenheid aan chemische stoffen, de onderdelen die in aanraking komen met de vloeistof mogen geen reactie veroorzaken waardoor de afsluiting kapot gaat of de meetwaarden worden beïnvloed. Dit vraagt dus om onderdelen die chemisch resistent zijn. De chemische resistentie is alleen vereist op de plaatsen waar de chip in aanraking komt met de gassen en vloeistoffen, de zogeheten 'wetted parts'. Het zou mogelijk zijn om op bepaalde plaatsen coatings toe te passen, of de overgangen in de houder te maken van chemisch resistente materialen.

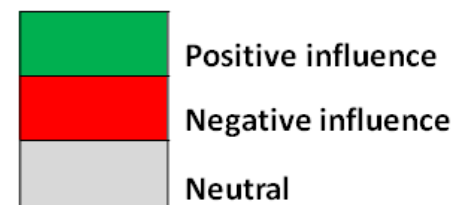
Relaties tussen verschillende problemen

In afbeelding 1.5 is een schematische tekening weergegeven met de deelproblemen die hierbij spelen. Zoals in de vorige paragraaf al is beschreven kan het oplossen van het ene probleem het andere probleem versterken. In het onderstaande schema 1.6 zijn de relaties tussen het oplossen van deelproblemen en de invloed hiervan op andere problemen weergegeven. Deze relaties kunnen positief, negatief of neutraal zijn.



Afb 1.5 | Overzicht van de situatie om een beeld te krijgen bij het oplossen van deelproblemen.

Degraded feature Feature to improve		1.1	1.2	1.3	2.0	3.0
		Transition	Parrallelism	Planar Positioning	Pressure seal	Chemical res.
1.1	>Transition					
1.2	Parrallelism					
1.3	Planar Positioning					
2.0	Pressure seal					
3.0	Chemical res.					



Schema 1.6 | Relaties tussen deelproblemen en de effecten van verbeteren ten opzichte van andere problemen.

1.3 Actor- en belangenanalyse

Kenniscentrum Design en Technologie

Het bedrijf die het project leidt, de echte opdrachtgever. Hier wordt het onderzoek en de bijbehorende ontwikkelingen gedaan.

Bronkhorst High Tech

De chip zelf is door het bedrijf Bronkhorst ontwikkeld. Ze zullen het eindproduct produceren(of eventueel uitbesteden).

LioniX

LioniX produceert de microchips(zonder behuizing), deze hebben hiervoor kennis over productiemethoden gedeeld.

Assembleur Chip Package

De belangrijkste gebruiker van het ontwerp, de chip wordt met de hand geassembleerd. Hierbij is de positionering van de chip ten opzichte van de houder van groot belang.

Assembleur Bronkhorst

Bij Bronkhorst worden de eindproducten in elkaar gezet op de assemblagelij. Hier worden de chip packages in het systeem geplaatst, aangesloten en gekalibreerd.

1.4 Doelgroepanalyse

Assembleur

De assemblagemedewerker heeft de taak om de chip in de houder uit te lijnen en in elkaar te zetten. De chip en de houder van deze opdracht worden handmatig in elkaar gezet, dit wordt niet machinaal gedaan omdat de precisie dan niet hoog genoeg is. Machinale assemblage loont pas bij zeer grote oplages, de oplage bij deze opdracht ligt rond de 100 tot 1000 stuks per jaar.

Het bevestigen van de chip in de houder is groot precisiewerk, hierbij worden een aantal hulpmiddelen gebruikt om het uitlijnen op nanometer niveau voor de assembleur mogelijk te maken. Dit is vaak nodig omdat de aansluitingen slechts enkele micrometers groot zijn en deze met het blote oog nauwelijks zichtbaar zijn.

De assemblage gebeurt in een 'cleanroom', dit is een ruimte waarin de hoeveelheid stofdeeltjes geminimaliseerd zijn en de luchtvochtigheid en temperatuur constant worden gehouden. Dit is nodig omdat een klein stofdeeltje al



Afb 1.7 | Uitlijningsgereedschap



Afb 1.8 | Alignment station

verstopping kan veroorzaken in de kanaaltjes van de chip. De assembleur draagt kleding zoals een speciale muts of een hoofdkap, een overall overschoentjes of overlaarzen en soms ook een mondkap en handschoenen. Deze kleding dient om te voorkomen dat de persoon die in de cleanroom werkt, deze ruimte contamineert.

Daarnaast wordt de chip, inclusief houder, na de assemblage van de chip in een systeem gebouwd, waar de aansluitingen worden aangekoppeld. Deze chipmodule wordt in het systeem vervangen wanneer deze kapot is.

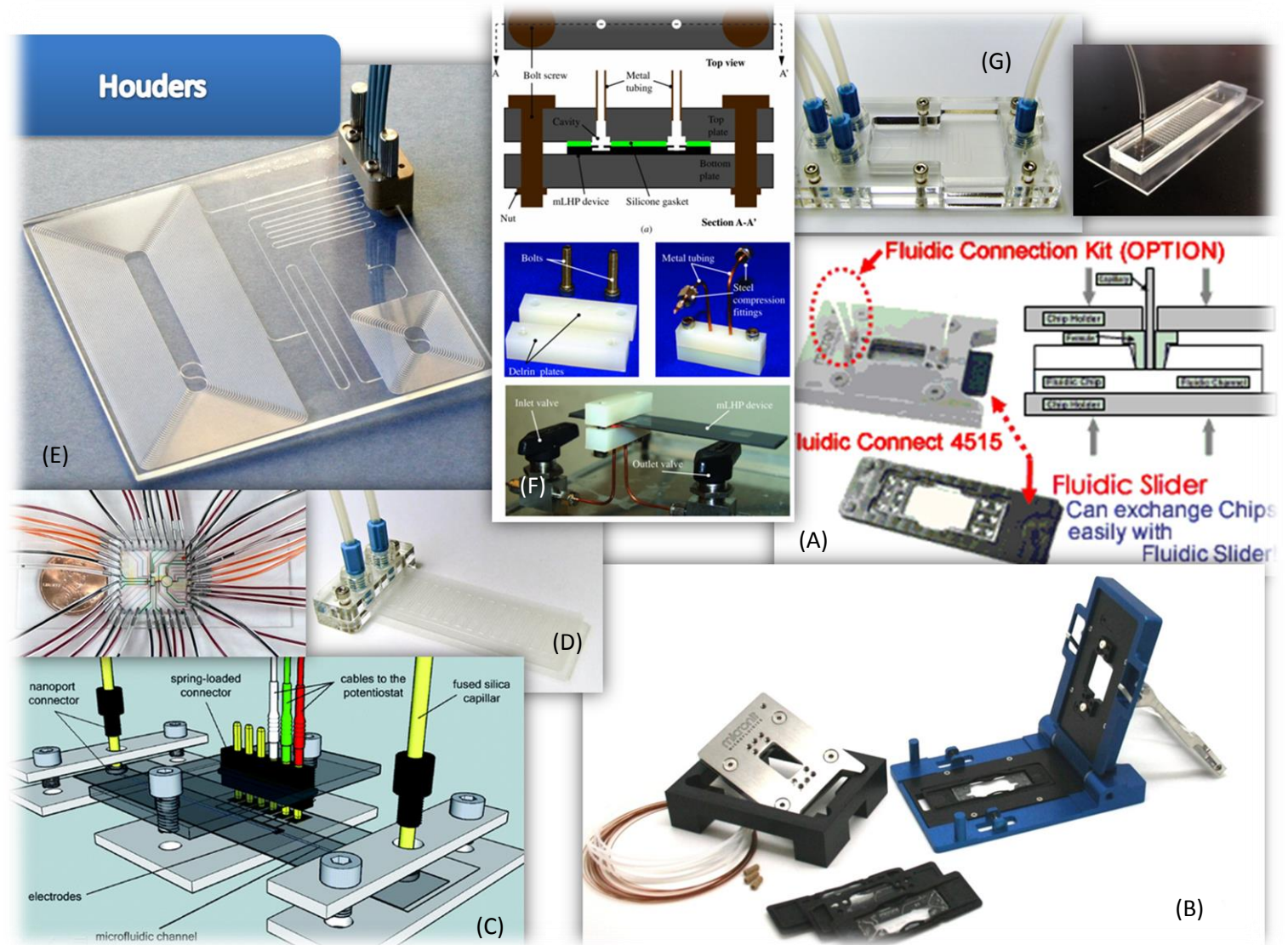


Afb 1.9 | Werkkleding assemblagemedewerker

1.5 Marktanalyse(1)

Om een goed ontwerp te kunnen maken wordt er gekeken welke houders er op dit moment op de markt zijn voor verschillende fluïdische chips. Alle houders zijn om de chip geklemd, dit kan volledige om de chip zitten (zoals bij A en B in de afbeelding). Maar er wordt ook vaker voor gekozen om alleen de verbindingdelen in te klemmen (C t/m G).

De manier waarop de houderdelen om de chip zijn geklemd is een ander punt waarop de houders zich van elkaar onderscheiden: dit kan zijn met behulp van bouten, lijm, of door middel van een hendel. De ingeklemde delen zorgen voor de diepte om een schroefdraad-aansluiting te kunnen bevestigen of een inklemmende kracht op de aansluiting te leveren.



Afb 1.10 | Resultaten marktonderzoek naar houders.

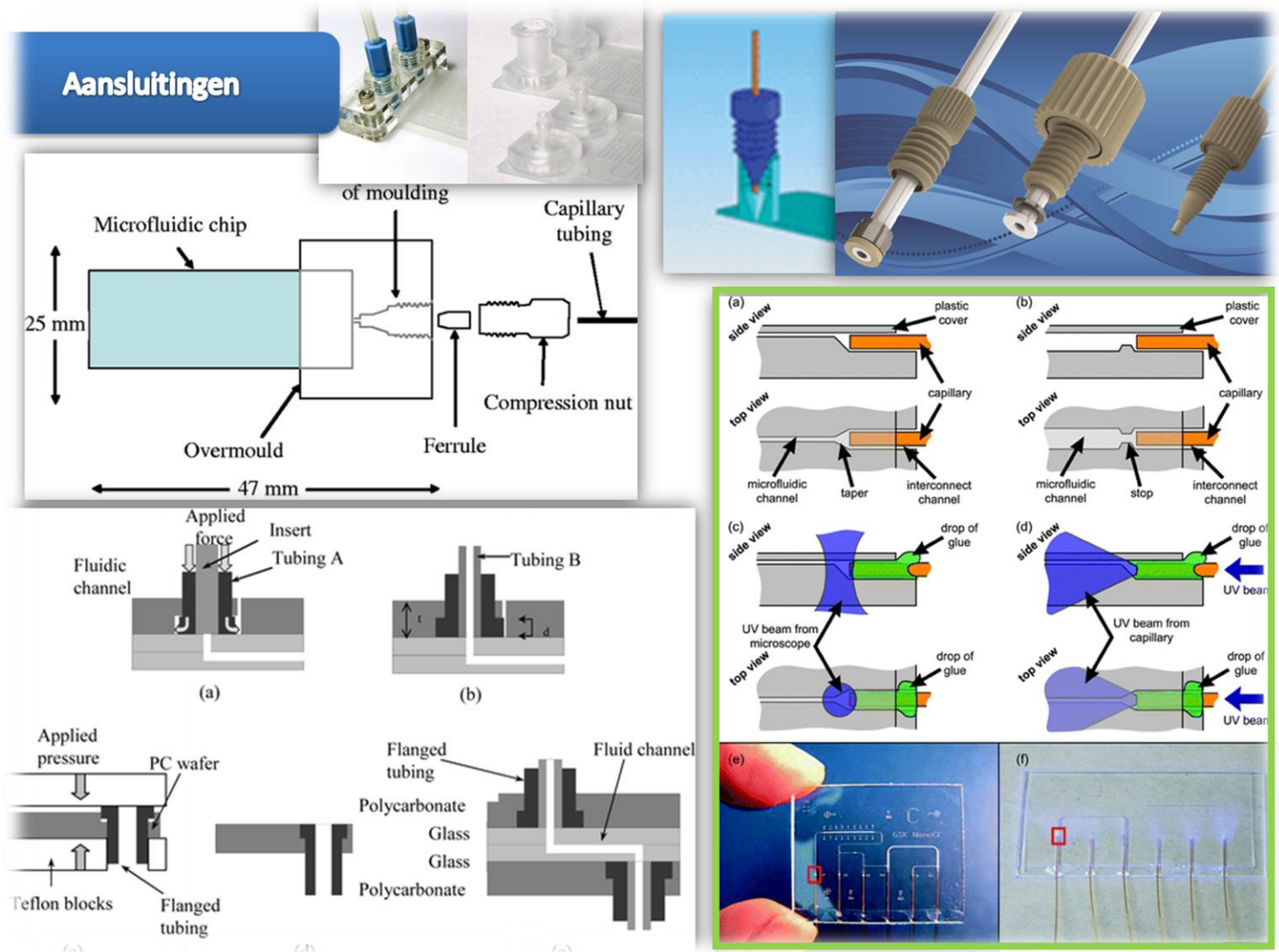
1.5 Marktanalyse(2)

Er is onderzoek gedaan naar de verschillende methoden die kunnen worden gebruikt om de aansluiting van de fluïdische kanaaltjes op de chip te maken.

De manieren die waarop dit bijvoorbeeld wordt gedaan is met verlijming van de verbinding (zie de afbeeldingen in het groene vak), er wordt een druppel lijm gedispenseerd bij de aansluiting, die door de capillaire werking naar binnen trekt. Vervolgens wordt de lijm uitgehard met behulp van ultra violet licht.

Een andere manier is een afsluiting met behulp van een elastisch materiaal bij de opening. Deze zorgt voor een goede afsluiting wanneer er voldoende kracht op het elastische materiaal staat.

De kracht kan bijvoorbeeld worden geleverd door een schroef-verbinding of een andere inklemming. De voorbeelden hiervan zijn te zien op de overige afbeeldingen.

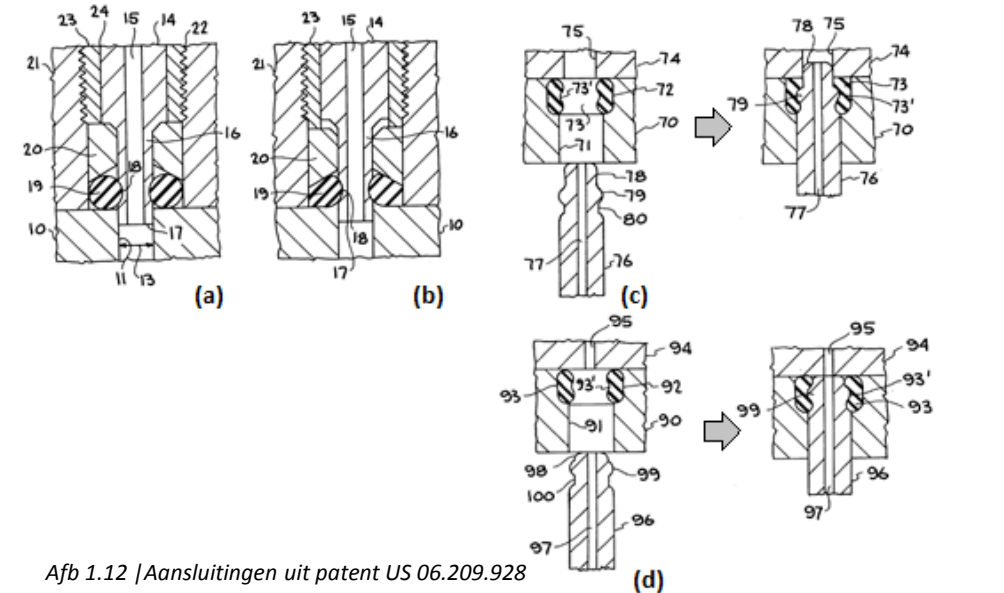


Afb 1.11 | Resultaten marktonderzoek naar aansluitingen.

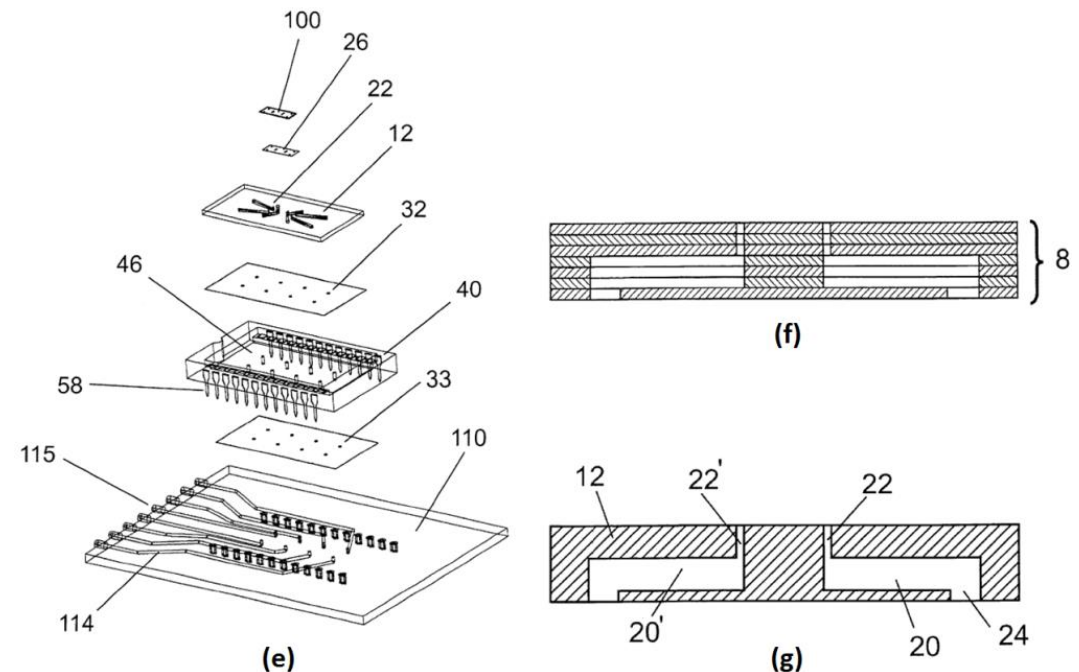
Naast een marktonderzoek is er ook onderzoek gedaan naar gepatenteerde uitvindingen op het gebied van zeer kleine fluïdische verbindingen. Hiernaast staan een aantal afbeeldingen afkomstig uit Amerikaanse patenten. Figuur (a) tot en met (d) zijn afkomstig uit patent US 06.209.928. Hier zijn een aantal manieren in weergegeven om een fluïdische connectie te maken wanneer er gebruik wordt gemaakt van een elastisch materiaal dat zorgt voor de afsluiting.

Figuur (e) tot en met (g) zijn afkomstig uit patent US 6.548.895 B1. Hier wordt een overgang tussen micro en macro niveau gerealiseerd doormiddel van overgangen in verschillende lagen(interposer)(Fig. e). Deze lagen, geassembleerd(Fig. f), vormen de gewenste overgang. Deze lagen worden versmolten om een goed geheel te vormen(Fig. g).

Deze manier van lagen opbouwen wordt gebruikt omdat het niet mogelijk is om de fluïdische kanaaltjes(20 in fig. g) met behulp van verschillende tools in één enkele laag te maken. Hierbij heeft een 3D-print techniek als voordeel dat het ontwerp in lagen wordt opgebouwd en het mogelijk maakt om interne structuren(z zoals deze kanaaltjes) als één geheel te printen.



Afb 1.12 | Aansluitingen uit patent US 06.209.928



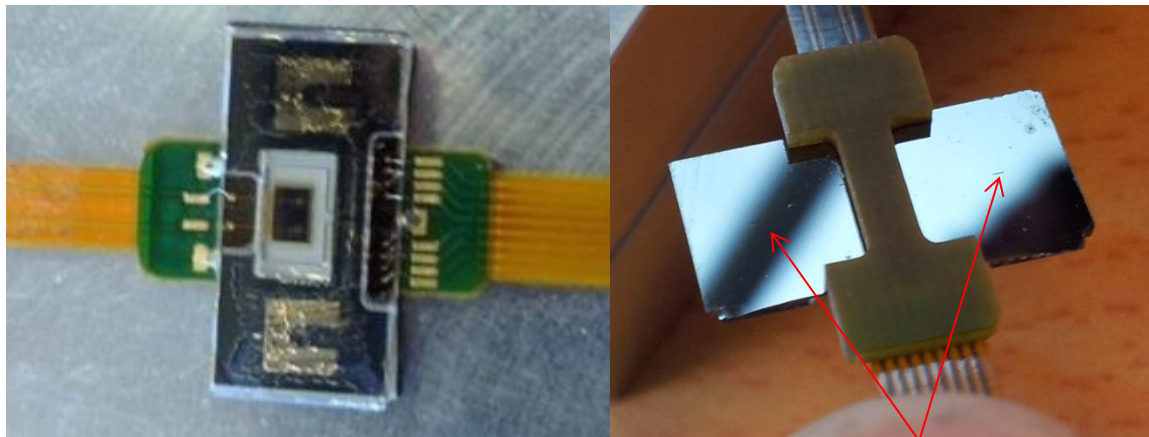
Afb 1.13 | Aansluitingen uit patent US 6.548.895 B1

1.6 Chipspecificaties

De chip is relatief klein, met dimensies van 14.8×7.3×0.5mm. De elektronische aansluitingen bevinden zich op beide lange zijden van de chip, de aansluitingen voor de vloeistof/gas bevinden zich in het midden van de chipbreedte, op een afstand van 10mm ten opzichte van elkaar.

De chip heeft een rechthoekige vorm en is verder helemaal glad, aan de zijkanten van de chip zitten bonpads om verbindingen met de elektrische aansluiting te maken. De chip heeft twee gaatjes, een is de ingang en de andere de uitgang voor de vloeistof/gas, deze gaatjes hebben de vorm van een rechte sleuf. De gaatjes zijn 0.5mm lang en 20µm breed (zie afb. 1.14).

Rechts is te zien hoe het eindproduct van Bronkhorst eruit ziet, hierbij wordt de chipmodule (met houder) geïntegreerd in het systeem.



Afb 1.14 | De Micro Coriolis Chip, met links de voorkant en rechts de achterkant met de aansluitingen.



Afb 1.15 | Flow meter van Bronkhorst.

1.7 Programma van Eisen

1. Robuustheid van de chip verbeteren.
2. Modulaire behuizing voor de chip(chip moet, inclusief behuizing, kunnen worden vervangen).
3. Bestand tegen een druk van 0 tot 100 bar.
4. Helium-leak test pass(De behuizing wordt in een vacuüm kamer geplaatst en de hoeveelheid helium dat uit de behuizing lekt wordt gemeten door een Massaspectrometer).
5. Zero dead volume (Hiermee wordt bedoeld dat er holten zijn in de behuizing waar gas/vloeistof stilstaat).
6. Hoogst mogelijke resistentie voor chemische reacties.
7. Aan de chip zitten universele 'UNF 10-32 swagelok' connectoren.
8. Werkingstemperatuur van 0 tot 70 graden Celsius
9. De gebruikte materialen zijn niet magnetisch.
10. Er zijn twee permanente magneten in de houder geïntegreerd op de juiste positie t.o.v. de Coriolis lus.
11. Vlakke positionering moet met de hand en de beschikbare tools gedaan worden.
12. De houder vangt een misalignment hoek van 1° ten opzichte van de chip op.

Wensen

1. Bestand tegen een druk van 0 tot 3000 bar.
2. De houder kan misalignment hoek van 1,5° ten opzichte van de chip opvangen.

1.8 Commercieel beschikbare additieve productiemethoden

De keuze voor een additieve productie is genomen door het bedrijf, de reden hiervoor is het realiseren van verschillende interne structuren die met conventionele productie methoden niet mogelijk zijn. De geschiktheid van bepaalde additieve productie methoden hangt af van de het uiteindelijke ontwerp. Tijdens het ontwerpen zal er ook rekening worden gehouden met designaspecten van het 3D printen. De mogelijkheid om bepaalde chemisch resistente materialen te printen heeft ook invloed op de uiteindelijke proceskeuze.

Daarnaast zal er een minimale dotgrootte en een minimale nauwkeurigheid van de printer worden vereist om tot bepaalde ontwerpen te komen. Er zijn verschillende typen van additieve productiemethoden:

Extrusie printen(FDM)

Extrusie printen, ook wel FDM(Fused Deposition Modeling), is een proces waarbij een enkele kunststofdraad wordt verhit en per laag neergelegd. Eerst de contour van het object en vervolgens het binnenvlak. In vergelijking met andere printprocessen is FDM een proces met respectievelijk een lage nauwkeurigheid.

Selective Laser Sintering(SLS)

Laser sintering is een proces waarbij een laser laag voor laag een materiaal in poedervorm aan elkaar smelt. Selective Laser Sintering heeft vergeleken met andere printprocessen een hoge nauwkeurigheid en daarnaast, afhankelijk van de poedergrootte en het focuspunt van de laser, een hoge materiaaldichtheid. Voor dit proces is er een grote

verscheidenheid aan materialen; zoals kunststoffen, metalen en keramiek. Een nadeel aan dit proces is dat het eindproduct enigszins poreus is, maar ook dit is afhankelijk van de gekozen poedergrootte en het focuspunt van de laser.

Polyjet printing

Polyjet spuit laag voor laag minuscule druppeltjes vloeibaar polymeer materiaal op een platform. De gebruikte vloeistoffen zijn fotopolymere, elke laag wordt door UV licht uitgehard direct nadat het is neergelegd. Dit proces heeft een redelijk hoge precisie(0.1-0.2mm) en werkt met een dunne laagdikte(28um).

3D Printing (3DP)

3D Printing, een duidelijkere naam is 'binder jetting', een additief productietechniek waarbij een lijm(bindmiddel gespoten wordt op een laag poeder. Het eindresultaat is een poreus model en de nauwkeurigheid ligt lager dan bij Selective Laser Sintering. Bij sommige processen kan het model na het printen in een oven om het aan elkaar te laten smelten.

Fotopolymerisatie(SLA)

Fotopolymerisatie wordt ook wel stereolithografie genoemd. Het 3D-printen gebeurt doordat een laserstraal laag per laag de oppervlakte van een vloeibare kunststof verhardt. Het 3D-object wordt gevormd door de verschillende lagen, die telkens miniem van elkaar verschillen, bovenop elkaar te verharden. In vergelijking met de andere additieve productiemethoden heeft dit proces de beste toleranties. Daarentegen is op dit moment de materiaalkeuze voor SLA slechts beperkt en zijn objecten die met SLA worden gefabriceerd vaak niet stevig.

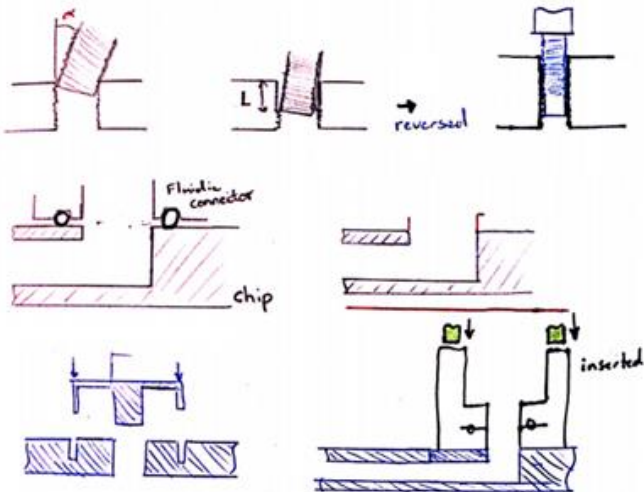
Bij alle genoemde technieken wordt het model in lagen opgebouwd, hiermee moet rekening worden gehouden in het uiteindelijke model. Andere aspecten waar rekening mee moet worden gehouden zijn de toleranties en de minimale dotgrootte. In de Ideeënfase zal hier nog weinig rekening mee worden gehouden, om de vrijheid van ideeën niet te beperken. In de conceptfase zal er rekening worden gehouden met de designaspecten die het additief produceren met zich mee brengt.

(2) Ideeëngeneratie

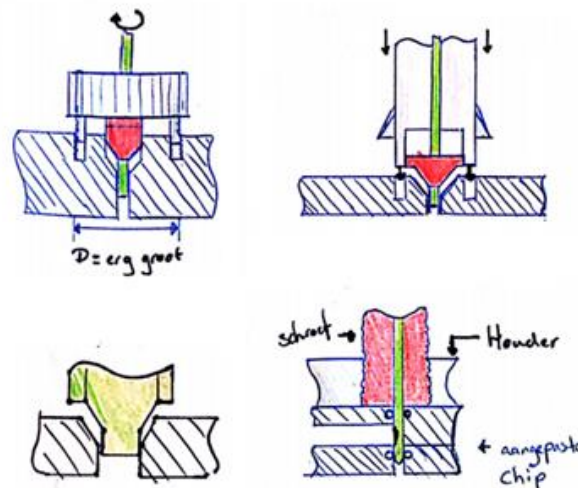
2.1 Ideeënschetsen

Na het analyseren van de doelgroep, de problemen en de markt is er voldoende kennis opgebouwd om tot het genereren van ideeën over te gaan. Hierbij zijn verschillende deeloplossingen bedacht en een aantal totaaloplossingen. De deeloplossingen zijn gedaan aan de hand van de deelproblemen die zijn voortgekomen uit de probleemanalyse. Daarnaast zal er rekening gehouden worden met het opgestelde programma van eisen.

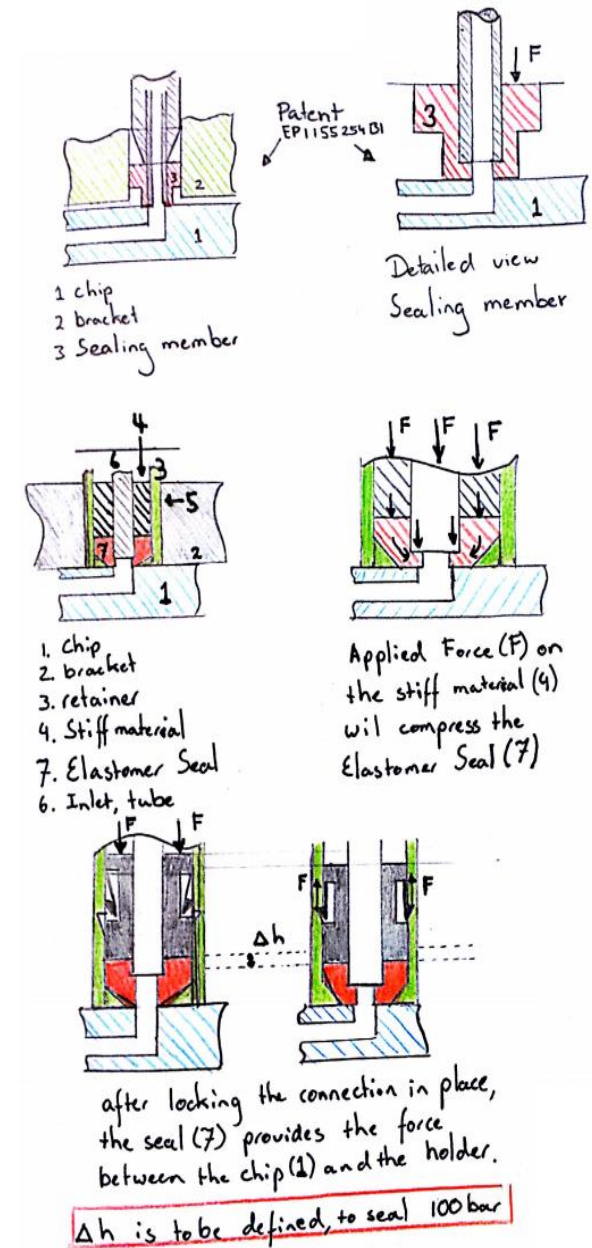
De oplossingen zullen onder andere gericht zijn op het voorkomen van gebruiksfouten bij het aansluiten van connecties, en het assembleren van de chip en de houder. Daarnaast zullen er ideeën gegenereerd worden om tot een goede drukafsluiting te komen en te zorgen dat de chip goed kan worden uitgelijnd ten opzichte van de houder.



Afb 2.1 | Aansluitingen om het uitlijnen te verbeteren.

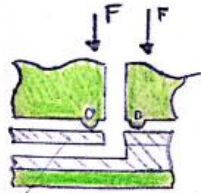
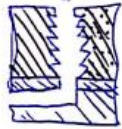
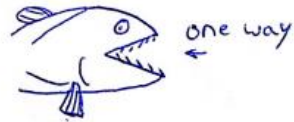


Afb 2.2 | Uitlijningsproblemen oplossen



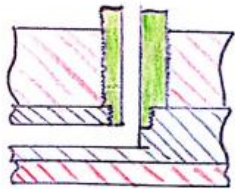
Afb 2.3 | Aansluitingen met krachtenwerking in het materiaal

geïnspireerd op een snoek

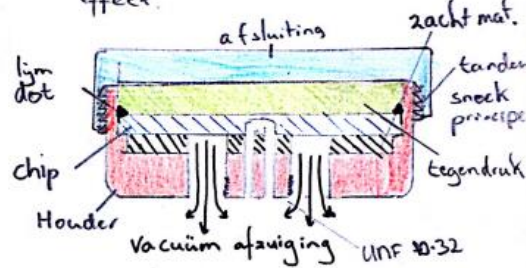


- bolling in het Thermo plast zorgt voor afsluiting

opening in materiaal zorgt voor verend effect

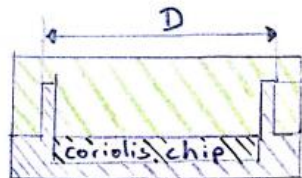


kleine shroefdraad in opening chip >> 20mm

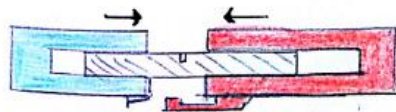


Afb 2.4 | Aansluitingsideeën

Afb 2.5 | Idee dat werkt met behulp van vacuüm



$$\frac{D}{L} = d \rightarrow d \gg 1$$

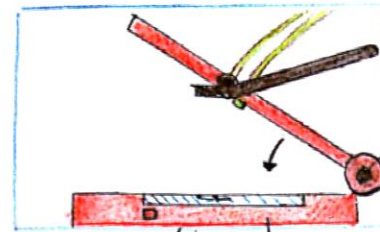


zeer groot L tov van wanneer er op verticale as wordt gewerkt

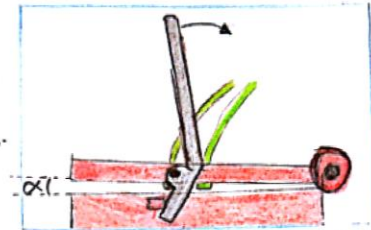
clamped at the top and bottom

Afb 2.6 | Oplossingen om misalignment hoek te verkleinen

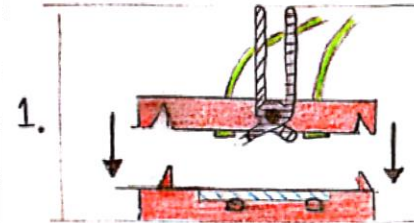
Lever Ideas



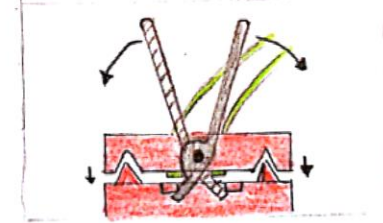
conventional



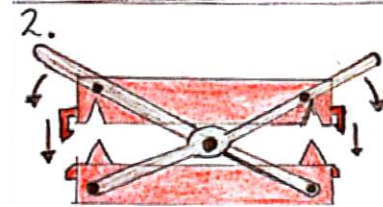
alignment angle α



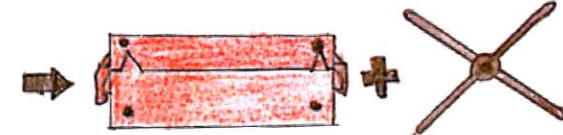
Double



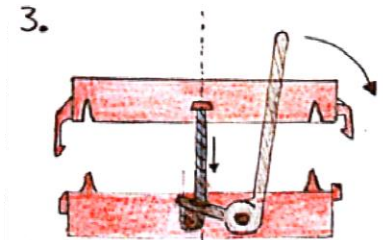
reduced angle



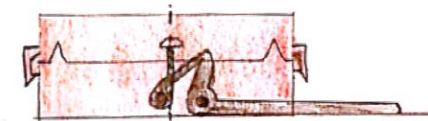
Double lever



Packaged chip + tool

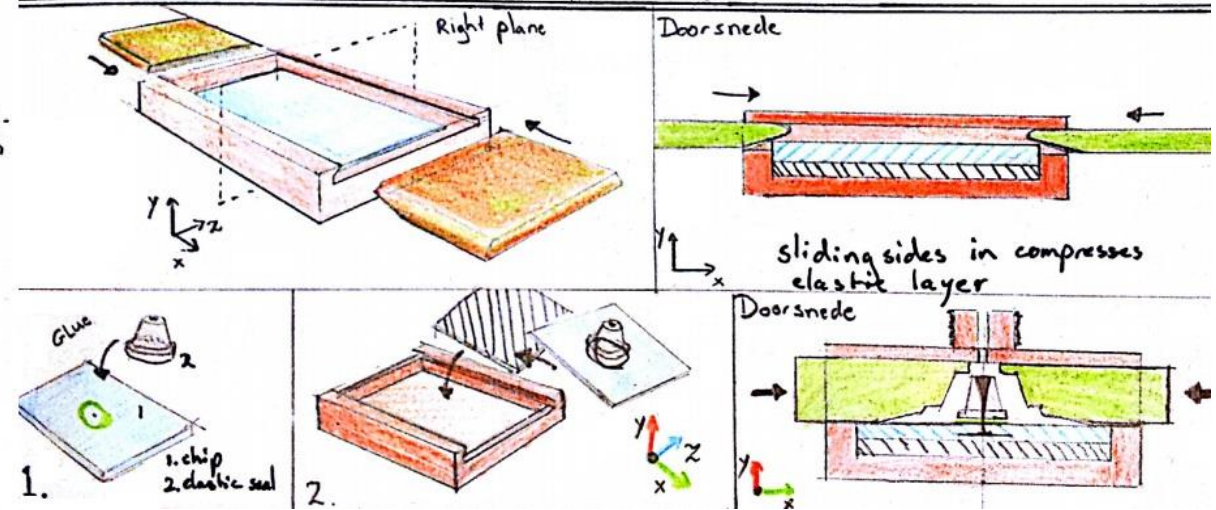
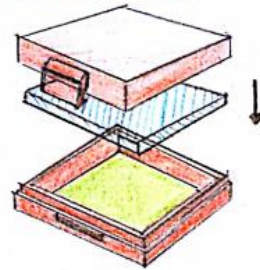
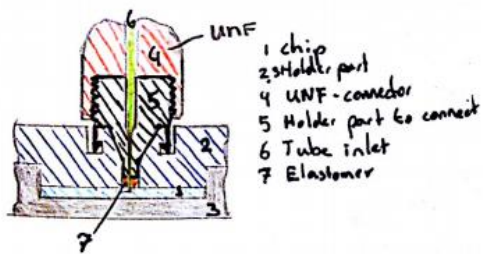
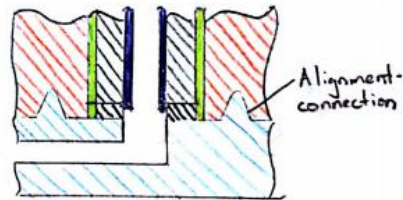
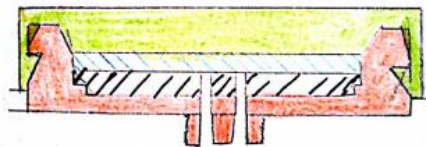
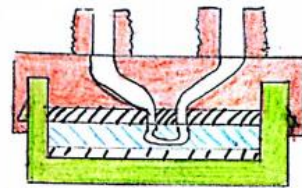
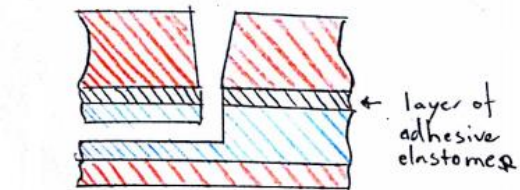
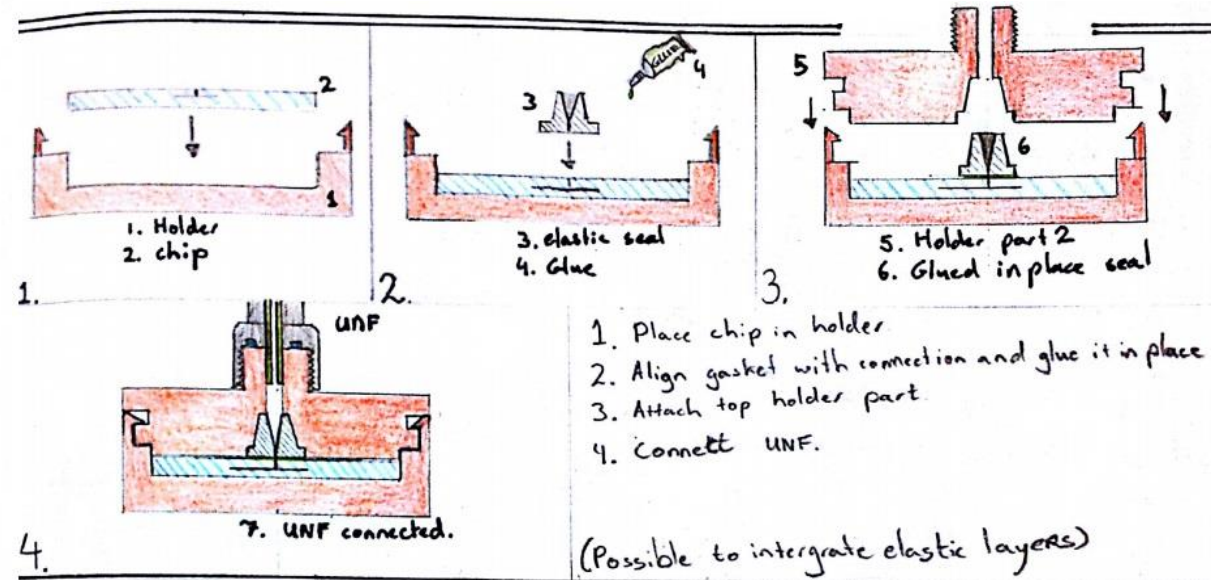
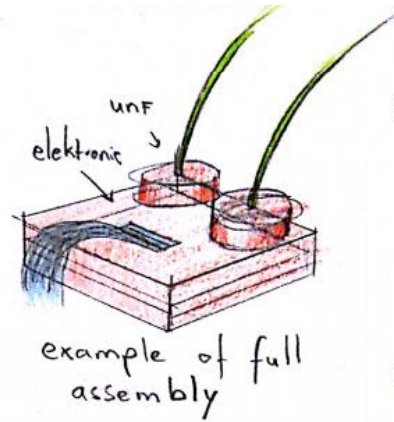
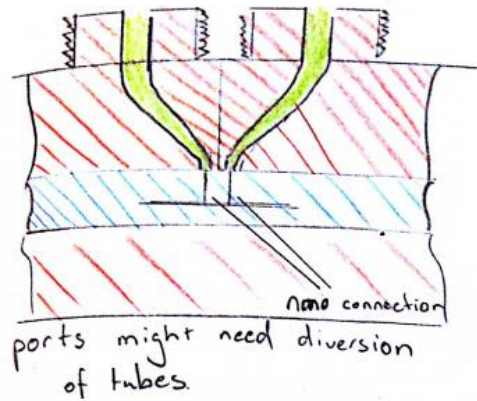


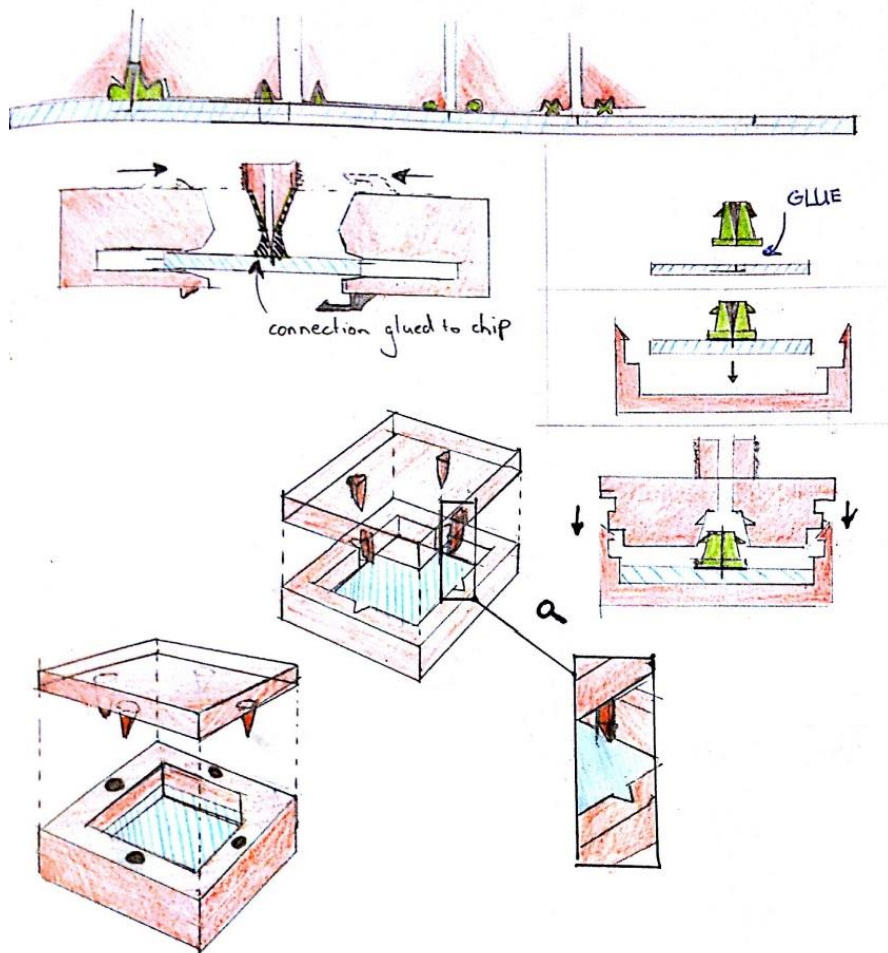
Lever + wire @ exact center



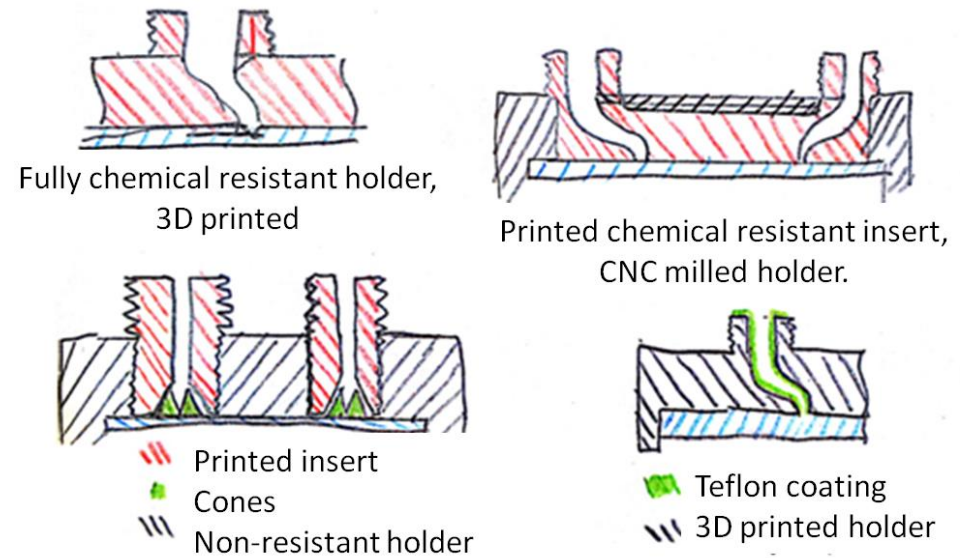
once compressed, lever & wire can be removed

Afb 2.7 | Ideeën gebaseerd op Micronit® houder met hendel.

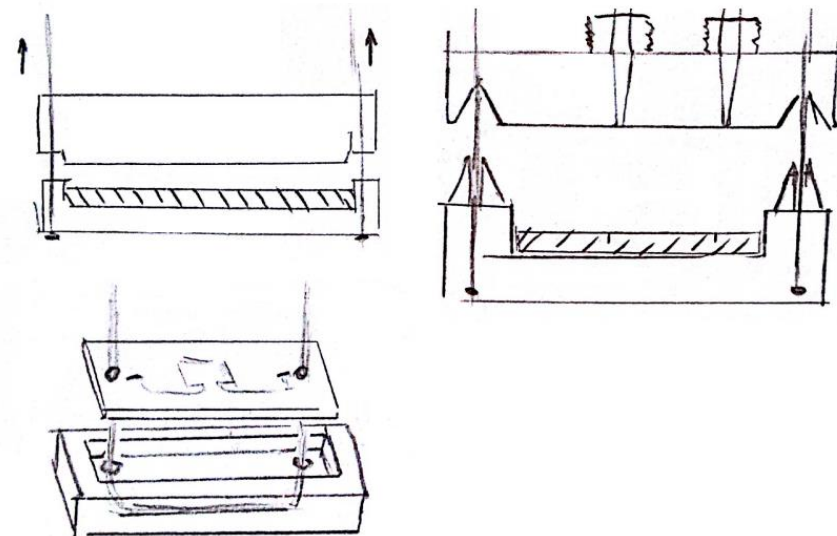




Afb 2.10 | Verschillende vormen van o-ringen en houder alignment



Afb 2.10 | Ideeën voor het produceren van de houder.



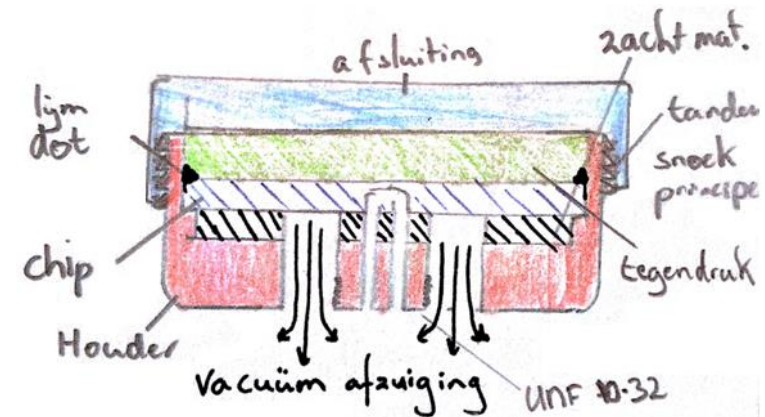
Afb 2.11 | Pre-alignment met behulp van een draad.

2.2 Evaluatie ideeën

De ontwikkelde ideeën zullen worden geëvalueerd aan de hand van het programma van eisen. Om te kijken of de ideeën aan bepaalde eisen voldoen zullen er een aantal berekeningen en visuele evaluaties worden uitgevoerd.

Een aantal ideeën zijn gekozen die het beste voldoen aan de gestelde eisen en de grootste potentie hebben. Deze ideeën zullen worden onderbouwd met behulp van kleine testjes en experimenten om erachter te komen of bepaalde ideeën het gewenste effect hebben en voldoen aan het programma van eisen.

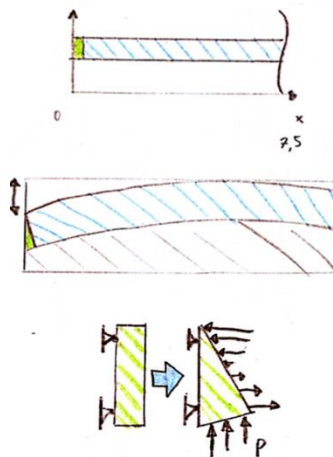
Een idee die veel positioneringsproblemen oplost is het vacuüm idee (zie afbeelding 2.12). Bij dit idee wordt een elastische laag (in de afbeelding zwart), in de houder (rood) gelegd en uitgelijnd. In deze elastische laag bevinden zich twee uitsparingen om het vacuümzuigen mogelijk te maken. Vervolgens wordt de chip in de houder gelegd op de elastische laag en worden de gaatjes uitgelijnd. Na het uitlijnen van de lagen wordt er van onder de houder vacuüm gezogen zodat de lagen op de juiste positie blijven. Zodra de delen in positie zijn kan er lijm dedispenseerd worden langs de randen van de chip. Na het uitharden van de lijm kan de pakking in de houder worden geplaatst en de deksel worden bevestigd. Nu is de volledige chip geassembleerd en kan de afzuiging worden uitgeschakeld.



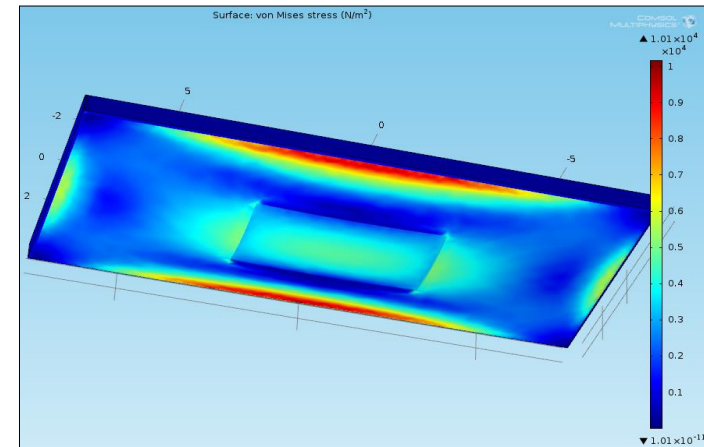
Afb 2.12 | Idee waarbij gebruik gemaakt wordt van vacuüm

Om te kijken welk effect dit vacuüm assemblageproces heeft op de chip en de lijm is er een versimpeld model gemaakt om een simulatie te kunnen doen. Hierbij is de verdeelde kracht gesimuleerd die de pakking uitoefend op de chip. Hierbij is de maximale verplaatsing van belang, om te controleren of de gaatjes niet uit positie worden gebracht. Daarnaast worden ook de spanningen in de chip en de lijm gesimuleerd om te kijken of de chip dit proces doorstaat zonder kapot te gaan.

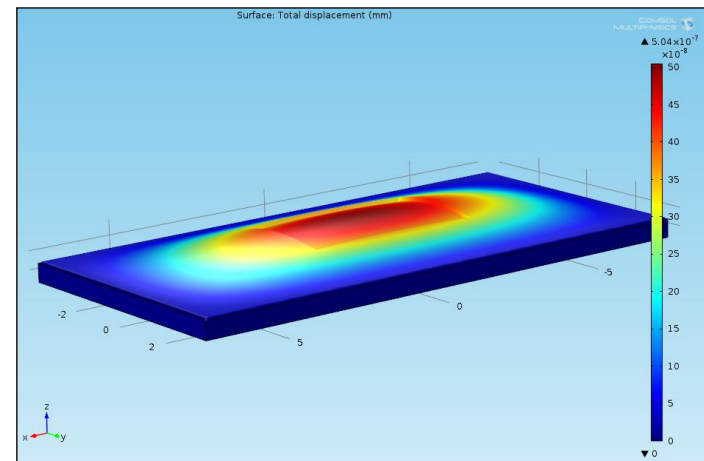
In de afbeeldingen hiernaast is de chip weergegeven inclusief de lijm. De chip is op ware grootte gesimuleerd met een lijmlaag van 0.15mm dik. Omdat het materiaal van de chip anisotropisch (de materiaal eigenschappen verschillen per richting) is, zijn de simulaties uitgevoerd met verschillende spanningsrichtingen. In de afbeelding 2.14 is slechts de totale spanning weergegeven. De maximale spanning in de simulatie zit ruim onder de maximaal toegestane spanning van de chip. De verplaatsing is het grootst in het midden van de chip, maar deze verplaatsing is slechts een halve nanometer. Uit deze simulatie kan worden geconcludeerd dat deze assemblagemethode geen negatieve invloed heeft op de werking van chip.



Afb 2.13 | Schematische doorsnede van de chip en de lijmlaag en de krachtenwerking hierop.



Afb 2.14 | Simulatie met de maximale spanningen in het materiaal (von mises)



Afb 2.14 | Simulatie van de maximale verplaatsing.

2.3 Experimenten

Experimenteren elastische laag:

Om de invloed van de druk op de elastische laag te kunnen bepalen worden er een aantal simpele experimentje uit gevoerd om te bepalen of er in het eindontwerp rekening moet worden gehouden met vormverandering onder druk.

Hypothese:

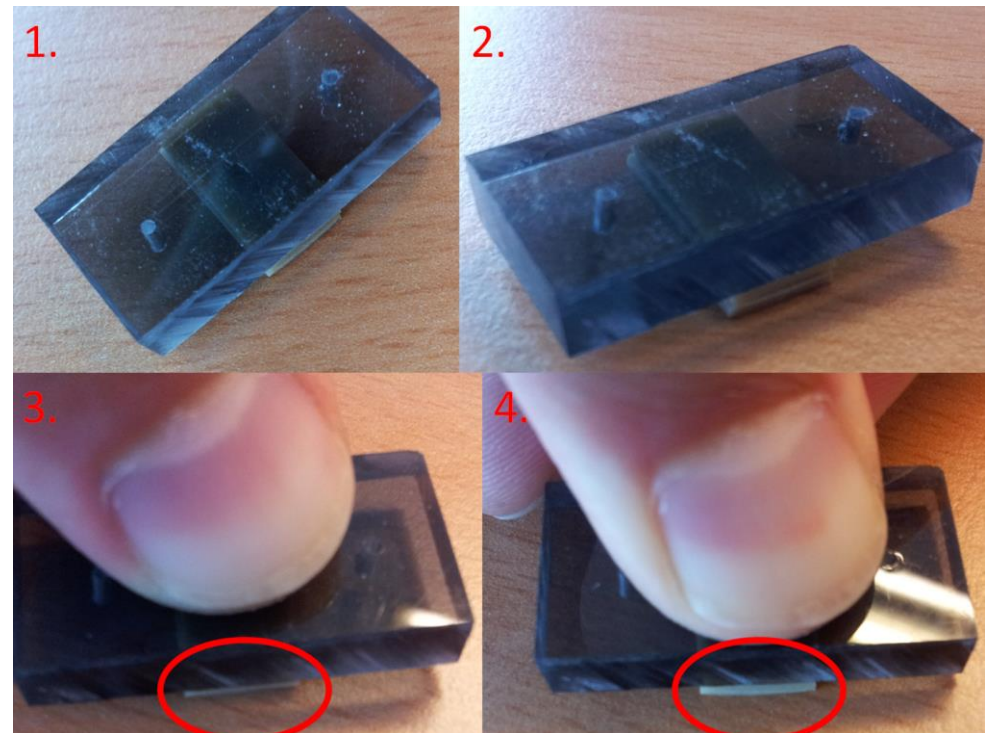
De invloed van druk op een elastische laag zal ervoor zorgen dat de elastische laag dunner zal worden. Het volume zal hetzelfde blijven, waardoor de laag naar de vrije zijanten vloeien.

Materialen:

- Acryl plaatje van 30×15×5mm
- Twee lagen elastomeer op maat geknipt.

Uitvoering:

Twee elastomeer lagen worden opgestapeld onder een harde laag met dezelfde breedte(zie 1 en 2 in afbeelding 2.15). Op de harde bovenste laag wordt een druk uitgevoerd met de duim. Tegelijkertijd worden foto's gemaakt op het moment vóór dat er druk op de elastische laag wordt gezet en tijdens de uitgeoefende druk.



Afb 2.15| In de afbeeldingen 1 en 2 is de proefopstelling weergegeven. Nummer 3 geeft de rek weer bij lage druk en bij 4 is de grotere rek te zien bij een hoge druk.

Conclusie:

Het breedteverschil tussen 3 en 4 laat zien dat de laag wel degelijk naar de vrije kanten vloeit. Hieruit kan worden geconcludeerd dat de vooraf gestelde hypothese klopt. Het is dus van belang om in de uitwerking van dit idee rekening te houden met deze uitzetting, dit kan bijvoorbeeld in de vorm van een uitsparing in de houder.

Experimenteren elastische laag(2):

Een andere manier waarop de druk invloed heeft op de geometrie van de elastische laag zal in dit experiment worden getest: De invloed van de druk op gaten in de elastische laag.

Hypothese:

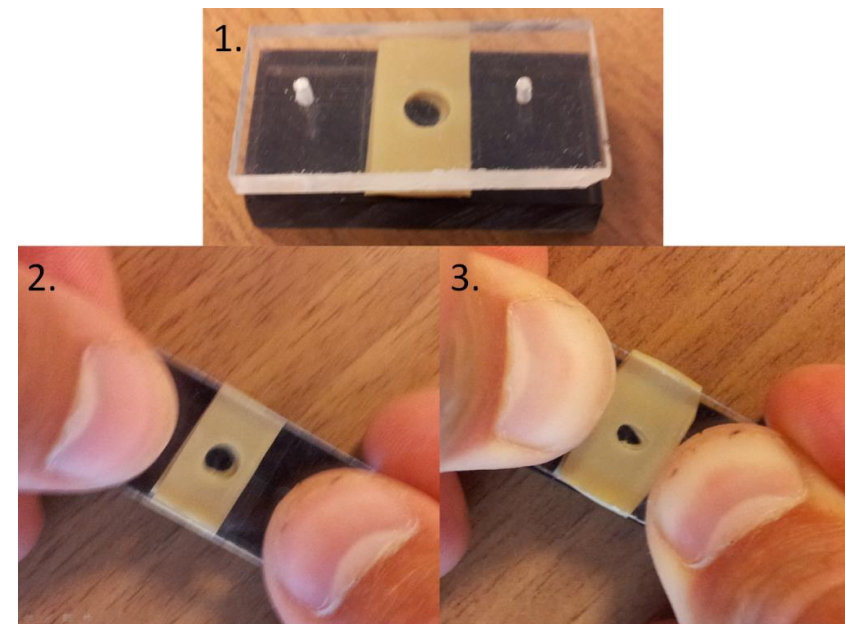
Verwacht wordt dat het gat in de elastische laag bij indrukking naar de vrije zijanten zal vloeien, dus het gat kleiner zal worden.

Uitvoering:

In twee elastomeerlagen wordt een gat geponst. Vervolgende worden de twee elastomeer lagen worden opgestapeld tussen twee harde lagen acryl. Op de bovenste laag acryl wordt een druk uitgevoerd. Vervolgens wordt het verschil in gatgrootte gemeten.

Conclusie:

De hypothese kan worden aangenomen. Dit betekent dat er bij de uitwerking van het vacuüm idee rekening moet worden gehouden met de deformatie van deze gaten. Dit kan mogelijk worden opgelost door het kiezen van een ander materiaal rond de gaten of door grootte van de gaten aan te passen aan de deformatie. Een andere methode zou kunnen zijn om te kiezen voor een harder materiaal in plaats van een zachte elastische laag.



Afb 2.16 | In de afbeeldingen 1 is de proefopstelling weergegeven. Nummer 2 laat de grote van het gat zien zonder de uitgeoefende druk. Bij 3 is het resultaat te zien onder druk, waarbij het gat duidelijk kleiner is geworden.

Experimenteren wire concept

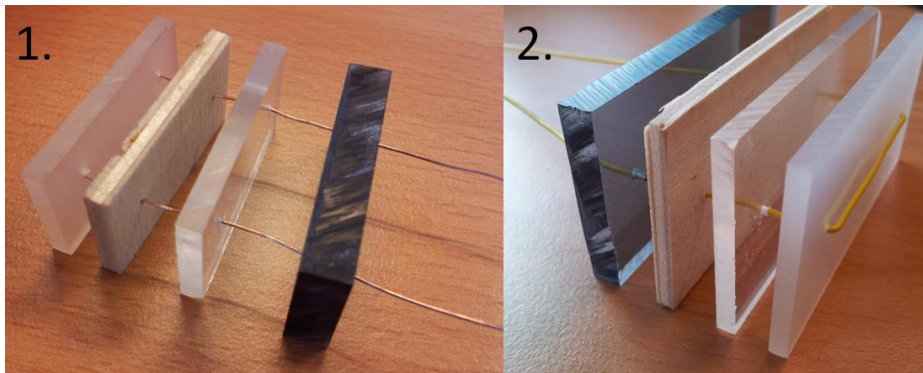
Hypothese:

verwacht wordt dat het concept zal bijdragen aan het positioneren van de onderdelen, met een tolerantie die ongeveer gelijk is aan het verschil in diameter tussen het draad en de gaten.

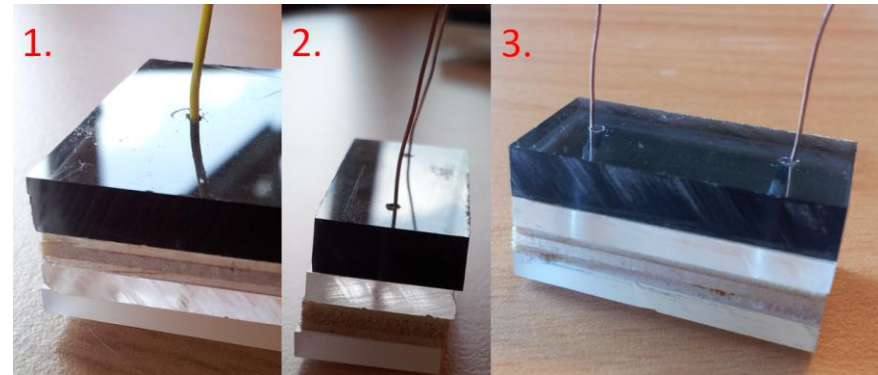
Uitvoering:

In verschillende lagen acryl en een laag triplex zijn uitgezaagd in twee maten, vervolgens is er door alle lagen een gat geboord van 1mm. Er zijn 2 typen draad gebruikt om de gemakkelijheid van assemblage te testen:

- Geïsoleerd draad met een dikte van 1mm, met een rubberachtige huls om een koperdraad.
- Koperdraad zonder isolatie met een diameter van 0.50mm



Afb 2.17 | Opstelling met de verschillende lagen en verschillende draden.



Afb 2.18 | In 1 en 3 zijn de eindresultaat na samenvoegen weergegeven, afbeelding 2 geeft de maximale misalignment weer naar verplaatsing per laag met een tolerantie van 0.5 mm.

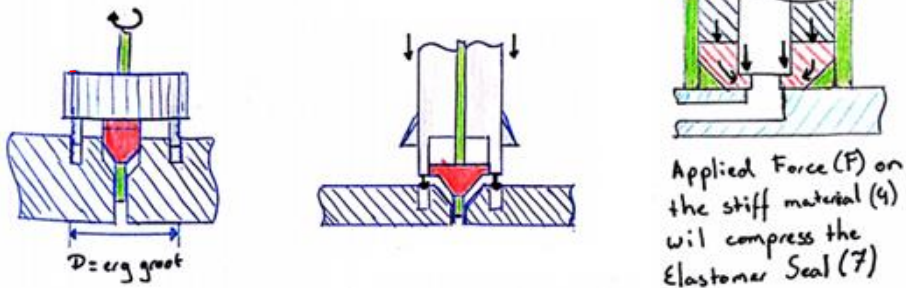
Conclusie:

De hypothese kan worden aangenomen, de misalignment wijkt minimaal af van de tolerantie.

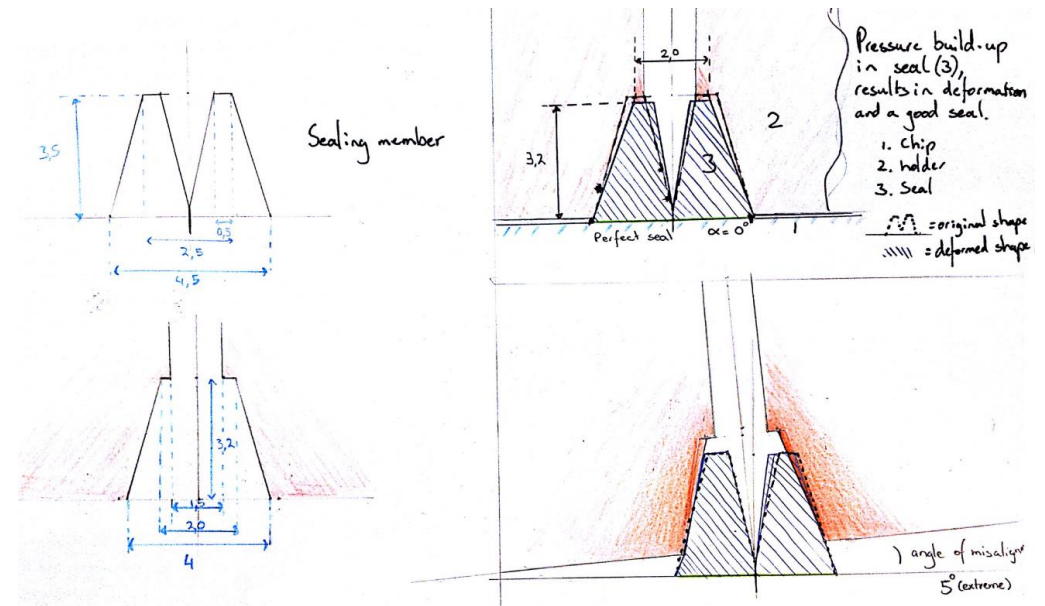
Daarnaast is uit het experiment gebleken dat het gebruik van metaaldraad met een isolerende laag eromheen meer wrijving veroorzaakt met de gaten en daardoor de assemblage minder gemakkelijk gaat. Dit effect wordt versterkt wanneer de diameter verschillen tussen het draad en de gaten kleiner is. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de wrijving tussen de draad en de gaten geminimaliseerd moet worden om een kleinere maximale misalignment te behalen.

Cone seal ferrule

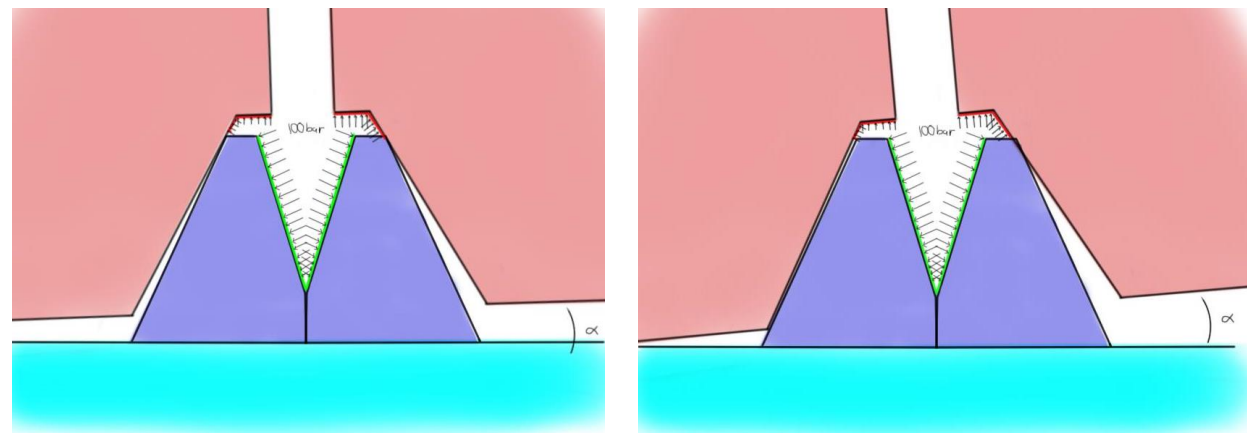
Een idee waarbij de afsluiting wordt gerealiseerd met een kegelvormige ferrule. De ferrule wordt op chip geplaatst met lijm. Het startidee was het originele idee, weergegeven in afbeelding 2.19, is verder uitgewerkt. Omdat bij de eisen de het aansluitingstype voor de chiphouder is vastgelegd door de fabrikant, is er gekozen om de conische afsluiting op een andere manier toe te passen, namelijk op de chip. Op deze manier kan een zelf uitlijnende afsluiting worden gecreëerd die ook nog onder een hoek een goede afsluiting kan garanderen. Dit zijn twee grote voordelen wanneer er wordt vergeleken met een standaard afsluiting door middel van een o-ring.



Afb 2.19 | Originele idee om conische vorm te gebruiken voor het makkelijker uitlijnen.



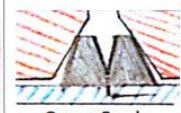
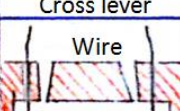
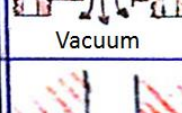
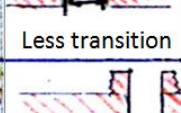
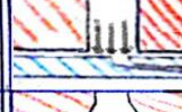
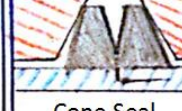
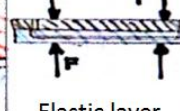
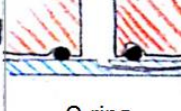
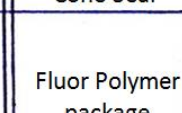
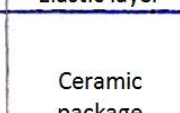
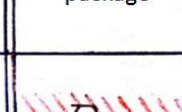
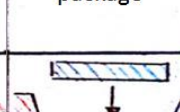
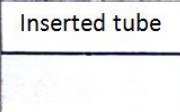
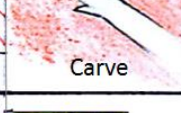
Afb 2.20 | Eerste ontwerp kegelvormige ferrule



Afb 2.21 | Hier is de afsluiting te zien onder verschillende hoeken.

2.4 Morfologisch schema

Om een goed beeld te krijgen van de grote hoeveelheid ideeën zijn alle deeloplossingen, die zijn gegenereerd in de ideeënfase, weergegeven in het morfologisch schema. Met behulp van dit morfologische schema kan er per deelop probleem worden gekeken welke oplossingen het beste voldoen aan het programma van eisen. Vervolgens kunnen er verschillende conceptwegen worden gekozen met de beste deeloplossingen.

Parallelism	 Lever	 Cross lever	 Cone Seal	 Vacuum
Planar positioning	 Vacuum	 Wire	 Less transition	 Vacuum
Transition micro tot mm	 Vacuum	 Move force	 Vacuum	 Vacuum
Pressure seal	 Cone Seal	 Elastic layer	 O-ring	 Glue
Chemical resistance	 Fluor Polymer package	 Ceramic package	 Printed 'wetted' transition	 Inserted tube
Assembly alignment package	 Cones	 Chamfers	 Carve	 Vacuum
Connect parts /apply pressure	 Bolt	 Clicker	 Multiple teeth	 Magnet
Additive Manufacturing	 Print all	 Print without	 Print transition	 Compression nut

(3)Conceptfase

3.1 Concepten

Nadat er een aantal ideeën zijn gekozen zullen deze worden uitgewerkt tot conceptniveau. Op de concepten zullen iteraties en details worden toegevoegd om tot drie gelijkwaardig uitgewerkte concepten te komen. De ideeën worden ook voorgelegd aan experts, deze zullen de meest interessante ideeën uitkiezen om mee verder te gaan. Naast de mening van deze experts zal ook mijn eigen evaluatie mee wegen in de uiteindelijke keuzes. Er zijn verschillende deeloplossingen en ideeën uit de ideeënfase gebruikt om tot een aantal concepten te komen.

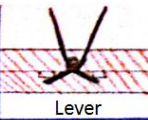
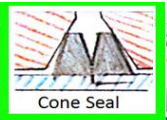
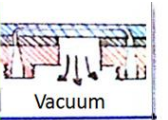
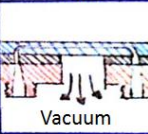
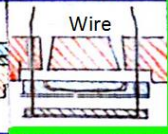
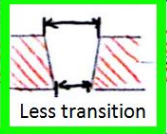
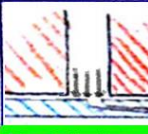
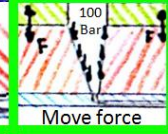
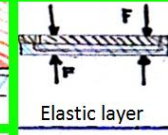
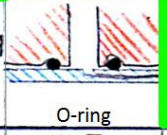
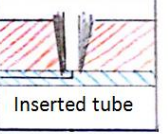
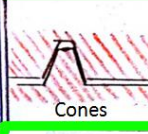
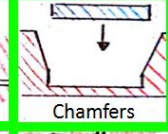
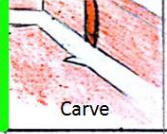
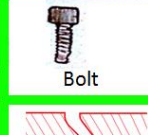
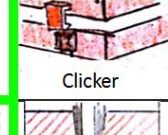
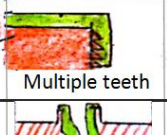
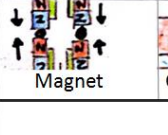
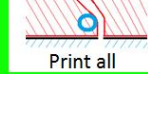
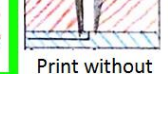
Concept 1 - uitgangspunt

Op de afbeelding rechts is het uitgangspunt weergegeven uit de ideeënfase die zal worden uitgewerkt tot conceptniveau. De nadruk zal in dit concept komen te liggen bij de afsluiting in de vorm van een kegelvormige ferrule.

Naast de goede afsluitende werking kan de kegelvormige ferrule de paralleliteitsproblemen oplossen en de overgang van micro naar millimeter realiseren. De chemische resistentie wordt bereikt door de houder te printen in een chemisch resistent materiaal, naar verwachting voldoen alleen fluor-polymeren.

Om het assembleren van de onderdelen gemakkelijker te maken is er gekozen voor afschuiningen van de onderdelen zodat ze makkelijker in positie kunnen worden gebracht.

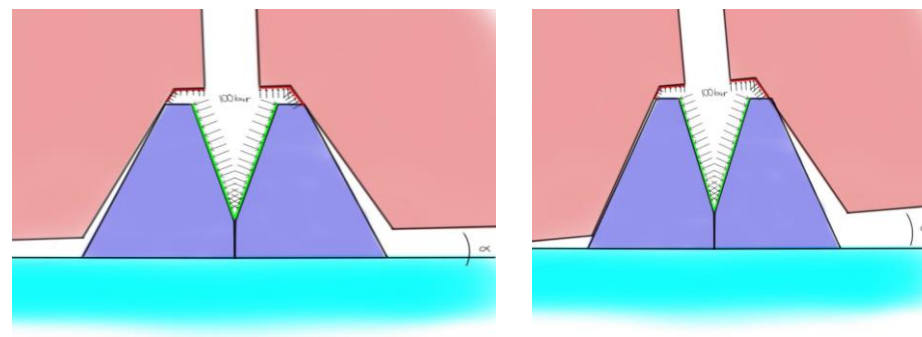
De afsluitende kracht voor de kanaaltje zal worden geleverd door imbusboutjes die de houderdelen tegen elkaar gedrukt houden.

Parallelism	 Lever	 Cross lever	 Cone Seal	 Vacuum
Planar positioning	 Vacuum	 Wire	 Less transition	
Transition micro tot mm	 100 Bar Move force	 100 Bar Move force	 100 Bar Move force	
Pressure seal	 Cone Seal	 Elastic layer	 O-ring	 Glue
Chemical resistance	 Fluor Polymer package	 Ceramic package	 Printed 'wetted' transition	 Inserted tube
Assembly alignment package	 Cones	 Chamfers	 Carve	
Connect parts /apply pressure	 Bolt	 Clicker	 Multiple teeth	 Magnet
Additive Manufacturing	 Print all	 Print without	 Print transition	 Compression nut

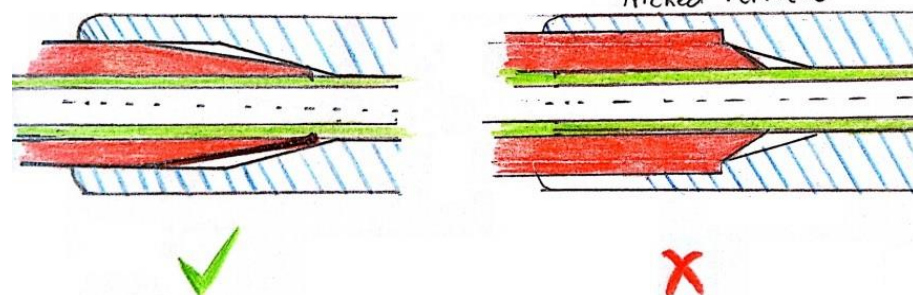
Concept 1 – uitwerken cone seal

In de ideeënfase is de kegelvormige ferrule uitgewerkt met als eindresultaat afbeelding 3.1. De vorm van de ferrule zorgt bij een misalignment hoek voor een groot contactoppervlak met de behuizing (zie afbeelding 3.2). Bij een groter contactoppervlak is er een grotere kracht nodig voor een afsluiting bij dezelfde druk. Dit kan resulteren in een slechte afdichting en het verkeerd werken van de chip.

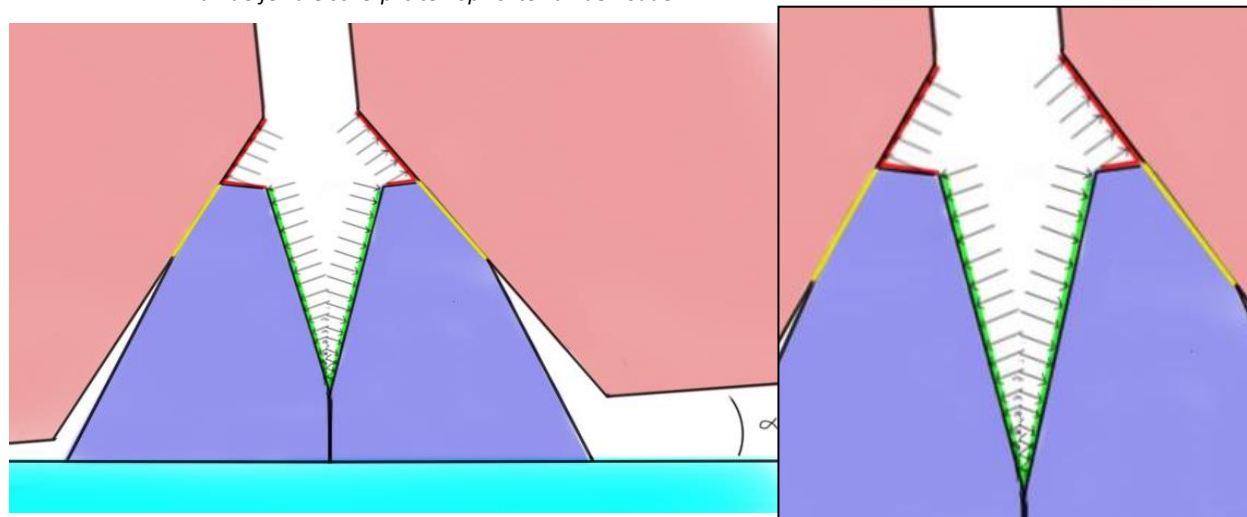
Dit kan worden voorkomen door de hoek van de ferrule een stuk scherper te maken dan de hoek van de uitsparing in de houder. Dit zorgt er voor dat het contactoppervlak klein blijft, ook onder een grote misalignment hoek. Het resultaat is weergegeven in afbeelding 3.3.



Afb 3.1 | Idee afkomstig uit de ideeënfase



Afb 3.2 | Valco Design, waarbij wordt bevestigd dat de afsluiting beter werkt wanneer de hoek van de ferrule scherp is ten opzichte van de houder.



Afb 3.3 | Nieuwe vorm zorgt voor een kleiner contactoppervlak.

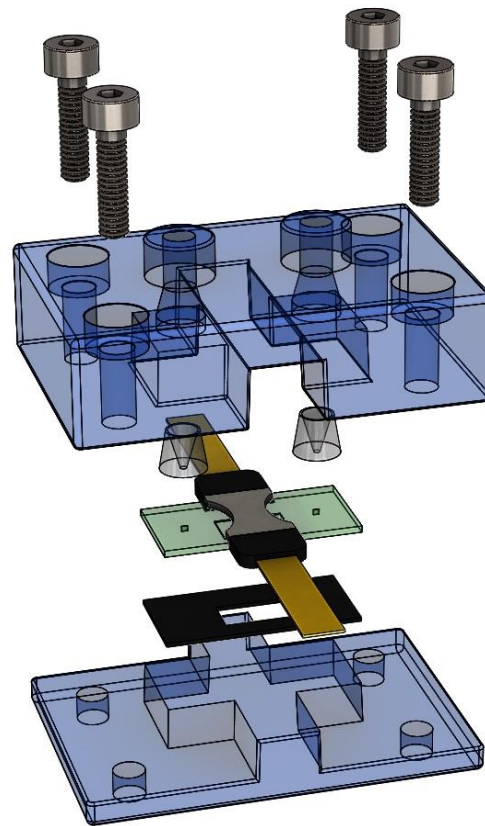
Concept 1

Het eerste concept is weergegeven in afbeelding 3.4.

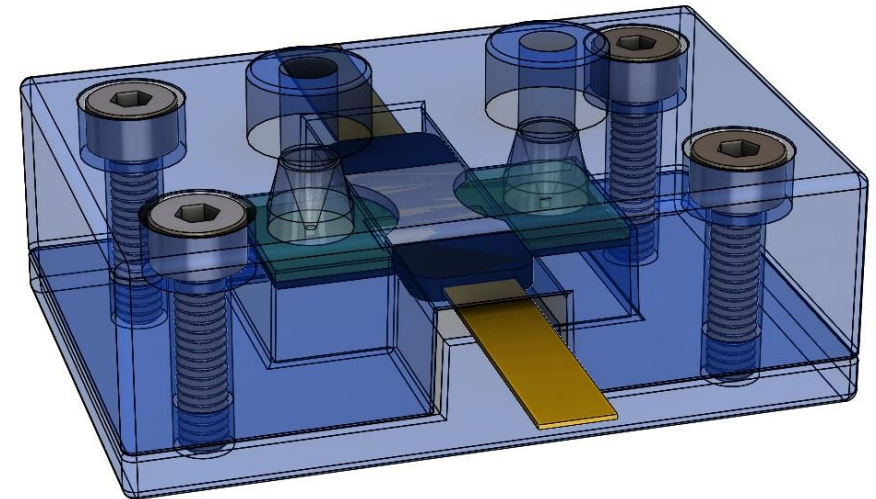
Tijdens de assemblage worden de kegelvormige ferrules op de chip geplaatst met behulp van lijm. Deze worden uitgelijnd met behulp van markeringen.

Na het aanbrengen van de conische ferrules op de chip wordt de bovenkant van de houder op de kop geplaatst en kan de chip in de houder worden geplaatst en vervolgens de elastische laag in de houder worden gelegd.

Om het geheel af te sluiten wordt de deksel erop geplaatst en de bouten erin geschroefd om te zorgen dat er voldoende kracht op de kegelvormige ferrules komt.



Afb 3.4 | Concept 1, inclusief exploded view



Zowel de kegelvormige ferrules, de houderdelen als de lijm zullen gemaakt worden van een fluorpolymeer om zo de gevraagde chemische resistentie te kunnen bieden.

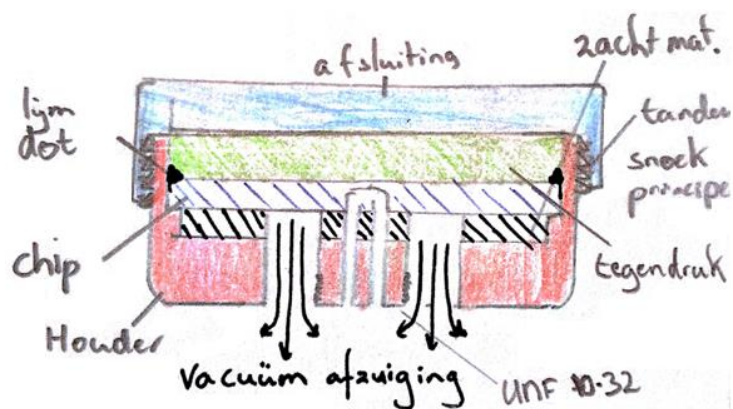
Evaluatie concept

De combinatie van een kegelvormige ferrule met de lijm zorgt voor een goede afsluiting, zelfs onder een misalignmenthoek tussen de chip en de houder. Het nadeel van dit concept ligt bij het bevestigen en positioneren van de ferrules op de chip.

Concept 2 - uitgangspunt

Het tweede concept is het idee waarbij vacuüm wordt gebruikt om de delen in positie te houden om alles in positie te lijmen. Dit maakt de positionering in het horizontale vlak, de zogeheten 'planar positioning', makkelijker. De paralleliteit tussen de chip en de houder wordt opgevangen door de pakking om de chip.

De elastische laag komt in aanraking met de vloeistoffen/gassen die door de chip stromen, daarom wordt er gekozen voor een laag fluorpolymeer. De tegendruk op de achterkant van de chip wordt gerealiseerd door de druk van de deksel op de pakking. De deksel wordt vastgezet met behulp van klikkers.



Afb 3.5 | Uitgangspunt vacuüm idee

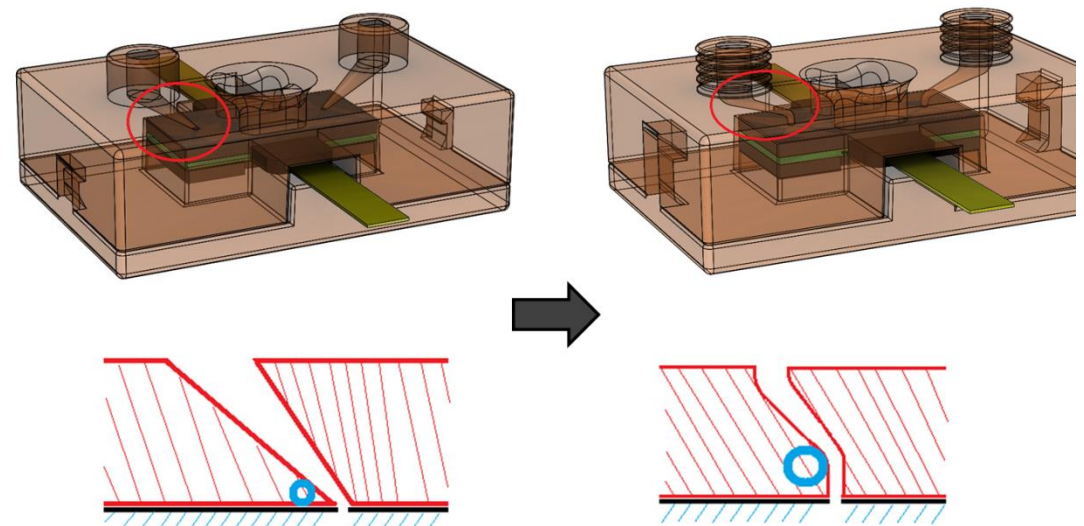
Parallelism	Lever	Cross lever	Cone Seal	Vacuum
Planar positioning	Vacuum	Wire	Less transition	
Transition micro tot mm		100 Bar Move force		
Pressure seal	Cone Seal	Elastic layer	O-ring	Glue
Chemical resistance	Fluor Polymer package	Ceramic package	Printed 'wetted' transition	Inserted tube
Assembly alignment package	Cones	Chamfers	Carve	
Connect parts /apply pressure	Bolt	Clicker	Multiple teeth	Magnet Compression nut
Additive Manufacturing	Print all	Print without	Print transition	

Concept 2

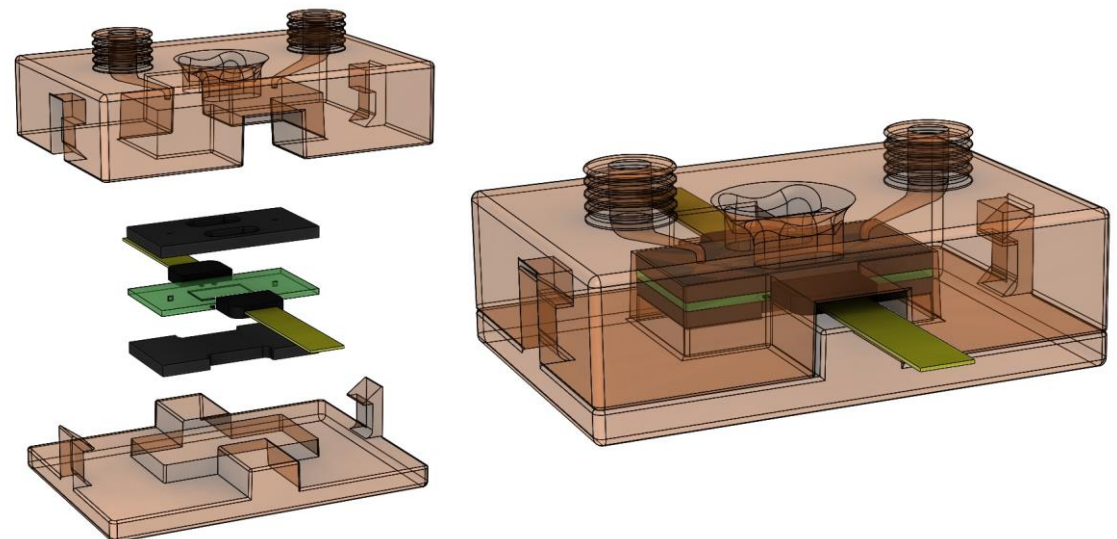
Het vacuüm concept wordt op de kop geassembleerd. De eerste stap is het uitlijnen van de elastische fluorpolymeer laag in de houder, vervolgens wordt de chip uitgelijnd met de houder. Wanneer de elastische laag en de chip zijn uitgelijnd kan er vacuüm worden gezogen en kan daarna de lijm langs de randen van de chip worden gedispenseerd.

Na het uitharden van de lijm kan de pakking worden geplaatst en de deksel erop worden gedrukt. Als laatst wordt de vacuüm afzuiging uitgeschakeld.

Het concept had origineel een rechte overgang van de kleine gaatjes op de chip naar de aansluitingen aan de buitenkant van de houder, deze overgang geeft problemen tijdens het produceren omdat de dotgrootte bij dit ontwerp zeer klein moet zijn (zie afbeelding 3.6). Door een kleine aanpassing aan deze overgang wordt dit probleem verkleind en is de overgang te realiseren met een grotere minimale dotgrootte.



Afb 3.6 | Invloed van het design op minimale dotgrootte (weergegeven in het blauw).



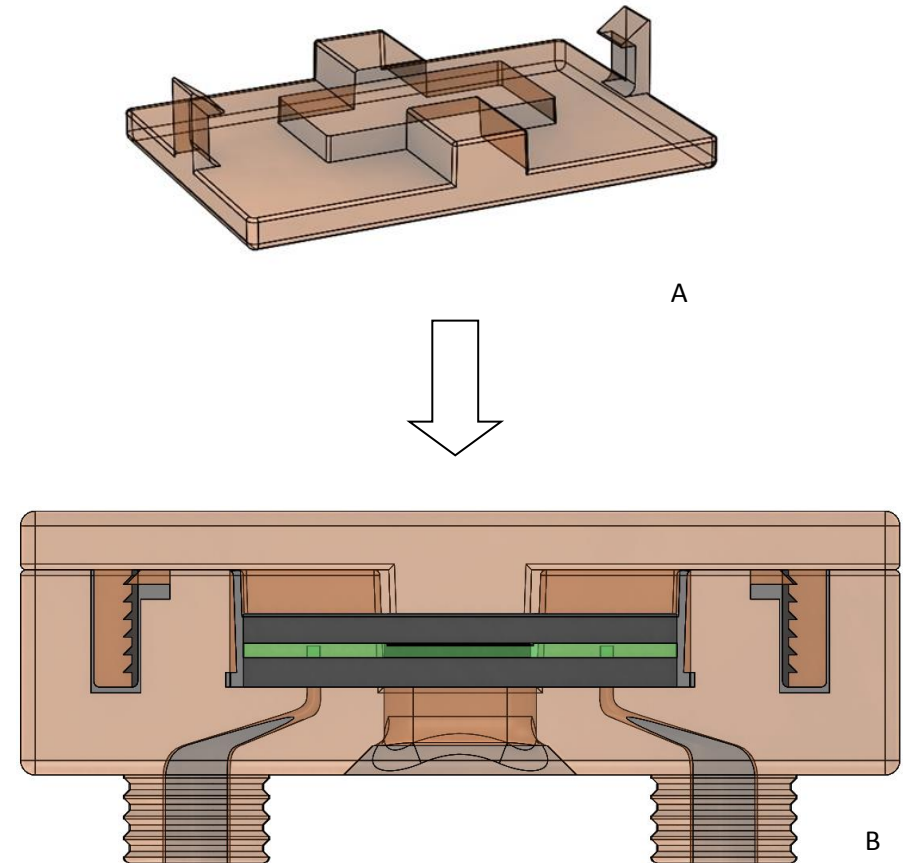
Afb 3.7 | Concept 2, inclusief exploded view.

Concept 2

Het vastklikken van de deksel is in het concept gedaan door middel van enkele klikkers (zie afbeelding 3.8a). Hierbij is het terugveren nadelig voor de nauwkeurigheid van de assembly en is de kans groot dat bij het assembleren de klikkers niet tegelijk in elkaar worden geklikt, hierdoor kunnen paralleliteit- problemen ontstaan.

Om de problemen te verkleinen kan er worden gekozen voor een ontwerp met meervoudige klikkers, waardoor de verbinding vergelijkbaar is met 'tie wraps' (zie afbeelding 3.8b). Het is een eenmalige, niet-losneembare verbinding. De chip package hoeft niet losneembaar te zijn omdat de volledige chip, inclusief behuizing, wordt vervangen bij defect.

In de experimenten in de ideeënfase is naar voren gekomen dat de elastische laag naar de vrije kanten zal uitzetten bij indrukking, hiervoor zijn er uitsparingen gemaakt in de houder. Verder zal er rekening gehouden moeten worden met de verkleining van gatgrootte bij druk.



Afb 3.8 | Aanpassingen aan klikmechanisme

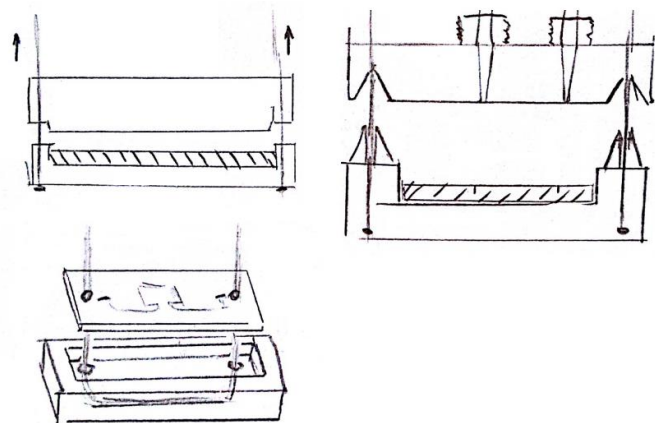
Evaluatie concept

De voordelen van het concept zijn dat het de positionering in het horizontale vlak makkelijker maakt en dat de chip na het vastlijmen in positie blijft. Daarnaast wordt de misalignment tussen de chip en de houder weggehaald door het vacuüm zuigen, waarbij de delen vlak tegen elkaar worden getrokken. De nadelen van dit concept hebben te maken met de lastige afdichting onder hoge druk. De slechte afdichting heeft te maken met het grote contactoppervlak tussen de elastische laag en de chip, waardoor er een grote afsluitende kracht vereist is. Dit zou eventueel kunnen worden opgelost door de laag zo aan te passen dat het contactoppervlakte veel kleiner is, maar hierbij is het realiseren van het vacuüm lastiger. Verder zal de positionering van de laag lastiger worden door de vorm.

Concept 3 - uitgangspunt

Het derde concept heeft als belangrijkste kenmerk een draad als pre-alignment. Dit uitgangspunt van dit idee is ontstaan tijdens een brainstorm sessie, waarvan het resultaat is weergegeven in afbeelding 3.10. Hiermee zijn in de ideeënfase een paar kleine experimentjes uitgevoerd om te kijken of dit idee in werkelijkheid ook mogelijk was.

Daarnaast wordt in dit concept net als in concept 1 gebruik gemaakt van kegelvormige ferrules, die voor een goede afsluiting van de fluïdische kanaaltjes zorgen (zie morfologisch schema rechts).



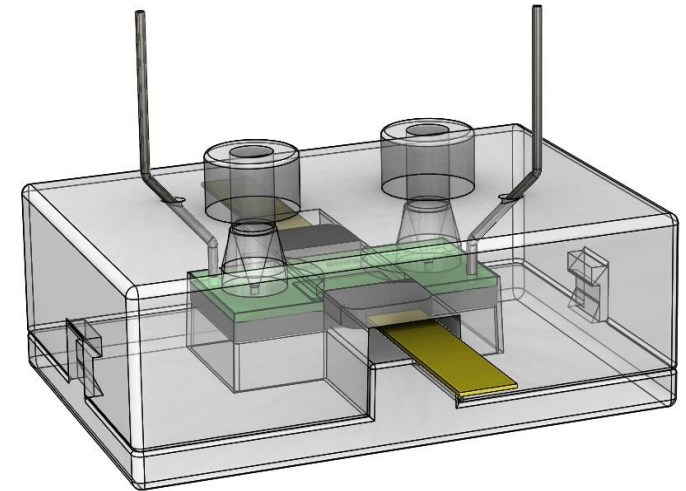
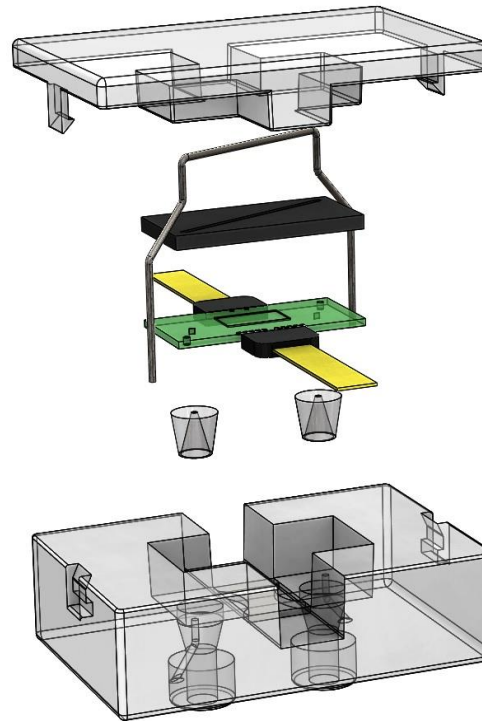
Afb 3.10 | Pre-alignment met draad

Parallelism	Lever	Cross lever	Cone Seal	Vacuum
Planar positioning	Vacuum	Wire	Less transition	
Transition micro tot mm		100 Bar Move force		
Pressure seal	Cone Seal	Elastic layer	O-ring	Glue
Chemical resistance	Fluor Polymer package	Ceramic package	Printed 'wetted' transition	Inserted tube
Assembly alignment package	Cones	Chamfers	Carve	
Connect parts /apply pressure	Bolt	Clicker	Multiple teeth	Magnet Compression nut
Additive Manufacturing	Print all	Print without	Print transition	

Concept 3

Het derde concept heeft als belangrijkste kenmerk een draad als pre-alignement. Daarnaast wordt in dit concept net als in concept 1 gebruik gemaakt van kegelvormige ferrules, die voor een goede afsluiting van de fluidische kanaaltjes zorgen.

Dit concept wordt geassembleerd door eerst de kegelvormige ferrules uit te lijnen en vast te lijmen op de chip. Daarna wordt er een draad door de zwarte elastische laag en door de chip gehaald. Vervolgens wordt de draad door de houder gehaald en het geheel op de plaats getrokken. Wanneer alle componenten in de juiste positie zijn wordt de deksel erop geplaatst en is de package klaar. Het draad dient hier als pre-alignement voor chip, elastische laag en de houder ten opzichte van elkaar. De ferrule zal vervolgens de uiteindelijke uitlijning op zich nemen.



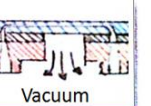
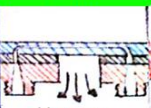
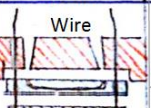
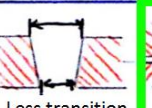
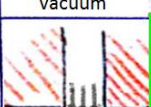
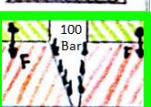
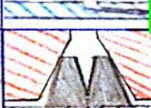
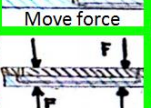
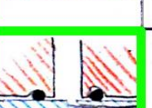
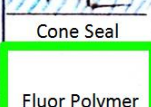
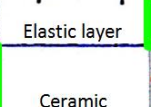
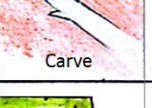
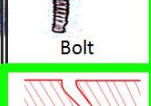
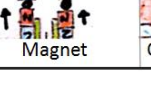
Afb 3.11 | Concept 3, inclusief exploded view

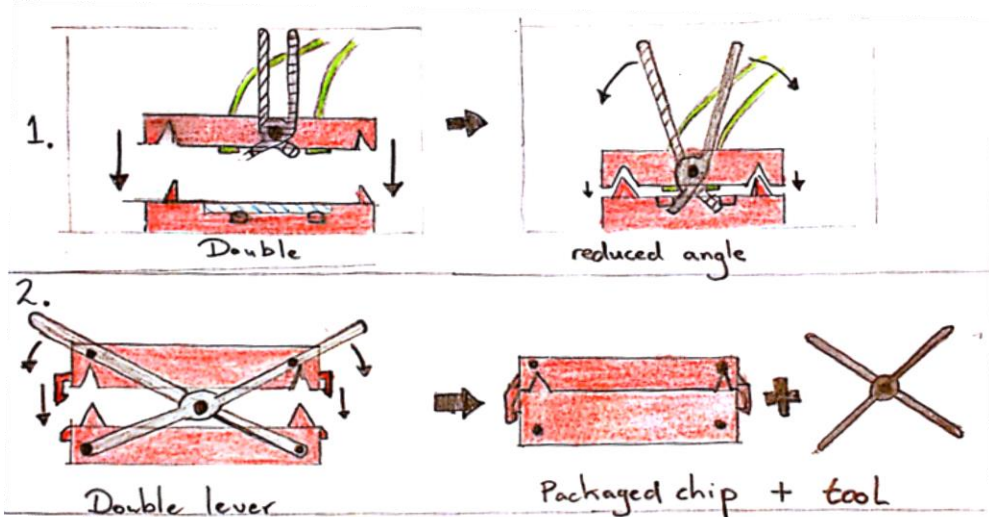
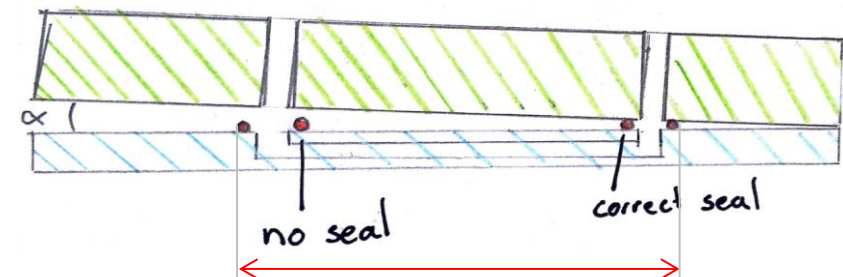
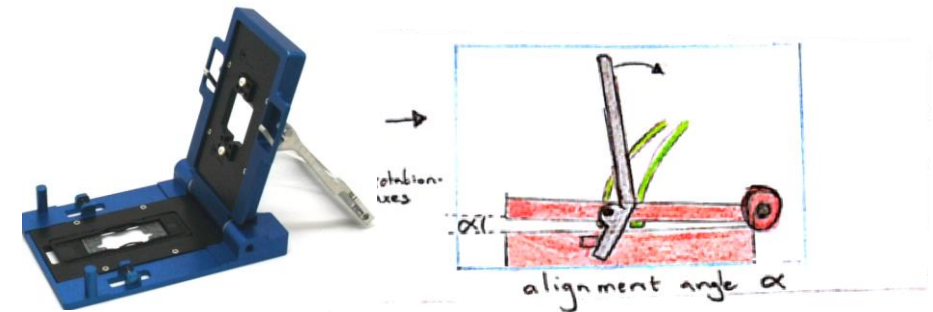
Evaluatie concept

De combinatie van een kegelvormige ferrule met de lijm zorgt voor een goede afsluiting, zelfs onder een misalignment hoek tussen de chip en de houder. Het nadeel van dit concept ligt bij het bevestigen en positioneren van de ferrules op de chip. Om te voorkomen dat bij de assemblage delen scheef komen te liggen is het ook bij dit concept beter wanneer de klikker met slechts één tand wordt vervangen door een meervoudig kliksysteem, zoals dit gedaan is bij concept 2.

Concept 4 – uitgangspunt

Het vierde concept is gebaseerd op een microfluidische chiphouder van Micronit®. Deze bestaande houder heeft paralleliteitproblemen tussen de houder en de chip, welke worden veroorzaakt door het draaipunt aan de zijkant van de houder. Dit idee kan worden verbeterd door het draaipunt naar het midden van de houder te verplaatsen, waardoor de paralleliteit tussen de chip en de houder wordt verbeterd (zie afbeelding 3.12).

Parallelism	 Lever	 Cross lever	 Cone Seal	 Vacuum
Planar positioning	 Vacuum	 Wire	 Less transition	 Vacuum
Transition micro tot mm	 Move force	 100 Bar	 Transition	 Transition
Pressure seal	 Cone Seal	 Elastic layer	 O-ring	 Glue
Chemical resistance	 Fluor Polymer package	 Ceramic package	 Printed 'wetted' transition	 Inserted tube
Assembly alignment package	 Cones	 Chamfers	 Carve	
Connect parts /apply pressure	 Bolt	 Clicker	 Multiple teeth	 Magnet
Additive Manufacturing	 Print all	 Print without	 Print transition	 Compression nut



Afb 3.12 | Ideeën gebaseerd op Micronit® houder

Concept 4

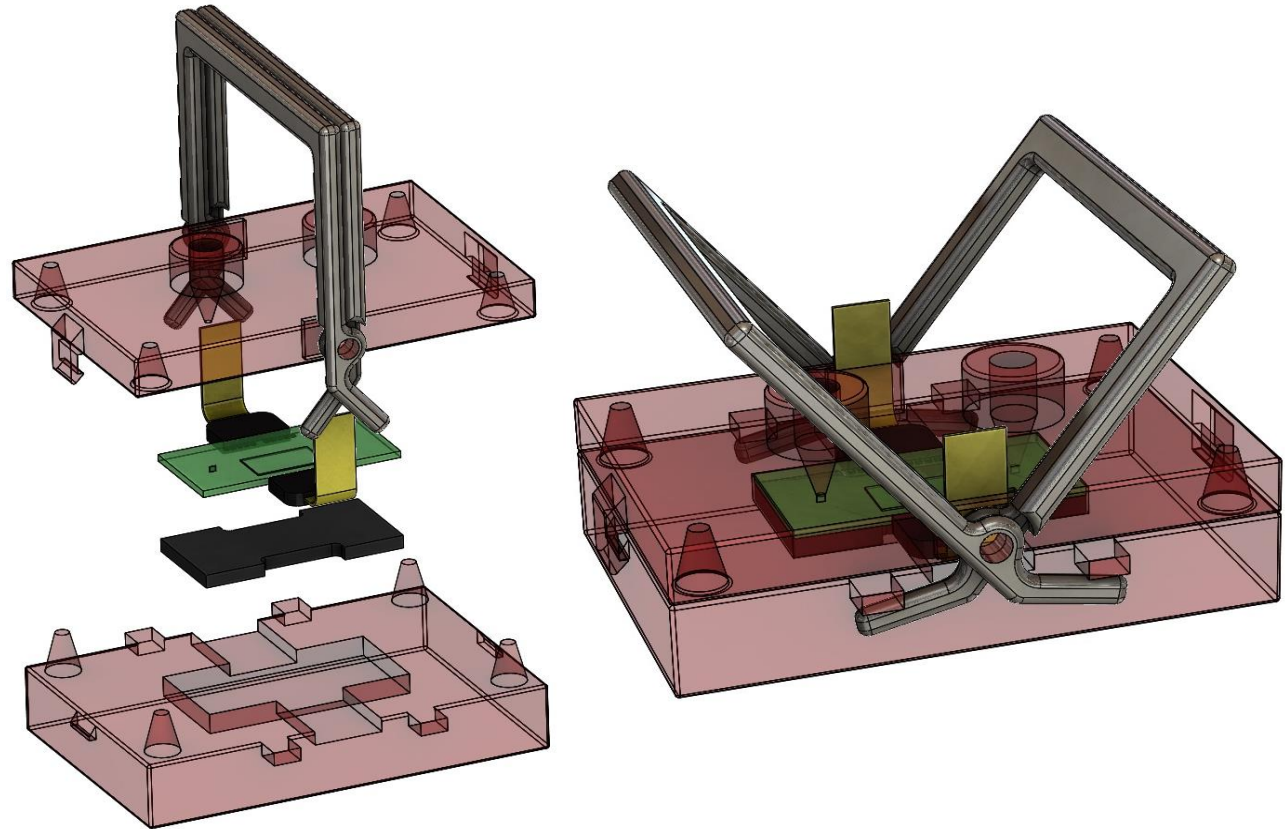
Het concept wordt geassembleerd door de elastische laag in de uitsparing van het onderste houderdeel te leggen. Daarna wordt de chip bovenop de elastische laag in de uitsparing gelegd. Bij de laatste stap wordt het bovenste deel van de houder met o-ringen erop geplaatst en worden de hendels gelijktijdig naar beneden gedrukt.

Met dit concept wordt de afsluitende kracht geleverd door de hendels. De hendels kunnen worden losgelaten wanneer het geheel vast is geklikt.

Evaluatie concept

In dit concept worden de parallelliteit- problemen opgelost door de conische geleiding van de houderdelen, zo komen de houderdelen op de juiste plek. Met de hendels kan een respectievelijk grote drukkracht worden uitgeoefend op de aansluitingen.

Dit concept heeft als nadeel dat bij het plaatsen van de pakking en de chip de vlakke uitlijning lastig te realiseren is, om deze uitlijning te realiseren is het mogelijk om bij verdere uitwerking van dit concept gebruik te maken van de kegelvormige ferrules uit het eerste concept. Daarnaast kunnen klikkers altijd een beetje terugveren en deze kunnen minder kracht leveren dan de hendels. Om dit op te lossen kan er voor worden gekozen om de hendels na het samentrekken in positie te houden, om zo de kracht van de afsluitingen continu te houden.



Afb 3.13 | Concept 4, inclusief exploded view

3.2 Concepten toetsen

De concepten worden getoetst aan het programma van eisen. Er wordt per eis gekeken naar de mate waarop het concept hieraan voldoet, de resultaten hiervan zijn weergegeven in de tabel.

Eisen		Concept 1 - Cone	Concept 2 - Vacuum	Concept 3 - Wire	Concept 4 – Lever
1	Robuustheid van de chip verbeteren.	++	++	++	++
2	Modulaire behuizing voor de chip.	++	++	++	++
3	Bestand tegen een druk van 0 tot 100 bar.	++	-	++	+
4	Zero dead volume.	++	++	++	++
5	Hoogst mogelijke resistentie voor chemische reacties	++	++	++	++
6	Aan de chip zitten universele 'UNF 10-32 swagelok' connectoren.	++	++	++	++
7	Werkings temperatuur van 0 tot 70 graden Celsius	+	+	+	+
8	Vlakke positionering moet met de hand en de beschikbare tools gedaan worden.	-	+	-	--
9	De houder vangt een misalignment hoek van 1° ten opzichte van de chip op.	++	++	++	+

Legenda:

- ++ Uitstekend
- + Voldoet
- Slecht
- Zeer slecht

3.3 Conceptkeuze

Evenals in de ideeëngeneratie zullen in bij de conceptkeuze de verschillende concepten worden geëvalueerd aan de hand van het programma van eisen. De concepten hebben allemaal een aantal voor en nadelen, deze zijn bij de conceptevaluatie per concept genoemd. Omdat alle deeloplossingen apart zijn weergegeven is het mogelijk naar aanleiding van de conceptevaluaties de beste deeloplossingen te combineren en uit te werken tot één eindconcept.

Het tweede concept, waarbij gebruik gemaakt is van vacuüm om de onderdelen in positie te houden is hierbij afgevallen omdat deze onvoldoende afsluiting biedt. Dit wordt veroorzaakt door het grote oppervlak waarover de geleverde druk wordt verdeeld.

Het vierde concept heeft een zeer lastige vlakke positionering van de chip in de houder, hierdoor zal een andere deeloplossing worden gekozen. De hendel geeft een goede afsluitende kracht.

Het eerste en het derde concept voldoen goed aan de meeste eisen en hebben het beste resultaat bij de toetsing. Het nadeel bij deze concepten is echter het plaatsen van de kegelvormige ferrule op de chip.

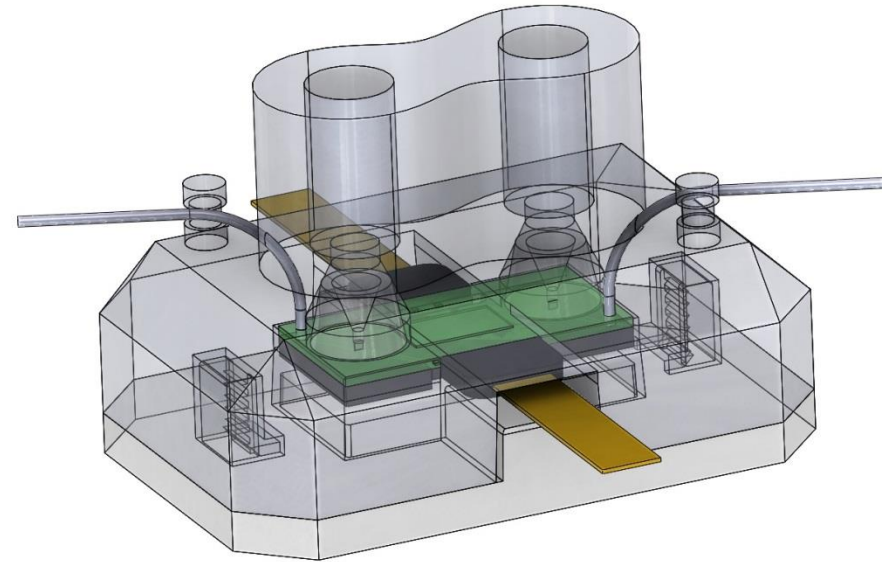
Uit de conceptfase kan geconcludeerd worden dat er in het eindontwerp gebruik gemaakt zal worden van de kegelvormige ferrule in combinatie met het draad als pre-alignment, en mogelijk een afsluitende kracht in de vorm van een hendel.

Detailering (4)

Na de evaluatie van de concepten worden de beste (deel-)oplossingen uitgewerkt tot een eindconcept. In deze fase zullen de details verder worden uitgewerkt om tot een goed eindresultaat te komen. Bij de conceptkeuze is de keuze gegaan met richtingen waarbij gebruik zal worden gemaakt van deeloplossingen uit concept 1 en concept 3. Verder kunnen er nog deeloplossingen uit concept 4 worden gebruikt, waarbij er de afsluitende kracht goed gerealiseerd. In afbeelding 4.1 is het uitgangspunt wat is voortgevloeid uit de combinatie van verschillende deeloplossingen uit de conceptkeuze.

4.1 Materiaalbesparing

Het volume van de houder is een prijsbepalend aspect en ingewikkelde structuren en vormen zorgen bij additive manufacturing niet voor extra kosten. Om deze reden is er bij het eindconcept op een aantal manieren materiaal bespaard. Ten eerste is de houder niet groter gemaakt dan nodig was, dit geeft ook de mogelijkheid om de sensor in een kleiner systeem te plaatsen. Daarnaast is rondom de essentiële punten van de behuizing materiaal weggehaald.



Afb 4.1 | Uitgangspunt met de deeloplossing, inclusief materiaalbesparing

4.2 Aanpassingen aan fluïdische aansluitingen

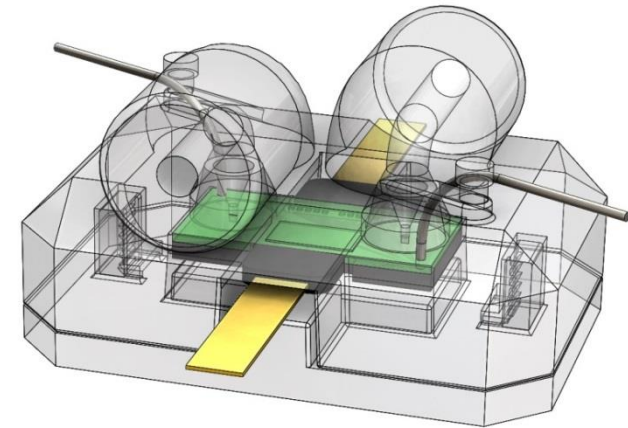
De aansluitingen voor de fluïdische verbinden op de houder zijn in de conceptfase allemaal naar boven gericht. Naar verdieping in het formaat van deze aansluitingen is gebleken dat de aansluitingen redelijk grote 'vleugels' hebben waarmee ze worden aangedraaid (zie afbeelding X), wat er voor zorgde dat de aansluiting moeilijk kon worden vastgemaakt in de geboden ruimte. De aansluitingspunten zijn hierdoor op de houder zo aangepast dat er voldoende ruimte is om de aansluitingen aan te draaien (zie afbeelding 4.2).

4.3 Assemblage

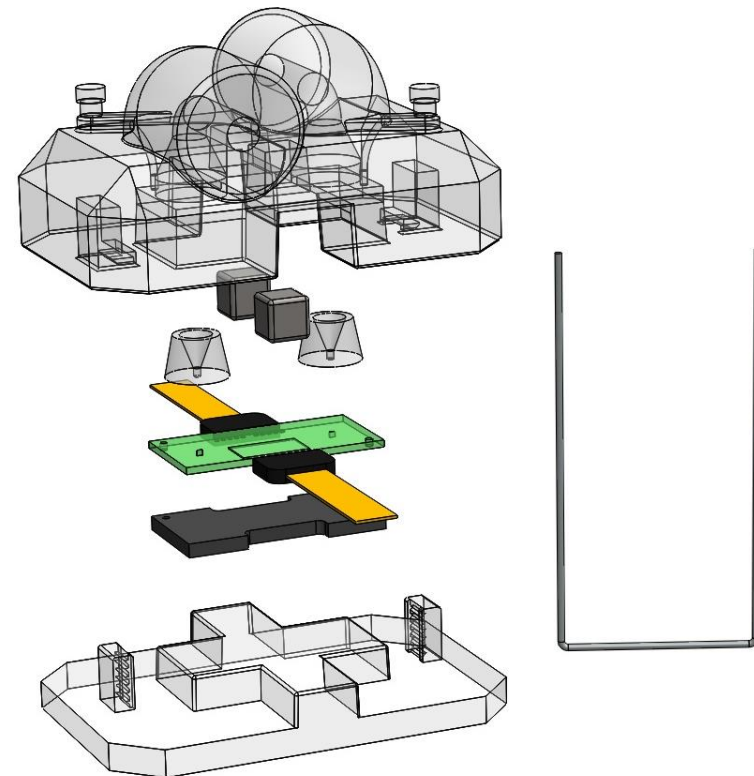
Dit concept wordt geassembleerd door eerst de kegelvormige ferrules uit te lijnen en vast te lijmen op de chip. De lijm wordt op een spincoater aangebracht om de gewenste laagdikte van 0.15mm te verkrijgen. Vervolgens wordt de ferrule hierin gestempeld en met behulp van uitlijningskenmerken en een loep op de chip geplaatst. Als eerste kunnen de magneten worden verlijmd in de houder. Daarna wordt er een draad door de zwarte elastische laag en door de chip gehaald. Vervolgens wordt de draad door de houder gehaald en het geheel op de plaats getrokken. Wanneer alle componenten in de juiste positie zijn kan het draadje om de pinnetje worden gewenteld. Bij de laatste stap wordt de deksel erop geplaatst en is de package klaar. Het draad dient hier als pre-alignement voor chip, elastische laag en de houder ten opzichte van elkaar. De ferrules zullen vervolgens de uiteindelijke uitlijning op zich nemen.



Afb 4.4 | UNF 10-32 fluidic connector



Afb 4.2 | Aangepaste aansluitingen



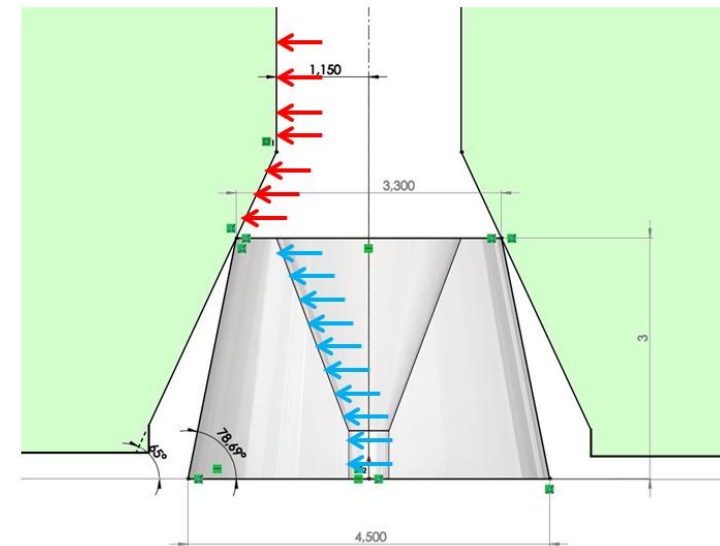
Afb 4.3 | Exploded-view

4.4 Kegelvormige ferrule

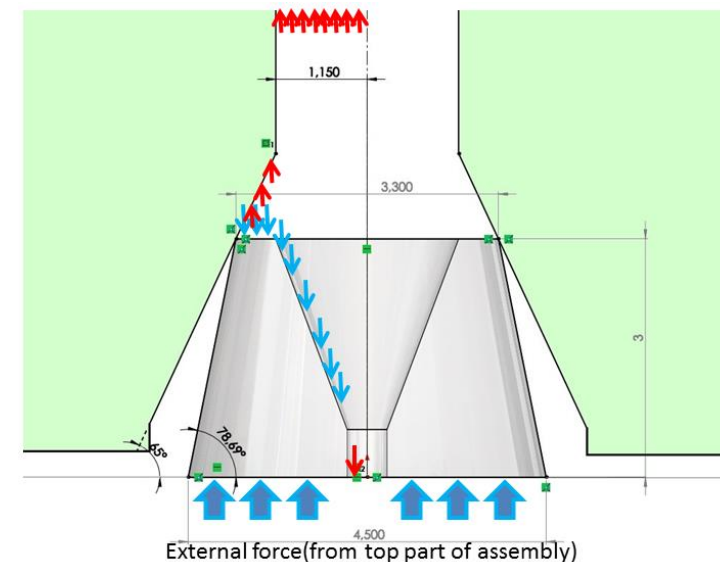
Binnen de fluïdische kanaaltje is er een grote druk, deze druk veroorzaakt krachten die loodrecht liggen op het oppervlakte waar de druk op komt.

Van de kegelvormige ferrule is de vorm en de krachtenwerking in de horizontale richting weergegeven in afbeelding 4.5. De houder is weergegeven in het groen, de ferrule in het grijs. In de afbeelding is te zien dat de kracht dat de oppervlakten van de ferrule die in aanraking komen met de vloeistof of het gas naar buiten worden gedrukt. Omdat de ferrule zal worden gemaakt van een meer elastisch materiaal dan de houder zal deze kracht een positieve werking hebben op de afsluiting van het fluïdische kanaaltje.

De verticale component van de krachtenwerking is weergegeven in afbeelding 4.6, deze afbeelding laat zien dat er een Externe kracht van onderen nodig is om de krachten, die de ferrule met chip wegdrukt van de houder, te compenseren. Deze wordt in het huidige ontwerp geleverd door de klikverbinding, wat mogelijk een te grote kracht oplevert. Om dit probleem op te lossen is in paragraaf 4.8 het ontwerp aangepast zodat de geleverde kracht kan worden gegarandeerd.



Afb 4.5| Krachtenwerking van de afsluiting in de x-richting.



Afb 4.6| Krachtenwerking van de afsluiting in de y-richting.

4.5 Productie

De ferrule zal gemaakt worden van PTFE, dit is een Telfon®. De ferrule heeft geen ingewikkelde interne structuren, en vereist een hoge nauwkeurigheid om onnauwkeurigheden van de houder te compenseren. Om deze redenen zal de ferrule gefreesd en geboord worden uit PTFE.

Voor de productie van de houderdelen zal er gebruik worden gemaakt van Selective Laser Sintering, met deze methode is het mogelijk om producten uit PEEK te maken. SLS PEEK wordt gebruikt in de luchtvaart en de Formule 1, maar ook in de medische wereld voor het maken van implantaten. De keuze van PEEK heeft te maken met de materiaaleigenschappen, PEEK is zeer chemisch resistent en is een hard materiaal waarmee een hoge nauwkeurigheid kan worden bereikt bij het SLS proces (volgens SolidConcepts tot $\pm 0.05\text{mm}$).

De behuizingsdelen worden uit één materiaal gemaakt. Het voorstel om de 'wetted parts' alleen van chemisch resistent materiaal te maken en de rest van de houder als apart component te laten printen heeft de volgende voor en nadelen:

- + Besparen van duur materiaal (PEEK)
- + Minder kosten door minder tijd op dure machine
- Logistieke nadelen
- Extra assemblagestap komt er bij
- Extra onderdelen zorgen voor extra onnauwkeurigheden
- De materiaalsterkte van het geheel zal lager uitvallen wanneer er gebruik wordt gemaakt van verschillende losse onderdelen.

Omdat de voordelen van deze manier van produceren niet opwegen tegen de nadelen is de keuze gemaakt om de houderdelen volledig uit PEEK te maken.

4.6 Kosten

Het laten printen van de PEEK componenten kost:

Volume component 1: $1,6\text{cm}^3$

Volume component 2: $4,5\text{cm}^3$

Dichtheid PEEK: $1,32\text{g/cm}^3$

Prijs PEEK poeder: 911€/kg

Machinekosten: +/- 40€ per uur

Fabricagetijd: 2u

Oplage: 1000 stuks

$$6,1\text{cm}^3 \times 1,32\text{g} \times \text{€}9,11 + 2 \times \text{€}40 \approx \text{€}153 \text{ per package}$$

$$\text{€}153 \times 1000 = \text{€}153.000 \text{ productieprij}$$

Verder zal er nog een winstmarge over de productieprij komen aangezien de productie wordt uitbesteed. De assemblagestappen tezamen zullen, zonder de tijd mee te rekenen dat de lijm nodig heeft om te uit te harden, naar schatting 90 seconden per package duren.

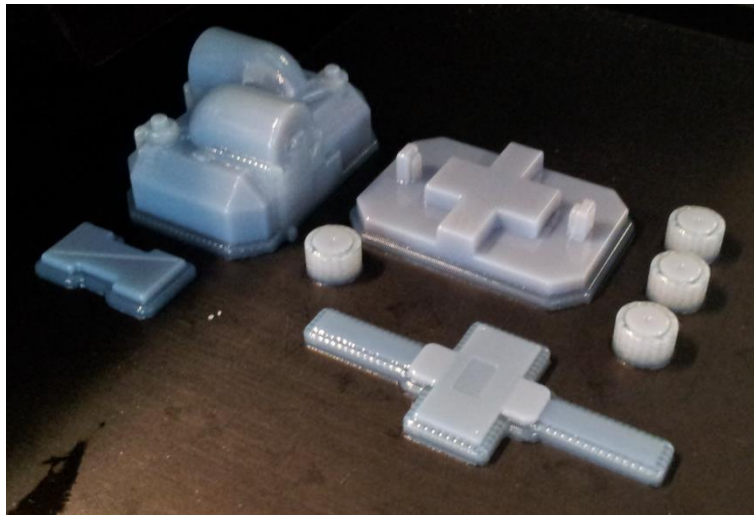
Wanneer er Lean manufacturing wordt gebruikt kan de tijd van de lijmuitharding worden geëlimineerd. De kosten voor de assemblage voor een oplage van 1000 stuks zal bij een assemblagemedewerker met een uurloon van $\text{€}18,-$ zijn:

$$(120 \times 1000) \div 3600 \times \text{€}18 = \text{€}600,-$$

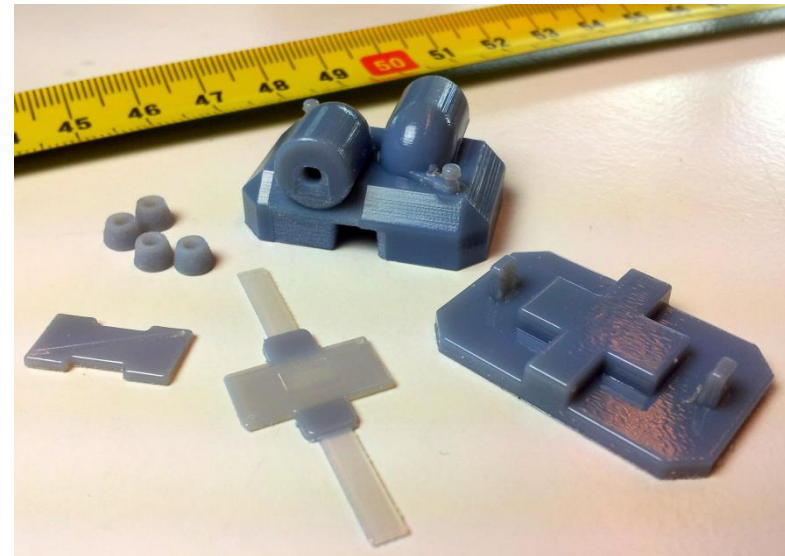
4.7 Prototype

Het prototype is gemaakt in een Objet 30 3D printer. Deze Objet is een hoge resolutie printer welke met materialjetting werkt. De laagdikte is 28 micron en de resolutie is 600dpi.

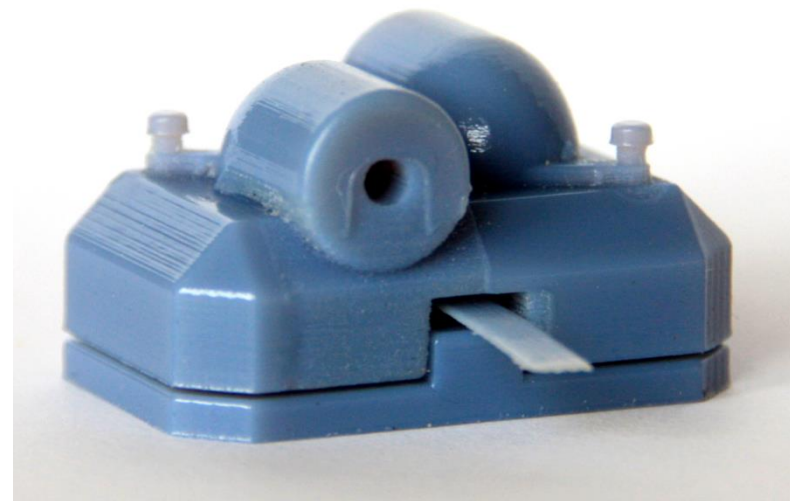
Het gebruikte printmateriaal is Vero Color® 240(uv hardende kunststof). Op de onderstaande afbeelding 4.7 is te zien wat er uit de printer komt, voor de geprinte delen een nabewerking ondergaan. Deze onderdelen bevatten nog 'support-materiaal' om de overhangingen tijdens het printen te ondersteunen. Dit is een soort gel dat na het printen met de hand en een hogedrukspuit verwijderd kan worden. Het eindresultaat is te zien in de afbeeldingen rechts.



Afb 4.7|prototype In de Objet



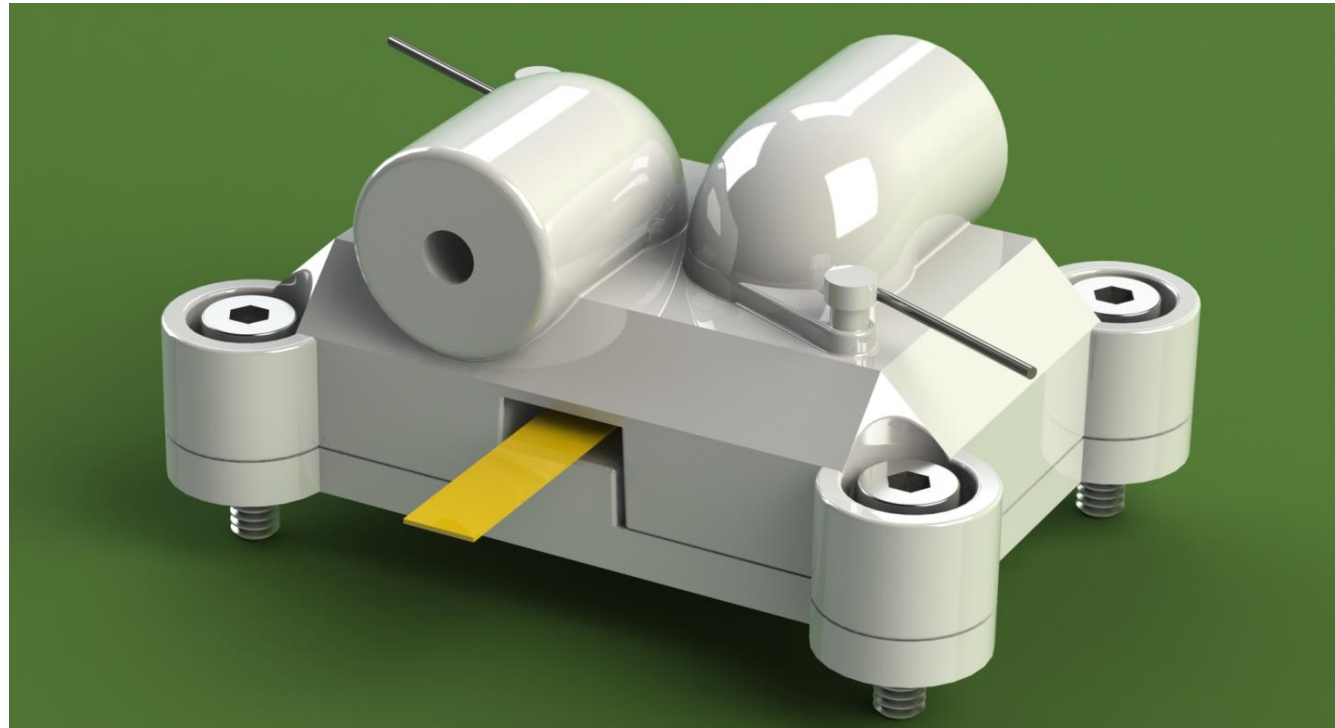
Afb 4.8| Prototype met nabewerking



Afb 4.9 | Prototype geassembleerd

4.8 Aanpassing

Mogelijk gaan de klikverbindingen vloeien en daarnaast hebben deze altijd een kleine bewegingsvrijheid. Om zeker te kunnen zijn van de positionering en de geleverde druk kan er worden gekozen om door de behuizing van het eindconcept vier schroefdraadgaten kunnen worden gemaakt om de gehele behuizing vast te zetten in het systeem (zie afbeelding 4.10). Op deze manier dient de klikverbinding slechts als middel om alle onderdelen op ze plaats te houden, tot de chip package in het uiteindelijke systeem wordt geplaatst. Vanaf dat moment nemen de bouten de taak op zich om voldoende afsluitende kracht te leveren.



Afb 4.10 | Ontwerp met bouten om het vast te kunnen zetten in het systeem.

Conclusie

Men kan tevreden zijn over het behaalde eindresultaat, aangezien de vooraf gestelde doelen bijna allemaal zijn behaald. Het resultaat is een robuuste behuizing die aan de meeste eisen voldoet. De eisen zijn duidelijk opgesteld, de fluïdische verbinding is gerealiseerd en het ontwerp draagt bij aan een gemakkelijke assemblage. Door de beperkte tijd is er helaas te weinig kennis verkregen over de mogelijkheden van alle beschikbare additieve productiemethoden en is de keuze voor de productiemethode gekozen uit de verkregen informatie in de beschikbare tijd.

Omdat deze opdracht slechts het de eerste stap is in de richting van het maken van micro-fluïdische behuizingen met behulp van additive manufacturing, kan er in vervolgprojecten meer onderzoek en experimenten worden gedaan op dit gebied.

De kennis die in de opleiding is verkregen is in deze opdracht toegepast om tot het eindresultaat te komen. Gedurende de opdracht is er veel nieuwe kennis verkregen over microfluïdica, verschillende additive manufacturingmethoden en materialen.

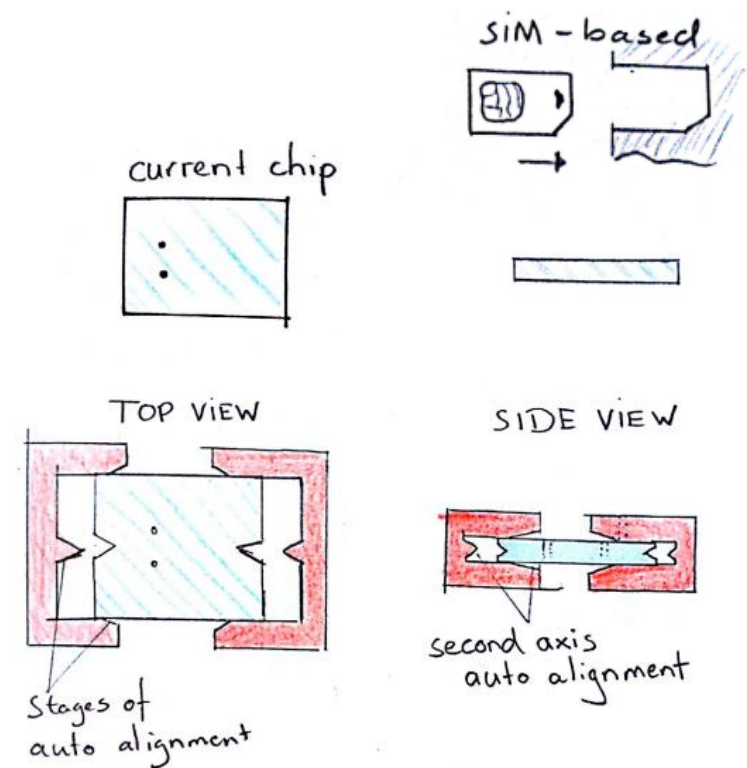
Aanbevelingen

De pinnetjes om het draadje eenmaal om heen te wikkelen moet voor het vastzetten worden aangetrokken en niet na die tijd, dit is een bepaalde handelingsvolgorde in het assemblageproces. Mocht er met het prototype blijken dat deze pinnetjes onvoldoende sterk zijn zouden deze kunnen worden vervangen door gaatje waar paspinnetjes in kunnen worden geplaatst.

Een andere mogelijkheid is het draad helemaal weghalen uit het ontwerp, aangezien de uitlijning van de chip ten opzichte van de houder wordt gerealiseerd door de kegelvormige ferrules op de chip. Bij de elastische laag is deze uitlijning minder essentieel, deze zou bijvoorbeeld met de hand kunnen worden uitgelijnd en op de chip worden gelijmd.

Voor de productie van het eindontwerp zal er eerst nog meer onderzoek nodig zijn naar alternatieve printmethoden en het testen van prototypen geproduceerd met deze printprocessen. Door de beperkte tijd is hier tot een bepaald niveau onderzoek naar gedaan, maar er zijn mogelijk betere (en goedkopere) printmethoden en/of materialen te vinden.

Verder zou het voor verdere ontwikkelingen van het ontwerp beter zijn wanneer er geëxperimenteerd wordt met verschillende maten van de kegelvormige ferrules, om zo tot de beste oplossing te komen. Op dezelfde manier kan er getest worden met verschillende typen chemisch resistente lijm.



Afb 4.11 | een aanpassing op de chip waardoor het uitlijnen makkelijker is.

De fabrikant van de Micro Coriolis chip heeft weinig rekening gehouden met de uitlijning en assemblage van de chip. Een chip met een kerf of een hoekje eruit zal het assembleren al vereenvoudigen, terwijl dit het productieproces van de chips niet veel duurder hoeft te maken (zie afbeelding hierboven).

Bronnen

Mahavir S. et al.(2011) *Electrical, Optical and Fluidic Through-Silicon Vias for Silicon Interposer Applications*.

Accessed on 20-04-2014

J. Haneveld et al.(2013). *Micro Coriolis Mass Flow Sensor With Integrated Capacitive Readout*.

Accessed on 3-04-2014

Production SLS material specifications

<http://www.solidconcepts.com/technologies/selective-laser-sintering-sls/>

Accessed on 08-06-2014

Micronit(2014). *Offers prototyping of microfluidic lab-on-a-chip applications in glass and silicon*.

<http://store.micronit.com/chipholder.html>

Accessed on 13-05-2014

VICI®(2014). *About Valco Fittings*

http://www.vici.com/ft_intro/fi_val1.php

Accessed on 02-06-2014

Induteq(2008). *algemene inleiding in de kenmerken van de lijmtechniek en in de kenmerken van lijmsystemen*.

<http://www.induteq.nl/metaal-werktuigbouw/bestanden/VM86%20Lijmen%20algemeen.pdf>

Accessed on 08-06-2014

IDEX Health and Science(2013). *All About Fittings*.

http://www.idex-hs.com/about/data_sheets/idexhs_all_about_fittings.pdf

Accessed on 20-04-2014

ERIKS(2014). *Seals*.

<http://eriks.nl/nl/downloads/afsluiters/algemeen/>

Accessed on 18-04-2014

Coorstek.com (2014). *PTFE Spring Energized Seals*

http://www.coorstek.com/materials/plastics/plastic_seals.php

Accessed on 20-04-2014

Bürkert GmbH & Co(2013). *Chemical Resistance Chart*.

http://www.buerkert.com/media/COM_Chemical_Resistance_Chart.pdf

Accessed on 12-05-2014

Altshuller G.(2007). *TRIZ Techniques, 40 inventive Principles For Technology and Engineering*

Accessed on 27-05-2014

Dupont(2005). *The Impact of Fluoropolymers on LER in 193nm Imaging*.

http://www2.dupont.com/Semi_Fabrication/en_US/assets/downloads/pdf/science/Chiba_2005.pdf

Accessed on 13-05-2014

M. Hermans et al. (2012). *3D Micro Structures In Glass By Isle With High Speed Micro Scanner*. www.lightfab.de

Accessed on 13-05-2014

A. Atkinson et al. (2011). *Management accounting*
<http://books.google.nl/books?id=q6nYKIM19DYC&printsec=frontcover&hl=nl#v=onepage&q&f=false>
Accessed on 25-06-2014

Goodfellow.com(2014). *PEEK Powder Material Information*.
<http://www.goodfellow.com/E/Polyetheretherketone-Powder.html>
Accessed on 01-07-2014

Inhoudsopgave bijlagen(a)

Titel

Render detaillering

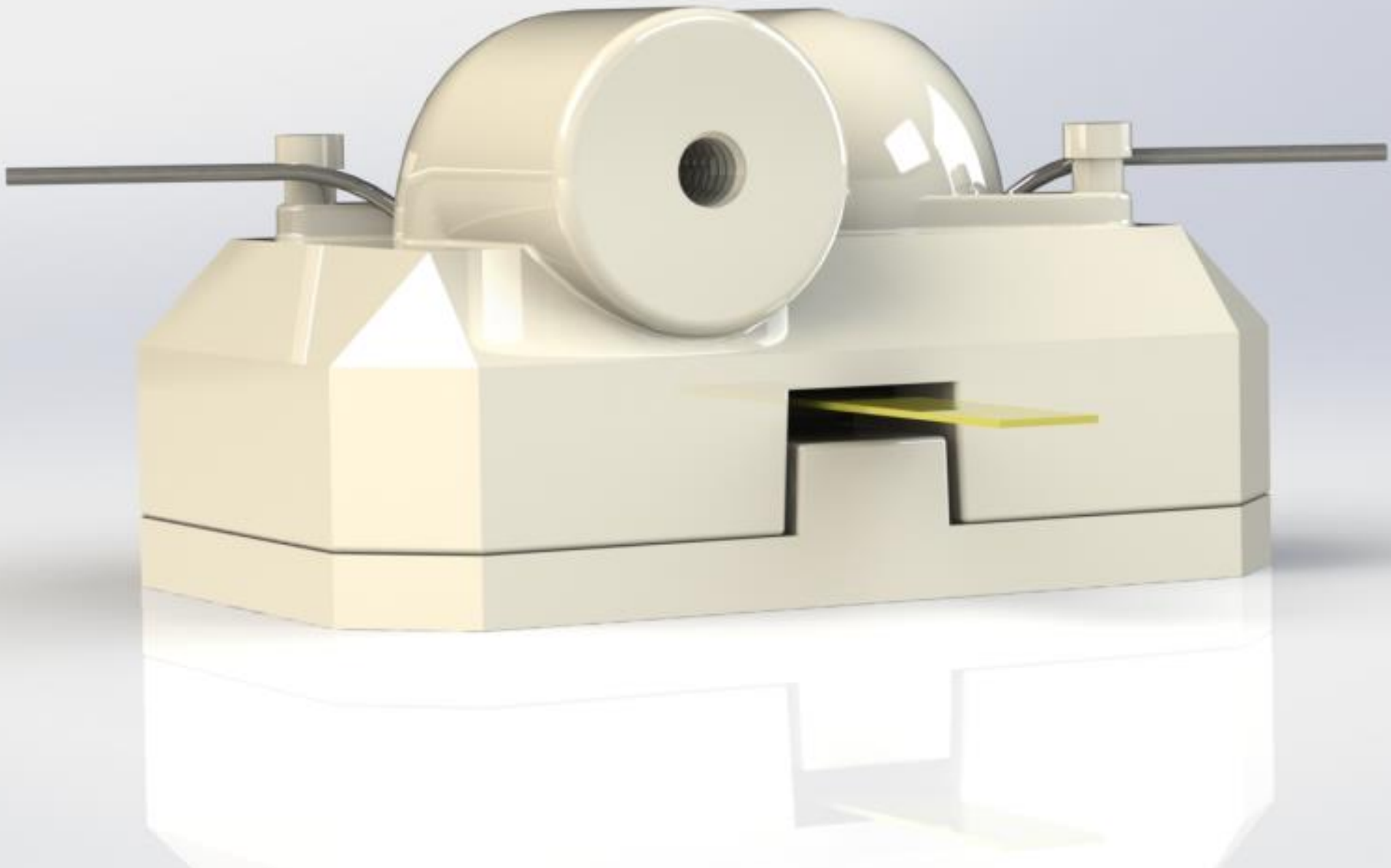
Section view

Detail- section view fluidic connection

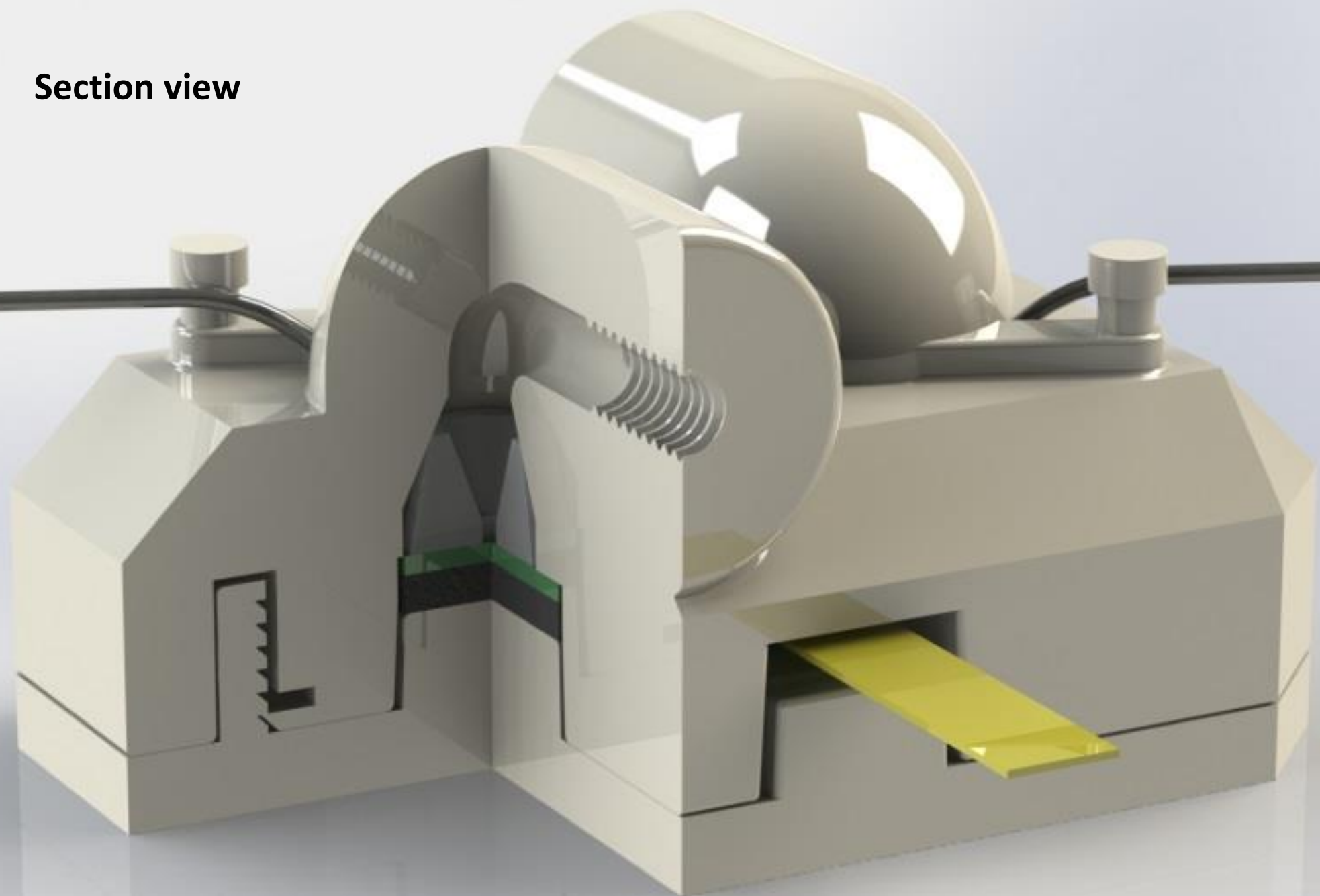
Transparante render

Exploded-view

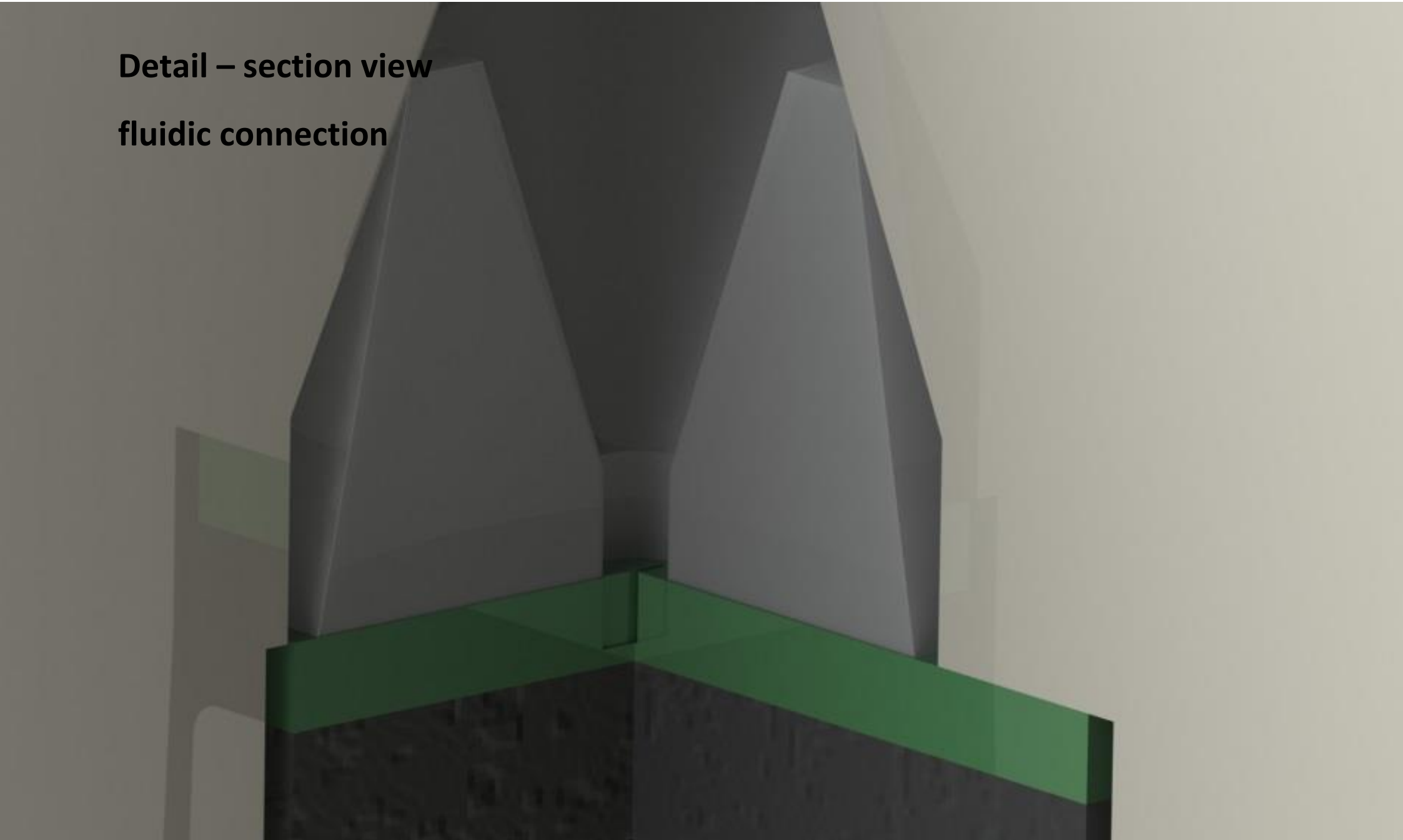
Render detaillering



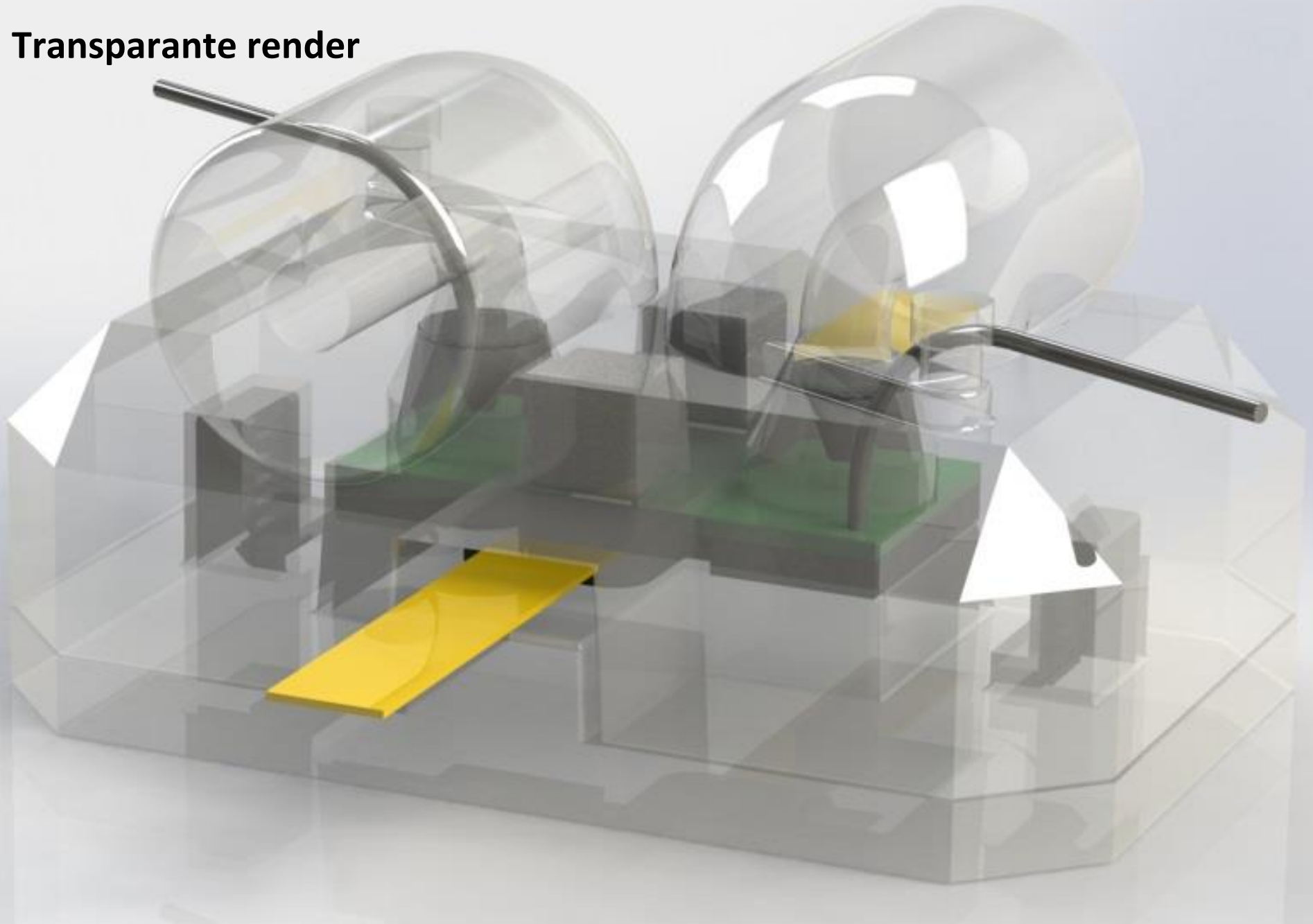
Section view



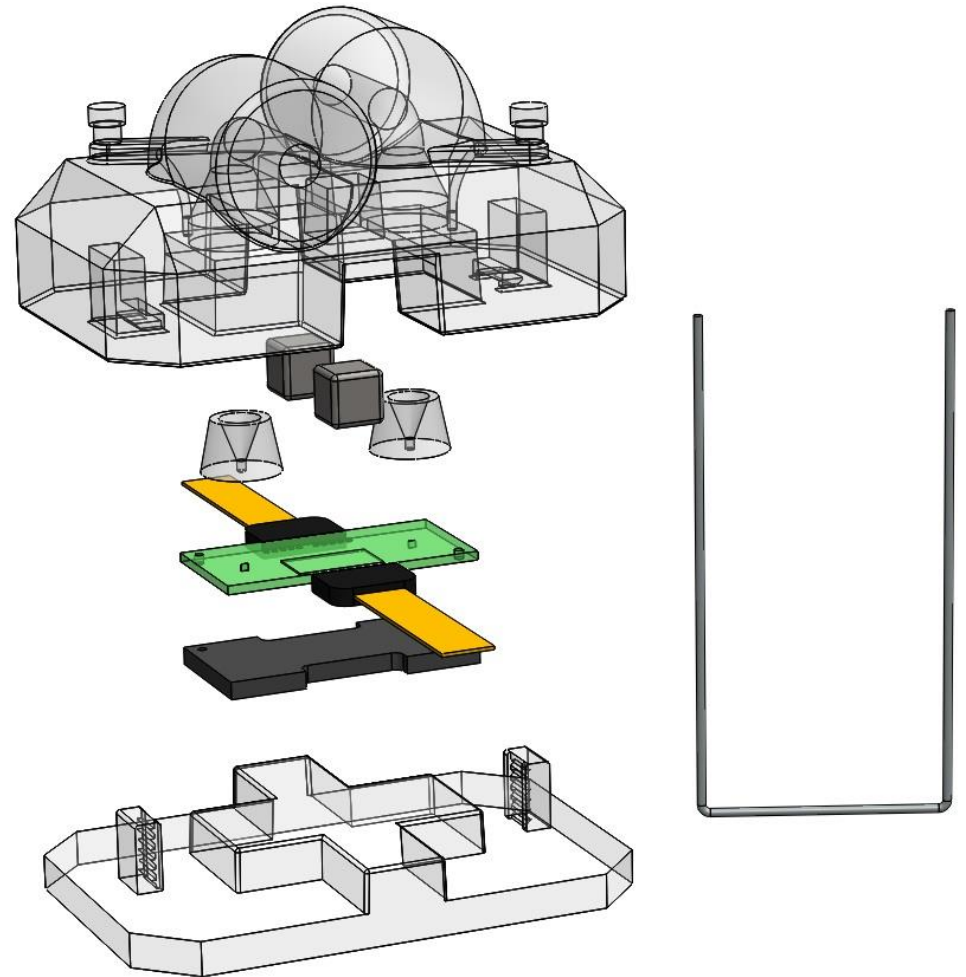
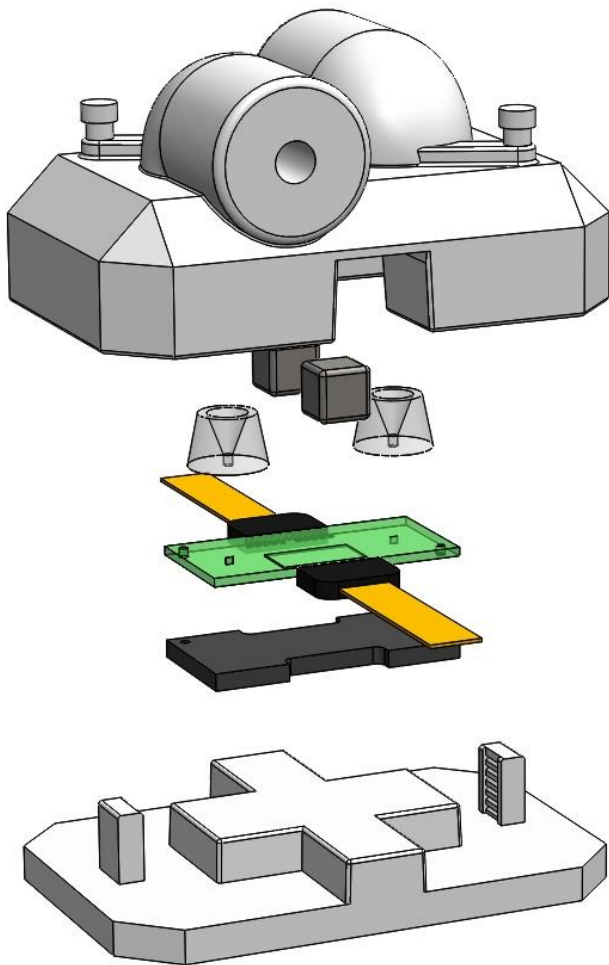
Detail – section view
fluidic connection



Transparente render

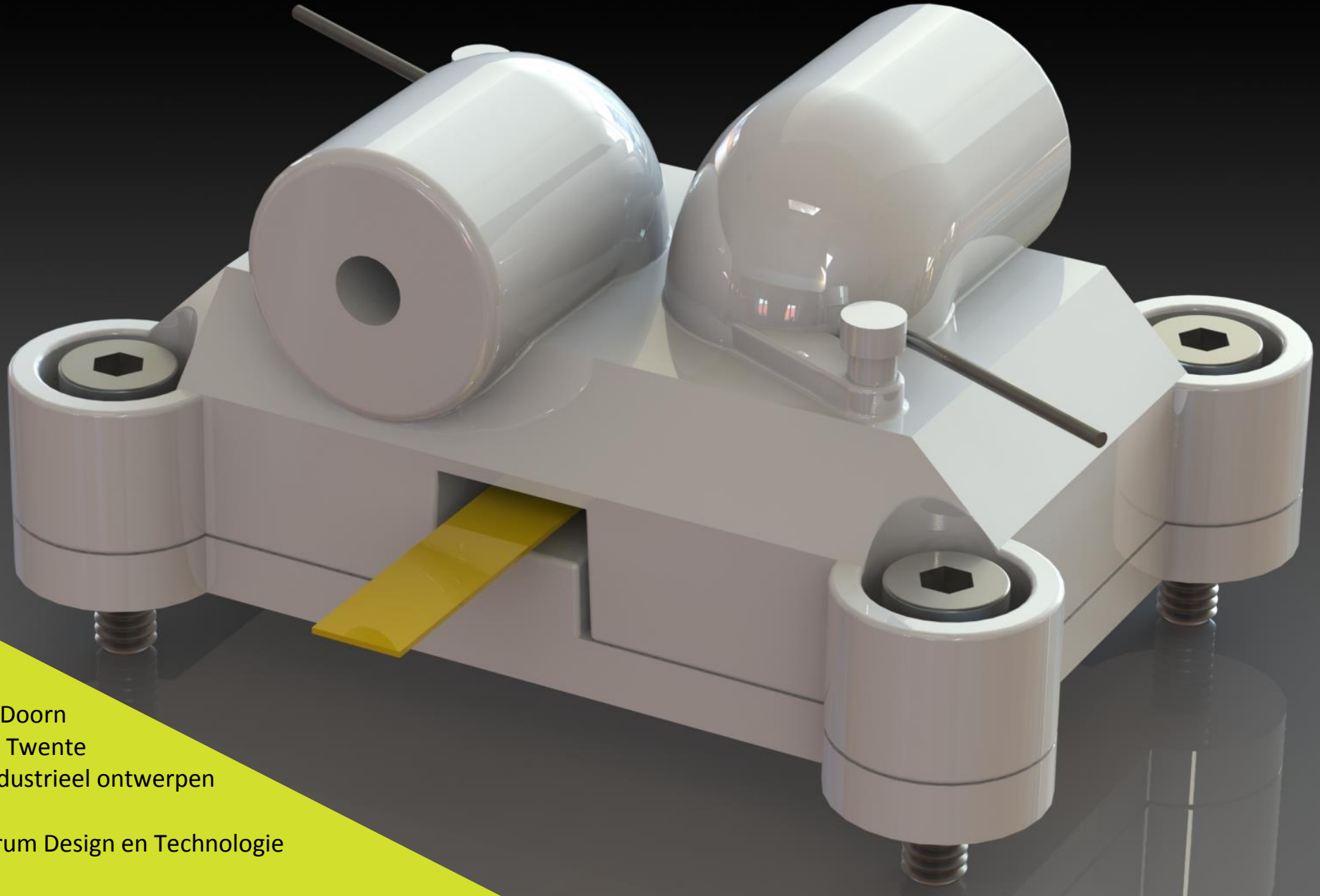


Exploded-view



BACHELOR EINDOPDRACHT 2014 / Confidentiële bijlagen(B)

Het ontwikkelen van een chiphouder, waarbij gebruik wordt gemaakt van 3D-printtechnieken



Rowan van Doorn
Universiteit Twente
Bachelor Industrieel ontwerpen
11 juli 2014
Kenniscentrum Design en Technologie

Inhoudsopgave confidentiële bijlagen(2)

Titel

Maattekening deksel

Maattekening houder

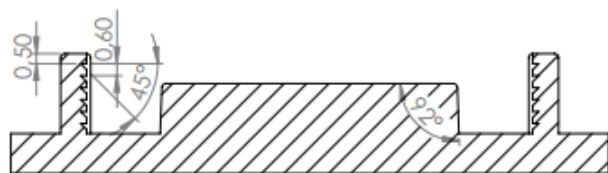
Maattekening elastische lag

Maattekening ferrule

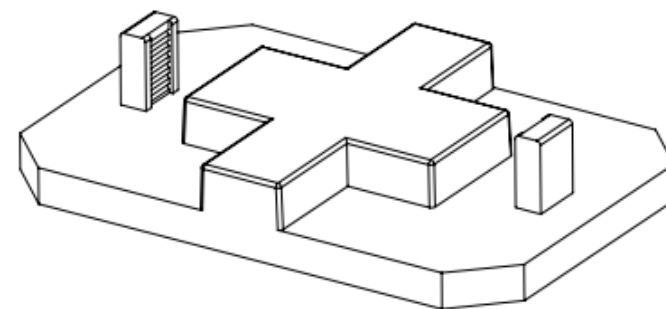
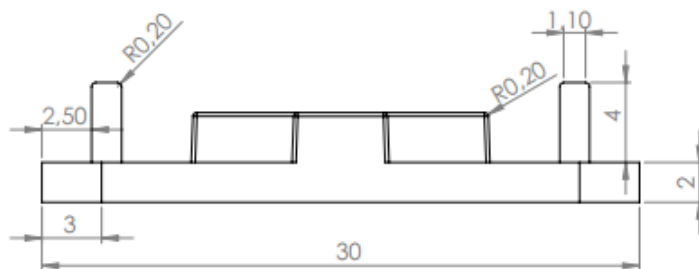
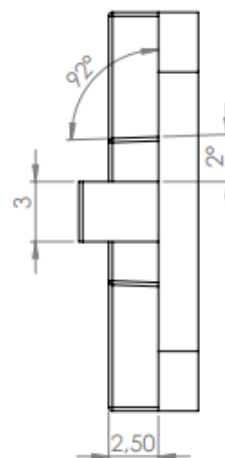
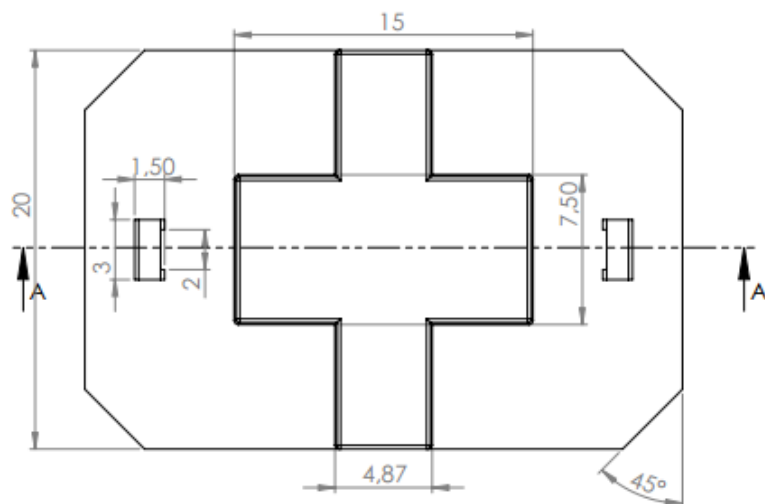
Prototype

Eindontwerp

Maattekening Deksel



SECTION A-A

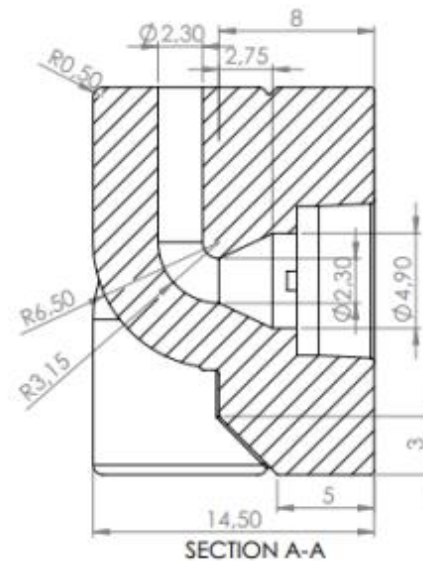
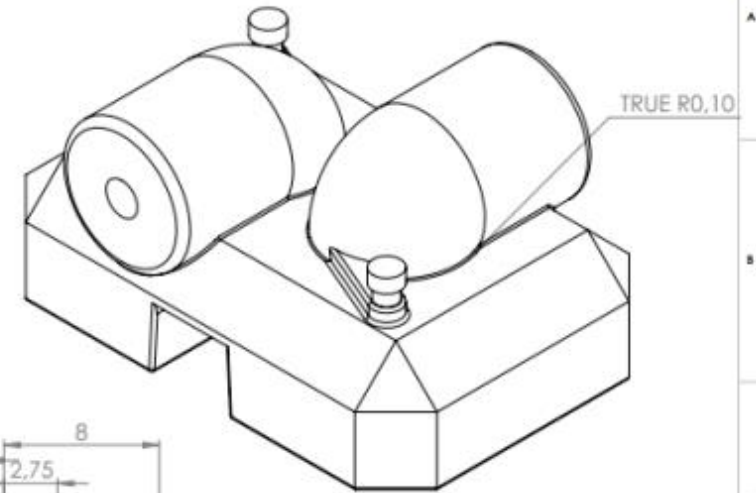
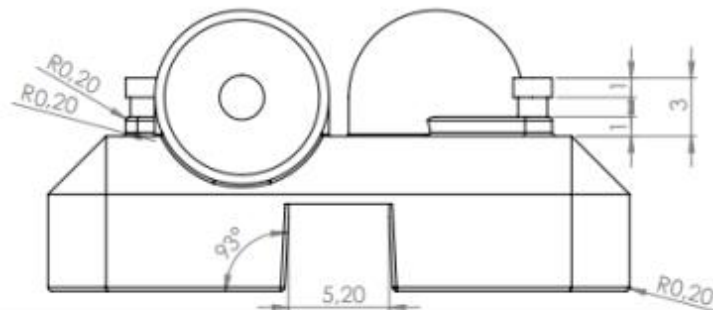
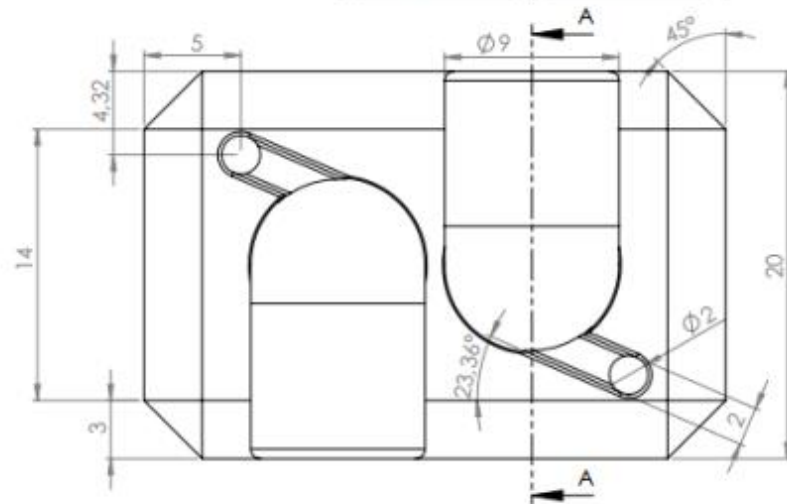
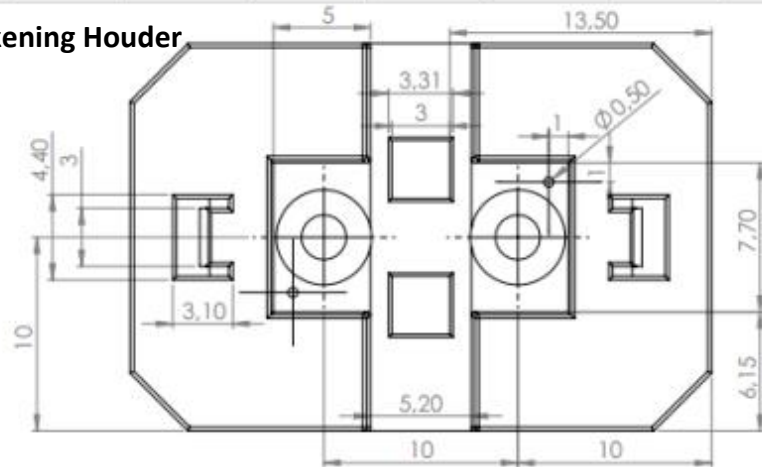


PROJECTION METHOD		UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0.5 MM	DRAWN	--	DATE	10-7-2014
			CHECKED	--	SCALE	4:1
MATERIAL	--	SURFACE FINISH	--	TITLE		REV.
				NO NAME		01
				DRAWING NO.		
				FILE / PART NAME		A3
				Top cover		
				DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 1 OF 1

UNIVERSITY OF TWENTE.

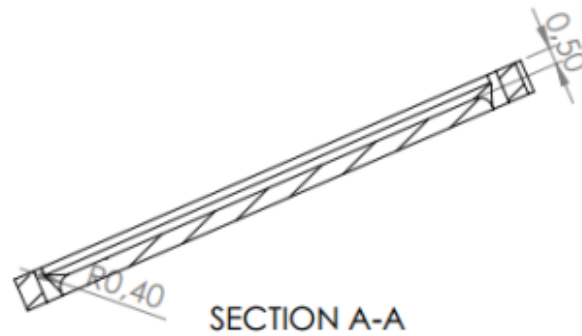
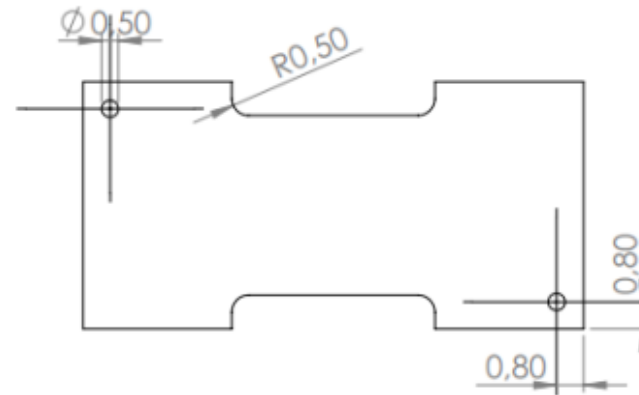
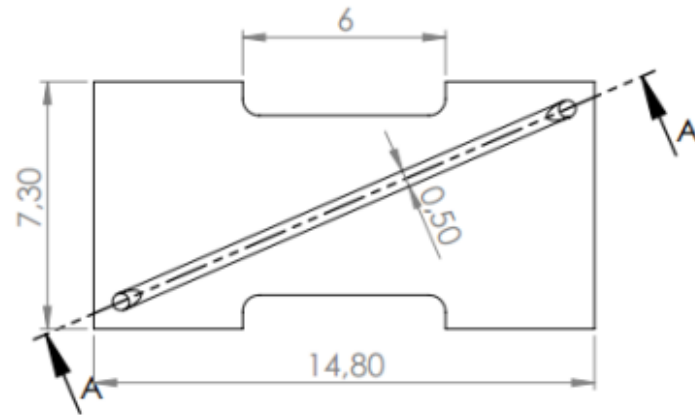
FACULTY OF ENGINEERING

Maattekening Houder

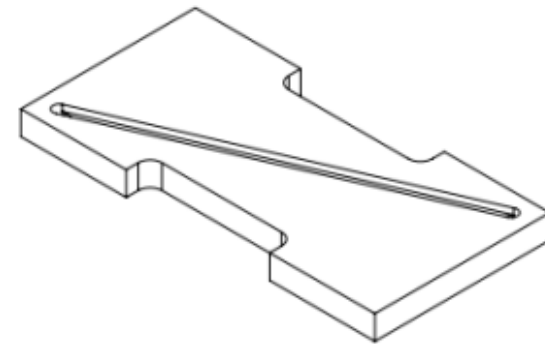


PROJECTION METHOD		UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0.5 MM	DRAWN	--	DATE	10-7-2014
			CHECKED	--	SCALE	4:1
MATERIAL	--	SURFACE FINISH	--	TITLE	NO NAME	REV. 01
	--		--	DRAWING NO.	--	
UNIVERSITY OF TWENTE.				FILE / PART NAME	Holder	A3
FACULTY OF ENGINEERING				DIMENSIONS IN MILLIMETERS	SHEET 1 OF 1	

Maattekening elastische laag

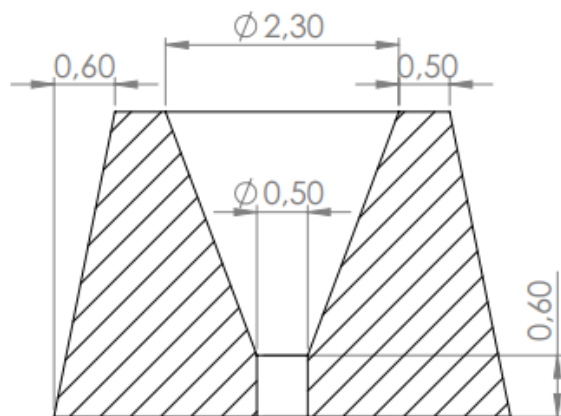
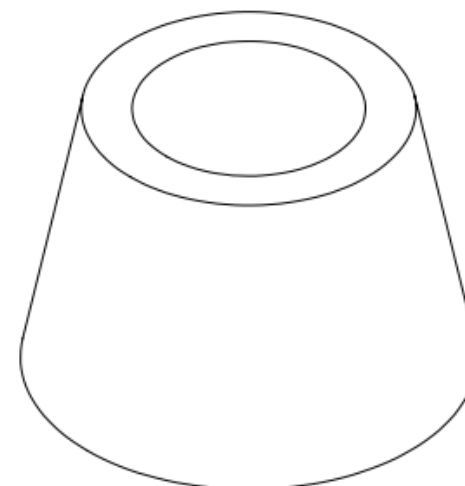
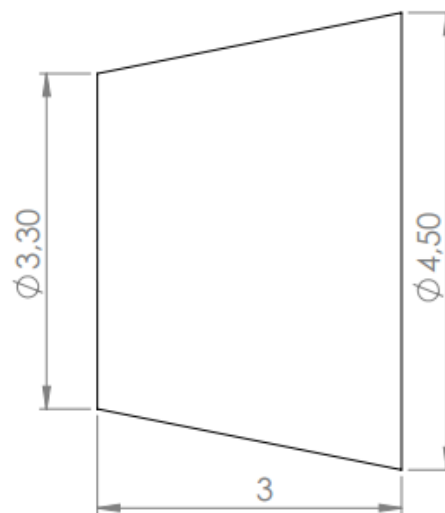
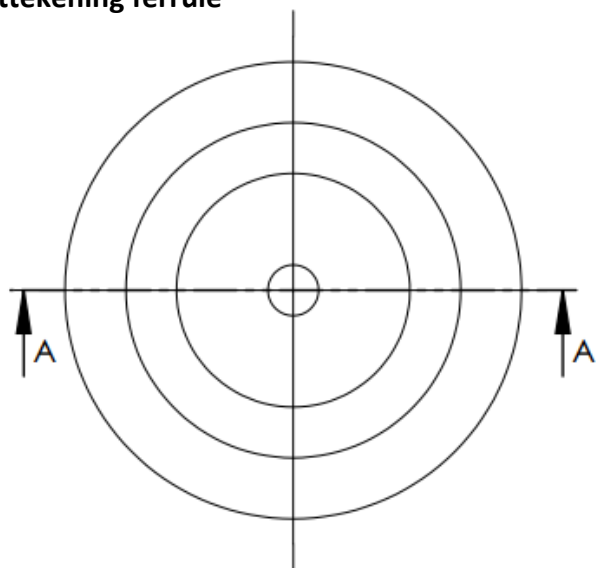


SECTION A-A



PROJECTION METHOD		UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	--	DATE	10-7-2014
			CHECKED	--	SCALE	5:1
MATERIAL	--	SURFACE FINISH	TITLE NO NAME			REV.
	--	--				DRAWING NO.
UNIVERSITY OF TWENTE.			FILE / PART NAME Elastic layer			A4
FACULTY OF ENGINEERING			DIMENSIONS IN MILLIMETERS		SHEET 1 OF 1	

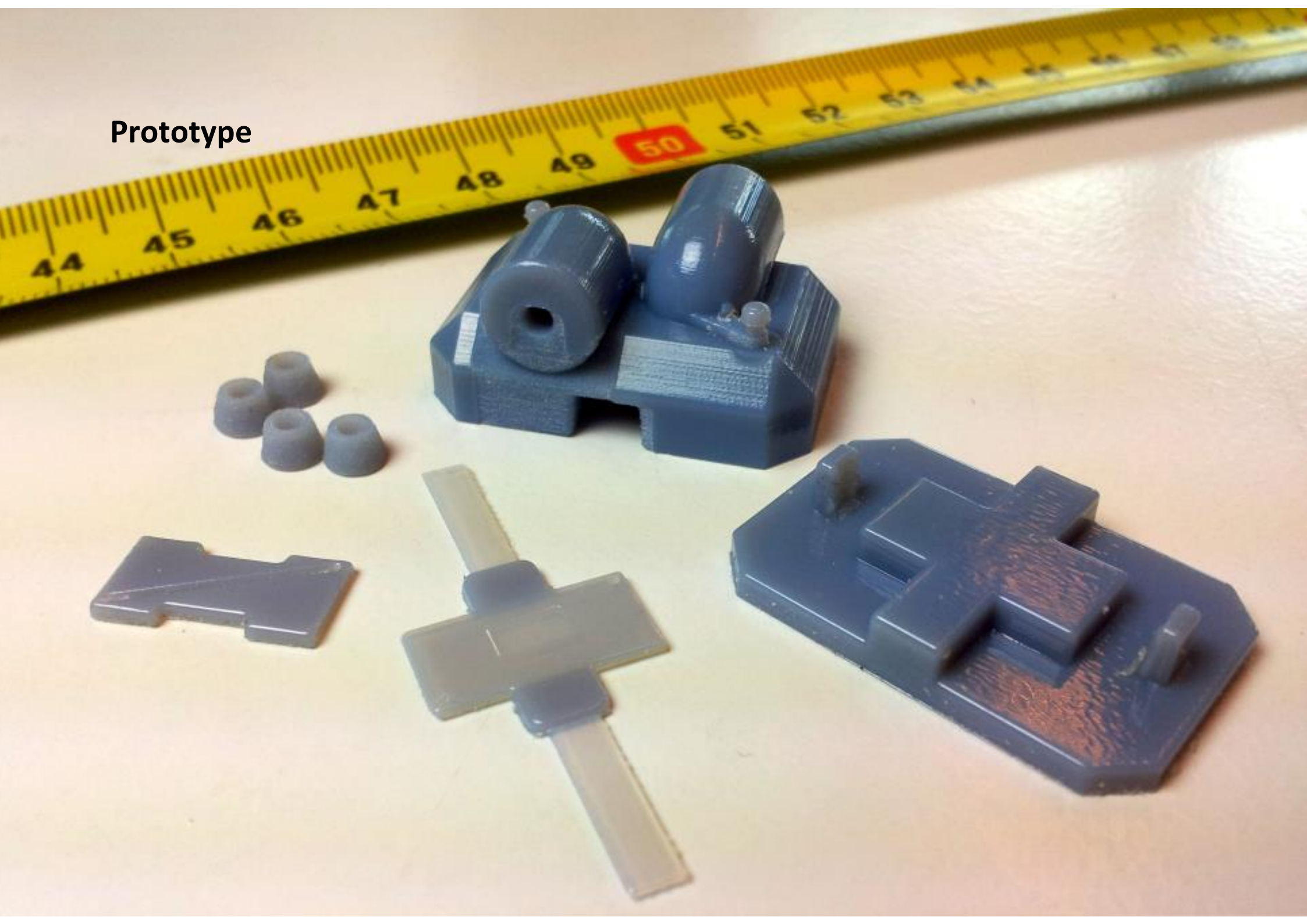
Maattekening ferrule



SECTION A-A

PROJECTION METHOD		UNLESS STATED OTHERWISE: TOLERANCES ± 0,5 MM	DRAWN	--	DATE	10-7-2014
			CHECKED	--	SCALE	15:1
MATERIAL	--	SURFACE FINISH	TITLE			REV.
--	--					
UNIVERSITY OF TWENTE.			NO NAME			01
			DRAWING NO.			A4
			--			
FACULTY OF ENGINEERING			FILE / PART NAME			SHEET 1 OF 1
			ferrule			
DIMENSIONS IN MILLIMETERS						

Prototype



Prototype



Eindontwerp

