

UV inkjet 3D-printing:

Digitale Multimateriaal Manufacturing met hoge resolutie

i ChemStream
Marin Steenackers

L'impression 3D par jet d'encre est une technologie unique pour la fabrication à haute résolution d'objets «multi-matériaux». En combinant différentes têtes d'impression, plusieurs matériaux ayant différentes propriétés physiques (mécanique, optique, électrique, etc.), chimiques ou biologiques peuvent être incorporés dans un seul objet. ChemStream développe des encres à jet d'encre sur mesure pour réaliser ces objets multifonctionnels innovants.



Links: Dit illustreert het 3D-printen van ingebouwde functionaliteit zoals een elektrisch (half-)geleidende baan binnen een transparant elektrisch isolerend voorwerp. Rechts: De hoge resolutie van UV Inkjet 3D-Printing laat o.a. toe om gepersonaliseerde oftalmische lenzen 3D-te printen (geprint door LuxExcel met inkt ontwikkeld door ChemStream).

UV inkjet 3D-printing is een unieke technologie om met hoge resolutie 'multimateriaal' objecten te printen. Door verschillende printkoppen te combineren, kunnen meerdere materialen met verschillende fysische (mechanische, optische, elektrische, enz.), chemische of biologische eigenschappen in één enkel object worden geïncorporeerd. ChemStream ontwikkelt functionele inkjet inkt op maat om deze innoverende multifunctionele 3D-geprinte objecten te verwezenlijken.

WAAROM IS UV INKJET 3D-PRINTING UNIEK?

De laatste decennia zijn er verschillende 3D-print technologieën ontwikkeld, zoals Fused Deposition Modeling (FDM), Laser Sintering (LS), Stereolithografie (SLA), voor het verwezenlijken van zowel prototypes (Rapid Prototyping) als afgewerkte producten (Digital Manufacturing). Bij deze mainstream 3D-printtechnologieën wordt het object over het algemeen opgebouwd vanuit één materiaal en beschikt het gevormde object dus over één bepaalde materiaaleigenschap. Een nog relatief jonge en sterk innoverende tak binnen de 3D-printtechnologieën is UV Inkjet 3D-Printing. Door zijn vele voordelen, zoals hoge

resolutie, hoge productiviteit (inzetbaar voor industriële massaproductie) en de mogelijkheid om multimateriaal (en dus multifunctionele) objecten te verwezenlijken, heeft deze technologie een enorm groeipotentieel met een focus op Digital Manufacturing. Door verschillende inkjet printkoppen te combineren kan men complexe objecten ontwerpen opgebouwd uit meerdere met elkaar verweven materialen, elk met verschillende fysische (mechanische zoals hardheid, elasticiteit, optische zoals kleur, brekingsindex, fluorescerend, elektrische zoals geleidbaarheid, band gap), chemische zoals hydrofiel of hydrofoob en biologische eigenschappen. Dit laat toe om objecten te produceren met volledig nieuwe eigenschappen en ingebouwde functionaliteiten. Wegens de hoge resolutie, typisch voor het UV Inkjet 3D-printing proces, is het vandaag de dag de enige 3D-printtechnologie die toelaat om objecten voor optische toepassingen te produceren met een optisch glad oppervlak zonder enige vorm van (meestal complexe en dure) nabehandelingsstappen (zoals vernissen en polijsten). ChemStream is gespecialiseerd in het ontwikkelen van inkt voor UV Inkjet 3D-printtoepassingen en het vertalen van uitdagende materiaal-eigenschappen in innovatieve en duurzame inktformuleringen.

HOE WERKT UV INKJET 3D-PRINTING?

UV Inkjet 3D-Printing maakt gebruik van UV-uithardende inkt die met hoge precisie onder de vorm van kleine druppels (tussen 1 en 250 picoliter afhankelijk van de printkoptechnologie) op het substraat worden gedeponneerd (drop-on-demand) met piëzo-inkjet printkoppen. Het algemene werkingsprincipe wordt hieronder geschetst:



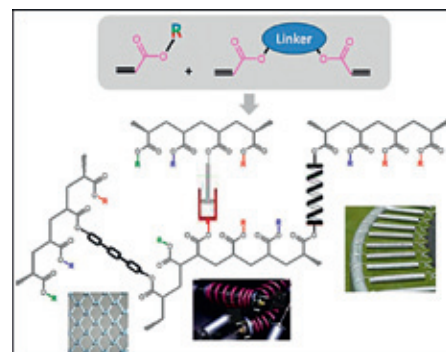
De printer bestaat uit een of meerdere inkjet printkoppen, optioneel een wals en een UV-lamp. De printkoppen zetten kleine druppels inkt af volgens de contouren van het model. De geplaatste druppels worden optioneel vlak gewalst en vervolgens uitgehard door de UV-lamp.

Na het vormen van een laag, beweegt de printtafel een laagdikte naar beneden zodat de volgende laag geprint kan worden. In analogie met conventionele grafische 2D-inkjet printing waarin een kleurenbeeld wordt verkregen door verschillende kleuren simultaan te jetten (één kleur per printkop), worden er in 3D-inkjet printing, inkt met verschillende materiaal-eigenschappen tegelijkertijd geprint. Om de productiviteit te verhogen kan men verschillende printkoppen in serie achter elkaar laten printen met hetzelfde materiaal. De resolutie wordt in eerste instantie bepaald door de gebruikte printkop. Men kan tegenwoordig een laterale resolutie halen tot onder 25 µm (in de XY-richting) en slechts 1 µm in de opbouw (Z)-richting.

HOE WORDEN VERSCHILLENDE MATERIAALEIGENSCHAPPEN BEREIKT?

MECHANISCHE EIGENSCHAPPEN

Via moleculair design en een intelligente selectie van monomeren, vernetters en oligomeren, kunnen inkjet inkt worden geformuleerd die leiden tot 3D-geprinte objecten met zeer uiteenlopende mechanische eigenschappen. Tijdens de UV-uit-



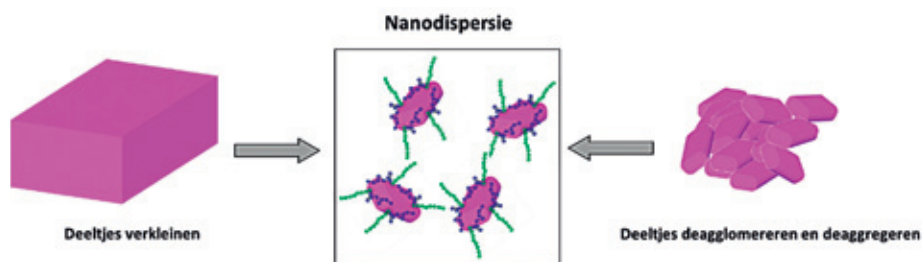
harding, worden de vloeibare inkjet inktten gepolymeriseerd tot één vernet geheel. Op moleculair vlak, wordt een netwerk van vertakte en vernette polymeerketens gevormd. De moleculaire structuur van de chemische groepen (R) en de linkers die deel uitmaken van dit netwerk, bepaalt in grote mate de mechanische eigenschappen.

Sommige linkers zijn moleculaire veren en geven macroscopisch elastische materialen terwijl andere linkers bestaan uit rigide chemische verbindingen en deze vertalen zich in harde materialen. Sommige linkers kunnen beschouwd worden als moleculaire bumpers en vormen materialen met een hoge impactresistentie. Deze sterk uiteenlopende chemische bouwstenen kunnen geformuleerd worden om een materiaal te verkrijgen met gewenste eigenschappen (glastransitietemperatuur (T_g), hardheid, elongatie bij breuk, treksterkte, enz.).

Naast moleculair design, is een bijkomende ontwerptool het 3D-printen van 2 of meerdere materialen met verschillende mechanische eigenschappen. Zo kan men bijvoorbeeld zachte rubberachtige bolletjes printen in een hardere matrix om de impactresistentie te verbeteren. Men kan ook voorwerpen ontwerpen met anisotropische eigenschappen en mechanische gradiënten.

INGEBOUWDE FUNCTIONALITEIT EN NANODISPERSIES

Functionele inktten worden verkregen door specifieke additieven toe te voegen aan de inktten. Afhankelijk van de toepassing en het type additief, kunnen deze stoffen opgelost zijn in de inkt (bijvoorbeeld een fluorescerende kleurstof) of niet opgelost zijn (bijvoorbeeld een gedispergeerd pigment). Een brede waaier aan functionaliteiten (elektrisch geleidend, magnetisch, hoge brekingsindex, ...) kan worden verkregen met gedispergeerde deeltjes. Voor inkjet inktten is dit echter een uitdaging gezien de inktten door microkanaaltjes (nozzles) worden gejet. Daarom moeten laagviskeuze nanodispersies worden gebruikt met een goed gecontroleerde deeltjesgrootte en deeltjesgroottedistributie. Zulke nanodispersies kunnen enkel verkregen worden door gebruik te maken van geavanceerde maaltechnologie in combinatie met specifieke polymeerdispergatoren:



Naast het formuleren van functionele inktten die gebruik maken van commerciële dispergatoren, ontwikkelt ChemStream op maat gemaakte dispergatoren om zowat om het even welke vaste stof om te zetten in hoogwaardige nanodispersies voor 2D- en 3D-Inkjet toepassingen. Het inbouwen van zulke inktten in een 3D-geprint object opent een hele waaier aan nieuwe materiaaleigenschappen en toepassingen. In dit perspectief wordt UV Inkjet 3D-Printing steeds meer ontwikkeld voor het vervaardigen van afgewerkte producten die niet via een andere 3D-printingstechnologie of conventionele productiemethode kunnen worden geproduceerd.

SUPPORT INKTEN

Zoals bij andere 3D-printtechnologieën, maakt UV Inkjet 3D-printing gebruik van 'supportinkten'. Dit laat toe om objecten met complexe geometrieën te verwezenlijken. De supportinkt wordt na het printen verwijderd via een wegspoelstap. Door gebruik te maken van wateroplosbare monomeren, kan men supportinkten ontwikkelen die eenvoudig met water kunnen worden verwijderd.

WAT BRENGT DE TOEKOMST?

Het vertalen van steeds nieuwe materiaal-eigenschappen in industrieel inzetbare inkjet inktten is een boeiend multidisciplinair onderzoeksgebied. Hiervoor dient men niet alleen nieuwe chemische bouwstenen te ontwikkelen en de formulatietechnologie verder uit te diepen, maar ook nieuwe printstrategieën en procesontwikkelingen te onderzoeken. Zo laten bijvoorbeeld recente ontwikkelingen in de printkoptechnologie toe om steeds viskeuzere inktten bij steeds hogere temperaturen te jetten, waardoor nieuwe materiaalconcepten kunnen worden geëxploreerd. UV Inkjet 3D-Printing staat nog in zijn kinderschoenen, maar door de vele voordelen en mogelijkheden van deze technologie, brengt het een brede waaier van veelbelovende mogelijkheden met zich mee voor de digitale industriële massaproductie van morgen.



ChemStream is een innovatief chemisch R&D bedrijf gespecialiseerd in het vertalen van uitdagende materiaalvereisten in duurzame formuleringen met focus op nanodispersies, functionele coatings en inkjet inktten (2D en 3D- printing).

CONTACT

Frank De Voeght
Drie Eikenstraat 661
2650 Edegem
+32 (0)3 826 93 29
info@chemstream.be
www.chemstream.be