混合加法和減法
飛秒 3D 微加工
設備及服務

femtika

WWW.FEMTIKA.COM

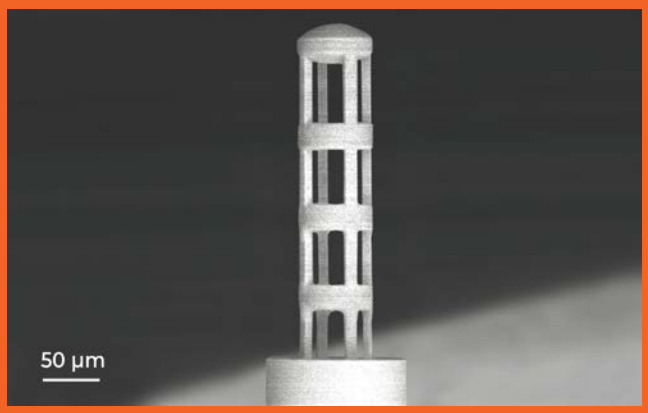
FEMTIKA 簡介

FEMTIKA 是多光子聚合和選擇性雷射蝕刻領域先進雷射技術解決方案的領先供應商。 我們的尖端技術可在包括微電子、醫療設備和航空航太工程在內的廣泛行業中實現精確高效的加工。

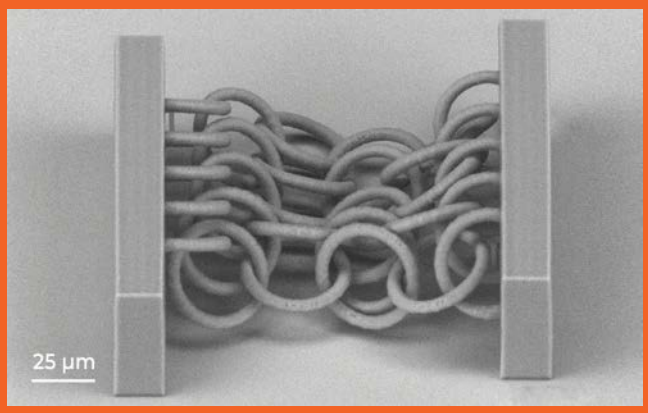
我們成立於2013年，經驗豐富的科學家和工程師團隊一直是雷射技術研發的先鋒。我們對創新和卓越的承諾導致了獨特而高效的雷射解決方案開發，這些解決方案可提供卓越的效果。我們最先進的技術製成了最新的設備，使我們能夠為客戶提供最高水準的服務和支援，並且還提供全面的培訓和技術支援，以確保我們的客戶擁有實現目標所需的知識和工具。

在 FEMTIKA，我們致力於為我們的客戶提供市場上最好的雷射技術解決方案。 我們努力超越客戶的期望，幫助他們在各自的行業取得成功。

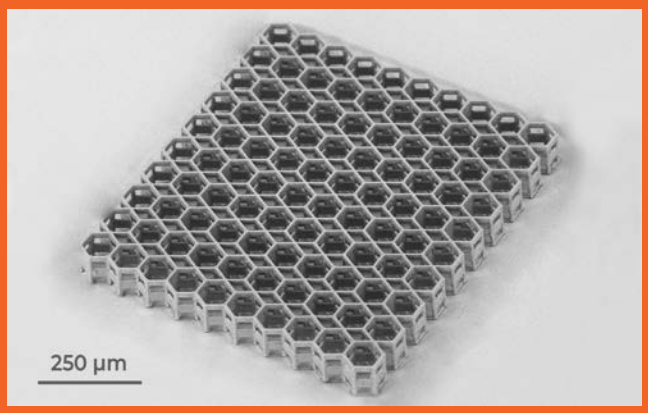
本公司屬於歐洲光電子產業聯盟 (EPIC)、TOOLAS 集團和立陶宛雷射協會。



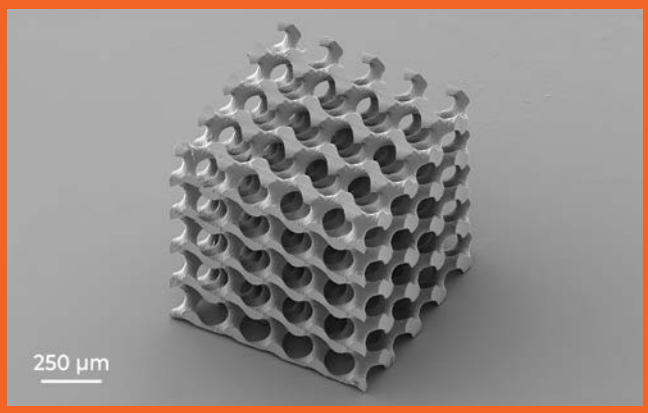
光纖頂端的3D 微結構



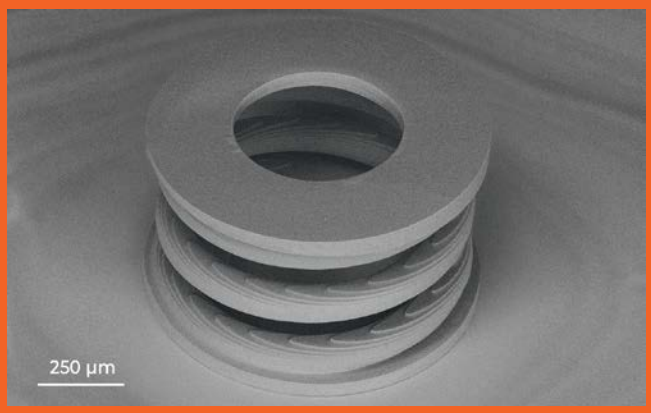
3D鎖甲結構



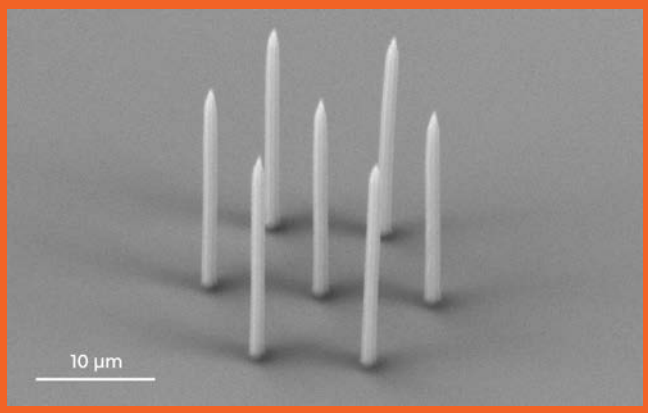
3D生醫細胞封裝支架



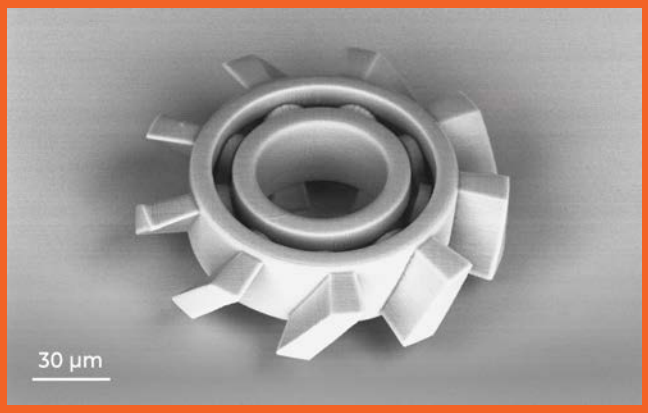
3D陀螺儀結構



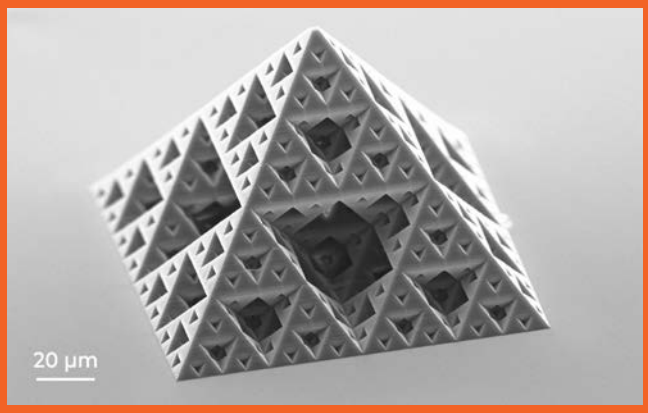
3D 微機械梅索彈簧



生醫微型針頭



微型機器人精密複雜結構



3D多孔螺旋曲面結構

多光子聚合

應用

- 微光學
- 微機械
- 3D支架
- 感應器
- 互連

特徵

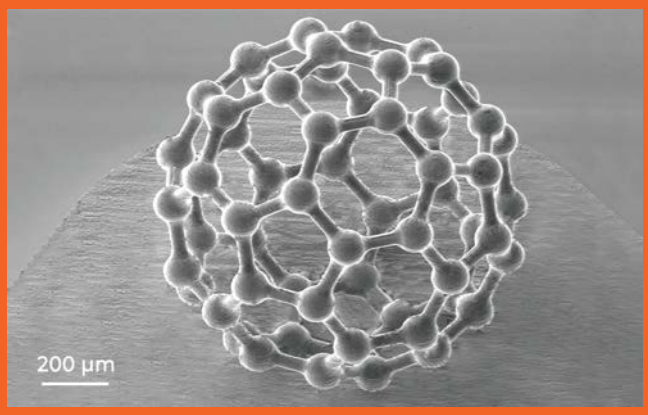
- 奈米解析度增材製造技術
- 微米級的真實 3D 結構
- 多種聚合物加工
- 無接縫製造

多光子聚合 (MPP) 是一種能夠在次微米解析度內生產任意形狀聚合物結構的技術。 首先，通過將與光阻劑混和的聚合物材料滴鑄在載玻片上然後預烘烤來製備光阻劑樣品。 之後，使用雷射直接寫入技術製造 3D 微結構。 結果，稱為光聚合的過程，聚合物在受到雷射輻射影響的地方硬化。 最後，將微結構浸入有機溶劑中以顯影未聚合的光阻劑。

MPP 通常用於微電子設備的製造，因為它允許創建非常小和精細的高精度結構。 此外，由於光線高度聚焦，因此可用於創建複雜的 3D 形狀。

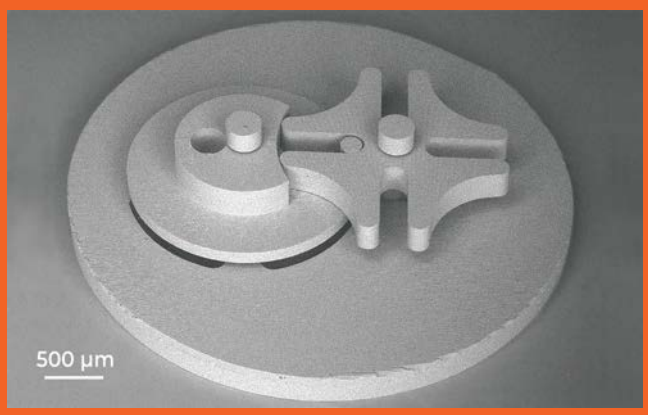
規格

技術	加法製造
材料	SZ2080, SU-8, Ormocers, Glassomer, hybrid organic-inorganic photopolymers, elastomers, proteins
最小XY特徵尺寸	150 nm
最小表面粗糙度Ra	≤ 20 nm
最大製造速度	30 mm/s

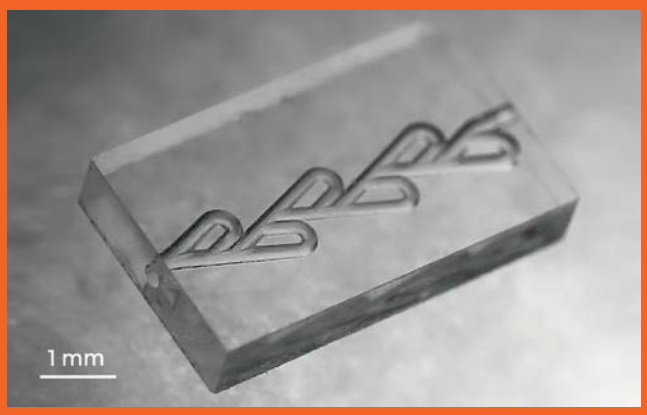


3D玻璃結構

3D噴嘴

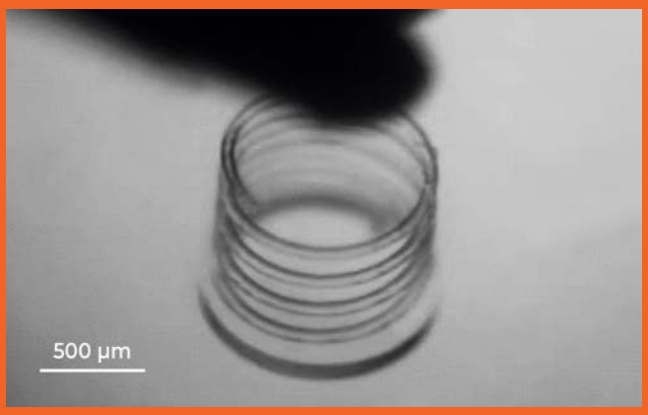


日內瓦驅動器



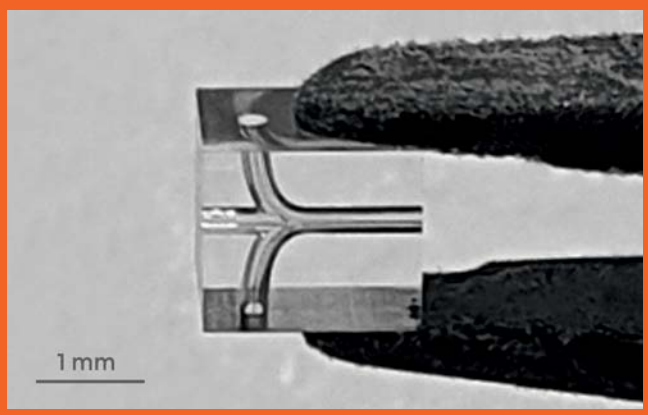
特斯拉閥門

微流道結構



螺絲螺紋

3D齒輪機構



3D 互連通道

選擇性雷射蝕刻

應用

- 微機械
- 微流體
- 晶片實驗室

特徵

- 減材製造技術
- 從玻璃微米級到厘米級的任意形狀 3D 結構
- 適用各種玻璃
- 用於自動雷射光束對準的自對準系統
- 千分尺特徵解析度

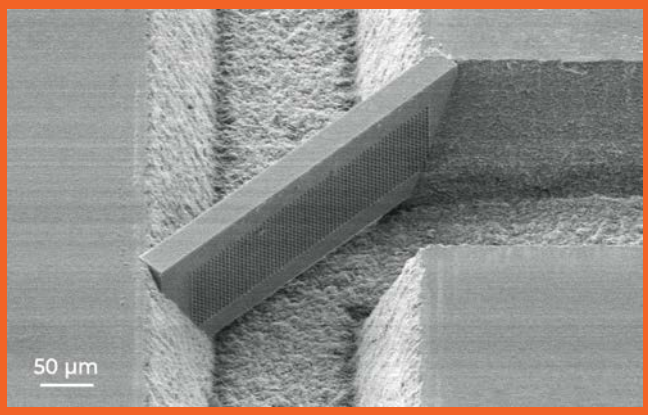
選擇性雷射蝕刻 (SLE) 是一種減材雷射技術，可以製造具有微米級精度的複雜形狀 3D 玻璃部件。 該技術包括兩個製造步驟：飛秒雷射照射和隨後的化學蝕刻。 緊密聚焦的飛秒雷射光束引起雷射光焦點內透明材料的改變。 通過在空間上移動雷射焦點，定義明確的結構以逐點的方式寫入到基板表面。 之後，將樣品浸入蝕刻劑溶液中，蝕刻出雷射修飾區域。

SLE 通常用於電子設備和其他精密部件的製造，因為它可以在蝕刻圖案中實現高精度和細節。 此外，由於雷射光束高度聚焦，它可用於蝕刻非常小和複雜的設計。

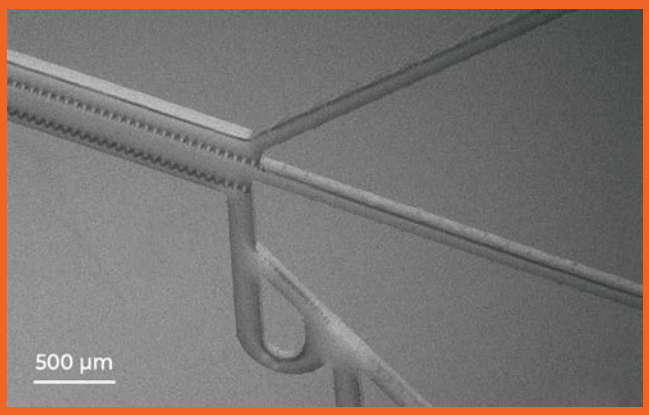
規格

技術	減法製造
材料	Fused silica, Borofloat 33
最小特徵尺寸	> 1 µm
最小表面粗糙度	< 200 nm
最大物件高度	1 cm
縱橫比	> 1 : 200
最小微孔徑	5 µm
寫入速度	50 mm/s

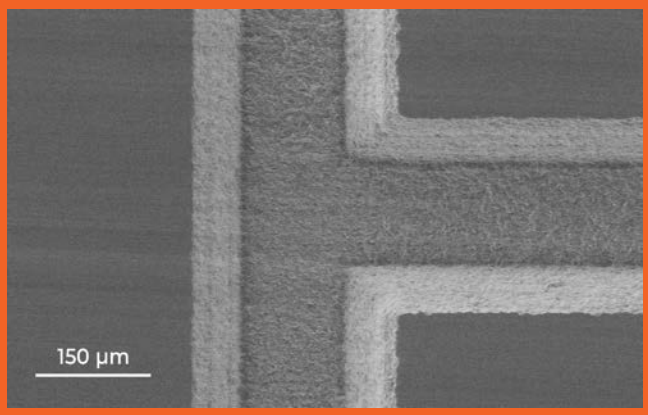
@ info@femtika.com 🌐 www.femtika.com



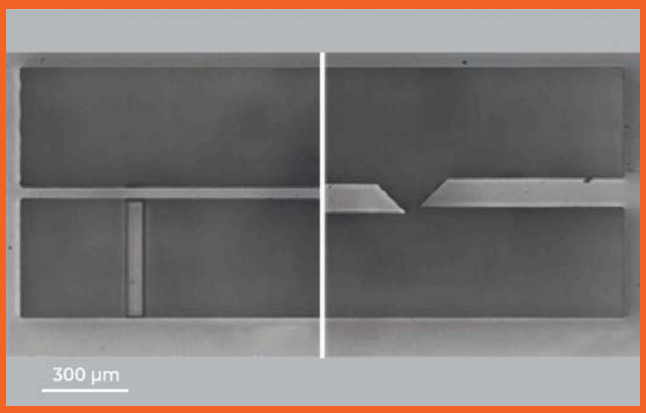
晶片實驗室裝置



器官晶片



晶片實驗室裝置



微機械感應器

混合製造

應用

- 微機械
- 晶片實驗室
- 微流體
- 感應器

特徵

- 加法和減法技術結合在一個雷射奈米設備中
- 從微米到厘米尺度的任意形狀的 3D 結構
- 從加法到減法微細加工的快速切換
- 客製化配置- 組合額外裝置

飛秒雷射器是用途極為廣泛的工具，可用於多種不同的微加工技術。 每個技術對雷射、光束傳輸或材料參數都有自己的要求。 我們的雷射奈米設備允許混合製造，這意味著同一設備支持多種技術。 我們最常用的兩種技術是多光子聚合和選擇性玻璃蝕刻，但還遠不止這些！ 通過精確調整其參數，同一台機器能夠執行更多流程，包括：

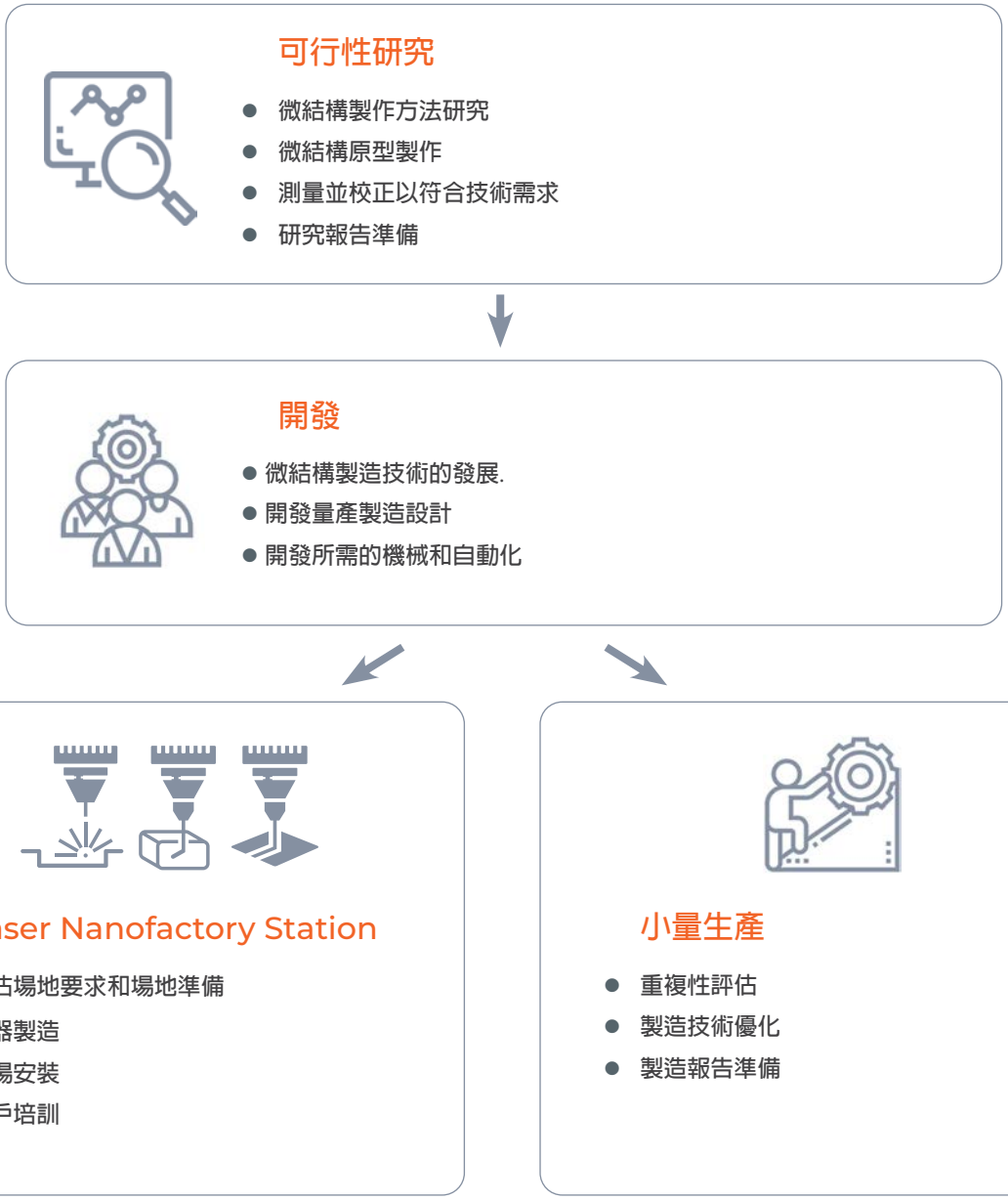
- 透明材料的折射率改質
- 微消融
- 表面結構化
- 微型焊接

此外，Laser Nanofactory 是一個模組化設備，可以進一步適應您的應用。 它支援各種樣品架（例如用於顯微鏡載玻片、晶圓、光纖）和不同的製造頭，針對您所需的雷射應用進行了優化。


LaserShield
StereoBlue
euromex

委外代工生產

Femtika 的代工生產流程始於對客戶要求的全面評估和全面的設計諮詢。 我們的專家團隊根據客戶的製造需求提供有價值的建議和設計建議。 設計完成後，Femtika 將利用最先進的飛秒雷射系統創建精確的原型，並根據客戶的規格進行出色的測試和驗證。 隨著原型製作的成功完成，製造過程過渡到大規模生產，Femtika 先進的飛秒雷射功能可實現高產量和最短生產時間的高效製造。 在整個過程中，實施嚴格的品質保證措施，包括檢查和性能測試，以確保製造的產品符合預期的標準。 最後，將產品安全包裝並及時送達客戶所在地。 通過遵循這一綜合流程，Femtika 確保在基於飛秒雷射技術的代工製造中為其客戶提供最高品質和滿意度。




LASER NANO FACTORY
femtika

LASER NANOFACTORY WORKSTATION

技術規格

技術		多光子聚合			選擇性 雷射蝕刻	混合製造
雷射源						
飛秒雷射	波長	780 nm	1030 ± 10 nm 515 ± 10 nm		1030 ± 10 nm	1030 ± 10 nm and 515 ± 10 nm
	重覆率	100 MHz	11 MHz ... 76 MHz	Single-shot – 1 MHz	Single-shot – 1 MHz	Single-shot – 1 MHz
	脈寬	< 100 fs	50 fs 120 fs 170 fs	290 fs – 20 ps (tunable)	250 fs (450 fs) – 10 ps (tunable)	190 fs – 10 ps (tunable)
	最大平均功率	250 mW	2 W	5 W	10 W	from 5 W to 20 W*
	長期功率穩定性	< 0.5% RMS over 24 h	< 0.5% RMS over 100 h			
定位						
帶同步檢流計掃描儀的線性平台	XYZ 定位平台安裝在帶橋接的花崗岩底座上					
	加工範圍(XYZ)	160 mm × 160 mm × 60 mm *				
	精度 (XYZ)	± 300 nm				
	解析度 (XYZ)	1 nm				
	最快速度(XY)	200 mm/s				
	振鏡掃描器					
	精度	50 µrad				
	重複精度	0.4 µrad RMS				

其他參數

及時監測	製造過程由結合機器的視覺系統監控		
拼接	使用無限視場 (IFoV) 的無縫製造		
聚焦光學	物鏡 – from 0.4 to 1.4 NA *	物鏡 – from 0.25 to 0.45 NA *	物鏡 – from 0.25 to 1.4 NA *
自動對焦系統	自動玻璃/聚合物或玻璃/空氣界面光學檢測		
自動對準系統 (SAS)	自動雷射光路徑對準系統		
基材	具有電腦控制的通用真空樣品架，用於透明樣品的位置同步照明		

技術	多光子聚合	選擇性 雷射蝕刻	混合製造

雷射光傳輸和控制	電動衰減器、偏振旋轉器、擴束器。 集成功率計可實現實時功率監控
軟體	方便地控制所有必要的技術參數和機器設置。 該軟體處理由流行的 CAD 程序創建的標準格式的 3D 設計，如 STL
雷射安全	符合人體工程學的外殼可確保雷射安全等級 1 和雷射微細加工過程的環境穩定性條件

* 可客製

物理尺寸

所有門關閉時的尺寸 (W × L × H)	1790 mm × 920 mm × 2270 mm
開門尺寸 (W × L × H)	2680 mm × 1900 mm × 2300 mm
重量	~ 700 kg

環境和通用要求

工作溫度	20 °C ± 2 °C
相對濕度	≤ 60%
電器要求	110 V AC, 20 A – 230 V AC , 10 A
交流電源 (正常運作)	typical 2 kW

環境條件最好盡可能穩定。

尺寸圖

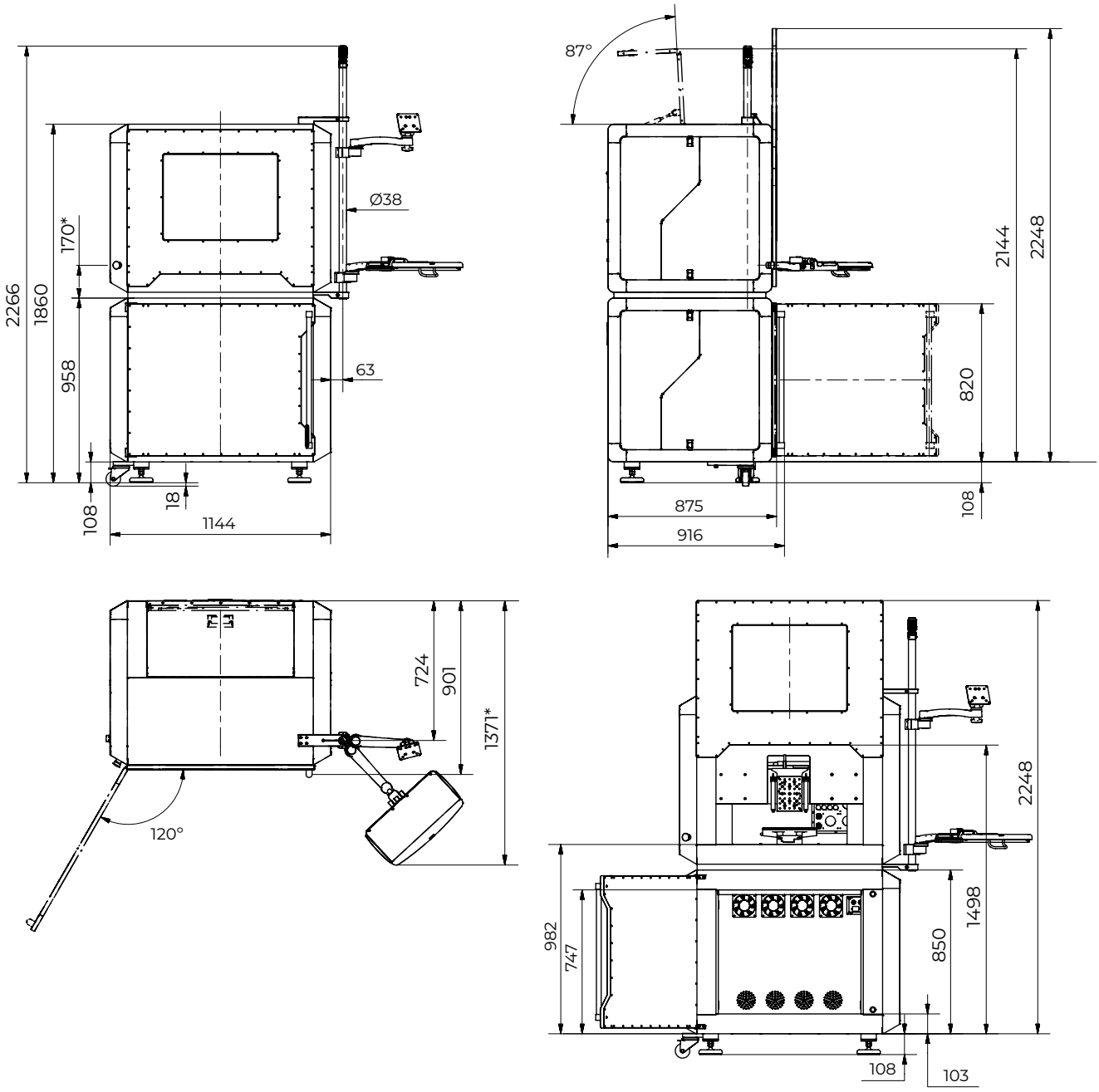


圖 1. 以mm為單位的設備尺寸

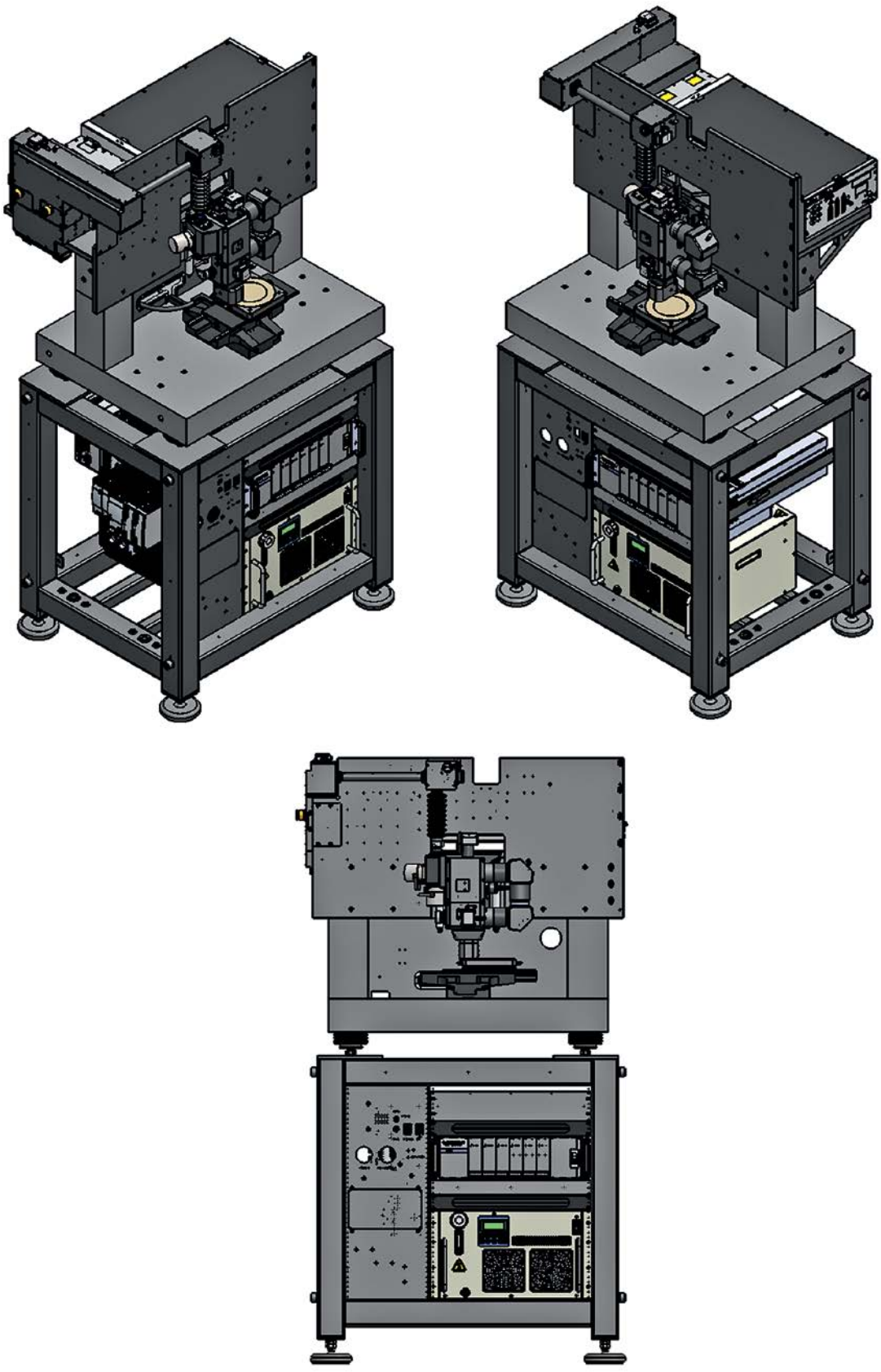
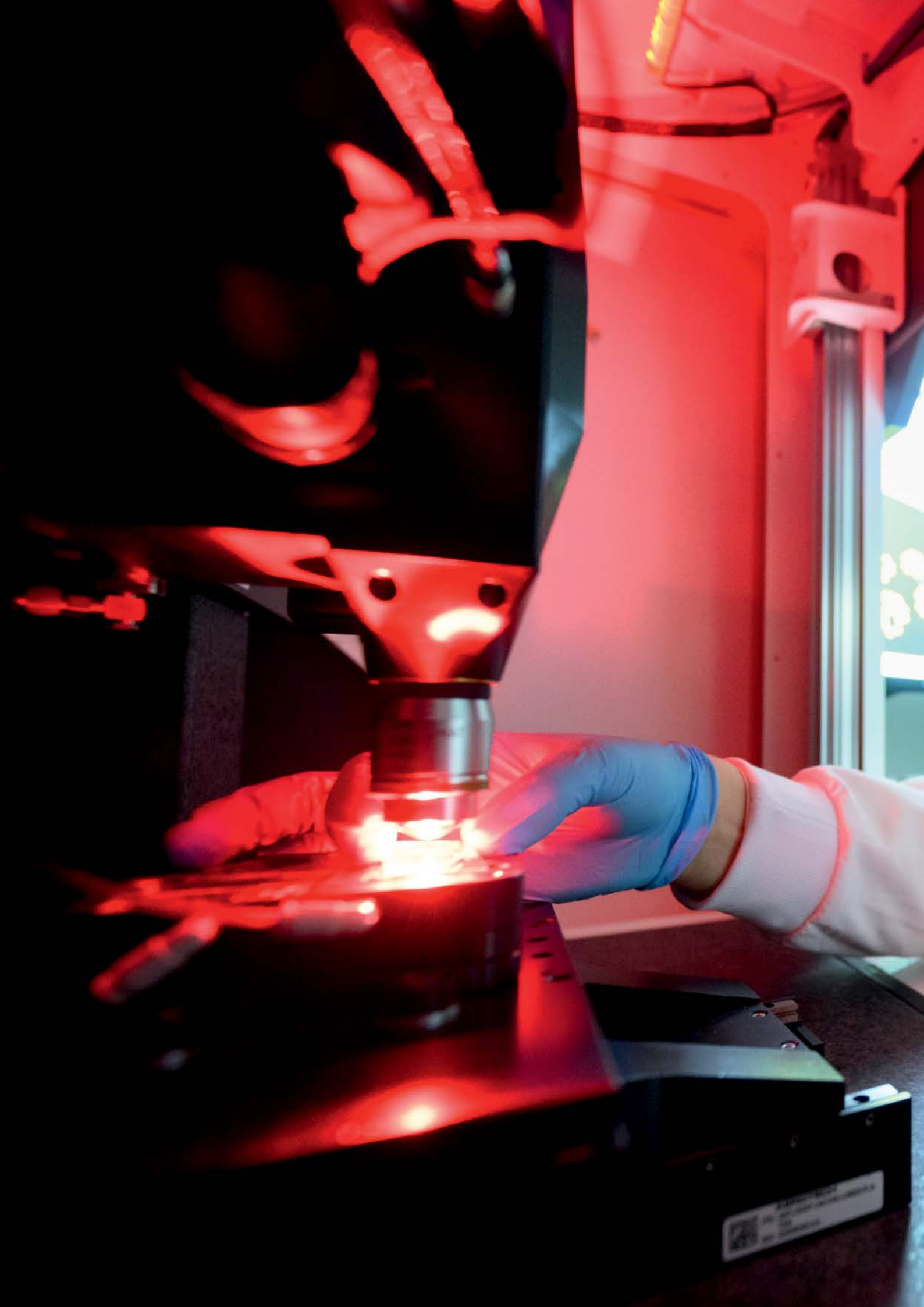
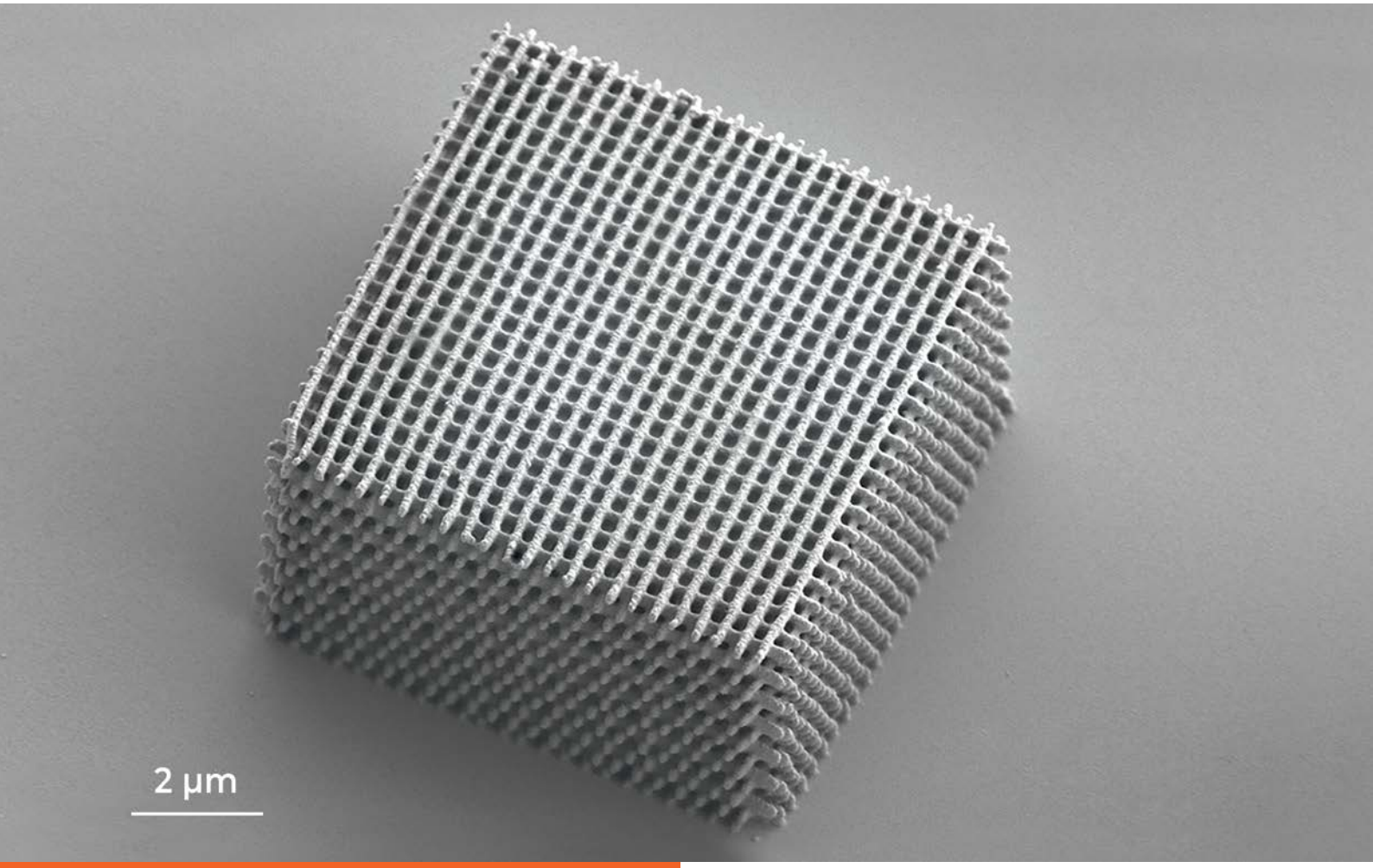


圖2. Laser Nanofactory概圖



技術與應用

多光子聚合



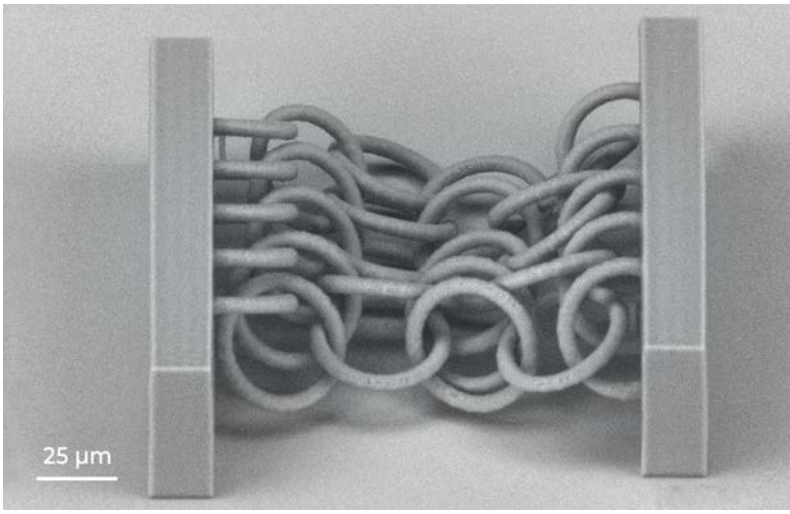
多光子聚合微細加工是一種直接雷射寫入技術，可以在微米級和奈米級對光敏聚合物進行 3D 結構化。 這可以通過組合各種非線性效應、仔細考慮雷射輻射參數和精確聚焦條件來實現。 為此 3D雷射光刻被用於創建奈米光子學、微光學、微流體學、微機械學、組織工程等領域的功能設備。 它需要注意的是，可以加工的材料種類繁多，通過應用3D雷射光刻，包括有機-無機雜化光敏聚合物、生物可降解聚合物、彈性體、蛋白質等。

光子晶體

光子晶體是多光子聚合 (MPP) 的一種應用。 MPP 技術能夠從各種聚合物生產任意形狀的 3D 結構。 圖中所示的woodpile光子晶體的單線寬小於200nm。 由於特徵解析度的尺寸可以與可見光的波長相媲美，因此可以製造交替的周期性結構，例如光子晶體，用於調製光路。 使用 MPP 可以製造各種光子器件。

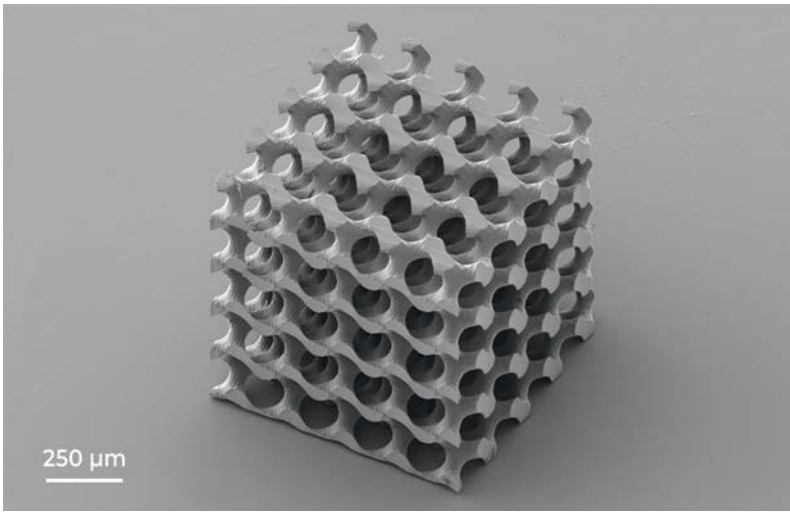
3D鎖甲結構

功能上相互交織的幾何形狀（例如鎖子甲）使得用硬質材料創建軟性結構成為可能。 標準 3D 列印無法列印可移動結構，因為需要支撐來保持形狀。 同時，可以通過使用多光子聚合技術在凝膠或液體單體內部製造結構，這使得無支撐 3D 列印成為可能。 通過這種方式，可以創建可移動的免組裝結構。 這一特性開闢了生產可用於微機械和微型機器人等各個領域的自由微機械結構的可能性。



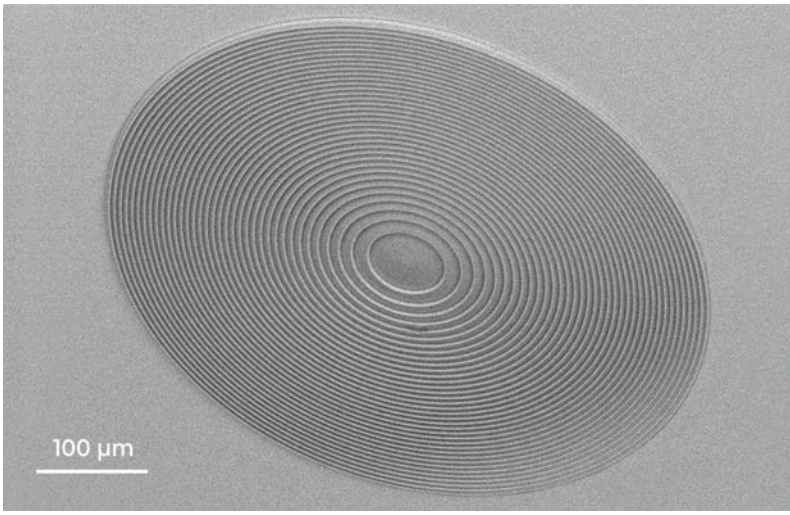
3D陀螺儀結構

多光子聚合是一種適用於超材料製造的技術。 超材料是物理性質不同於製造它們材料的複合材料。 3D 陀螺儀結構具有機械剛性，但重量輕。 該結構採用加寬物鏡工作（WOW）距離方法製造，可以增加高數值孔徑物鏡的工作距離。 該結構的整體尺寸為 1 mm × 1 mm × 1 mm。 結構高度遠大於所用物鏡的工作距離 (0.19 mm)。 這種微細加工技術使製造中尺度結構成為可能—總尺寸比其最佳特徵大幾個數量級的結構。



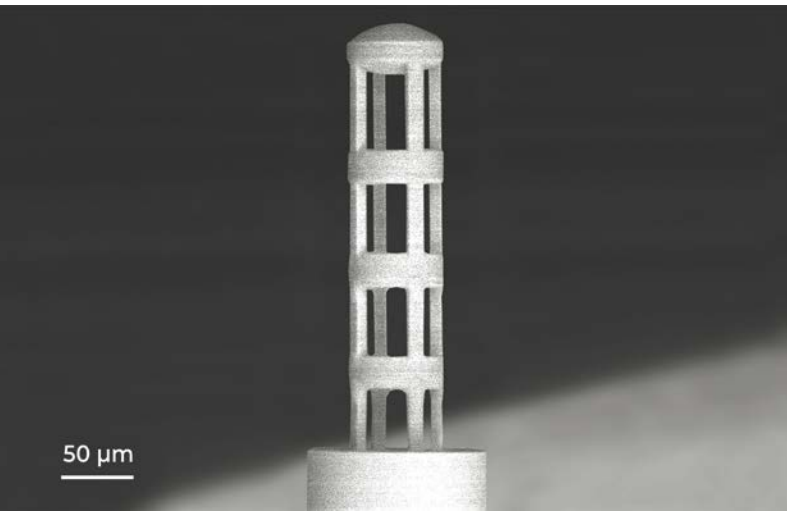
菲涅耳透鏡

微光學是多光子聚合（MPP）技術的應用之一。 使用這種技術，可以獲得解析度為數百奈米的聚合物結構。 由於該技術的準確性，可以製造形狀複雜的微光學結構，例如菲涅爾透鏡。 通過這種方式，可以生產具有不同非球面輪廓的類菲涅耳透鏡。 圖示的透鏡具有500um的直徑。 在每個菲涅耳區都可以獲得極好的近球面像差和自由聚焦。 微光學可用於各種光學和光子學應用，以實現小型化。



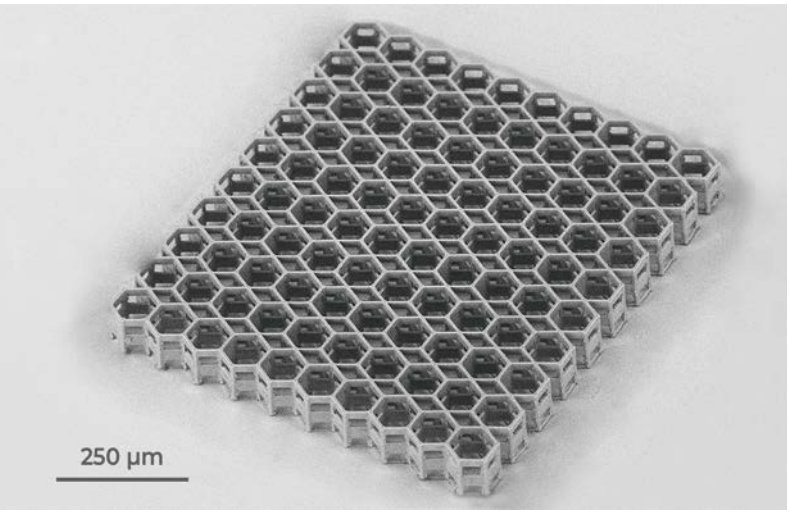
@ info@femtika.com 🌐 www.femtika.com

光纖頂端的 3D 結構



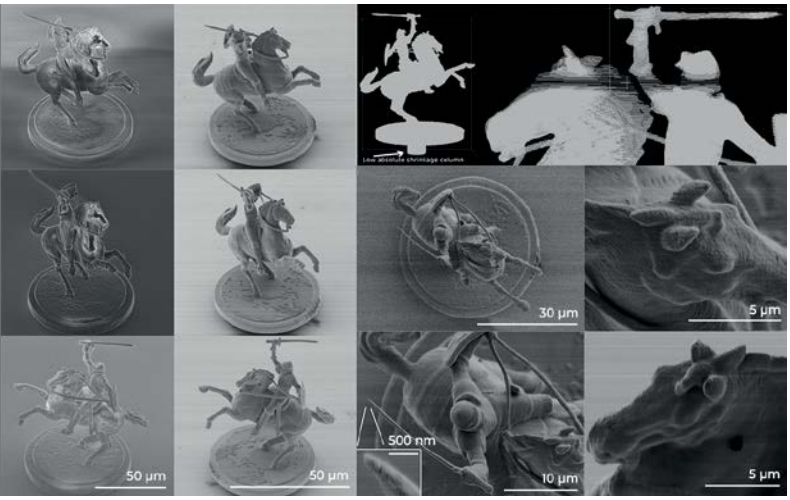
微光學是 3D 雷射光刻的應用之一。 這項技術的獨特之處在於，微光學元件可以直接印刷在功能器件的頂部，避免了 組裝步驟。 在這張圖片中，直徑為 50 um 的微透鏡被製造在光纖的頂部。 3D 支撐確保光纖尖端和透鏡之間所需的 250 微米距離。 這種集成的光學組件能夠實現光學信號的可視化或過濾。 可能的應用領域可以在微型感應技術中找到。

3D生醫細胞封裝支架



組織工程中的挑戰之一是需要細胞大小的骨架來封裝細胞。 由生物相容性材料形成的任意幾何形狀的多孔 3D 結構是支架製造的完美選擇。 可以在高達 150 nm 的解析度內產生類似支架的結構，能夠通過多光子聚合 (MPP) 技術捕獲次微米尺寸的細胞。 MPP 是一種靈活的技術，可以形成各種解析度和不同形狀的結構。

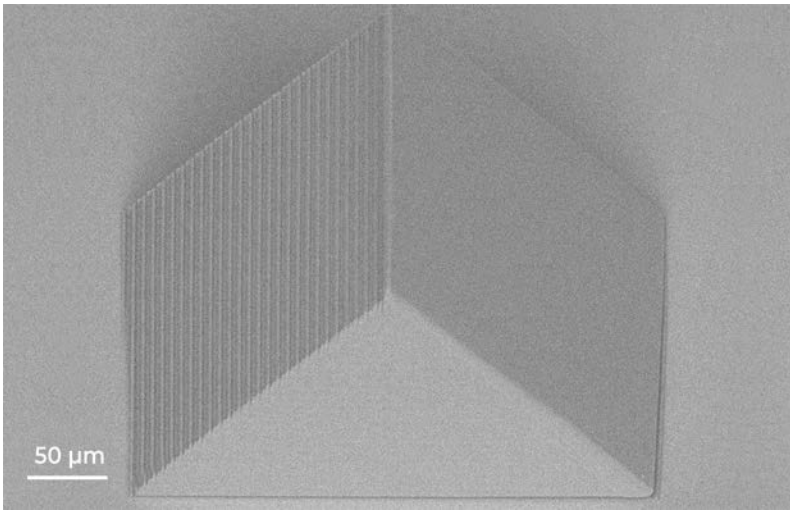
陶瓷結構



混合聚合物的多光子聚合技術與熱解相結合，能夠去除聚合物的有機部分並產生陶瓷結構。 熱解過程中的結構收縮是均勻的，約為 25%。 此屬性可以精確控制結構幾何形狀，並獲得比聚合物部件中最高可達 100 nm 解析度更高的解析度。 與聚合物相比，陶瓷結構顯示出高機械剛度，比聚合物材料高 1000 倍。 陶瓷結構適用於微機械零件的製造。

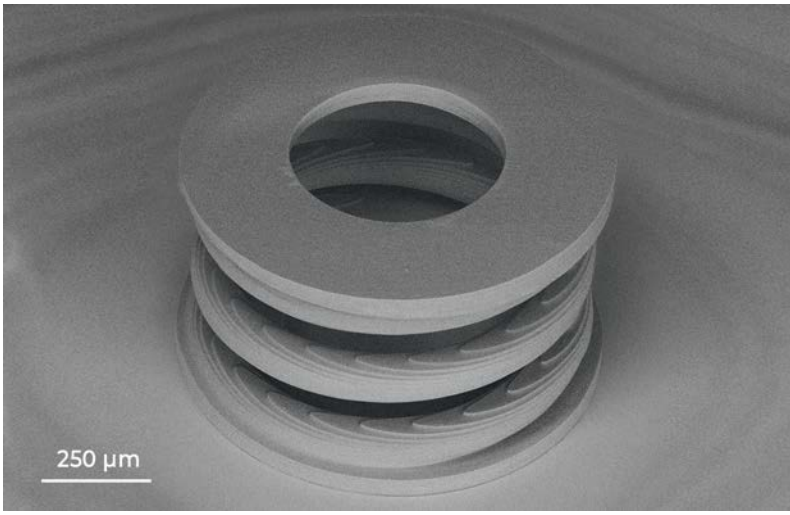
橢圓棱鏡

微光學是 3D 雷射光刻的應用之一。 此圖顯示了一個在一側 帶有光柵的人造微棱鏡。由於只需要一個光學表面，因此可以使用動態切片和孵化來提高生產量。 多光子聚合是一種靈活的技術，可以根據應用的需要在相同的結構上保持不同質量和不同功能的表面。 這些微光學元件可以列印在功能 器件上，例如光纖尖端，以過濾和檢測光信號。



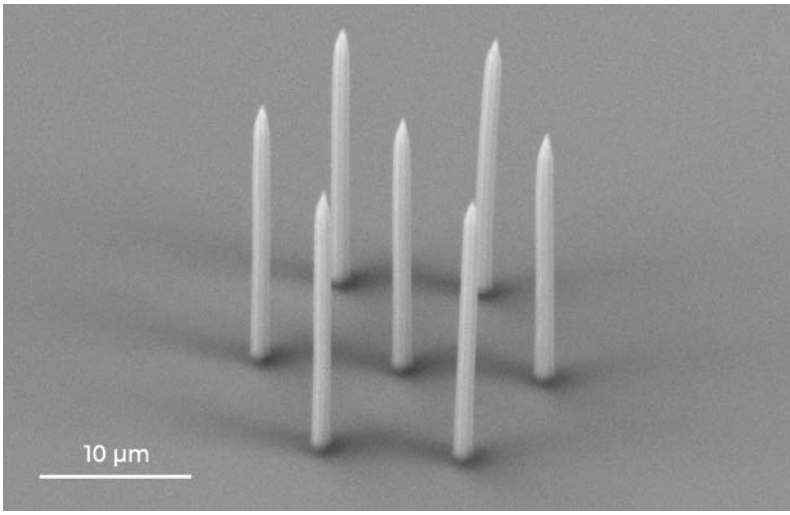
3D 微機械梅索彈簧

3D 雷射光刻是一種適用於生產高精度微機械部件的技術，例如用於微機械應用的單螺旋三圈 3D 細觀彈簧。 這種部件的設計賦予了它靈活性，因此這些小部件可以用於微型機器人或手錶。 可以根據具體應用選擇不同的聚合物材料。

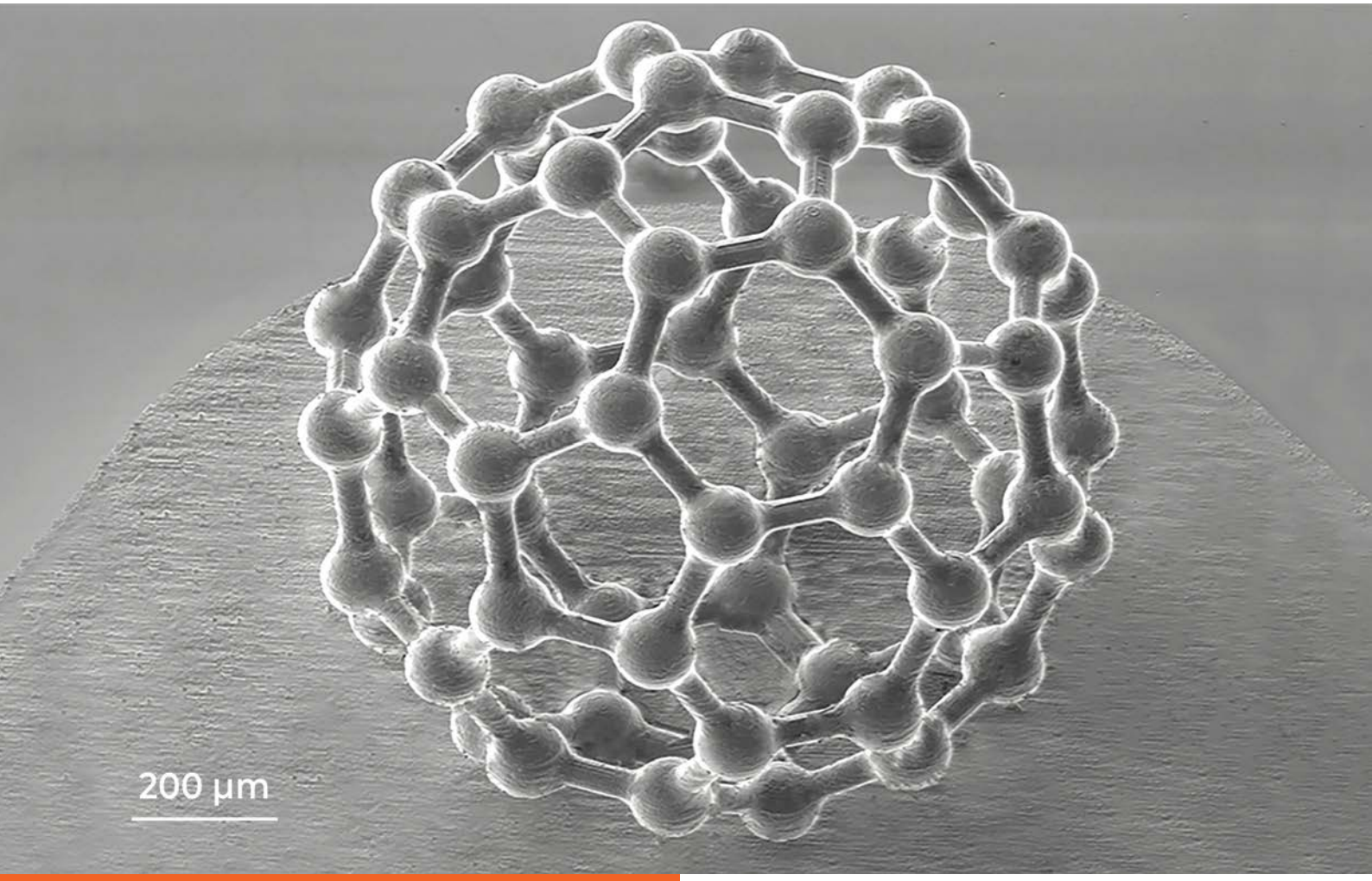


生醫微型針頭

微針是目前各種醫療器械和生物工程領域的熱門話題，可用於藥物輸送或診斷。 生產它們的最佳方法之一是多光子聚合技術，它可以生產精確而堅固的微針。 通過保持針尖的高銳度，可以獲得形狀更複雜的聚合物針。 根據確切的應用，各種聚合材料可用於微針製造。 在大多數情況下，可以使用各種成型技術輕鬆複製這些結構。



選擇性雷射蝕刻



選擇性雷射蝕刻是一個兩步過程。 首先，熔融石英的體積通過超短輻射改變，然後材料被化學蝕刻掉。 通過這種方式，機械穩定且耐用的3D 結構可以由玻璃或玻璃體製成。

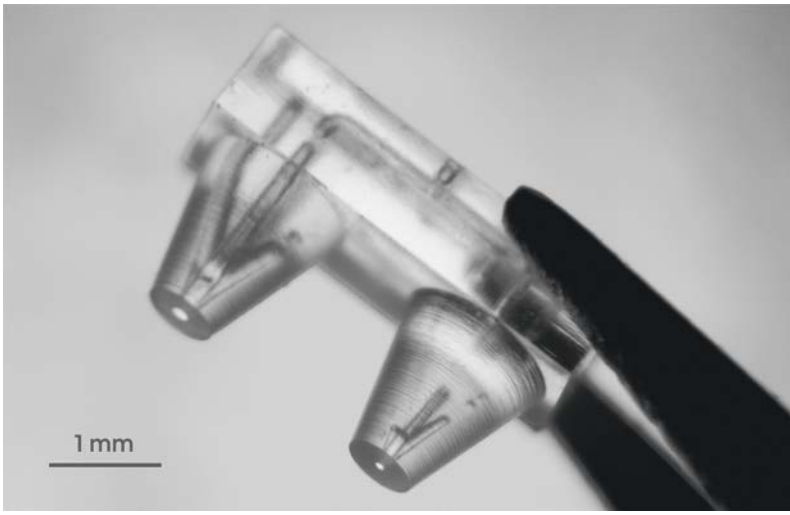
- 凹槽底部的最佳表面粗糙度 (RMS) ~ 200 — 300 nm
- 凹槽兩側的最佳表面粗糙度 (RMS) ~ 100 nm
- 最小特徵尺寸 ~1 – 2 µm

3D 玻璃結構

選擇性雷射蝕刻 (SLE) 技術能夠製造具有複雜結構的真正 3D 玻璃結構，例如富勒烯分子的結構。 通過使用SLE技術，可以實現高選擇性和低表面粗糙度，這兩者都為複雜結構的高縱橫比結構生產創造了可能性。 使用這種技術，蝕刻表面的表面粗糙度通常約為 200 nm (RMS)。 富勒烯類分子結構演示證明 SLE 適用於製造高縱橫比多孔複雜結構。

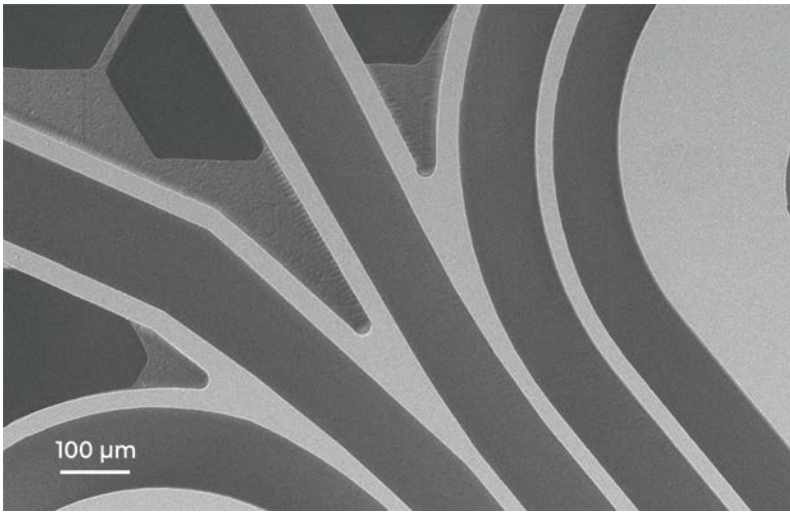
3D噴嘴

一種稱為選擇性雷射蝕刻 (SLE) 的技術使用玻璃製造 3D 結構成為可能。 微噴嘴只是這項技術的一種可能用途。 SLE 製造的噴嘴可以實現複雜幾何形狀的高精度和潛力，這是其他技術無法做到的，這就是它的特別之處。 噴嘴尺寸可以達到幾厘米，而最小的通道可能只有幾微米的直徑。 噴嘴可用於將高壓氣體和液體輸送到可變直徑輸出。 流體分配和各種印刷技術是潛在噴嘴用途的範例。



微通道結構

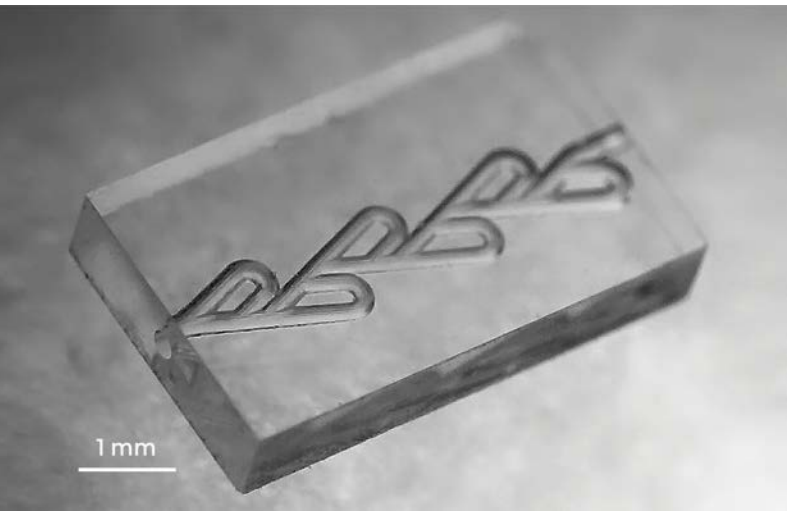
選擇性雷射蝕刻 (SLE) 技術允許用熔融石英玻璃微加工複雜形狀的微流體通道。 該過程包括兩個技術步驟。 首先，將 CAD 設計的所需部分直接寫入玻璃體積，隨後在第二個加工步驟中將其蝕刻掉。 SLE 技術使生產成為可能無錐度微米級精密通道，表面粗糙度低至 ~200 nm RMS。 由於熔融石英玻璃在可見光範圍內是透明的、具有生物相容性並且對大多數化學物質呈惰性，因此 SLE 製造的微流體非常適合許多科學應用，例如生化研究。



螺絲螺紋

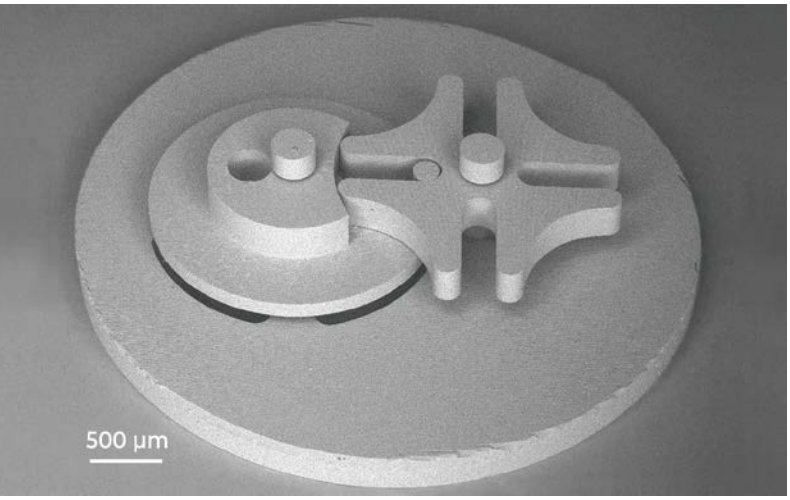
選擇性雷射蝕刻 (SLE) 是一種基於飛秒雷射的技術，可通過兩個技術步驟實現複雜玻璃微零件的 3D 列印：在玻璃體積內直接雷射寫入隨後的蝕刻。 SLE 技術允許將所需的 CAD 設計直接轉換為 3D 微零件。 即使精度為幾微米的毫米尺寸 結構也可以用這種方式列印。 一個例子是玻璃螺釘的螺紋。 由於其螺旋形狀以及高精度和低表面粗糙度的需要，次毫米尺寸的螺紋結構很難在玻璃中製造。 必須滿足這些要求，才能在不損壞螺紋的情況下將螺釘插入結構內部。

特斯拉閥門



SLE 最有前途的應用之一是微流體。
SLE 製造的表面可以具有相對較低的表面粗糙度（~200 nm RMS）。 SLE 技術遠遠超過消融靈活性，並能夠生產 3D 自由形式結構，例如具有集成功能元素的通道，或嵌入玻璃體積內的 3D 通道系統，為該領域帶來新的功能和靈活性。 這些特性使得可以避免其他輔助過程，例如密封燒蝕通道或需要使用其他製造技術來集成一些更瑣碎的結構。 通過這種方式，可以在玻璃體積內製造特斯拉閥微流體通道。 這種微通道設計允許液體僅沿一個方向流動。

日內瓦驅動器

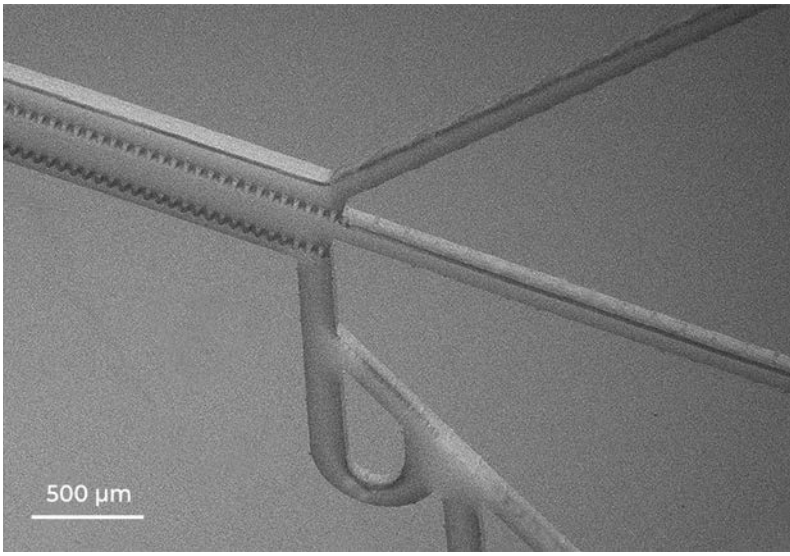


日內瓦驅動器是一種任意形狀的微機械元件，是產生間歇旋轉運動最常用的裝置之一。 日內瓦驅動器包含兩個相互關聯的要素。 通過旋轉一個齒輪 360˚，另一個齒輪通過固定移動90˚。 使用 SLE 技術，這些機構可以用單塊玻璃製造，無需組裝步驟。 由於無需組裝，該結構可以小規模（低至數百微米）生產，無需極其複雜的顯微操作。 此外，通過將一個小磁鐵連接到該機構並將其放在旋轉磁鐵上，我們表明可以實現該結構的平穩連續運動。 這是通過結構的不同運動部件之間的間隙非常小（小於 10 m），表面粗糙度特別好（~ 200 nm RMS），可以最大限度地減少過度摩擦。

其他樣品

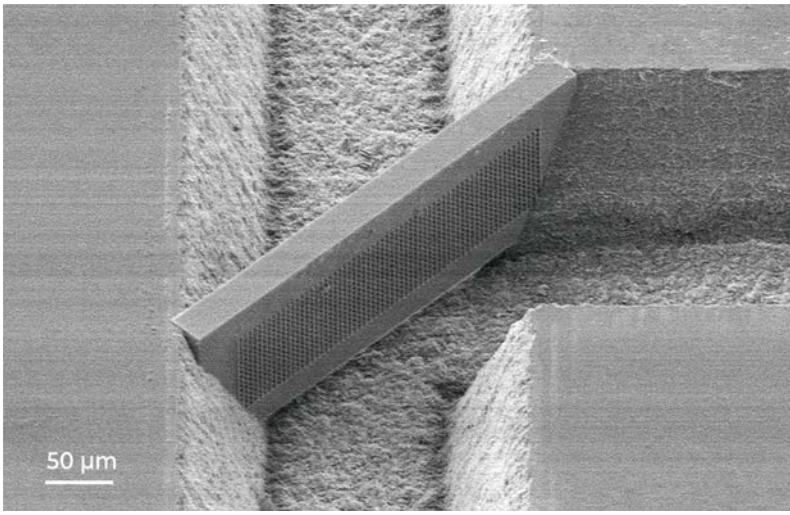
器官晶片

通過使用混合微加工方法，可以生產複雜的晶片實驗室設備。 一個例子是肝組織晶片作為體外肝臟模型。 通道系統是通過使用選擇性雷射蝕刻技術（SLE）製成的。 聚合物過濾器通過使用多光子聚合集成在準備好的微流體系統中(MPP)。 玻璃中的通道與聚合物微柱一起形成微流體裝置，可以在其中形成不同類型的插入細胞複雜的細胞結構和操縱細胞間的相互作用。 這些設備可以應用於生物醫學研究，因為結合 SLE 和 MPP 的可能性提供了僅使用一種工具就可以方便地製作全功能設備的原型。



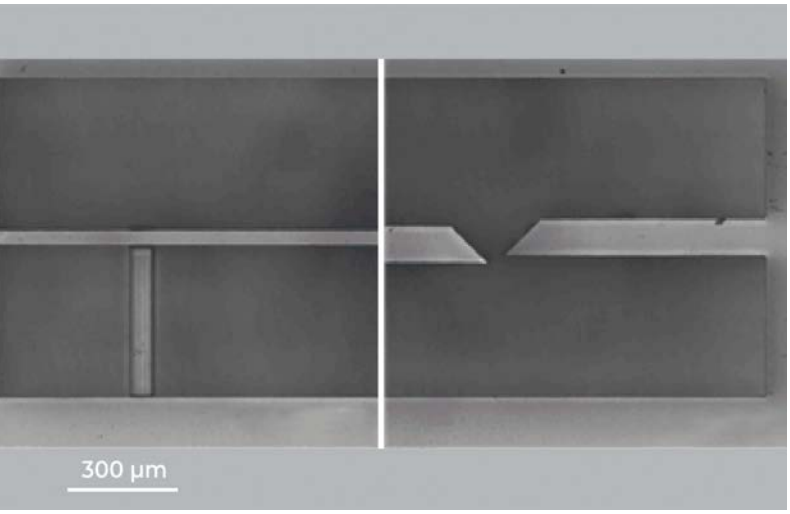
實驗室晶片

混合製造方法可以通過雷射燒蝕從熔融石英中快速生產通道，而多光子聚合用於在通道內集成任意幾何形狀的精細網格 3D 過濾器。 為了證明該方法的有效性，製作了用於新一代藥物開發和生產的微流控大分子分離器原型。 它設計用於分離混合溶液中的低分子量和高分子量物質。 這些設備所需的聚合物和玻璃組件是在製造過程中自由選擇和組合的，為設備帶來了新的功能水平，並簡化了製造工作流程。 由於多光子聚合的多功能性，可以在非常高的解析度下實現各種複雜的幾何濾光片。 例如，該過濾器的孔隙寬度為 500 nm。



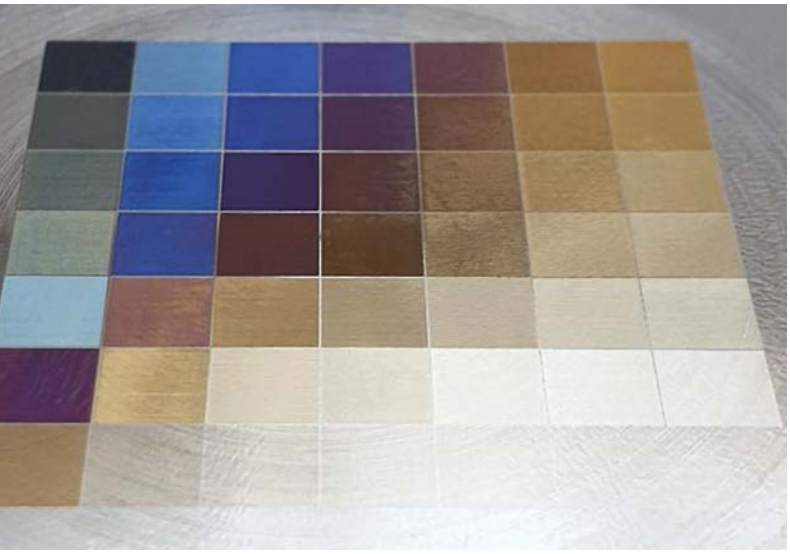
@ info@femtika.com 🌐 www.femtika.com

微機械感應器



飛秒直接雷射寫入技術使加法和減法技術的混合微加工能夠創建整合系統。 通過選擇性雷射蝕刻 (SLE)，可以製造玻璃微結構，並且可以使用多光子聚合 (MPP) 將聚合物結構整合到玻璃微結構中。
這種技術的結合展示了將由二氧化矽製成的機械可變形裝置與用於被動化學感應應用的集成聚合物結構相結合的能力。 由於玻璃是一種無定形材料，其材料特性在所有方向上都是相同的。 此外，薄玻璃結構是軟性的，變形是彈性的。 這些玻璃特性可用於研究機械性能通過耦合微化學感應器系統的聚合物結構。

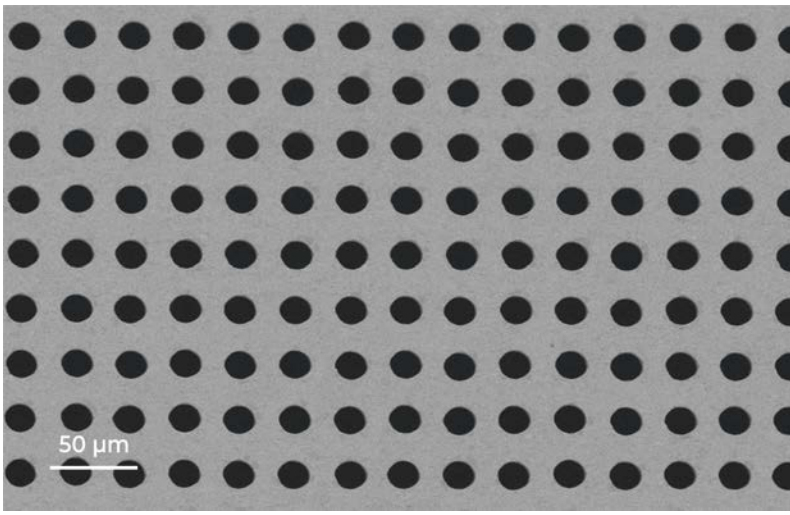
雷射表面紋理



飛秒雷射在鈦合金表面產生氧化層。 通過創建不同厚度的氧化層可以實現不同的顏色。 電解是另一種金屬著色技術，但由於雷射的精度，我們可以高速、準確地選擇性地對 鈦進行著色。
“彩色鈦”有許多化妝品、工業和汽車應用。 它用於珠 寶、製錶、醫療器械和工具標記。 此外，鈦並不是唯一具有這種特性的金屬。 雖然不那麼鮮豔，但可以在不銹鋼、 銅、銀、金和其他一些金屬上實現類似的效果。

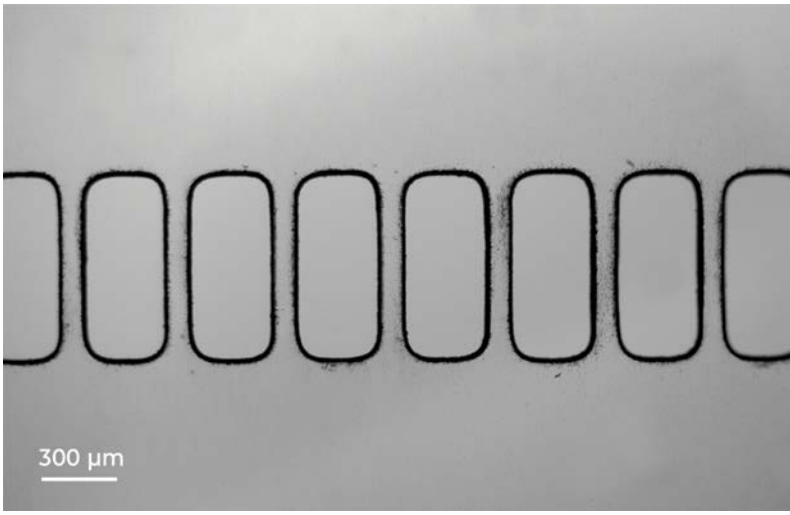
硬金屬上的孔

飛秒雷射微鑽以其精度和最小的熱影響區而脫穎而出。 該工藝適用於多種材料，包括不同的金屬、陶瓷、聚合物和玻璃。 燒蝕速度和孔的錐度主要取決於材料厚度和孔徑。 例如，消融速度—在 50 毫秒內達到一個入光直徑為 30um、出光直徑為 18um 的孔。過濾器、噴嘴和許多不同的工具需要飛秒雷射微鑽孔。



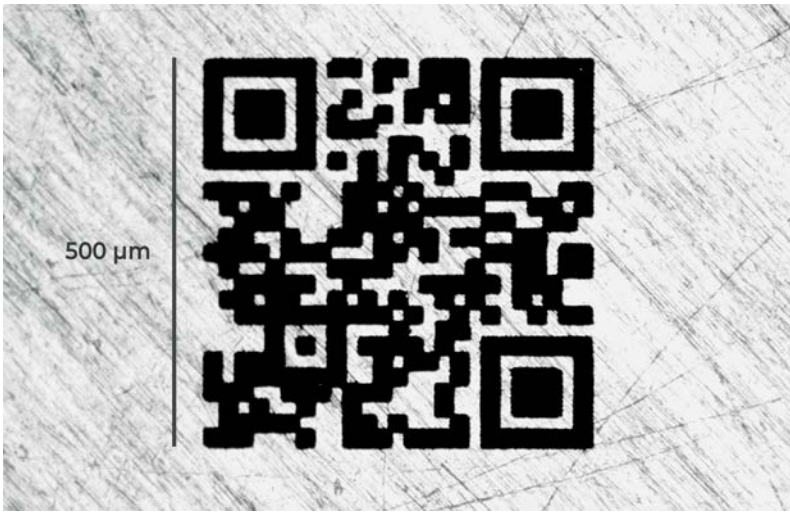
微切割

飛秒雷射切割被稱為冷加工，因為超短脈衝產生最小的熱影響區並允許在各種材料中進行精確切割。 這個過程的優點是可以在不留下碎屑的情況下進行切割。例如，帶圓角的正方形在聚合物中。 孔之間的間距明顯小於孔的尺寸。 空間細而直，燒蝕邊緣清晰，熱影響最小。

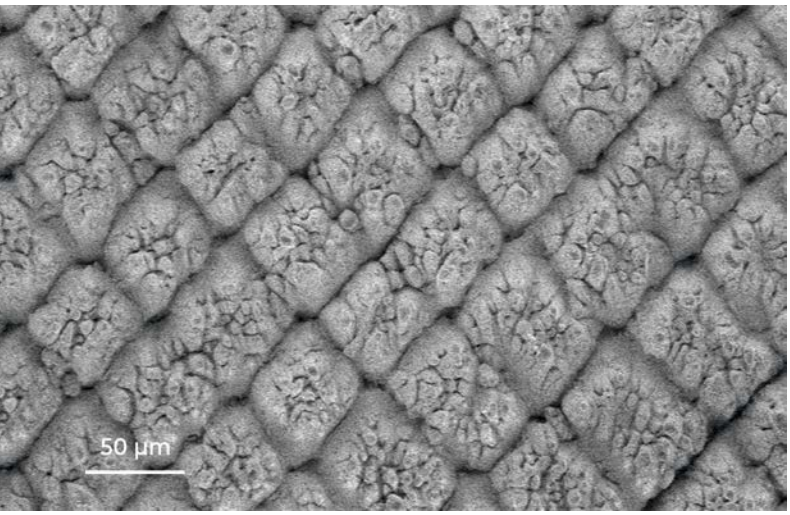


雷射標記

雷射二維碼標記具有廣泛的應用，包括安全和追踪。 雷射加工精度使得在不同材料表面雕刻微小二維碼以及將二維碼壓印到透明材料體積成為可能。 這使得偽造更加困難。 例如，在鐘錶行業，可以標記手錶的每個部分，即使是最小的部分。

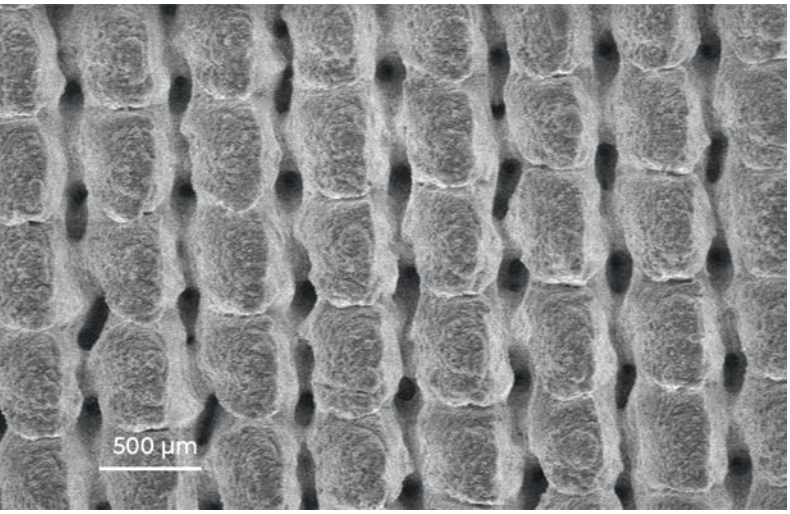


疏水表面



使用飛秒雷射紋理在銅合金樣品上形成的疏水表面。該表面與水滴之間的接觸角為 150 度，這意味著該表面具有自清潔、防冰和其他與疏水性相關特性的潛力。 這種潤濕性操縱稱為蓮花效應，並且由於在超短脈衝的幫助下形成的分層結構而成為可能。 這種類型的表面可以形成在金屬上，如鈦、鋼、鋁和其他材料，如不同的塑料和玻璃物質。 一般來說，飛秒雷射紋理化為形成目標結構提供了靈活的表面操作條件，應用範圍從醫療工具表面功能化到流體分離和摩擦操作。

親水表面



通過金屬表面微紋理創造的親水表面特性。 像鋁表面的海綿吸收水並將其均勻地分佈在表面上。 可以使用這種技術進行定向金屬潤濕，甚至可以垂直向上流動（與地球重力相反）。 適當控制表面潤濕性可以完全控制零件的功能。 親水表面應用包括塗層附著和醫療植入物骨整合。

產業

生物技術

生物醫學 3D 製造是一個不斷發展的話題。 基於飛秒雷射的 3D 多光子聚合是一種極好的工具，可用於製造具有複雜功能架構、大規模和任何相關材料的微支架。

光學與光子學

生產基於高解析度（高達數百奈米）單一特徵的光子器件，用於可見光和紅外部分光譜的應用。 製造任何所需形狀的微光學器件，因為優化的表面幾何形狀可以最大限度地減少像差或產生奇異的光分佈，例如貝塞爾光束或光學渦旋。

醫療

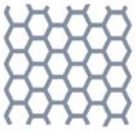
可以生產具有更小、更大或單元尺寸的可控特徵尺寸的物體。 這導致能夠生產新一代醫療設備，例如細胞穿孔器、微型機器人等。 它們結合了極小的尺寸和無與倫比的功能，為醫療設備設計和製造的全新前景鋪平了道路。

微流道

放大的飛秒雷射器被證明在生產微流控元件方面非常有能力。 由於它們可以用於增材製造和減材製造通道，因此只需一個雷射微加工裝置即可實現任意自由形式的集成元件和鍵合。 這開闢了一系列新的可能性，可以用新的功能集豐富這個活躍的研究領域。

微機械

3D 飛秒微製造為將機械元件縮小到次微米級提供了墊腳石。 更重要的是，由於飛秒脈衝可實現多種光-物質相互作用機制，因此可以使用範圍廣泛的材料生產這些元素，從聚合物開始，到玻璃、介電晶體或金屬結束。 齒輪、彈簧、懸臂和其他經典機械元件可以使用這種方法以微型方式生產。



表面結構

功能性表面在從醫學到太空探索的各個領域都非常重要。 用飛秒脈衝創建的表面可以很容易地製成疏水和親水的表面，基本上可以滿足任何應用的需求，包括工具製造、航空、海事和醫藥。

出版物列表

[1] A. Butkutė, G. Merkininkaitė, T. Jurkšas, J. Stančikas, T. Baravykas, R. Vargalis, T. Tičkūnas, J. Bachmann, S. Šakirzanovas, V. Sirutkaitis, and L. Jonušauskas, “Femtosecond Laser Assisted 3D Etching Using Inorganic-Organic Etchant”, Materials 2022,15, 2817, (2022).

[2] G. Kontenis, D. Gailevičius, N. Jiménez, and K. Staliunas, “Optical Drills by Dynamic High-Order Bessel Beam Mixing”, Phys. Rev. Applied 17, 034059, (2022).

[3] D. Čereška, A. Žemaitis, G. Kontenis, G. Nemickas, and L. Jonušauskas, “On-Demand Wettability via Combining fs Laser Surface Structuring and Thermal Post-Treatment”, Materials 2022,15, 2141, (2022).

[4] A. Butkutė, and L. Jonušauskas, “3D Manufacturing of Glass Microstructures Using Femtosecond Laser”, Micromachines 2021,12, 499, (2021).

[5] D. Andrijec, D. Andriukaitis, R. Vargalis, T. Baravykas, T. Drevinskas, O. Kornyšova, A. Butkutė, V. Kaškonienė, M. Stankevičius, H. Gricius, A. Jagelavičius, A. Maruška, and L. Jonušauskas, “Hybrid additive subtractive femtosecond 3D manufacturing of nanofilter based microfluidic separator”, Applied Physics A (2021).

[6] D. Gonzalez-Hernandez, S. Varapnickas, G. Merkininkaitė, A. Čiburys, D. Gailevičius, S. Šakirzanovas, S. Juodkazis, and M. Malinauskas,”Laser 3D Printing of Inorganic Free-Form Micro-Optics”, Photonics 2021,8, 577, (2021).

[7] D. Andriukaitis, A. Butkutė, T. Baravykas, R. Vargalis, J. Stančikas, T. Tičkūnas, V. Sirutkaitis, and L. Jonušauskas, “Femtosecond Fabrication of 3D Free-Form Functional Glass Microdevices: Burst-Mode Ablation and Selective Etching Solutions”, 2021 Conference on Lasers and Electro-Optics Europe & European Quantum Electronics Conference, (2021).

[8] A. Butkutė, T. Baravykas, J. Stančikas, T. Tičkūnas, R. Vargalis, D. Paipulas, V. Sirutkaitis, and L. Janušauskas, “Optimization of selective laser etching (SLE) for glass micromechanical structure fabrication”, Optical Express 23487, Vol. 29, No. 15, 19.07.2021, (2021).

[9] A. Maruška, T. Drevinskas, M. Stankevičius, K. Bimbiraitė-Survilienė, V. Kaškonienė, L. Jonušauskas, R. Gadonas, S. Nilsson, and O. Kornyšova, “Single-chip based contactless conductivity detection system for multi-channel separations”, Anal. Methods, 2021,13,141–146, (2021).

[10] L. Bakhchova, L. Jonušauskas, D. Andrijec, M. Kurachkina, T. Baravykas, A. Eremin, and U. Steinmann, “Femtosecond Laser-Based Integration of Nano-Membranes into Organ-on-a-Chip Systems”, Materials 2020, 13, 3076 (2020).

[11] T. Tičkūnas, D. Paipulas, and V. Purlys, “Dynamic voxel size tuning for direct laser writing,” Opt. Mater. Express 10, 1432-1439 (2020).

[12] T. Tičkūnas, D. Paipulas, and V. Purlys, “4Pi multiphoton polymerization”, Appl. Phys. Lett. 116, 031101 (2020).

[13] L. Jonušauskas, T. Baravykas, D. Andrijec, T. Gadišauskas, and V. Purlys, “Stitchless support-free 3D printing of free-form micromechanical structures with feature size on-demand”, Sci Rep 9, 17533 (2019).

[14] S. Gawali. D. Gailevičius, G. Garre-Werner, V. Purlys, C. Cojocaru, J. Trull, J. Montiel-Ponsoda, and K. Staliunas, “Photonic crystal spatial filtering in broad aperture diode laser”, Appl. Phys. Lett. 115, 141104 (2019).

[15] L. Jonušauskas, D. Gailevičius, S. Rekštytė, T. Baldacchini, S. Juodkazis, and M. Malinauskas, “Mesoscale laser 3D printing,” Opt. Express 27, 15205-15221 (2019).

[16] L. Jonušauskas, D. Mackevičiūtė, G. Kontenis and V. Purlys, “Femtosecond lasers: the ultimate tool for high precision 3D manufacturing”, Adv. Opt. Technol., 20190012, ISSN (Online) 2192-8584, (2019).

[17] L. Grineviciute, C. Babayigit, D. Gailevicius, E. Bor, M. Turduev, V. Purlys, T. Tolenis, H. Kurt, and K. Staliunas, “Angular filtering by Bragg photonic microstructures fabricated by physical vapour deposition”, Appl. Surf. Sci., 481, 353-359 (2019).

[18] D. Gailevičius, V. Padolskytė, L. Mikoliūnaitė, S. Šakirzanovas, S. Juodkazis, and M. Malinauskas, “Additive manufacturing of 3D glass-ceramics down to nanoscale resolution”, Nanoscale Horiz., 4, 647-651 (2019).

[19] E. Yulanto, S. Chatterjee, V. Purlys, and V. Mizeikis, “Imaging of latent three-dimensional exposure patterns created by direct laser writing in photoresists”, Appl. Surf. Sci., 479, 822-827 (2019).

[20] L. Jonušauskas, S. Juodkazis, and M. Malinauskas, “Optical 3D printing: bridging the gaps in the mesoscale”, J. Opt., 20(05301) (2018).

[21] E. Skliutas, S. Kasetaite, L. Jonušauskas, J. Ostrauskaite, and M. Malinauskas “Photosensitive naturally derived resins toward optical 3-D printing,” Opt. Eng. 57(4), 041412 (2018).

[22] L. Jonušauskas, S. Rekštyte, R. Buividas, S. Butkus, R. Gadonas, S. Juodkazis, and M. Malinauskas, “Hybrid subtractive-additive-welding microfabrication for lab-on-chip applications via single amplified femtosecond laser source,” Opt. Eng. 56(9), 094108 (2017).

femtika

Keramikų st. 2, 10233 Vilnius, Lithuania
@ info@femtika.com
www.femtika.com

Rev. 230516