

APPLICATION CASE

多材料4D打印应用案例

01

多材料折纸结构

结构参数: $25\times25\times0.6\text{ mm}^3$
结构特点: 硬质面板结合形状记忆高分子铰链, 通过热编程实现形状重构
应用领域: 4D打印、折展结构

硬性树脂 + 形状记忆高分子

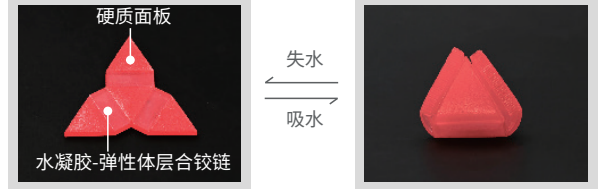


02

多材料折纸结构

结构参数: $27\times24\times1.6\text{ mm}^3$
结构特点: 弹性体面板结合水凝胶层合铰链, 利用水凝胶失水实现三维折叠
应用领域: 4D打印

弹性体 + 水凝胶



03

多材料层合结构

结构参数: $25\times25\times2\text{ mm}^3$
结构特点: 普通水凝胶结合温敏水凝胶, 通过温敏水凝胶相变实现结构变形
应用领域: 4D打印、传感器

普通水凝胶 + 温敏水凝胶



04

焦耳加热电路

结构参数: $30\times12\times1.5\text{ mm}^3$
结构特点: 形状记忆高分子结合导电弹性体, 通电加热实现结构形状回复
应用领域: 智能折展结构

形状记忆高分子 + 导电弹性体

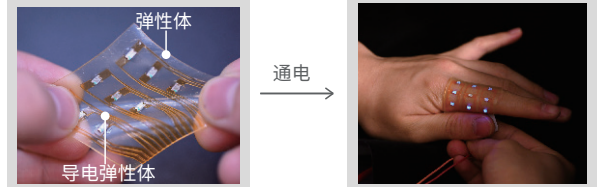


05

柔性电路

结构参数: $30\times30\times0.5\text{ mm}^3$
结构特点: 弹性体基底结合导电弹性体电路实现可穿戴柔性电子
应用领域: 柔性电子、传感器

弹性体 + 导电弹性体



相关论文 Related Papers

1. Rong Wang, Chao Yuan, Jianxiang Cheng. et al., Direct 4D printing of ceramics driven by hydrogel dehydration. Nature Communications, 15, 758 (2024)
2. Honggeng Li, Biao Zhang, Haitao Ye, et al., Reconfigurable 4D printing via mechanically robust covalent adaptable network shape memory polymer. Science Advances, 10, ead4387(2024)
3. Xiangnan He, Biao Zhang, Qingjiang Liu, et al., Highly conductive and stretchable nanostructured ionogels for 3D printing capacitive sensors with superior performance. Nature Communications, 15, 6431 (2024)
4. Caicong Li, Jianxiang Cheng, Yunfeng He, et al., Polyelectrolyte elastomer-based ionotronic sensors with multi-mode sensing capabilities via multi-material 3D printing. Nature Communications, 14, 4853 (2023)
5. Qi Ge, Zhe Chen, Jianxiang Cheng. et al., 3D printing of highly stretchable hydrogel with diverse UV curable polymers.Science Advances, 7,eaba4261(2021)
6. Jianxiang Cheng, Rong Wang, Zechu Sun, et al.,Centrifugal multimaterial 3D printing of multifunctional heterogeneous objects. Nature Communications, 13, 7931 (2022)
7. Biao Zhang, Honggeng Li, Jianxiang Cheng, et al., Mechanically Robust and UV-Curable Shape-Memory Polymers for Digital Light Processing Based 4D Printing. Adv. Mater. , 33, 27, 2101298 (2021)
8. Xiangnan HeJianxiang ChengZhenqing Li, et al., Multimaterial Three-Dimensional Printing of Ultraviolet-Curable Ionic Conductive Elastomers with Diverse Polymers for Multifunctional Flexible Electronics. ACS Appl. Mater. Interfaces, 15, 2, 3455–3466(2023)

重庆摩方精密科技股份有限公司

400-998-1966

www.bmftec.cn

bmf@bmftec.cn



关注公众号 了解更多



多材料4D打印 解决方案

microArch® M150

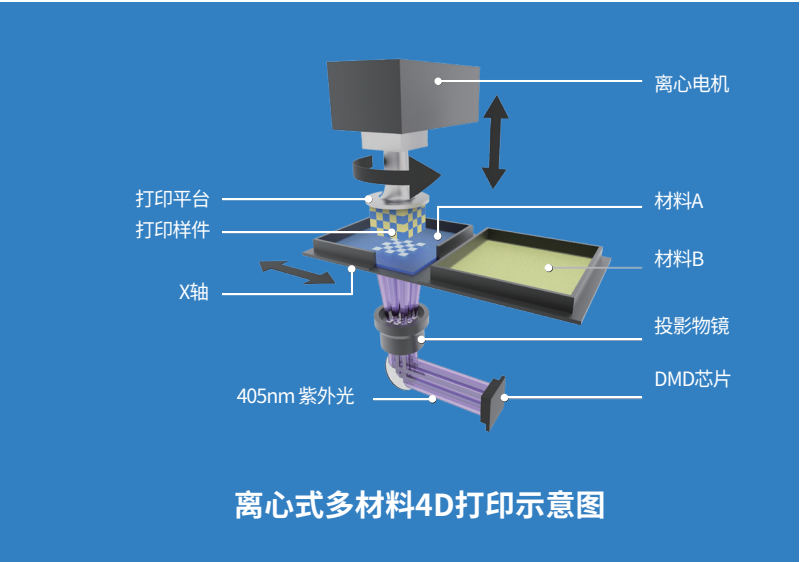


INTRODUCTION

适用于形状记忆高分子、导电弹性体、弹性体、水凝胶和硬树脂等多材料部件制造的光固化多材料4D打印机

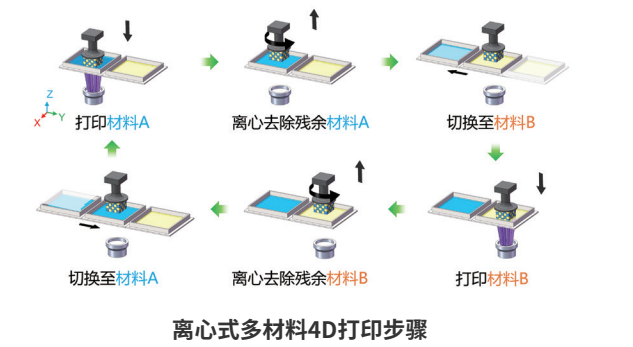
设备参数

产品型号	M150/M150Pro
光源	UV LED (405 nm)
光学精度	25 μm
Z 轴精度	±2 μm
同时打印材料数量	3种
多材料打印形式	面内/层间多材料
最高离心转速	10000 rpm
打印平台直径	Φ42 mm / Φ56 mm
打印样品高度	30 mm



技术原理 Technical Principles

采用离心式光固化多材料4D打印技术, 405nm波段UV LED光从下往上投影到功能材料液面使其固化成型, 通过打印平台高速离心去除残液, 来实现更快的多功能材料切换打印, 直至一体化成型得到高复杂度、高精度、多功能、多材料耦合结构产品



FOUR MAJOR FUNCTIONAL FEATURES 四大功能特点

1 >>>> 离心式多材料切换技术

实现高效材料切换和残液去除。离心转速可调, 最高达10000转/分钟, 60秒内即可完成多材料切换, 单次打印多材料切换最大次数高达2500次, 处于业内领先水平

3 >>>> 支持各类高性能的4D打印功能材料

支持粘度在5~5000 cps范围内的硬树脂、弹性体、水凝胶、形状记忆高分子和导电弹性体等4D打印材料及其组合结构多材料4D打印, 满足不同应用领域材料选择

2 >>>> 配套多材料切片软件

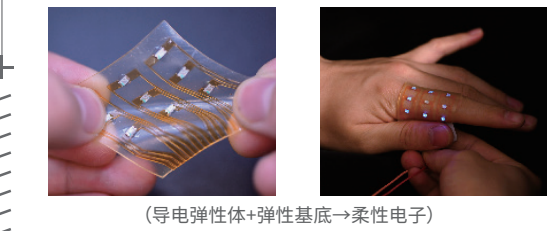
自主开发多材料模型切片软件, 支持多种材料在空间任意分布的多材料模型切片, 切片速度最高可达500张/分钟, 实现快速高效切片

4 >>>> 多材料多功能耦合结构一体成型

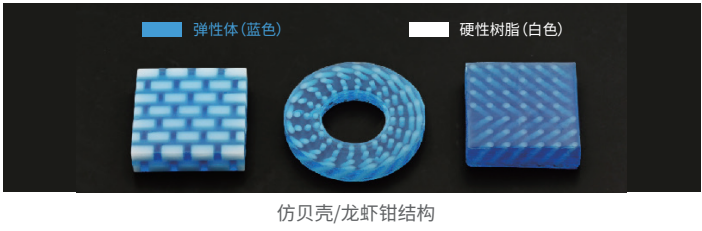
一体成型高复杂度、高精度、多功能、多材料耦合结构, 支持同时打印3种材料, 实现层内/层间多材料切换, 且多材料层内过渡区尺寸<100微米

TYPICAL APPLICATION 典型应用

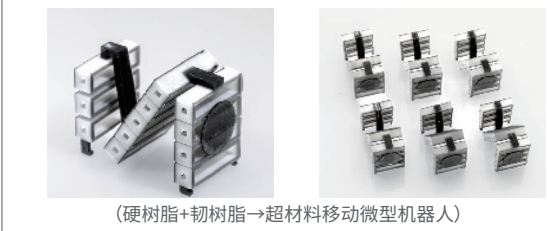
柔性电子



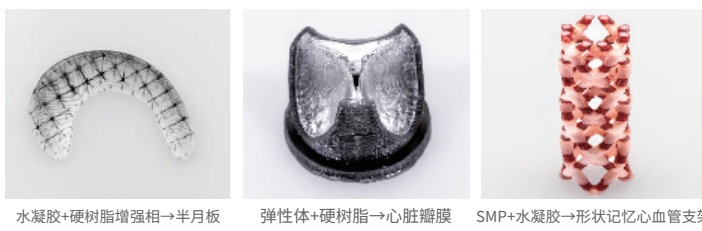
仿生结构



超材料微型机器人



医学应用



MATERIAL PARAMETERS 多材料参数

硬树脂

	拉伸强度	断裂应变	杨氏模量
RP1	40 MPa	5%	1600 MPa
RP2	25 MPa	16%	1000 MPa
RP3	32 MPa	10%	1300 MPa

弹性体

	拉伸强度	断裂应变	杨氏模量
EP1	8 MPa	150%	30 MPa
EP2	8.5 MPa	700%	9.0 MPa
EP3	0.49 MPa	300%	0.38 MPa
EP4	5.0 MPa	700%	0.5 MPa

水凝胶

	含水量	断裂应变	杨氏模量	LCST
HG1T	90%	—	—	40 °C
HG2	80%	800%	7 kPa	—

形状记忆高分子(SMP)

	拉伸强度	断裂应变	杨氏模量	T _g	形状回复率
SP1 (25 °C)	16 MPa	250%	300 MPa	62 °C	99%
SP1 (87 °C)	0.3 MPa	400%	0.2 MPa		

导电弹性体

	拉伸强度	断裂应变	杨氏模量	电导率
CE1	0.1 MPa	600%	300 kPa	8.0 x 10 ⁻⁴ S/m

多材料模型切片示意图

◆ 单一层间多材料

↑ 打印方向

层数 材料A切片 材料B切片 材料切换次数

81~100 61~80 41~60 21~40 1~20 切换4次

◆ 单一面内多材料

↑ 打印方向

81~100 61~80 41~60 21~40 1~20 切换200次

◆ 层间+面内复合多材料

↑ 打印方向

81~100 61~80 41~60 21~40 1~20 切换82次

◆ 层间+面内随机分布多材料

↑ 打印方向

81~100 61~80 41~60 21~40 1~20 切换200次

单材料与多材料打印样件对比

单材料打印

多材料打印

多种材料组合 探索全新可能

- 硬树脂 | 弹性体
- 水凝胶 | 温敏水凝胶
- 硬树脂 | SMP
- SMP | 导电弹性体
- 弹性体 | 导电弹性体
- 弹性体 | 水凝胶