

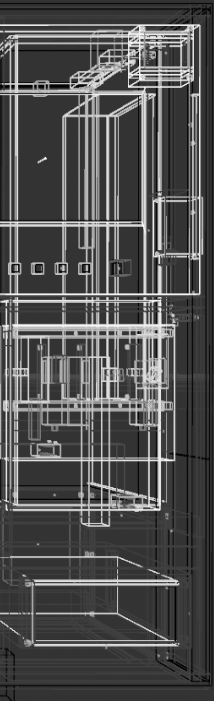
合
混
的
美
克
追
求

MMJ ProX 系列

高性能多材料增材制造



目录



- 1 | 概览
安睿玛先进制造科技的多材料喷射技术 (MMJ)

- 2 | » MMJ ProX 系列 « 减材连接增材
系统概览 | 特点和配置 | 混合

- 14 | 技术
多材料喷射 | 从单滴喷射到多材料零件制造

- 16 | 材料和自带粉末 » BYOP «
打印材料组合和BYOP定制材料解决方案

- 18 | 应用和服务
材料组合和行业应用案例



安睿玛介绍

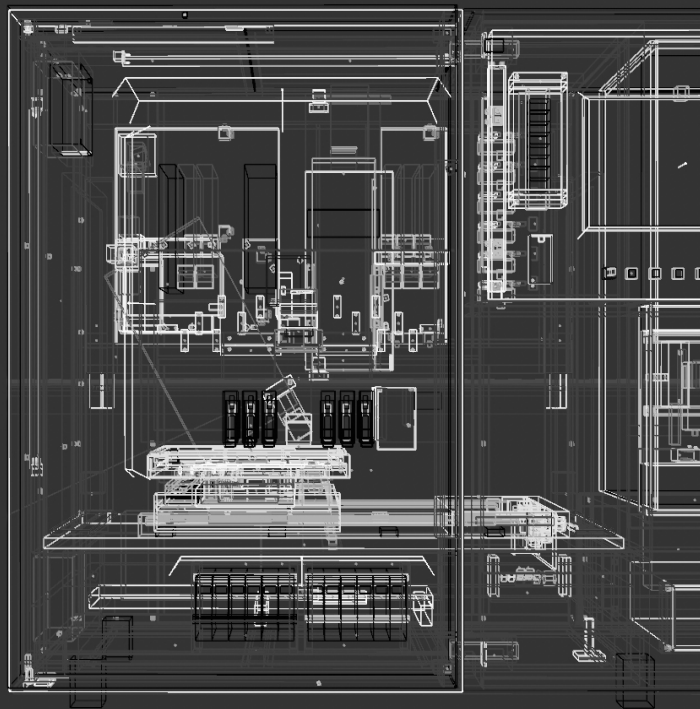
安睿玛先进制造科技隆重推出**MMJ ProX系列**——一款采用先进多材料喷射技术 (MMJ) 的3D打印设备，可在单次构建作业中运用多种高性能材料制造多功能部件。

基于多材料喷射技术**MMJ**，该系统融合了多材料增材与减材工艺，高精度光纤激光模块实现在线表面精修，确保卓越的精度与表面质量。

这种**混合工艺**为制造复杂微型化部件提供了非凡灵活性，可集成陶瓷、高合金钢乃至贵金属等材料的功能特性。

该技术加速开发进程、简化生产流程并降低成本，广泛应用于半导体、航空航天、国防、能源、包装、汽车、医疗、牙科及奢侈品等**众多行业**。

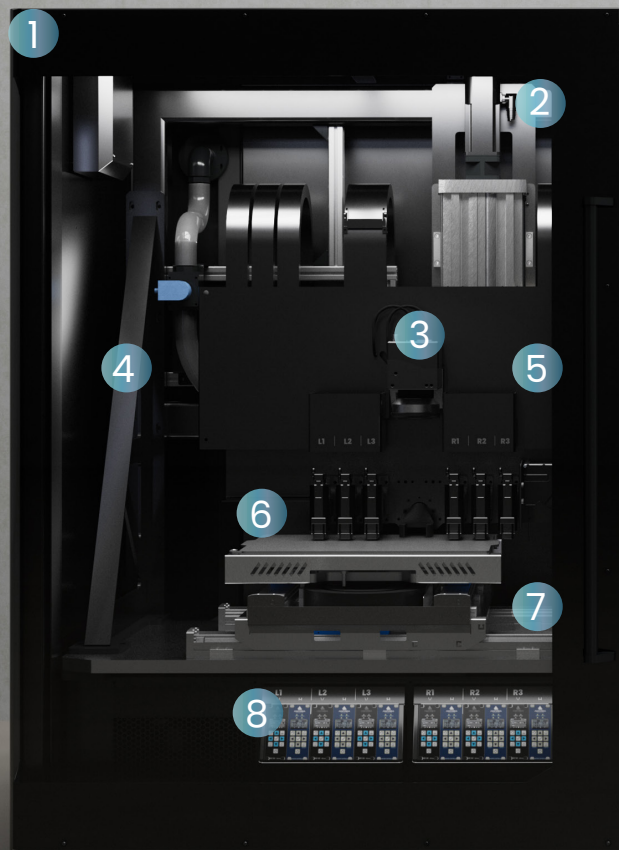
模块化设计支持便捷配置与可扩展升级，满足不断变化的生产需求。

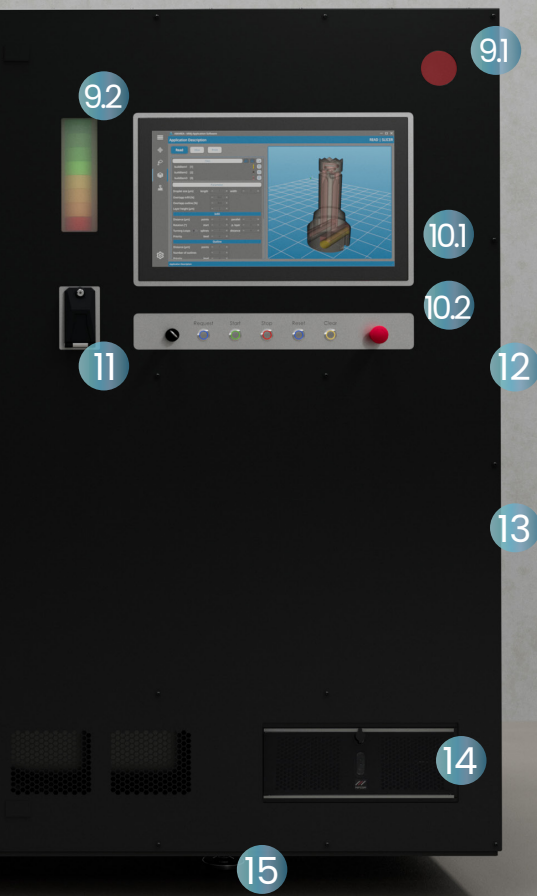


MMJ ProX 系列

系统概览

- 1 整机独立运行**
自给自足式设计,尺寸2550 mm x 1150 mm x 1930 mm,
无需额外配置清洗设备
- 2 激光安全防护柜体**
配备可选激光模块,在进行烧蚀、抛光及结构化加工时,确保操作安全
- 3 全新高精度脉冲光纤激光器**
为优化MMJ在线表面加工提供强力升级
- 4 钢结构框架**
为增材制造高精度零件提供最大稳定性
- 5 大前开门设计**
安全便捷地进入建造区域,支持快速更换打印床
安装可选激光模块(3)时配备额外的安全面板
- 6 成型范围**
可拆卸加热打印床,支持最大构建尺寸达
530 × 300 × 200 mm³,最多可安装6个打印头,并搭载激光轮廓传感器
- 7 高精度运动系统**
三轴联动快速精准定位,单轴定位精度达20μm
- 8 附加打印头控制系统**
位于建造舱下方,在开发者模式或维护期间保持清晰可见且易于操作





警示信号灯

- 9.1 可选激光操作的专用信号灯.
- 9.2 实时操作和状态监控.

9

用户友好的控制面板

- 10.1 配备24英寸大型触控显示屏, 可轻松通过软件控制设备所有功能, 包括参数设置、切片处理、3D打印及分析等全流程操作.
- 10.2 带背光不锈钢按钮及急停按钮, 确保快速响应 操作需求.

10

安全访问接口

- 设计符合最新欧盟机械法规2023/1230 (2027年1月生效), 确保未来兼容性.

11

空调控制柜

- 便捷的侧面安装设计, 确保在各种环境中可靠运行.

12

可伸缩式空气维护单元

- 为压缩空气系统提供优化的解决方案.

13

集成的高性能工作站

- 为多材料喷射 (MMJ) 工作流程提供一流性能保障. 实现无缝构建作业执行.

14

可调式不锈钢支脚

- 高负载能力的稳固底座与最佳机器调平性能.

15

MMJ ProX 系列

系统概览 | 配备先进功能模块的建造舱

1

打印头

创新喷射头可在高达220 °C 的温度下运行，并承担空气压力。该系统支持灵活配置，最多可安装六个打印头，配备快速拆卸装置，便于快速便捷地更换打印头、喷嘴尺寸及材料。

2

打印平台

2.1 可加热打印平台，支持最大530 * 300 * 200 mm 3 生坯尺寸
2.2 采用快速释放机构，轻松实现平台更换取件，最大化设备运行时间。
2.3 分析区域，实现精准自动化的点状沉积。

3

服务站

集成式自动化服务站通过可控的冲洗和清洁循环，维持打印头性能。

4

激光轮廓传感器

标准配置高精度激光传感，用于捕获沉积材料3D 表面形貌，可推断液滴特性与层特性以及打印过程的记录和优化。

5

高精度脉冲光纤激光器

5.1 作为一款强大的升级方案，高精度脉冲光纤激光器可实现优化的多材料喷射 (MMJ) 加工流程——从表面剥离与平滑处理，到超高分辨率的精细结构加工。5.2 集成式抽吸系统确保在激光加工过程中高效地清除并过滤材料颗粒与蒸汽。

3

2.1

4



5.1

L1

L2

L3

R1

R2

R3

1

5.2

2.3

4

2.2

5

MMJ ProX 系列

系统概览 | 控制单元和软件

MMJ ProX 系列是一个完整的增材制造平台,集高性能硬件与专用控制软件于一体,专为实现多材料部件生产而打造。

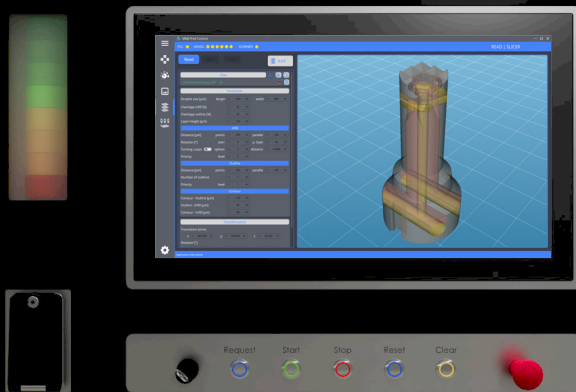
系统配备的24寸大型多点触控屏,支持直接从U S B 或网络源加载 .3MF文件,3D制造格式 (.3MF) 在ISO/IEC 25422:2025标准下

实现标准化,确保增材制造工作流程中数据交换的可靠性。

在您惯用的CAD软件中设计多材料零件,将其导出为 .3MF文件并上传至MMJ ProX。

集成式切片器会自动将模型转换为高分辨率点云,每个点都精确定位了喷射液滴的位置。它能智能地将打印头的材料分配至 .3MF文件中定义的对应该彩色体积。

您的工作流程不变,可能性却无限拓展。





为支持个性化部件制造与定制材料研发,系统采用完全开放架构,支持参数完全自主配置。即使使用您自主研发的打印材料亦然。

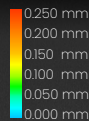
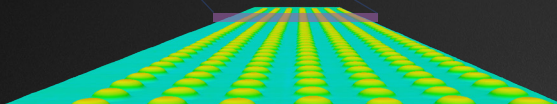
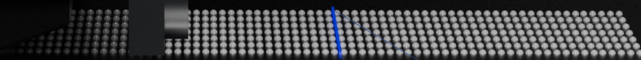
为最大限度降低参数设置高度灵活带来的操作复杂性,系统配备高精度轮廓传感器,可持续捕获每个打印层的拓扑数据,

涵盖从单个墨滴特性到完整三维表面轮廓的全部信息。这使得基于数据的质量保证与实时工艺监控得以可靠实现。

定期软件更新使您的MMJ ProX系统始终保持领先地位,而可选升级功能可扩展其性能,确保长期稳定运行并为未来做好准备。

展望未来,先进的智能功能将日益辅助甚至自动完成优化流程。

作为这些发展的一部分,可选配的脉冲光纤激光模块(可预装或升级)实现了真正的混合制造,将增材与减材技术相结合。即将发布的软件版本将解锁激光平滑、烧蚀和结构化功能,进一步拓展系统的制造能力。



MMJ ProX - 系列



按需配置

MMJ ProX 采用模块化设计,可适配特定需求和未来要求。

可配置多个打印头,实现单次构建作业中不同材料的3D打印。该设计支持体素级精度的功能细节整合。为前所未有的微型化与功能梯度化开辟道路。

标准配置带大型透视窗的激光安全外壳,兼容安全性与灵活性。此设计在保持人工参与过程监控的同时,为选配激光模块预留扩展空间,确保系统持续升级能力。



随时升级

MMJ ProX3



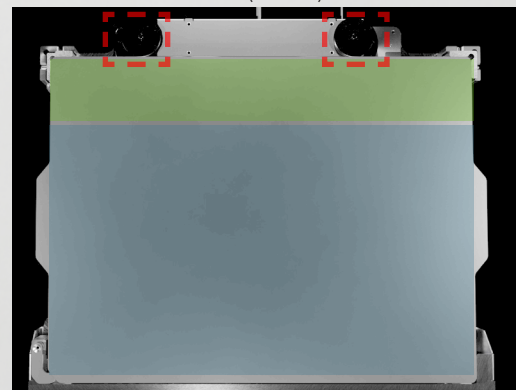
MMJ ProX3配置3个打印头(R1,R2, R3), 支持在单一制造过程中组合三种材料(含支撑材料), 实现功能性组件的一步成型, 消除了对多种技术和工艺阶段的需求, 并通过简化生产降低了成本。

MMJ ProX6



MMJ ProX6 凭借更多的打印头数量提供了更大的灵活性和可能性。该系统配置6个打印头(R1, R2, R3和L1, L2, L3), MMJ ProX6提高了单次打印时可用材料的数量, 支持不同材料间复杂梯度的变化, 并在批量制造或大尺寸部件生产时, 实现生产力倍增, 降低生产成本。

打印床区域 (俯视图)



制造区域

最大成型范围530 x 300 x 200 mm³。



分析区域

专用成型区域确保持续稳定的液滴喷射与层积质量

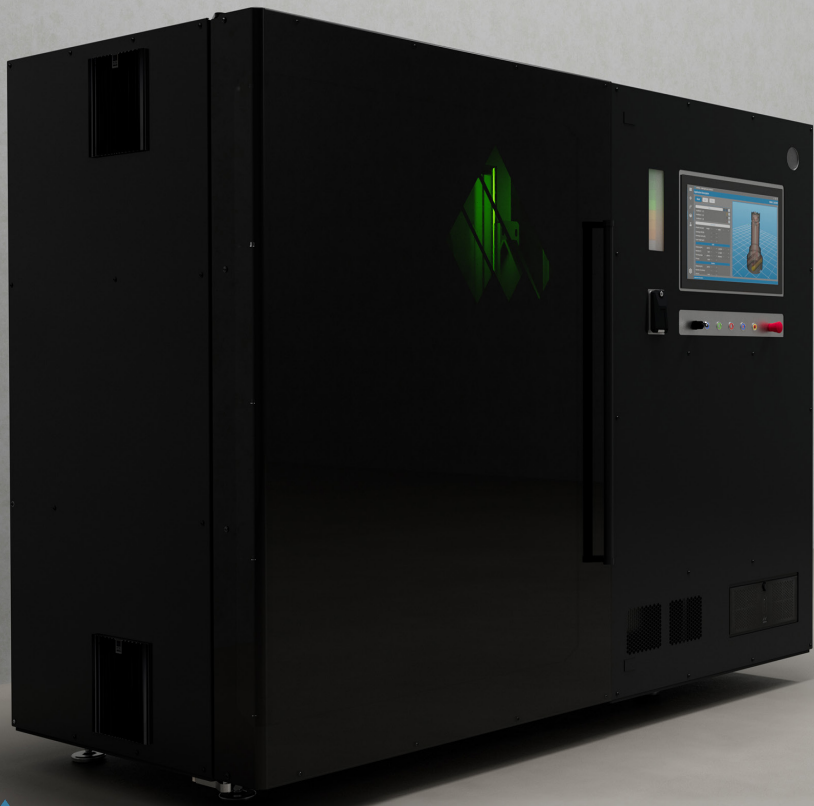


服务区域

配置4个及以上打印头时, 含第二维护单元

注: 图示配置示例展示了多打印头设置方案, 用于在单次构建中制造多材料组件

MMJ ProX - L 系列



释放增材制造潜能

为提高MMJ ProX系列先进制造能力，可增配激光模块。

加装该模块时，激光安全防护外壳将配备激光安全门插件，该插件采用激光安全视窗，允许操作人员在激光模块运行时直接观察加工过程。此外，抽排系统可安全高效地清除并过滤激光加工过程中产生的材料颗粒与蒸汽。

L套装支持预安装或后期加装，可轻松将MMJ ProX配置升级为更强大的MMJ ProX L系列。



升级激光处理模块

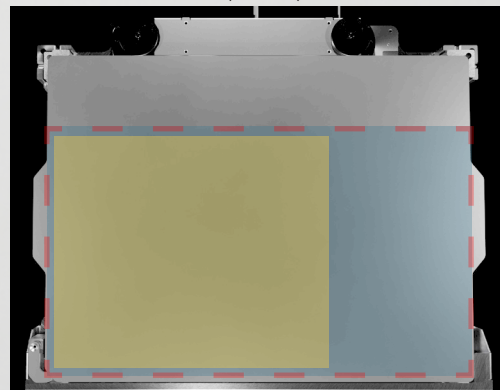
MMJ ProX3L



MMJ ProX6L



打印床空间
(顶视图)



如图所示配置方案融合多打印头与高性能激光模块，实现先进的在线表面处理，包括烧蚀、抛光及结构化加工。该升级支持增材制造与激光层处理交替进行的混合制造模式，通过对成型部件内外表面进行同步精密调整，显著提升制造精度与效率。

虽然烧蚀件的生产成本深受硬质材料机加工影响——因需要采用昂贵刀具，其成本通常达前期所有工序总和的数倍之多；但MMJ技术对生坯件进行在线激光处理，可减少甚至替代烧蚀后机加工工序，显著节省时间与成本。激光升级方案还通过增强加工可达性，能够制造CNC机床无法实现的高质量内部结构。



打印头 R1, R2, R3

最大打印范围 530 x 300 x 200 mm³



打印头 L1, L2, L3

最大打印范围
365 x 300 x 200 mm³



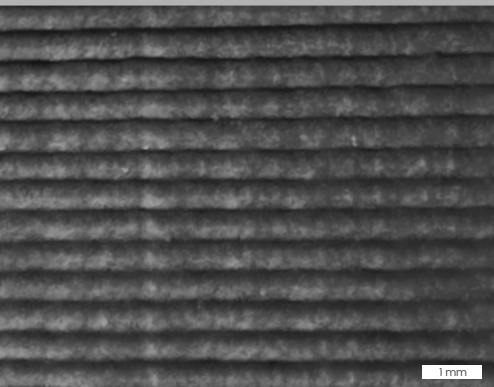
激光区域

激光覆盖整个打印床面积 530 x 300 mm²

混合化

在线激光表面处理

从毛坯到完美



起初粗糙表面

典型的印刷表面粗糙度为 $R5-7\mu\text{m}$ 。在测试样品 (见图) 中, 通过在沉积过程中增加液滴间距, 特意产生了较高的 $R15\mu\text{m}$ 粗糙度, 从而形成清晰可见的线状结构。

材料: 氮化硅二硅化铝

样品尺寸: 50.00 x 50.00 mm

再融化/熔融



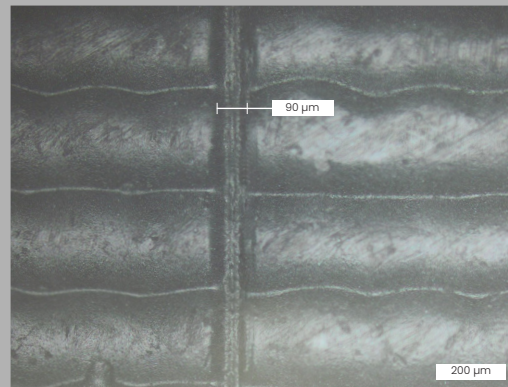
在线激光加工

实现对MMJ打印表面的选择性重熔与平整。集成光纤激光器逐层精炼微观结构, 在生坯状态下即降低表面粗糙度。这确保了烧结前的高表面质量、高精度与高一致性。

目的: 减少加工坚硬材料时的成本与时间

平滑处理后的粗糙度: $R < 0.5\mu\text{m}$

结构化



表面结构化

精确控制的烧蚀工艺能在打印过程中直接形成功能性图案与纹理, 即使在最坚硬的材料上也能实现。这不仅确保了高结构精度, 更实现了针对特定应用场景的表面功能设计。

目的: 增强组件功能, 实现先进的混合制造工艺, 采用最坚硬的材料。

结果: 沟槽宽度 $\approx 90\mu\text{m}$



AMAREA
TECHNOLOGY

减材连接增材

技术

材料逐滴沉积

多材料喷射技术» MMJ (Multi Material Jetting)

« 通过重叠液滴构建部件：从单滴成型到线状沉积，最终实现完整层积。每种MMJ打印材料均由精细粉末（构成部件的实体材料）与热塑性粘结剂、添加剂复合而成。材料加热后呈液态流动，同时承载内部粉末进行成型。

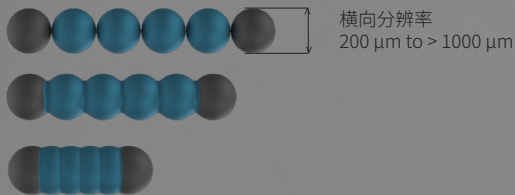
当打印材料液滴被选择性沉积至所需区域时，其遇冷瞬间融合并固化。

此类生坯件随后经过脱脂与烧结工艺即可获得最终性能——这是工业化成熟工艺，亦适用于注塑成型部件等产品。

打印平台俯

横向分辨率(xy), 层高(z), 壁厚

MMJ打印头采用全参数化设计, 可根据多材料部件的特性要求调整液滴体积及其他参数



横向分辨率 (XY平面) 由液滴直径决定, 范围从200 μm 到 1000 μm 以上.*

* 具体取决于所用材料



视图

优势

创造多重价值

层高»Z轴«, 近似等于液滴高度, 范围从70 μm 到 300 μm - 大约相当于人类发丝的厚度到缝衣针直径区间。

液滴体积与液滴直径相关, 液滴体积范围从0.5 纳升»仅相当于细菌细胞大小甚至小于尘埃颗粒«至超过25.0纳升»约相当于覆盖人类发丝横截面所需容量«。

壁厚可从单滴直径延伸至20毫米。

材料通用型增材制造技术, 配备快速扩展的**高性能材料库**。

在单次构造中融合具有相异材料特性的复杂几何结构, **设计自由度高**。

将多种结构功能与使用功能整合于单一工艺流程, 无需复杂或耗时的装配步骤, 实现**简化高效**地制造。

微型化和轻量化。

功能梯度件 (FGC)。材料和属性之间的无缝过渡。

数字化生产流程加速了开发、原型制作与测试阶段, 节省时间与资源**灵活**的材料组合使性能更优、针对应用场景的定制化设计成为可能。

基于激光的在线绿色加工技术可最大限度地减少或完全省去昂贵的**精加工工序**, 在加工难加工材料时显著节省时间和成本。

在线激光绿坯加工可减少或消除**昂贵的后处理步骤**, 从而在加工难加工材料时节省时间和成本。

材料

氧化物、氮化物与碳化物陶瓷

氧化物、氮化物与碳化物陶瓷

氧化铝

(高纯度, 导电性)

氧化锆

(3Y-TZ (白), 8Y-TZ, 黑, 蓝, 发光的, 导电的)

氧化铝强化氧化锆

氧化锆强化氧化铝

氮化铝

氮化硅

氮化硅-二硅化铝

(导电的, 绝缘的)

碳化硅

(RSiC, SSiC)

碳化硅-玻璃

氧化钛

(导电性, 绝缘性)

氧化镍

(NiOYSZ, NiOGDC)

碳化钨

烧结玻璃 | 玻璃陶瓷

硼硅酸盐玻璃

(导电的, 绝缘的, 发光的, 彩色的)

铅玻璃

硅酸盐陶瓷

瓷器

玻璃陶瓷

低温共烧陶瓷-LTCC

硬质合金与金属陶瓷

碳化钨合金

(WC-6Co, WC-8Co, WC-10Co, WC-12Co, WC-16Co)

碳化钨镍合金

碳氮化钛-陶瓷金属复合材料

金属

316不锈钢

17-4PH不锈钢

银铜

GRCop-42合金

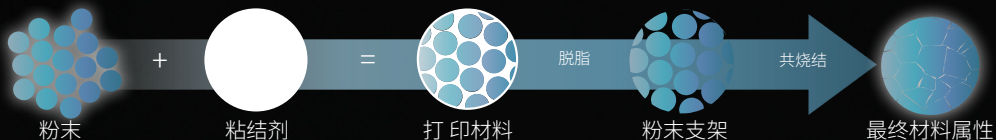
IN718合金

热塑性聚合物温度 $< 220^{\circ}\text{C}$

填充颗粒的聚合物



成熟工艺
可靠结果.



MMJ 粉末基工艺路线遵循成熟的工业方法, 类似于注塑成型。每种 MMJ材料均将精细粉末与热塑性粘结剂及高性能添加剂相结合, 从而支持广泛的多功能性应用场景。MMJ 技术可在单次打印中无缝融合多种材料于单个部件中

发挥 MMJ优势

选用定制化打印材料满足特定需求, 从丰富多样的粉末材料中自由选择。

粒径灵活适配

支持40 nm 至 25 μm的粉末, 通过调整喷嘴甚至可实现更大颗粒的打印。

形态适应性强

兼容球形至不规则形态等各类粉末。

不受光学限制

突破基于光固化工艺 (如SLA 和 VPP) 的固有限制, 实现更广泛的材料选择自由度。

BYOP自带粉末

你带来, 我们转化, 你使用

安睿玛先进制造科技提供其独特的»自带粉末Bring Your Own Powder« (BYOP)服务, 通过先进的热塑性粘结剂系统, 可将几乎任何粉末材料转化为MMJ打印材料。我们深知每项应用都有独特需求, 因此在3D打印材料领域提供无与伦比的灵活性。

虽然我们的产品组合已经涵盖多种高性能可打印材料, 但BYOP方案通过支持客户使用自有的专有粉末进一步拓展了应用范围。通过紧密合作, 我们为每位客户量身定制专属材料, 将专有粉末无缝集成至MMJ工艺流程, 不断突破新一代多材料部件的制造边界。

从实验室到工厂

行业应用场景与实用案例精选.

 <p>多彩美学组件—氧化锆黑与白</p>	 <p>快速加热与冷却成型工具</p>	 <p>集成冷却与加热功能的舞台</p>	 <p>轻量化SSIC太空镜架.</p>	 <p>印刷集成电路</p>	
 <p>多彩美学组件—氧化锆黑与蓝</p>	 <p>硬质合金立铣刀</p>	 <p>发光陶瓷</p>			

他人受限处, MMJ 开启组合创新——提供可靠工程方案, 而非空想。

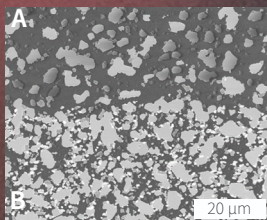
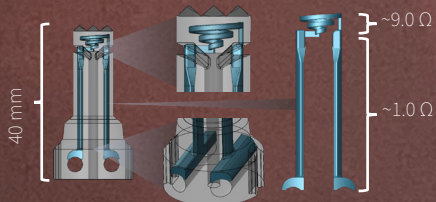


印刷电子

快速加热工具设计。采用MMJ技术打印嵌入导体与冷却通道的多材料部件，最大化设计自由度，实现定向加热与热控制。

多材料CAD设计

界面导电与绝缘材料



氮化硅 - 二硅化钼材料性能

A 绝缘材料, 采用氮化硅基体, 添加适量的二硅化钼等成分, 以实现共烧结

- 电阻率: $2.4 \times 10^{10} \Omega \text{ cm}$
- 抗弯强度: $\sim 500 \text{ MPa}$

B 导电材料, 采用氮化硅基体, 提高二硅化钼等成分的比例, 以实现导电性。

- 电阻率: $1.6 \times 10^{-3} \Omega \text{ cm}$
- 抗弯强度: $\sim 450 \text{ MPa}$

最高可达 1400°C



打印电子

可持续加热技术, 助力更清洁的未来

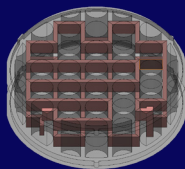
通过结合导电与绝缘等级的 $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-MoSi}_2$ 材料, 该多材料 3D 打印组件展示了功能陶瓷如何将电性能与可持续性相结合。

该结构实现快速且均匀的加热性能, 同时具备优异的抗氧化能力和高热效率, 非常适用于快速循环的 CO_2 捕集应用。

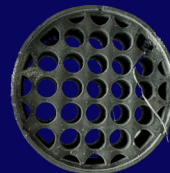
材料
 $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-MoSi}_2$



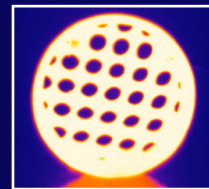
设计



最终结构



275°C 运行状态



通过优化材料组成与电学性能, 该组件实现以下性能:

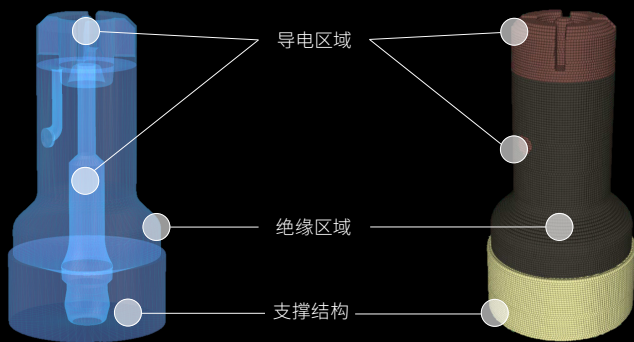
- 导体电阻: 约 $\sim 65 \Omega$
- 绝缘电阻: $> 1 \times 10^9 \Omega$
- 击穿电压: 40 V
- 输出电流: 4 A



航空航天发动机等离子火花点火器

该多材料点火器由德累斯顿工业大学航空航天工程研究所合作开发，为火箭发动机点火系统带来了新的解决方案。不同于传统的一次性火花塞，该装置能够承受多次等离子点火循环，并在极端环境条件下稳定运行。

该组件采用导电与绝缘 $\text{Si}_3\text{N}_4\text{-MoSi}_2$ 陶瓷组合设计，在保持电气完整性和机械稳定性的同时，可承受高达 1300°C 的工作温度。



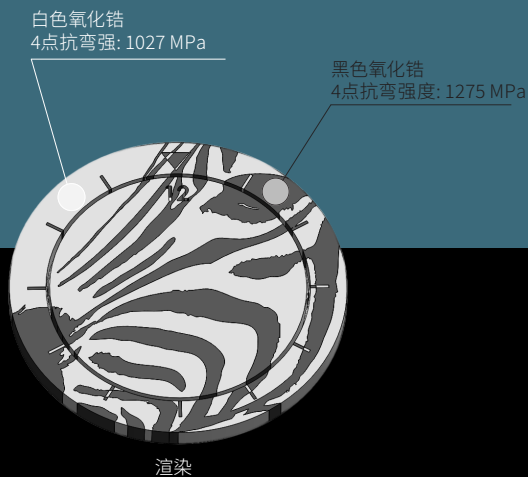
多材料设计, 集成电导路径



烧结完成

多彩美学

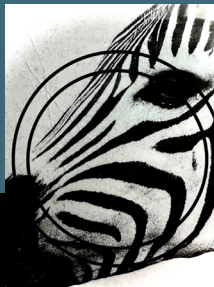
具备美学功能的组件，例如选择性着色体素



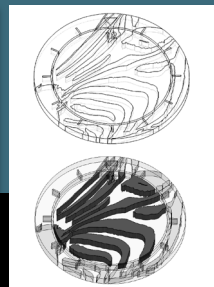
斑马图案



数字传输 I



数字传输 II



完成表盘与表圈



在单次成型过程中制造出空间离散的颜色(材料)组合, 无需任何单独组装或连接工序。

通过使用合成颜料着色的材料粉末, 可实现多彩的装饰效果。

除空间离散的颜色组合外, 还可在单个部件中实现颜色渐变效果。

丰富你的想法

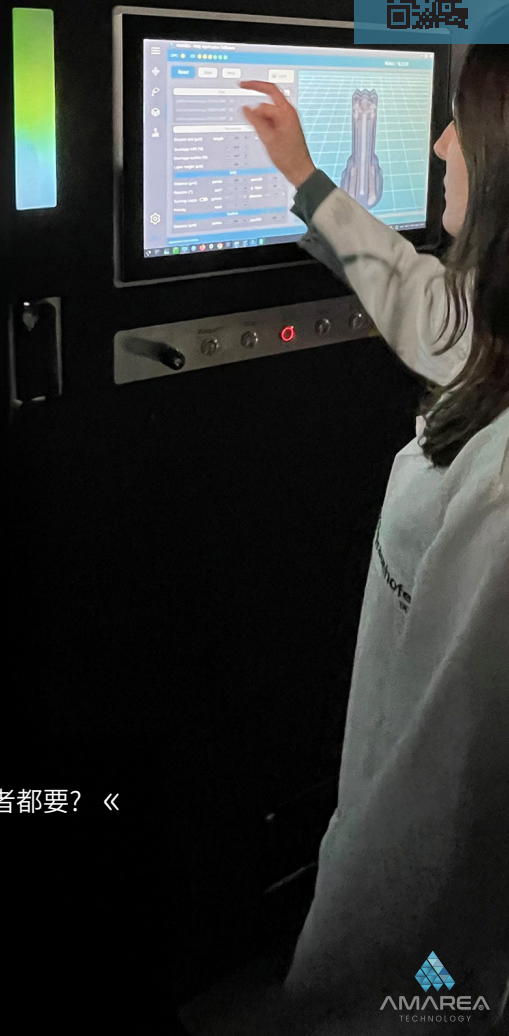
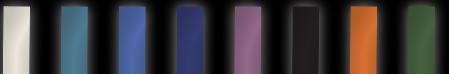
赋予创意形态, 不仅凭借功能, 更通过色彩与表现力。

彩色氧化锆与ATZ陶瓷兼具卓越的机械性能与精致美学。市面上提供从纯白、深黑、绿色、橙色、浅蓝、深蓝等多种色彩选择。这些材料具备高强度、优异的耐磨性, 并能实现从哑光到镜面抛光等完美表面光洁度。

在安睿玛 (AMAREA), 我们拥有丰富的经验, 无论您目标是单一的雅致颜色, 还是希望在一个部件中组合多种色彩, 我们都能满足。甚至我们的MMJ ProX系列能够在一个打印任务中, 同时使用多种彩色氧化锆材料进行打印, 从而实现独特的设计自由度和精准的美学表现。所示颜色仅为示例, 烧结及后续加工后可能有所变化。恕不承担任何偏差责任。

» 接下来你想提升什么:
颜色? 功能? 或两者都要? «

白色 天蓝色 蓝色 深蓝色 粉色 黑色 橙色 绿色



服务

创新需要正确的方法

了解你

我们可以安排现场或在线会议，以了解您的需求和目标。

敏感话题的保密协议

通过保密协议确保信息绝对保密。

部件可行性咨询

我们的专家会评估部件的可行性并推荐适合的材料与设计。

原型和样品

我们会提供原型及样品部件的制造服务，在您安装MMJ ProX设备之前，先行验证设计及材料性能。

生产支持

从原型到生产的过渡我们都提供支持，就工艺放大以及经实践证明稳定可靠的脱脂与烧结设备提供指导。

检查、MRO和升级与更新

提供全面的检查、维护、维修与升级服务，以确保达到最佳性能。

BYOP 自带粉末

根据您的特殊需求定制化打印材料。



鸣谢

安睿玛 (AMAREA) 先进制造科技源自CerA M MMJ项目, 并获得德国联邦经济事务与气候行动部 (BMWK) 与欧洲社会基金 (ESF) 的EXIST项目支持。

此外, AMAREA科技还从萨克森州开发银行 (SAB) 获得了由欧盟共同资助项目的资金支持。

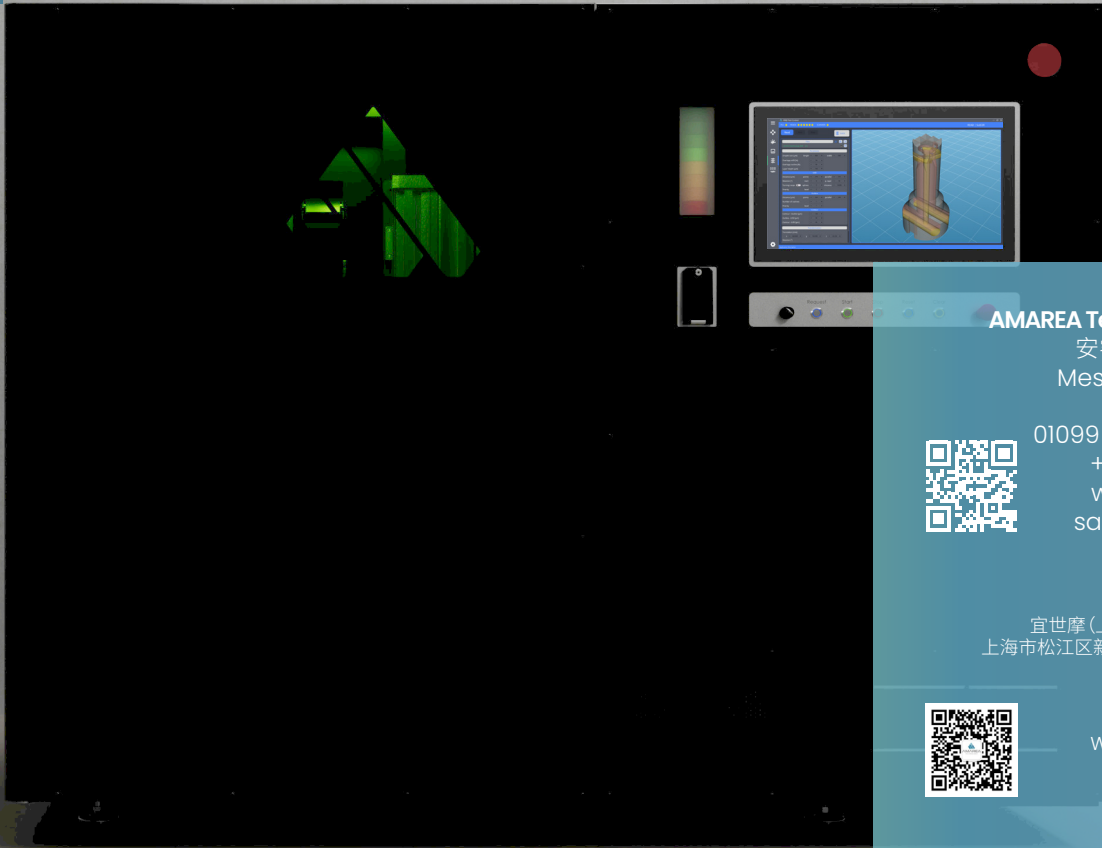
这些举措有助于进一步推动AMAREA的多材料喷射成型技术 (MMJ) 的发展, 该技术融合了多材料处理能力、精密制造工艺和创新理念, 旨在重塑混合增材制造的未来。

本项目由欧洲区域发展基金资助, 是我们对可持续发展所做的贡献。本项目基于萨克森州议会批准的预算, 由税收资金共同资助。



免责声明

所有内容仅供参考, 不作任何担保, 且可能随时变更恕不另行通知。尽管在设计过程中已尽最大努力, 我们对内容的完整性、准确性或及时性不承担任何责任。文中提及的所有商标和标识均为其各自所有者的财产。



AMAREA Technology GmbH

安睿玛先进制造科技
Meschwitzstrasse 21
12 号楼

01099 德累斯顿市 | 德国

+49 351 5019 7502

www.amarea.com

sales@amarea.de



中国授权销售伙伴:

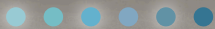
宜世摩(上海)机电科技有限公司
上海市松江区新桥工业区新润路388号
5&6号楼

+86-18701961194

Wechat: Steven116655

Steven.Tan@

esmo-ag.com.cn



组合材料属性