



BMF
BOSTON MICRO FABRICATION

投影型マイクロ3D光造形技術 マイクロスケール 3Dプリンター

製造業の常識を打ち破る

*この写真は参考用です。



投影型マイクロ3D光造形技術
PμSL: Projection Micro Stereolithography



超高解像度 2μm/10μm/25μm

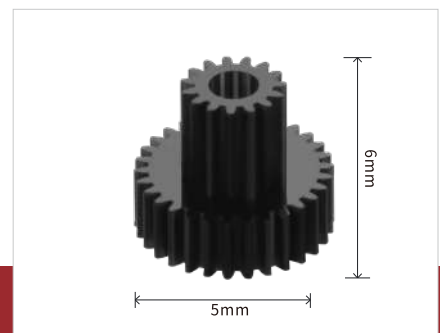
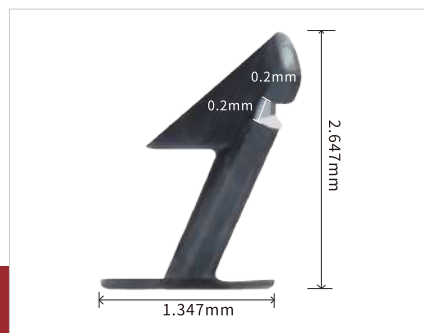
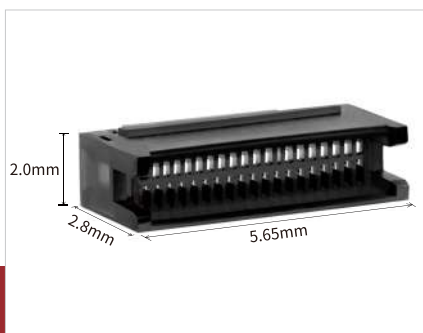
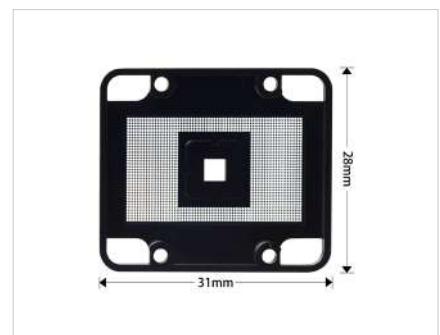
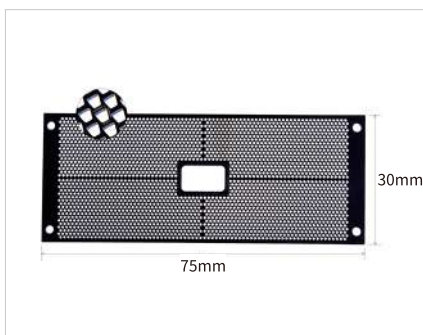
BMFについて

BMF社 (BMF, Boston Micro Fabrication) は、世界の精密製造分野で3D造形をリードする企業で、自社開発の超高解像度マイクロスケール3D印刷技術に基づいて、世界の製造業市場に常識を打ち破る精密製造技術を提供します。BMF社の超高精度AM技術により、切削加工や金型では難しい複雑な3D微細構造を実現しています。そして、多彩な材料とプロセスを組み合わせることで、最終製品を低コストかつ高効率で生産・販売することを可能にします。

研究科学分野では、BMFが独自開発したマイクロスケール3Dプリントシステムは、アメリカのHRL、MIT、英国ノッティンガム、ドイツのドレスデン工科大学、東京大学、早稲田大学、清華大学、北京大学、アラブ首長国連邦のカリフ大学など、世界の多くの大学や研究機関で使用されています。

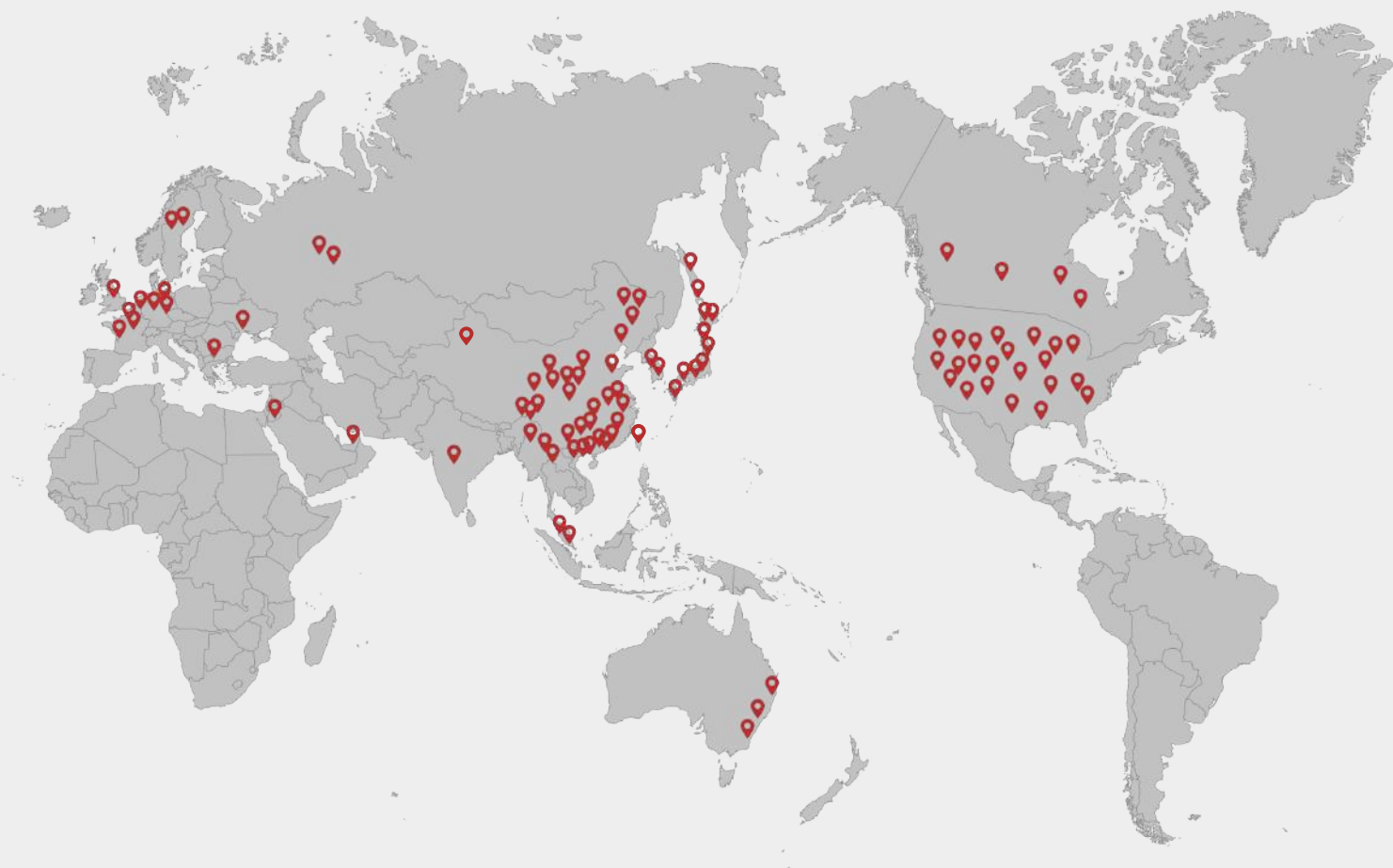
製造業分野では、高精度な積層造形分野のリーダーとして、BMFはGEヘルスケア、メルク、ジョンソン・エンド・ジョンソン、アンフェノール、3M、タイコ、ファーウェイなど、多くのFORTUNE Global 500企業に最適なソリューションを提供しています。電子コネクタや内視鏡、医療機器、MEMS、通信など、様々な業界で広く使用されています。

精密部品のモデル事例



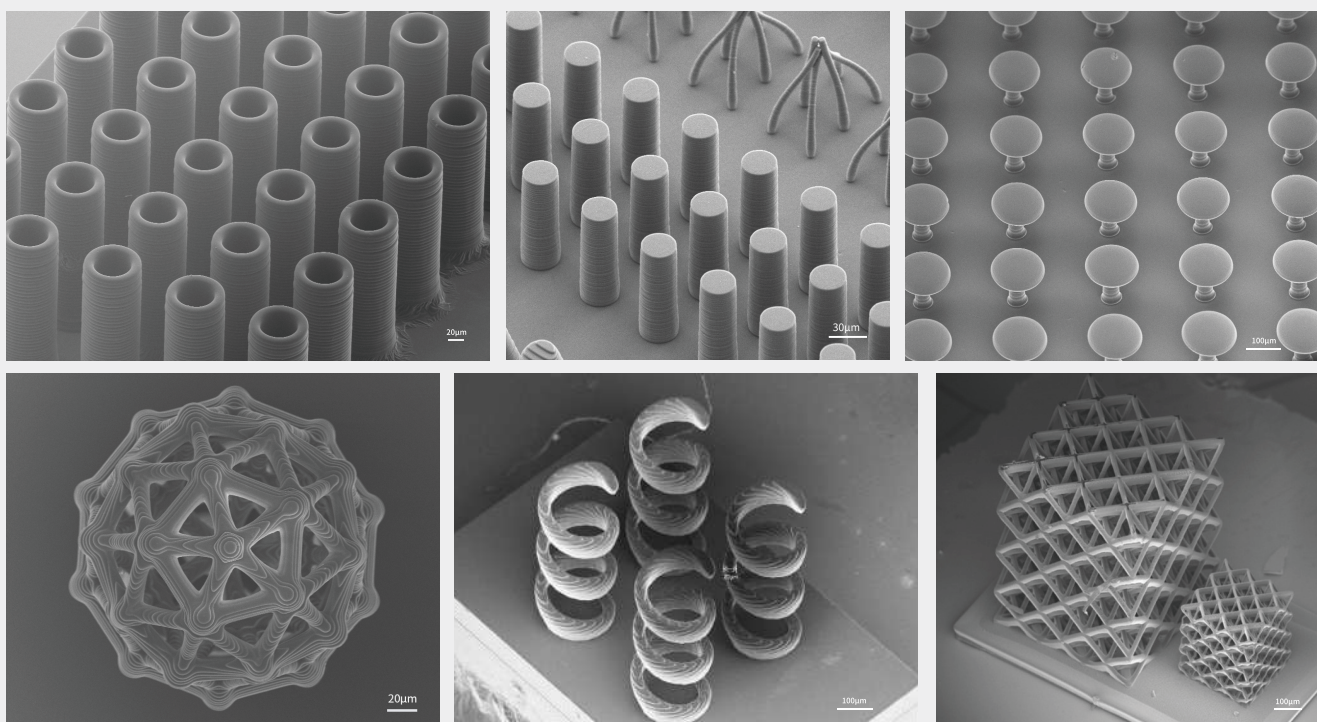
世界初となる 2 μ m の超高精度を実現する 3D プリントシステム

グローバルで 35 カ国、1594 社以上のお客様が、
BMF のマイクロスケール 3D プリント技術を選択しています。



マイクロスケール 3D 造形技術

MICRO SCALE 3D PRINTING CAPABILITY



世界のマイクロスケール3Dプリント技術をリードする企業で、世界最高水準の2 μ mの精度を実現するP μ SL技術による3Dプリンタソリューションを提供します。

BMFはP μ SL技術の革新者であり、産業応用の推進者でもあります。



Technology

P μ SL (ProjectionMicroStereolithography) とは、紫外線を面単位で照射することで、マイクロスケールの解像度で迅速に光重合する技術です。

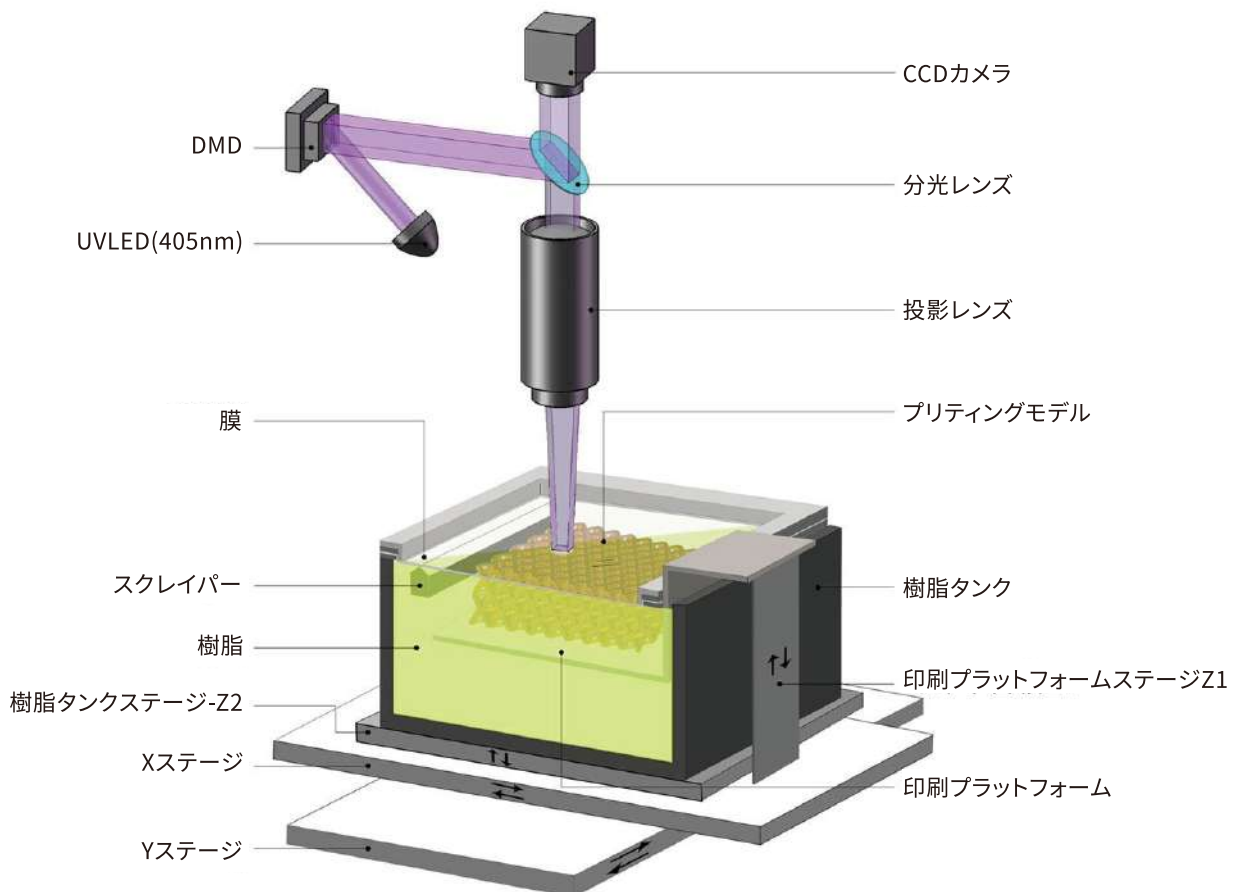
このP μ SL (マイクロ光硬化3Dプリント技術) 技術は、緻密かつ正確な再現性の高い部品を製造することができるため、医療器具製造をはじめ、マイクロ流路、MEMS、バイオ・製薬、エレクトロニクス、教育、研究開発など、幅広い業界の部品製造に最適です。

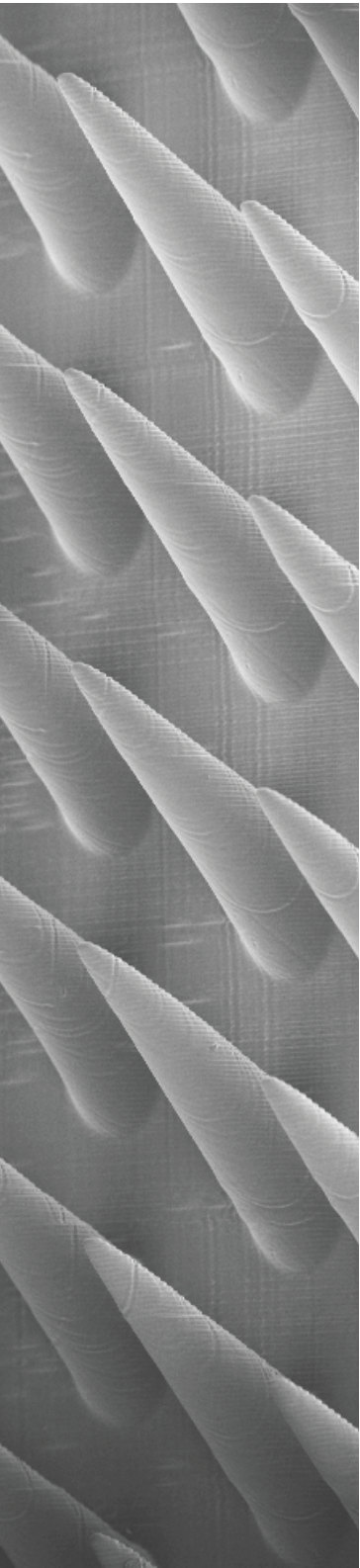


Innovation

1. 技術的革新: ローラー式膜システム (S240)、ステッチング技術 (造形サイズの最大化)、加工公差 ($\pm 10\mu\text{m}/\pm 25\mu\text{m}$)
2. 機械的革新: 超高精細印刷 (2 $\mu\text{m}:130$) シリーズ、樹脂加熱システム (粘度の高い材料使用時)
3. 材料の革新: 生体適合性、耐高温性 (現行114 $^{\circ}\text{C}$)、強靱性など。

動作原理図





カタログ

マイクロスケール3Dプリンタシステム

01 2 μ mシリーズ

S230/S130

02 10 μ mシリーズ

S240/S140

03 25 μ mシリーズ

P150

microArch[®]

Micro Scale 3D Printing System

S230



*この写真は参考用です。

システム特性

項目/製品	microArch S230製品規格	
動作原理	プロジェクション・マイクロ・ステレオリソグラフィー (PμSL)	
光源	UV LED(405nm)	
造形材料	光硬化性樹脂	
光学解像度	2μm	
積層厚	5~20μm	
造形サイズ	モード 1: 単一照射モード	3.84mm(L)×2.16mm(W)×50mm(H)
	モード 2: スティッチ (マルチ) 照射モード	50mm(L)×50mm(W)×50mm(H)
	モード 3: 配列コピーモード	50mm(L)×50mm(W)×50mm(H)
ファイル形式	STL ファイル	
設備外形寸法	1720mm(L)×750mm(W)×1820mm(H)	
設備総重量	660kg	
電源	100~120V AC, 50/60Hz, 1KW	

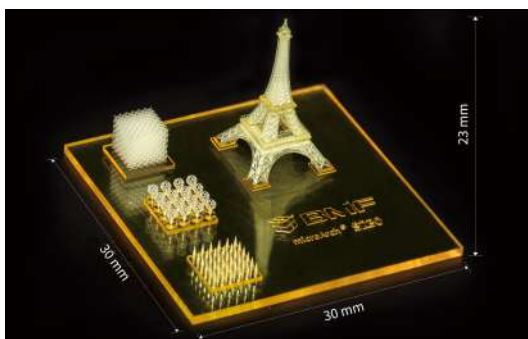
設備の特徴と利点

- ・ 2μmの精密光学解像度により超微細構造を正確に造形可能;
- ・ レーザー測定システムにより水平調整、焦点調整が容易に行える (S130対比);
- ・ 造形サイズの拡大、造形時間の短縮、高粘度樹脂の適用 (S130対比);
- ・ エアー フロート衝撃吸収架台によって僅かな衝撃も吸収し、造形に影響しない;
- ・ BMF社向け3Dプリンタ専用の編集ソフトウェア (MagicsとVoxeldance Additive) を標準装備;



*この写真は参考用です。

01



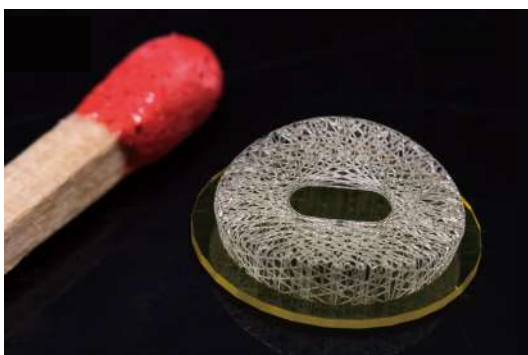
典型的な造形物

応用領域: マイクロ流体

特 性:

- ・ サイズ: 30×30×23 mm
- ・ 格子構造: 最小ロッド径: 50 μ m
- ・ エッフェル塔: 最小ロッド径30 μ m、高さ20mm

02



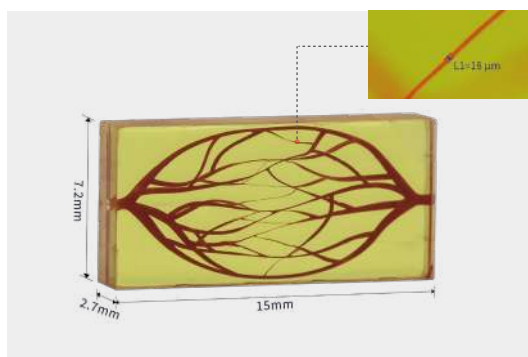
バーズネスト

応用領域: マイクロ流体

特 性:

- ・ 楕円形状の複雑なネットワーク構造
- ・ 積層厚: 5 μ m; ロッド径 : 30-50 μ m

03



超微細マイクロ流路

応用領域: マイクロ流体

特 性:

- ・ サイズ: 15×7.2×2.7mm
- ・ 積層厚: 10 μ m; 最小流路径: 18 μ m

04



側穴型マイクロニードルアレイ

応用領域: 生物医学

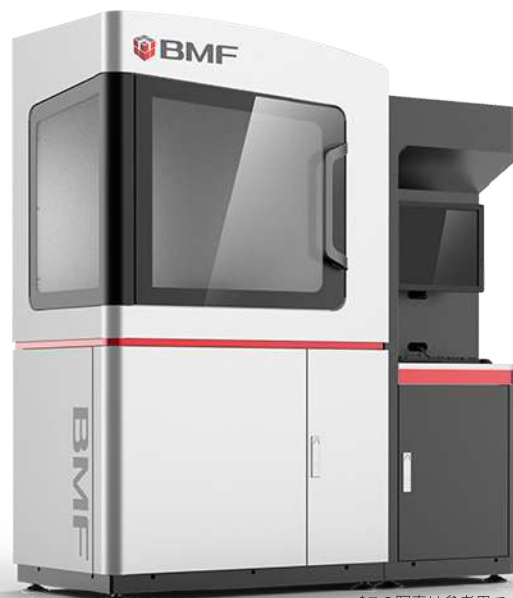
特 性:

- ・ サイズ: 10.8×10.8×14.755mm
- ・ 内部パイプと横穴が含まれて、いずれも直径0.5mm

microArch[®]

Micro Scale 3D Printing System

S130



*この写真は参考用です。

システム特性

項目/製品	microArch [®] S130製品規格
動作原理	プロジェクション・マイクロ・ステレオリソグラフィー (PμSL)
光源	UV LED(405nm)
造形材料	光硬化性樹脂
光学解像度	2μm
積層厚	5~20μm
造形サイズ	モード 1: 単一照射モード 3.84mm(L)×2.16mm(W)×10mm(H) モード 2: スティッチ (マルチ) 照射モード 38.4mm(L)×21.6mm(W)×10mm(H) モード 3: 配列コピーモード 50mm(L)×50mm(W)×10mm(H)
ファイル形式	STL ファイル
設備外形寸法	1720mm(L) × 735mm(W) × 1875mm(H)
設備総重量	550kg
電源	100~120V AC, 50/60Hz, 1KW

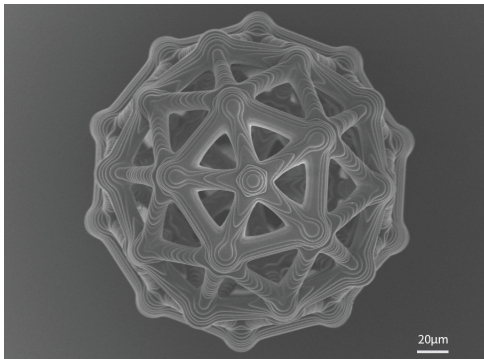
設備の特徴と利点

- ・ 2μmの精密光学解像度により超微細構造を正確に造形可能;
- ・ 積層厚は5um~20umと滑らかな仕上がり;
- ・ マイクロスケール造形能力を有しながら、造形時間は実用的な範囲;
- ・ エアー フロート衝撃吸収架台によって僅かな衝撃も吸収し、造形に影響しない;
- ・ 3D編集に特化したMagicsスライスソフトウェア が標準装備;



*この写真は参考用です。

01



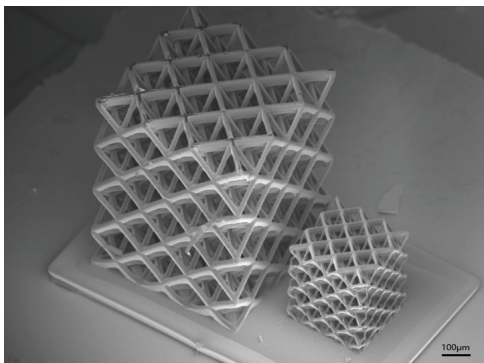
バッキーボール型構造

応用領域: バイオメディカル

特 性:

- ・サイズ: $0.2 \times 0.2 \times 0.2 \text{mm}^3$
- ・ロッド径: $10 \mu\text{m}$
- ・中空多孔質構造

02



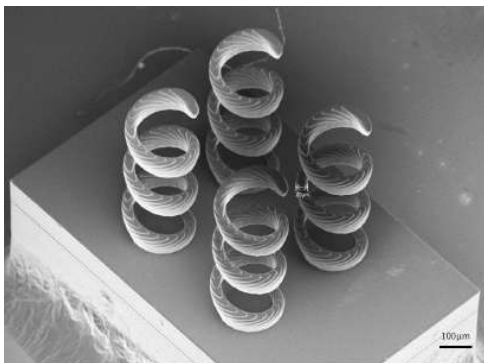
マイクロスタック構造

応用領域: メカニカル・メタマテリアル

特 性:

- ・サイズ: $1.2 \times 0.8 \times 0.6 \text{mm}^3$
- ・ロッド径: $8 \mu\text{m}$
- ・柱のない吊り構造

03



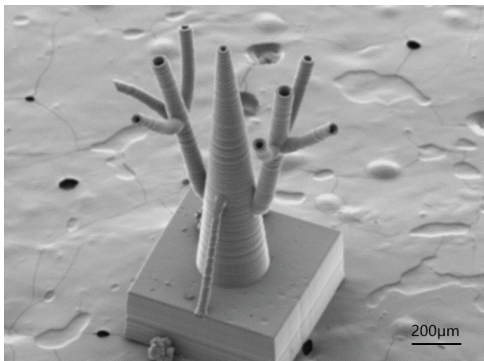
マイクロスプリングラティス

応用領域: テラヘルツ装置、圧力センサー

特 性:

- ・サイズ: $1.2 \times 0.8 \times 1 \text{mm}^3$
- ・スプリングロッド径: $20 \mu\text{m}$
- ・複雑な3次元構造

04



キャピラリーネットワーク構造

応用領域: 組織工学、熱交換器

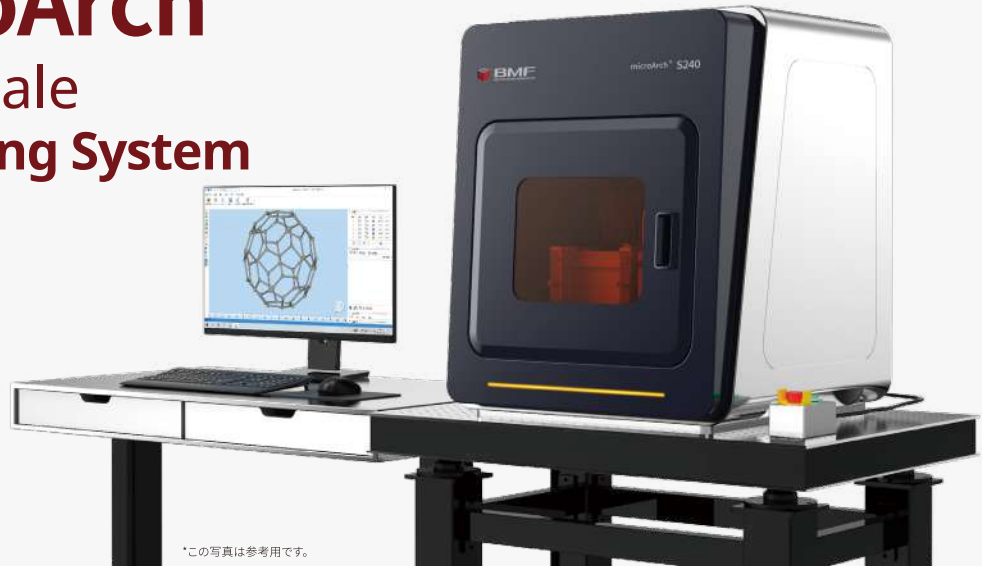
特 性:

- ・サイズ: $0.6 \times 0.6 \times 1.2 \text{mm}^3$
- ・内径: $10\text{-}30 \mu\text{m}$
- ・高度な分岐構造

microArch[®]

Micro Scale 3D Printing System

S240



*この写真は参考用です。

システム特性

項目/製品	microArch S240製品規格	
動作原理	プロジェクション・マイクロ・ステレオリソグラフィ（PμSL）	
光源	UV LED(405nm)	
造形材料	光硬化性樹脂	
光学解像度	10μm	
積層厚	10~40μm	
造形サイズ	モード 1: 単一照射モード	19.2mm(L)×10.8mm(W)×75mm(H)
	モード 2: スティッチ（マルチ）照射モード	100mm(L)×100mm(W)×75mm(H)
	モード 3: 配列コピーモード	100mm(L)×100mm(W)×75mm(H)
ファイル形式	STL ファイル	
最小設置面積	1700mm×700mm×1640mm	
設備外形寸法	650mm(L)×670mm(W)×790mm(H)	
設備総重量	300kg	
電源	100~120V AC, 50/60Hz, 1KW	

設備の特徴と利点

- ・ 10μmの精密光学解像度により超微細構造を正確に造形可能；
- ・ 積層厚は10~40μmと滑らかな仕上がり；
- ・ より高速で中・小ロットにも対応；
- ・ cps5,000高粘度樹脂にも対応；
- ・ 3D編集に特化したMagicsスライスソフトウェアが標準装備；



01



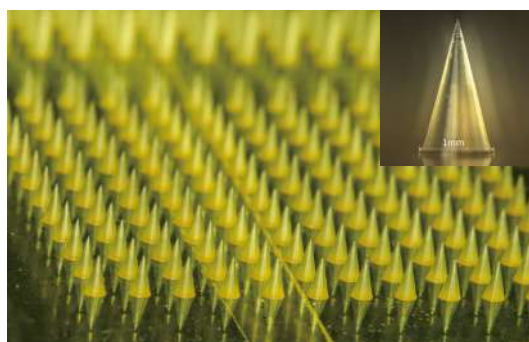
マイクロ流体モデル

応用領域: マイクロ流体

特 性:

- ・サイズ: $10 \times 6 \times 2 \text{mm}^3$
- ・積層厚は $10 \mu\text{m}$ 、最小孔径は $80 \mu\text{m}$

02



マイクロニードルアレイ

応用領域: 生物医学

特 性:

- ・サイズ: $70 \times 70 \times 3.1 \text{mm}^3$
- ・円錐の高さ: 2mm 、円錐台の直径: 1mm
- ・先端の最小直径: $20 \mu\text{m}$
- ・効率的に大規模な製造を実現

03



内視鏡ハウジング

応用領域: 医療器具

樹 脂: HTL

特 性:

- ・個別サイズ $13.8 \times 9.8 \times 9.8 \text{mm}^3$ 、一体成型
- ・S240モデルは1バッチあたり50個の製造可能

04



アルミナマイクロギア

応用領域: MEMS

特 性:

- ・ギアチップ幅: $130 \mu\text{m}$
- ・歯車ピッチ: $92 \mu\text{m}$
- ・セラミックスの質量割合: 80wt. %

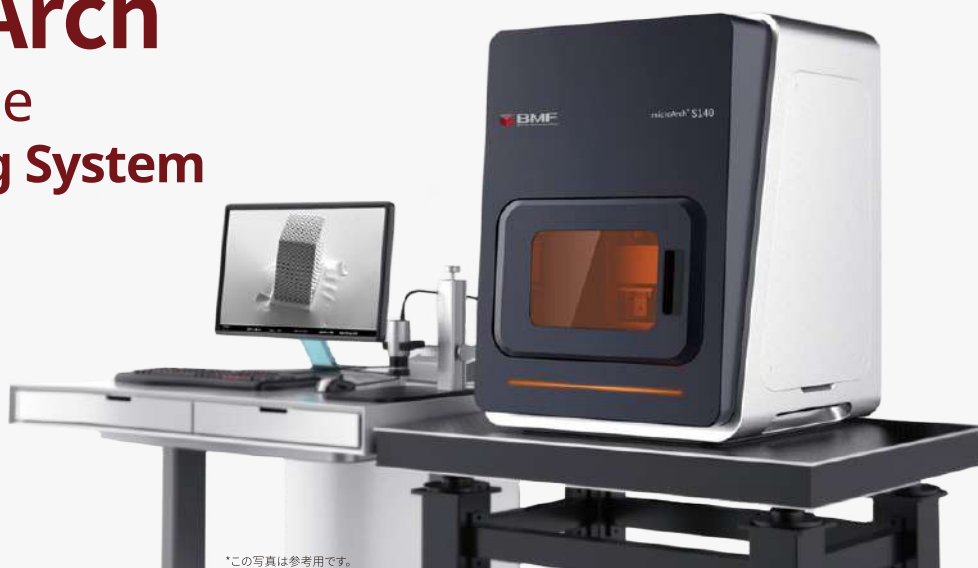
microArch[®]

Micro Scale 3D Printing System

S140



reddot award 2019
winner



*この写真は参考用です。

システム特性

項目/製品	microArch S140製品規格
動作原理	プロジェクション・マイクロ・ステレオリソグラフィー (PμSL)
光源	UVLED(405nm)
造形材料	光硬化性樹脂
光学解像度	10μm
積層厚	10~40μm
造形サイズ	モード 1: 単一照射モード 19.2mm(L)×10.8mm(W)×45mm(H) モード 2: スティッチ (マルチ) 照射モード 94mm(L)×52mm(W)×45mm(H) モード 3: 配列コピーモード 94mm(L)×52mm(W)×45mm(H)
ファイル形式	STL ファイル
最小設置面積	1700mm(L)×700mm(W)×1600mm(H)
設備外形寸法	600mm(L)×600mm(W)×750mm(H)
設備総重量	245kg
電源	100~120VAC, 50/60Hz, 1KW

設備の特徴と利点

- ・ 10μmの精密光学解像度により超微細構造を正確に造形可能;
- ・ 積層厚は10~40μmと滑らかな仕上がりが;
- ・ マイクロスケール造形能力を有しながら、造形時間は実用的な範囲;
- ・ 3D編集に特化したMagicsスライスソフトウェアが標準装備;

BMF 技術と既存技術の加工差異



BMF-140
滑らかな表面、シャープなエッジ

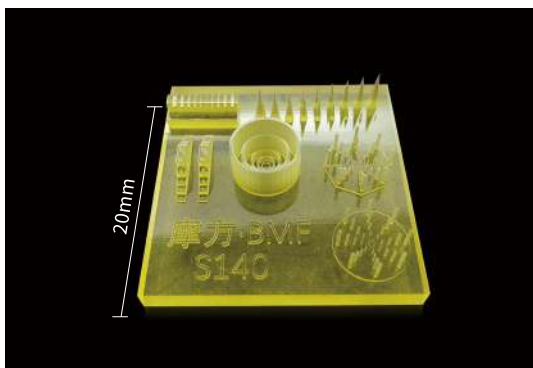


35μm解像度のプリンター
表面が粗く、エッジが曖昧



50μm解像度のプリンター
表面が粗く、エッジが曖昧

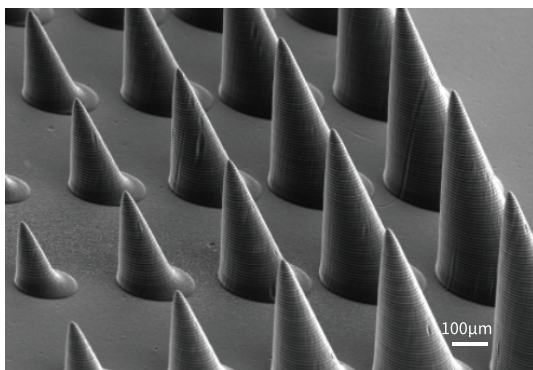
01



S140 機能モデル

- ・角柱/円柱: 直径50-250 μ m、高さ0.2-2mm
- ・円すい: 直径 \leq 15 μ m、高さ0.6-4mm
- ・薄壁: 壁の厚さ40-250 μ m、高さ0.3-3mm
- ・孔(垂直): 直径50-250 μ m、深さ0.2-2mm
- ・孔(水平): 直径50-300 μ m、長さ1mm

02



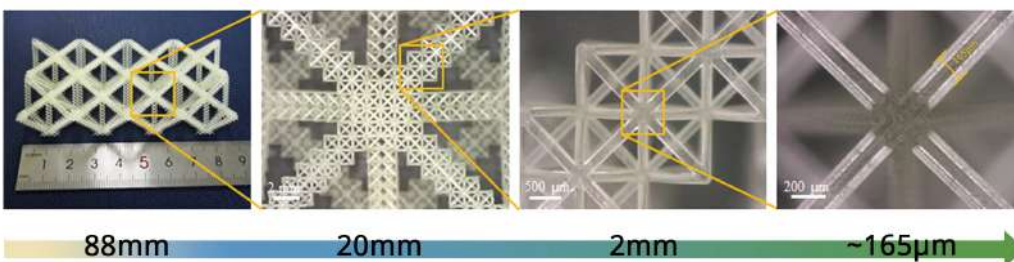
傾斜マイクロニードル

特性:

- ・円錐の傾斜角 β は70°、高さ方向の勾配 α は20°
- ・円錐台の直径は、円錐の先端サイズは20-40 μ m
- ・円錐の角度、高さ、周期を調整可能

Feng et al., Sci. Adv. 2020; 6 : eabb4540.

03



マルチスケールマイクロラティス

応用領域: 多層構造機械材料

特性: ・サイズ: 88 \times 44 \times 11mm³ ・ビームの直径: 160 μ m ・高精度・大判印刷

microArch[®]

Micro Scale 3D Printing System

P150



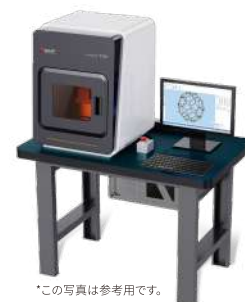
*この写真は参考用です。

システム特性

項目/製品	microArch P150製品規格
動作原理	プロジェクション・マイクロ・ステレオリソグラフィー (PμSL)
光源	UVLED(405nm)
造形材料	光硬化性樹脂
光学解像度	25μm
積層厚	10~50μm
造形サイズ	48mm(L)×27mm(W)×50mm(H)
ファイル形式	STL ファイル
設備外形寸法	530mm(L)×540mm(W) × 700mm(H)
設備総重量	85kg
電源	100~120VAC, 50/60Hz, 1KW

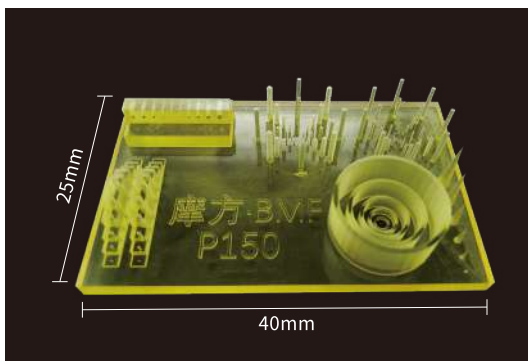
設備の特徴と利点

- ・ 25μmの精密光学解像度により微細構造を正確に造形可能；
- ・ 積層厚10~50μmと滑らかな仕上がり；
- ・ 高靱性、高温耐性、生体適合性など多彩な樹脂材料をご用意；
- ・ 3D編集に特化したMagicsスライスソフトウェアが標準装備；



*この写真は参考用です。

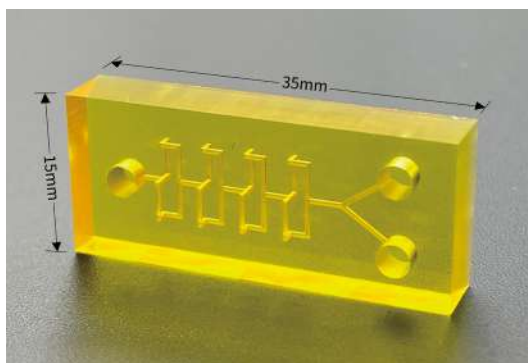
01



P 150 機能モデル

- ・角柱/円柱: 直径125-500 μ m、高さ0.6-5mm
- ・円すい: 直径 \leq 35 μ m、高さ1-7mm
- ・薄壁: 壁厚さ125-500 μ m、高さ0.75-5mm
- ・孔(垂直): 直径125-500 μ m、深さ0.6-4mm
- ・孔(水平): 直径125-500 μ m、長さ2mm

02



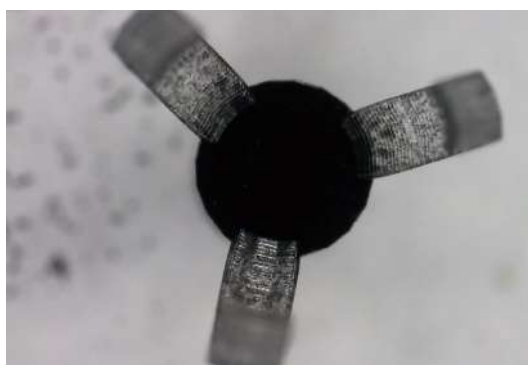
マイクロ流体デバイス

応用領域: 薬物スクリーニング、生物学的検出

特 性:

- ・サイズ: 35 \times 15 \times 6mm³
- ・チャンネル直径: 400 μ m
- ・複雑な3次元マイクロチャンネル

03



小型磁気ロボット

応用領域: マイクロロボット

特 性:

- ・最小壁厚0.12mm
- ・サイズ: 2.5mm以下
- ・他の磁性材料を添加

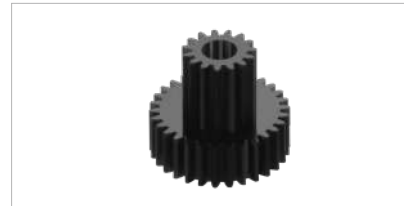
高精度印刷材料

様々なアプリケーションに対応

BMFは、お客様の多様なニーズにお応えするために、高靱性、高硬度、高温耐性、生体適合性など、さまざまな特性を備えた樹脂材料を開発してきました。お客様の要望に応じてカスタム仕様の対応も可能です。

01 高硬度樹脂 (RG/HTL)

高強度および高耐衝撃性を備えており、ラピッドプロトタイピングと試作品製作に最適です。



02 高靱性樹脂 (Tough)

ABS樹脂と同等の性能を持ち、留め具付きなどの組立関連の試作品に適しています。



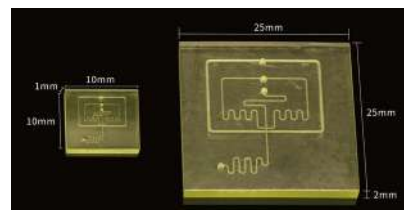
03 耐熱性樹脂 (HTL/HT200)

熱変形温度114°C (@0.45MPa) 医療機器の消毒などの高温環境での使用に適しています。



04 生体適合性樹脂 (BIO)

生体適合性認定 (Level-1) を受けています。食品や歯科、医療機器などの業界に適しています。ただし、Level-1認定の範囲に限ります。



材料パラメータ

標準樹脂		
樹脂	HTL(標準)	BIO(生体適合性)
粘度 @25°C	85 cP	300 cP
引張強度	71.5 MPa	56 MPa
弾性率	2397 MPa	1614 MPa
破断伸度	7.8%	6.2%
曲げ強度	113 MPa	106.6 MPa
曲げ弾性率	2.8 GPa	3.5 GPa
熱変形温度 @0.45MPa	114 °C	86 °C
吸水率 (24h)	1.05%	0.69%
誘電率 (10GHz)	3.45	2.75
誘電体損失 (10GHz)	0.0245	0.0458
硬さ	81 Shore D	84 Shore D
適用プリンタシリーズ	All	All
応用エリア	耐熱部品	医療実験; 生物技術
色	黄色 (半透明) / 黒色	黄色 (半透明)

その他樹脂			
樹脂	RG(生体適合性、耐候性)	HT-200(耐高温)	Tough(強靱性)
粘度 @25°C	1100 cP	285 cP	180 cP
引張強度	60.4 MPa	87.8 MPa	82.9 MPa
弾性率	1765 MPa	3074 MPa	2566 MPa
破断伸度	11.7%	4.6%	14.0%
曲げ強度	77.7 MPa	153.6 MPa	122.4 MPa
曲げ弾性率	2.1 GPa	3.8 GPa	4.0 GPa
熱変形温度 @0.45MPa	56 °C	217 °C	78 °C
吸水率 (24h)	0.77%	2.70%	1.28%
誘電率 (10GHz)	2.94	2.97	2.88
誘電体損失 (10GHz)	0.0197	0.0475	0.033
硬さ	77 Shore D	78.6 Shore D	74.5 Shore D
適用プリンタシリーズ	240/140/150	240/140/150	240/140/150
応用エリア	医療実験; 生物技術; 長期保存可能	耐熱部品	組立用部品; 長期保存可能
色	黄色 (半透明)	黄色 (半透明)	黄色 (半透明)

セラミック	ALセラミック
純度 (%)	99.99
固体負荷 (vol%)	51.4
動的粘度 [Pa·s]	8400
理論密度 (g/cm ³)	3.99
相対密度 (%)	99.5
3点曲げ強度 (MPa)	500
ヤング率 (GPa)	300
熱膨張係数 (ppm/K)	7~8
熱伝導率 (W/m·K)	32
電気抵抗率 (Ω·cm)	≈1014
適用 3D プリンター	230/240

セラミック造形モデル

01



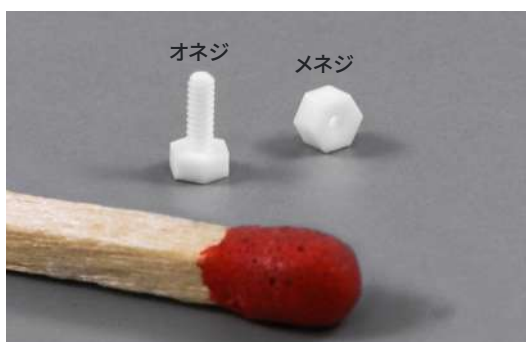
Gyroid

応用領域: エネルギー吸収、熱・物質移動

特 性:

- ・サイズ: 10.0×10.0×10.0mm
- ・壁厚さ: 0.22mm
- ・造形材料: AL
- ・本体: microArch® S240

02



オネジ & メネジ

応用領域: MEMS

特 性:

- ・オネジサイズ: 2.8×2.4×4.8mm
- ・メネジサイズ: 2.8×2.4×1.6mm
- ・造形材料: AL
- ・本体: microArch® S230

BMF社の技術を利用して発表された論文：

バイオニクス：

- [1] Tip-induced Flipping of Droplets on Janus pillars: From Local Reconfiguration to Global Transport. *Science Advances*. 2020, 6, eabb4540.
- [2] Programmable 3D Printed Wheat Awn-Like System for High-Performance Fogdrop Collection. *Chemical Engineering Journal*, 2020,125139.
- [3] 3D-Printed Bioinspired Cassie-Baxter Wettability for Controllable Microdroplet Manipulation. *ACS Applied Materials&Interfaces*. 2020. DOI: 10.1021/acsmi.0c18952.
- [4] Superrepellency of Underwater Hierarchical Structures on Salvinia Leaf. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2020, 117(5), 2282-2287.

マイクロ・メカニクス：

- [1] 3D Printed Piezoelectric BNNTs Nanocomposites with Tunable Interface and Microarchitectures for Self-powered Conformal Sensors. *Nano Energy*. 2020, 77, 105300.
- [2] 3D Printed Ultrastretchable, Hyper-Antifreezing Conductive Hydrogel for Sensitive Motion and Electrophysiological Signal Monitoring. *Research*. 2020. DOI:10.34133/2020/1426078.
- [3] Three-Dimensional Stretchable Microelectronics by Projection Microstereolithography (PμSL). *ACS Applied Materials&Interfaces*. 2021. DOI: 10.1021/acsmi.0c20162.
- [4] Design and Implementation of a Jellyfish Otolith-inspired MEMS Vector Hydrophone for Low-frequency Detection. *Microsystems & Nanoengineering*. 2021, 7, 1.

マイクロ流路：

- [1] Imaging and Characterizing Fluid Invasion in Micro-3D Printed Porous Devices with Variable Surface Wettability. *Soft Matter* 2019, 15(35), 6978-6987.
- [2] Empowering Microfluidics by Micro-3D Printing and Solution-based Mineral Coating. *Soft Matter*. 2020, 16, 6841-6849.
- [3] Microfluidic Droplet Formation in Co-Flow Devices Fabricated by Micro 3D Printing. *Journal of Food Engineering* 2021, 290(110), 212.
- [4] On-chip Rotational Manipulation of Microbeads and Oocytes using Acoustic Microstreaming Generated by Oscillating Asymmetrical Microstructures. *Biomicrofluidics*. 2019, 13, 064103.

メカニカル・メタマテリアル：

- [1] Liquid Metal-Polymer Microlattice Metamaterials with High Fracture Toughness and Damage Recoverability. *Small*. 2020, 2004190.
- [2] Optimizing Film Thickness to Delay Strut Fracture in High-Entropy Alloy Composite Microlattices. *International Journal of Extreme Manufacturing*. 2021, 3, 025101.
- [3] Synchrotron X-ray Micro-computed Tomography Imaging of 3D Re-entrant Micro lattice during in situ Micro Compression Experimental Process. *Materials & Design* 2020, 192(108), 743.

生物医学：

- [1] Integrated Assembly and Flexible Movement of Microparts Using Multifunctional Bubble Microrobots. *ACS Applied Materials&Interfaces*. 2020. DOI: 10.1021/acsmi.0c17518.
- [2] Millimeter-Scale Soft Continuum Robots for Large-Angle and High-Precision Manipulation by Hybrid Actuation. *Advanced Intelligent System*. 2020, 2000189.

その他：

- [1] Review-Projection Micro Stereolithography Based 3D Printing and Its Applications. *International Journal of Extreme Manufacturing*. 2020, 2(022), 004.

一部クライアント実績：

東京大学

早稲田大学

北京大学

清華大学

中国科学院

香港中文大学

カーネギーメロン大学

ノッティンガム大学

ドレスデン工科大学

ノースカロライナ州立大学

シンガポール南洋理工大

アラブ首長国連邦カリフ大



BMF Japan 株式会社

〒103-0022東京都中央区日本室町4-4-35階

TEL: 03-6265-1568

Email: info@bmf3d.co.jp

Website: www.bmf3d.co.jp



(www.bmf3d.co.jp)