

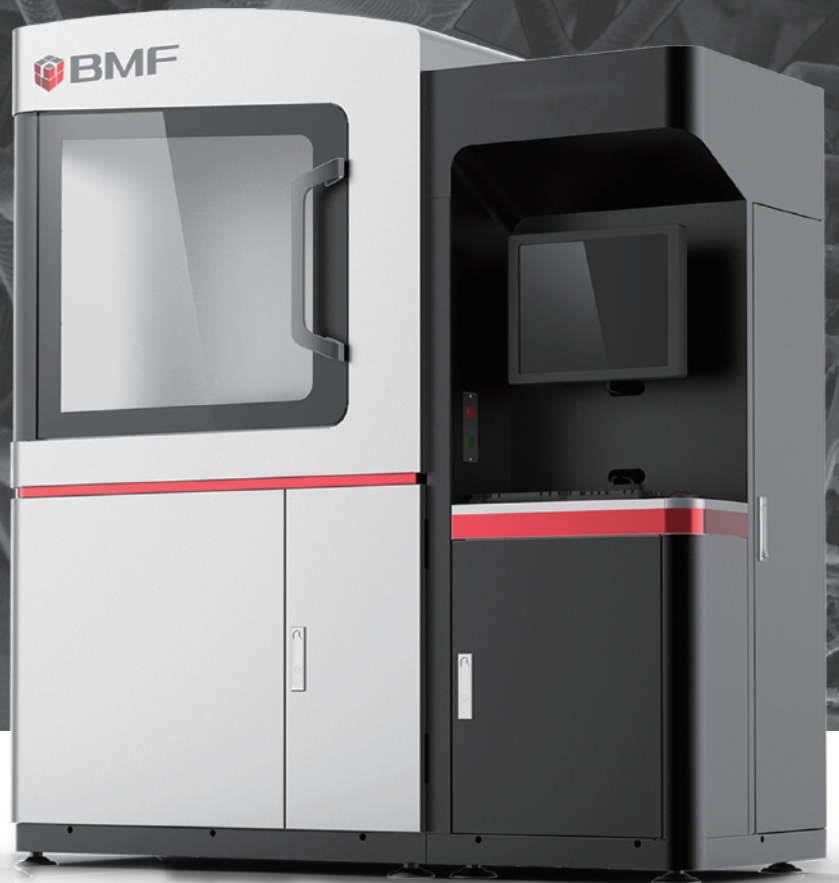


BMF
BOSTON MICRO FABRICATION

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

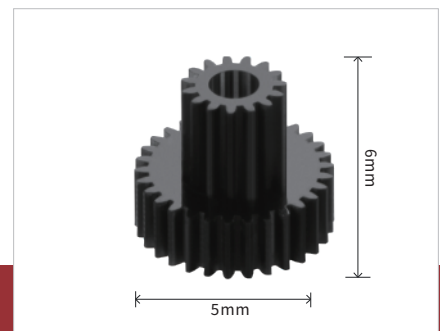
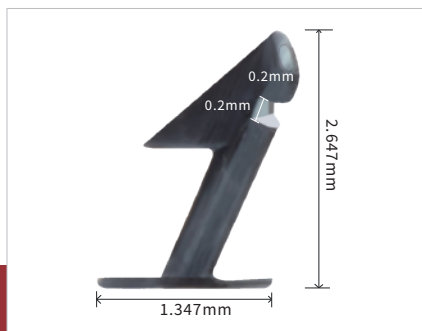
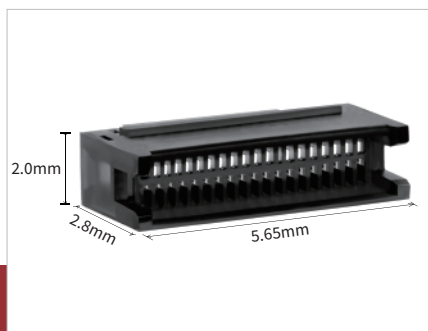
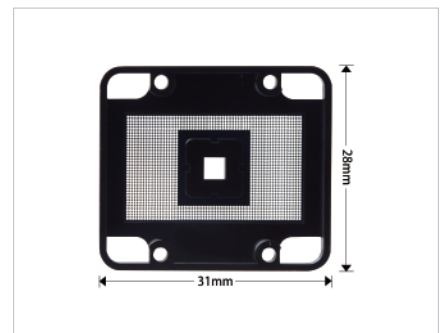
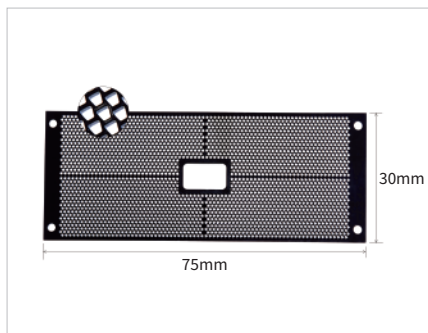
BMFについて

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

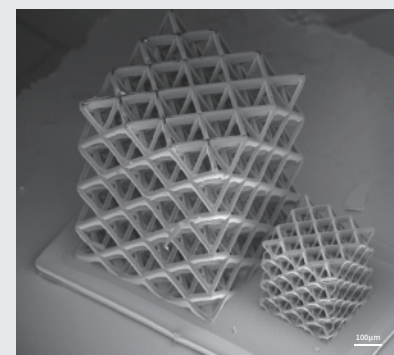
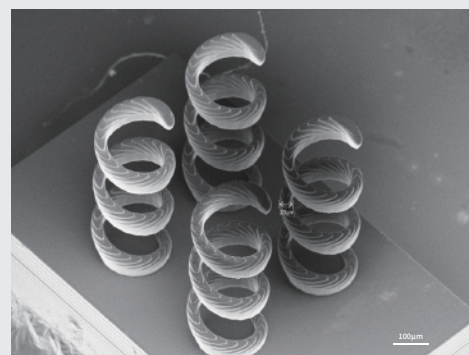
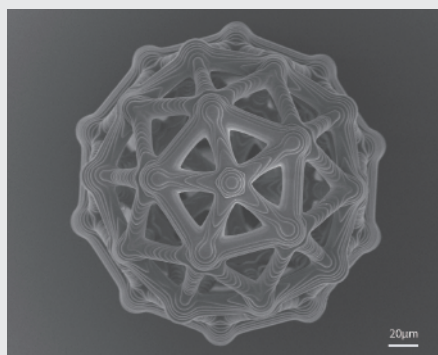
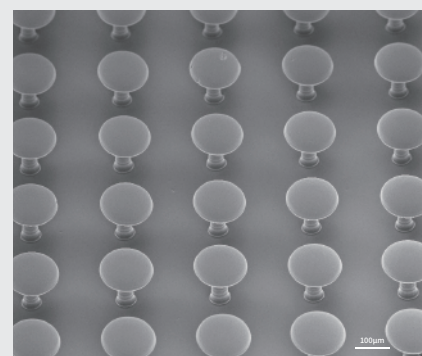
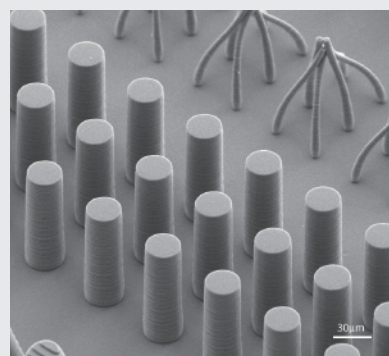
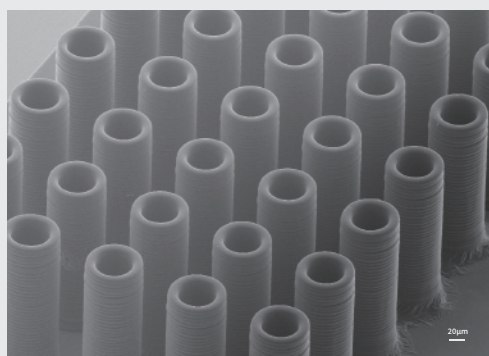
グローバルで 33 カ国、1199 社以上のお客様が、

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2μmの精度を実現するPμSL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PμSL技術の革新者であり、産業応用の推進者でもあります。



Technology

PμSL (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。

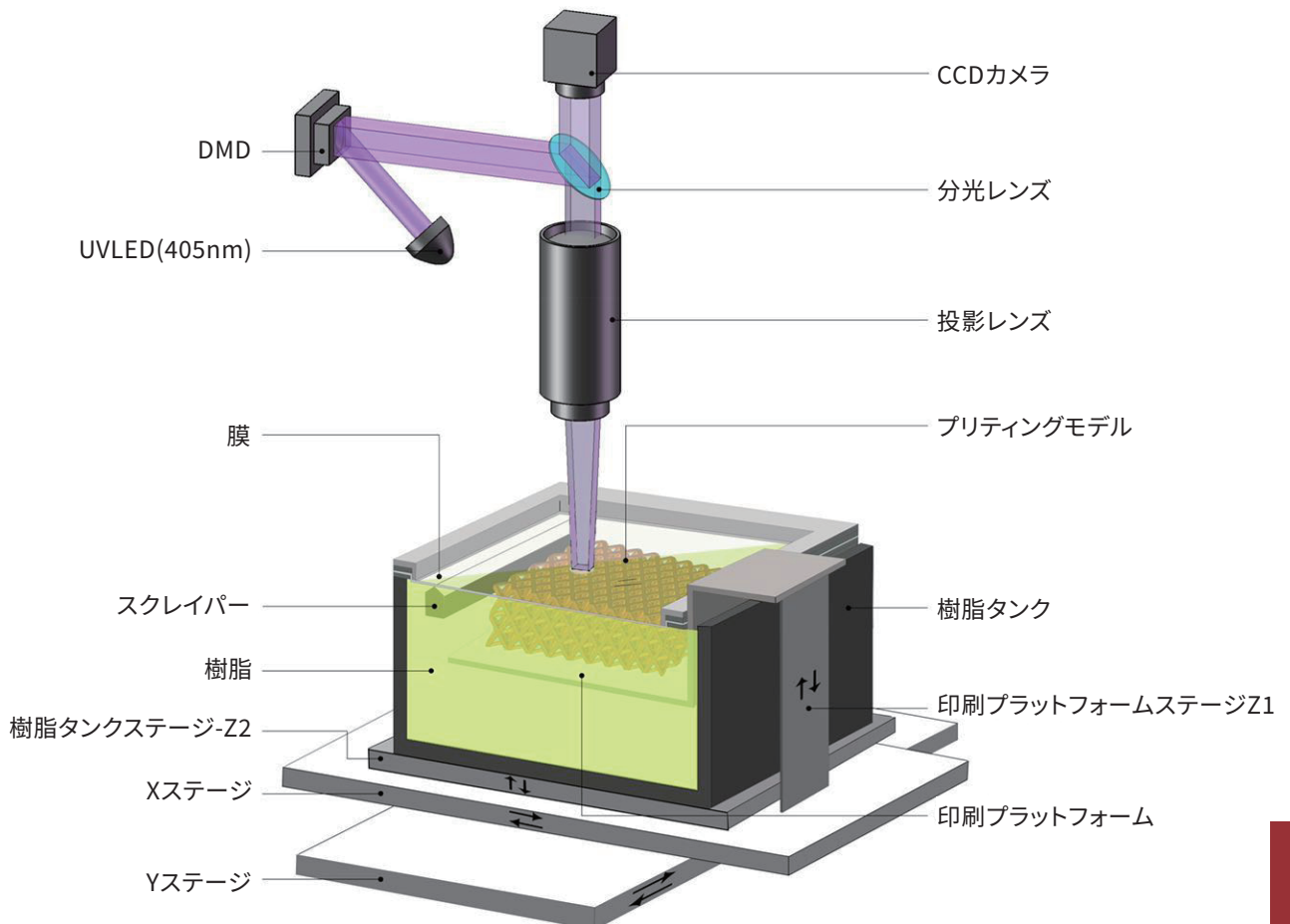
このPμSL (マイクロ光硬化3Dプリント技術) 技術は、緻密かつ正確な再現性の高い部品を製造することができるため、医療器具製造をはじめ、マイクロ流路、MEMS、バイオ・製薬、エレクトロニクス、教育、研究開発など、幅広い業界の部品製造に最適です。

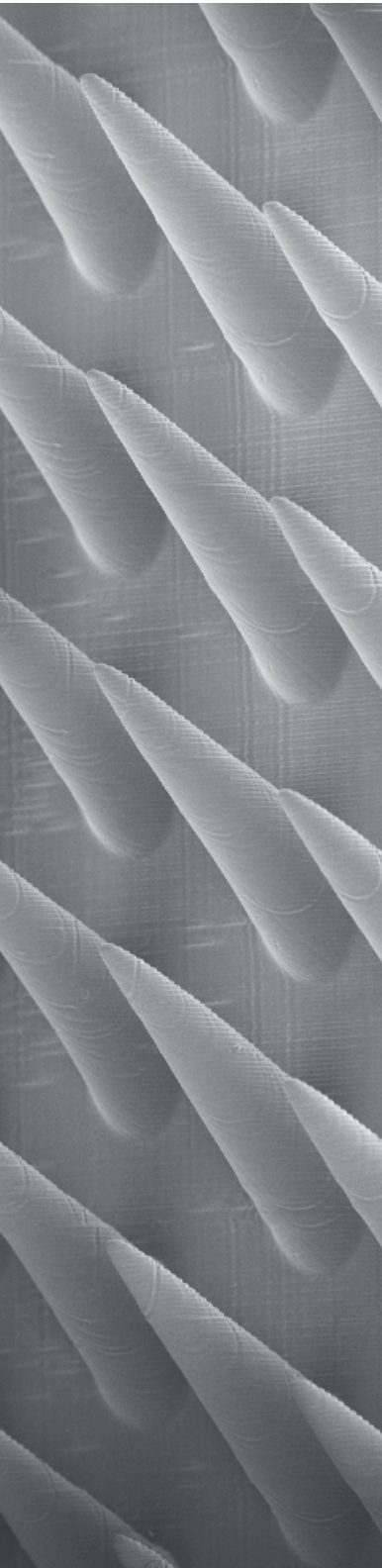


Innovation

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 (2μm: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°C)、強靭性など。

動作原理図





カタログ

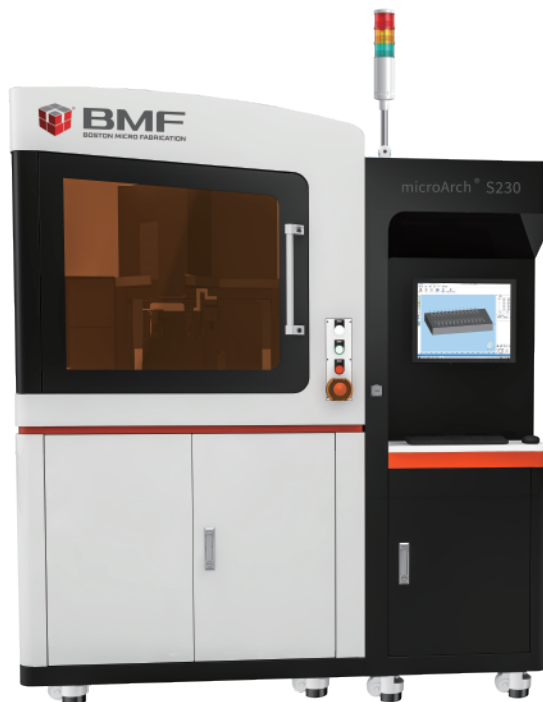
マイクロスケール3Dプリンタシステム

- 01 **2 μ mシリーズ**
S230/S130
- 02 **10 μ mシリーズ**
S240/S140/P140
- 03 **25 μ mシリーズ**
P150

microArch[®]

Micro Scale 3D Printing System

S230



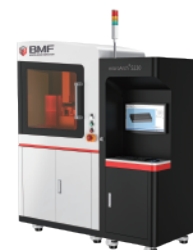
*この写真は参考用です。

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	

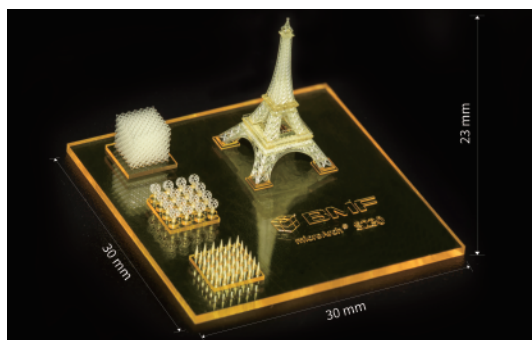
設備の特徴と利点

- ・ 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



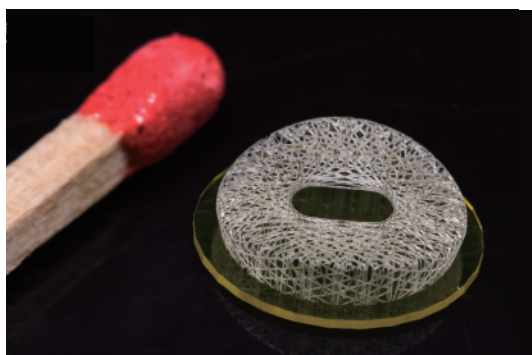
典型的な造形物

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



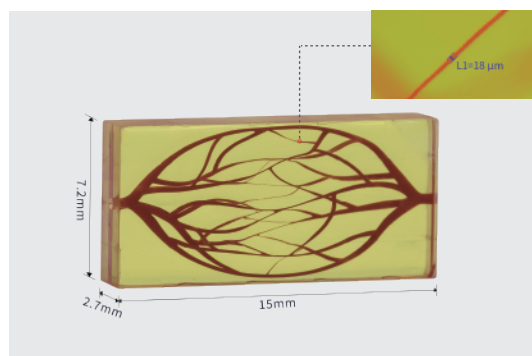
バースネスト

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

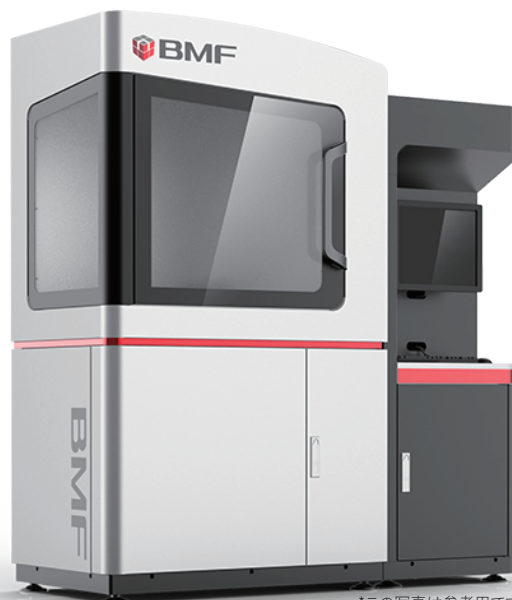
特 性:

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

microArch[®]

Micro Scale 3D Printing System

P130/S130



*この写真は参考用です。

システム特性

項目/製品	microArch [®] P130製品規格	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)	UV LED(405nm)
造形材料	光硬化性樹脂	光硬化性樹脂
光学解像度	2μm	2μm
積層厚	5~20μm	5~20μm
造形サイズ	3.84mm(L)×2.16mm(W)×10mm(H)	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	STL ファイル
設備外形寸法	1720mm(L) × 735mm(W) × 1875mm(H)	1720mm(L) × 735mm(W) × 1875mm(H)
設備総重量	550kg	550kg
電源	100~120V AC, 50/60Hz, 1KW	100~120V AC, 50/60Hz, 1KW

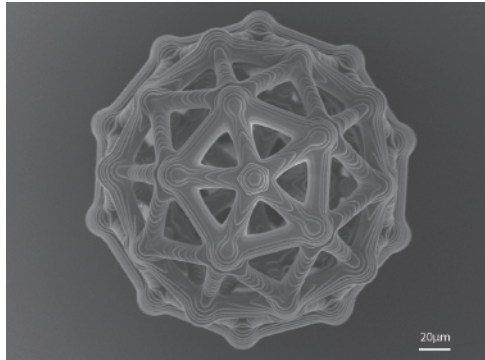
設備の特徴と利点

- 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



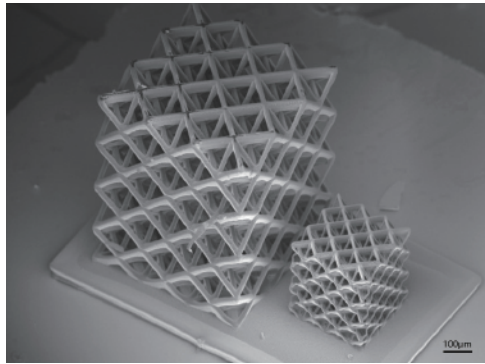
バッキーボール型構造

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



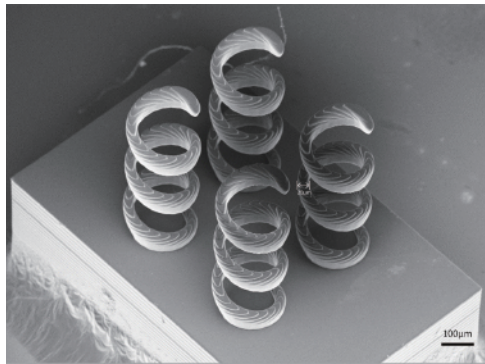
マイクロスタック構造

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



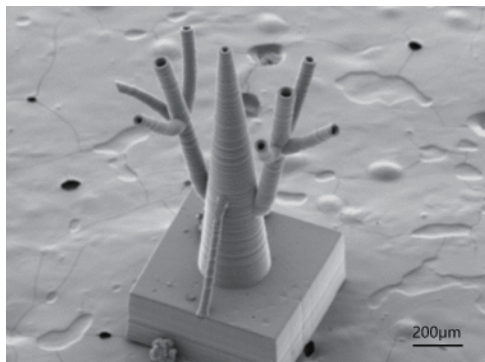
マイクロスプリングラティス

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

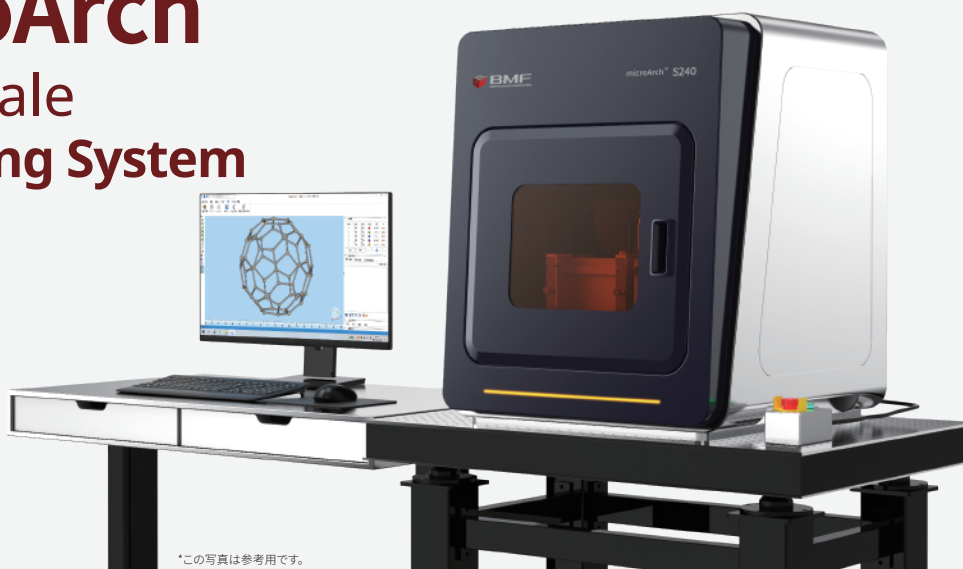
特 性:

- 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



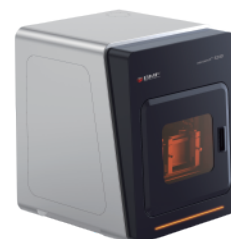
*この写真は参考用です。

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ー (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



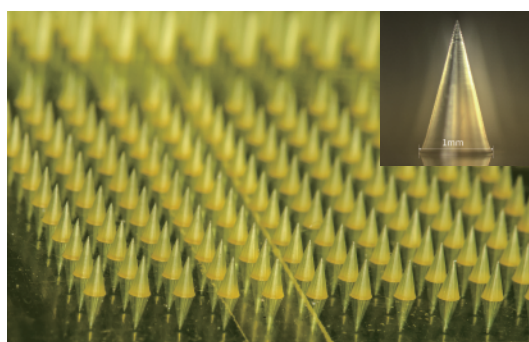
マイクロ流体モデル

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



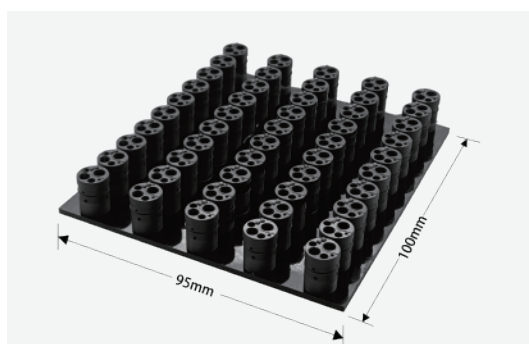
マイクロニードルアレイ

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

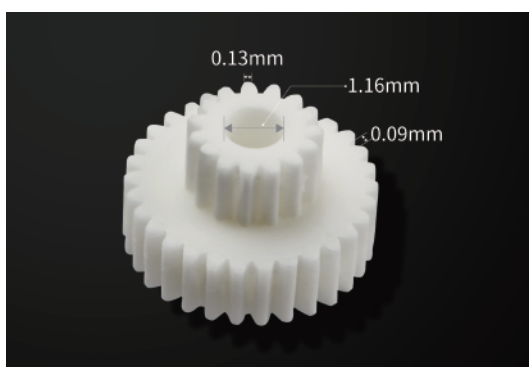
応用領域: 医療器具

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: $80 \text{wt.}\%$

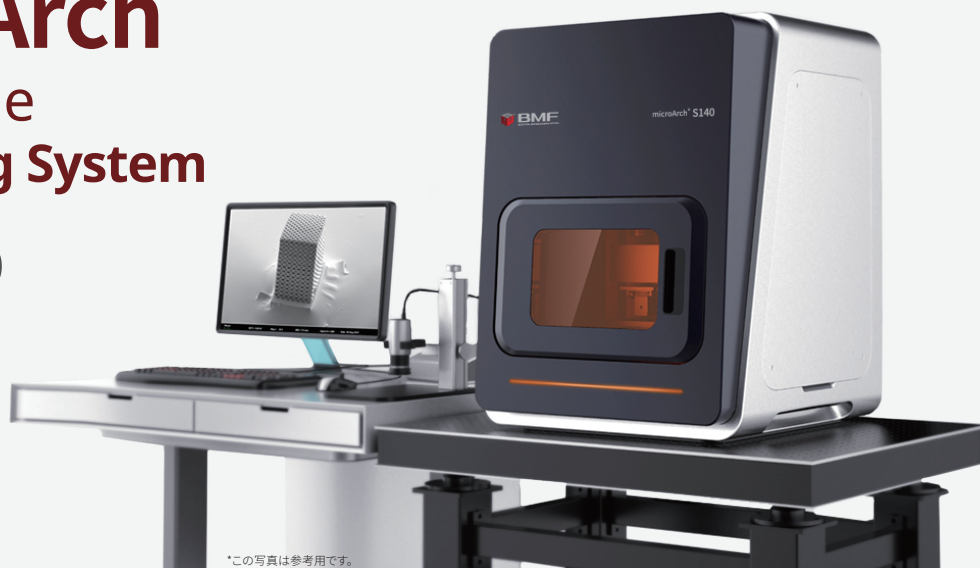
microArch[®]

Micro Scale 3D Printing System

P140/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 P140製品規格	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（PμSL）	
光源	UVLED(405nm)	UVLED(405nm)
造形材料	光硬化性樹脂	光硬化性樹脂
光学解像度	10μm	10μm
積層厚	10~40μm	10~40μm
造形サイズ	19.2mm(L)×10.8mm(W)×45mm(H)	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	STL ファイル
最小設置面積	1700mm(L)×700mm(W)×1600mm(H)	1700mm(L)×700mm(W)×1600mm(H)
設備外形寸法	600mm(L)×600mm(W)×750mm(H)	600mm(L)×600mm(W)×750mm(H)
設備総重量	245kg	245kg
電源	100~120VAC, 50/60Hz, 1KW	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;
- 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

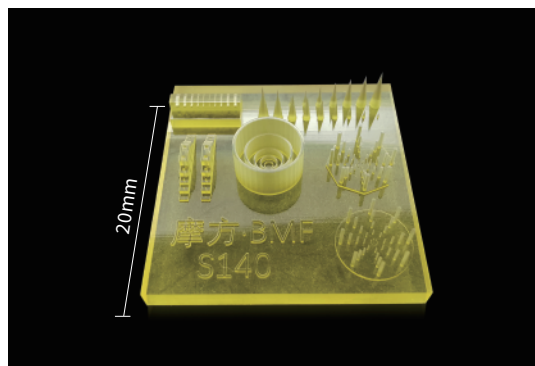


35μm解像度のプリンター
表面が粗く、エッジが曖昧



50μm解像度のプリンター
表面が粗く、エッジが曖昧

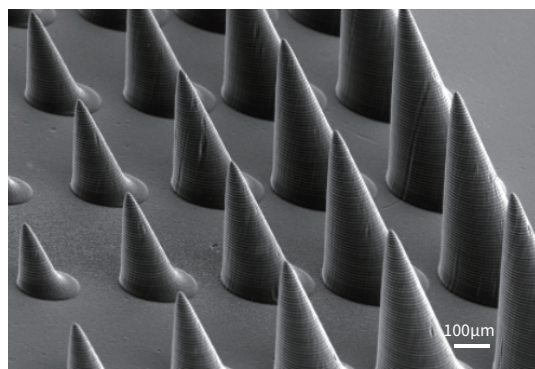
01



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



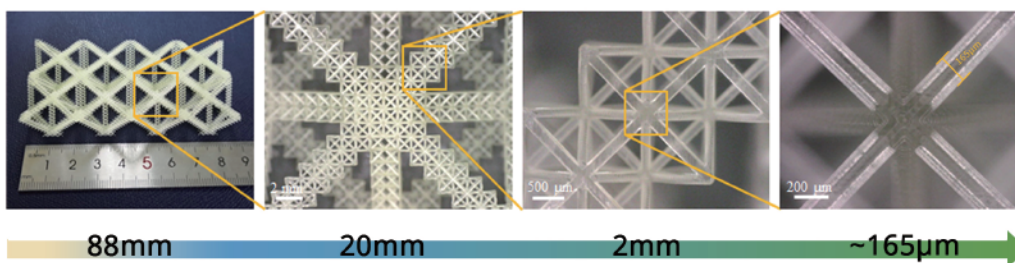
傾斜マイクロニードル

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

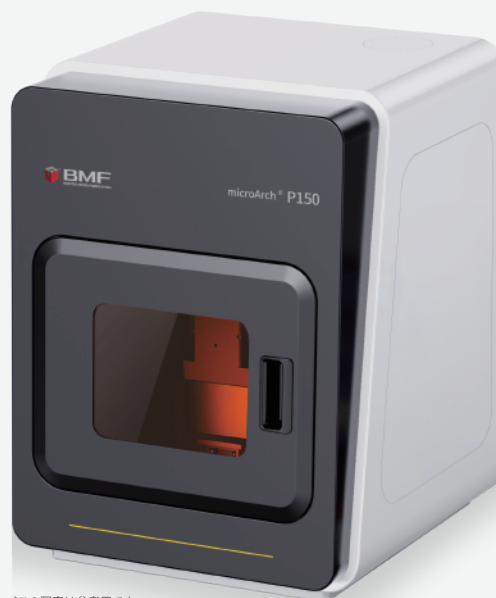
応用領域: 多層構造機械材料

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

microArch[®]

Micro Scale 3D Printing System

P150



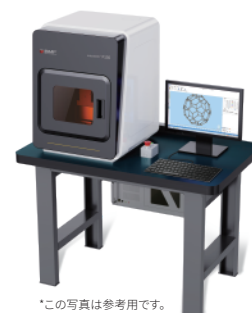
*この写真は参考用です。

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

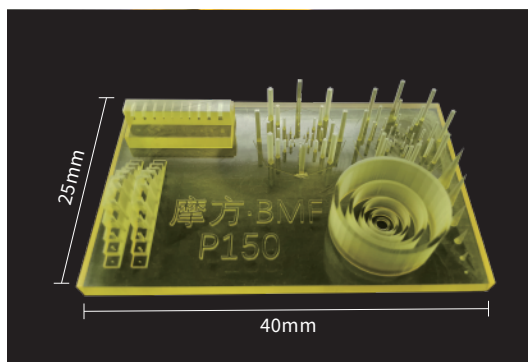
設備の特徴と利点

- 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。

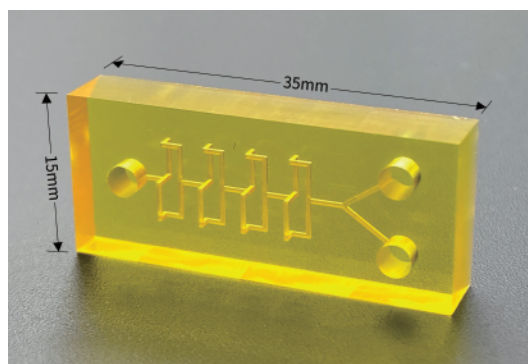
01



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



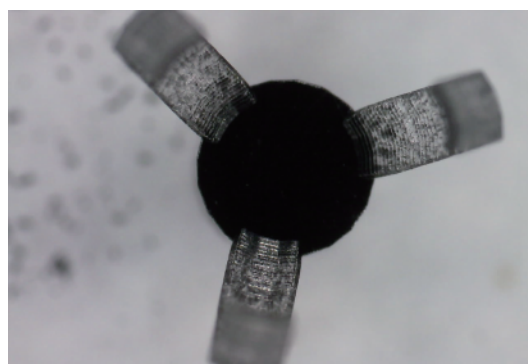
マイクロ流体デバイス

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。



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プングと試作品製作に最適です。



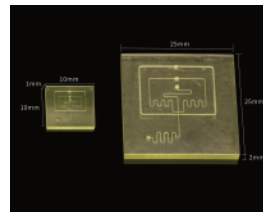
高靱性樹脂 (HEK/HD/UTL)

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。



耐熱性樹脂 (HTL)

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。



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。

材料パラメーター

樹脂	標準樹脂		準標準樹脂		
	HTL (耐高温)	BIO (生体適合性)	HEK (強い強靱さ)	RG (生体適合性、耐候性)	UTL (曲げられる)
粘度 @25°C	85 cP	300 cP	500 cP	1100 cP	185 cP
引張強度	71.5 MPa	56 MPa	53.8 MPa	60.4 MPa	14.1 MPa
弾性率	2397 MPa	1614 MPa	2000 MPa	1765 MPa	567 MPa
破断伸度	7.8%	6.2%	14.4%	11.7%	40.8%
曲げ強度	113 MPa	106.6 MPa	50.6 MPa	77.7 MPa	n/a
曲げ弾性率	2.8 GPa	3.5 GPa	1.7 GPa	2.1 GPa	n/a
熱変形温度 @0.45MPa	114 °C	86 °C	51 °C	56 °C	n/a
吸水率 (24h)	1.05%	0.69%	2.28%	0.77%	3.14%
誘電率 (10GHz)	3.45	2.75	3.30	2.94	3.17
誘電体損失 (10GHz)	0.0245	0.0458	0.0225	0.0197	0.0290
硬さ	81 Shore D	84 Shore D	78 Shore D	77 Shore D	69 Shore D
適用プリンタシリーズ	All	All	240/140/150	240/140/150	240/140/150
応用エリア	耐熱部品	医療実験; 生物技術	組立用部品	医療実験; 生物技術; 長期保存可能	曲げられる部品
色	黄色 (半透明) // 黒色	黄色 (半透明)	黄色 (半透明) // 黒色	黄色 (半透明)	黄色 (半透明)
製品写真					

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/acsami.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/acsami.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/acsami.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學

アラブ首長国連邦カリフ大学



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)