

マイクロ光造形ACCULAS

3-D Micro Photo Fabrication System ACCULAS

新事業第二部 齋藤則彦

New Business Development Dept. II

1 はじめに～従来の光造形技術

光造形法は、CADデータを基に3次元の立体物を自動的かつ迅速に作製する技術である。従来より多様な製品の設計段階におけるモデル試作用に使われてきた。(株)ディーメックでは光造形事業を手がけており、写真1に示すようなゲーム機コントローラの操作性確認モデル、写真2の自動車インテークマニホールドの吸気性シミュレーション

モデルのほか、自動車関連の各種部品、家電製品や携帯電話のデザイン確認用等、多岐にわたる用途で利用されている。

従来の光造形法は図1のような原理で行われる。

- ① CAD上の3次元データは多層の断面体にスライスされ、等高線データに変換される。
- ② 等高線データに基づき、紫外線レーザー光が光硬化性



写真1

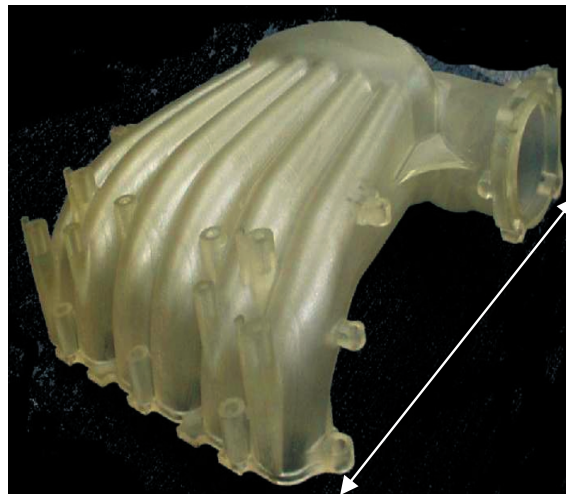


写真2

積層造形原理図

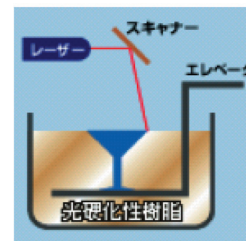
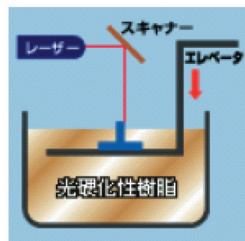


図1

樹脂(液状)の表面を走査、照射し、断面形状を描画する。描画部分は降下し一層分の断面体が造形される。

- ③ 引き続き一層ずつエレベーターが下降することで多層の断面体を積層し立体物が造形される。

この従来技術に加え、JSR/ディーメックでは、サブミクロンレベルの分解能でより微細な3次元立体像を作製することのできるマイクロ光造形機ACCULASを扱ってきた。

ACCULASと高性能光硬化性樹脂を用いることにより、透明性や耐熱性、機械的特性に優れた立体像を作製することができるため、光造形の用途範囲を大きく拡大するものとして検討を継続してきた。

2 JSRのマイクロ光造形技術

マイクロ光造形機ACCULASの原理を図2に示す。

従来の光造形技術では、ガルバノミラーと呼ばれる2枚の鏡の角度を制御することで紫外線レーザー光を走査、照射して光硬化性樹脂を硬化させる。しかしこれではレーザー光をミクロンオーダーまで集光することは難しく、解像度は数十〜百 μm であった。対してACCULASでは、DMD (Digital Micro-mirror Device)の768 \times 1024個の微小な鏡のオン/オフ調整で画像を形成し、DMD鏡面での反射光を光硬化性樹脂表面に縮小照射することによって高解像に硬化させる方法を用いている。対物レンズの選択によりサブミクロンでの解像度が可能である。この工程を繰り返す積層造形法により3次元のマイクロ構造体を造形する。積層ピッチは5〜10 μm であり、光源は405nmもしくは365nmを使用している。

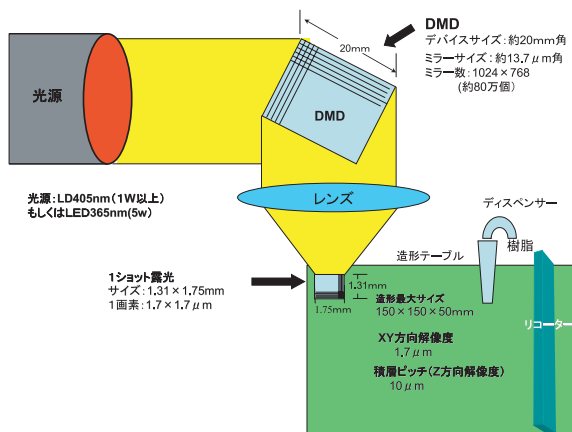


図2

3 ACCULAS用の光硬化性樹脂

ACCULASには、JSR(株)で開発された専用の光硬化性樹脂を用いる。アクリル系もしくはエポキシ系の樹脂であり、硬化深度を15 μm 以下に調整してあるため、アンダーカット構造、中空構造体も空間部分を保持しながら硬化させることができる。

写真3は、直径400 μm 、高さ250 μm のマイクロタービンである。写真4の、マッチ棒横の点(計18個)のひとつに相当する。

その他、後述する電鍍金型のマスターとして用いるためのアルカリ可溶性樹脂や、機能性付与のためのナノ粒子含有グレードも開発した。

4 ACCULASによる造形例(試作用)

以下に、実際に検討されてきた造形例を示す。

4.1 マイクロ部品

従来の光造形では解像度が不足で加工が不可能であったり、他の工法では時間のかかる微細加工の例としてコネクタの試作例を写真5に示す。マッチ棒の大きさと比

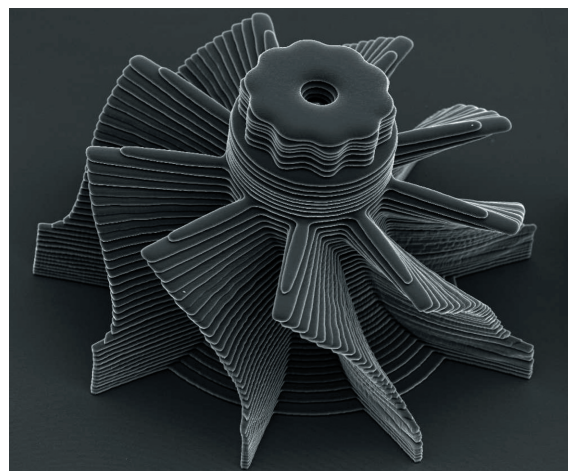


写真3

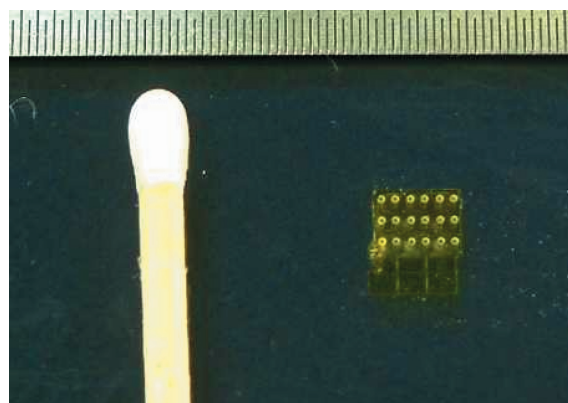


写真4

較頂きたい。

4.2 マイクロ流路

従来のマイクロ流路はガラスに単純形状の溝をエッチングして蓋を接着して製造される。構造は製法により制限されざるを得ない。ACCULASならば溝の深さを自由に変わらされるとともに、乱流とするための内部加工も容易に出来る。さらには立体的な流路構造も可能となる。

写真6, 7にACCULASで造形したマイクロ流路を示す。造形に要した時間は4時間であった。

4.3 シミュレーションモデル

写真8は微生物の鞭毛運動をシミュレーション実験するために造形した。鞭毛擬似構造の螺旋が複数存在するこの構造をACCULASでは同時に造形した。線径50~100

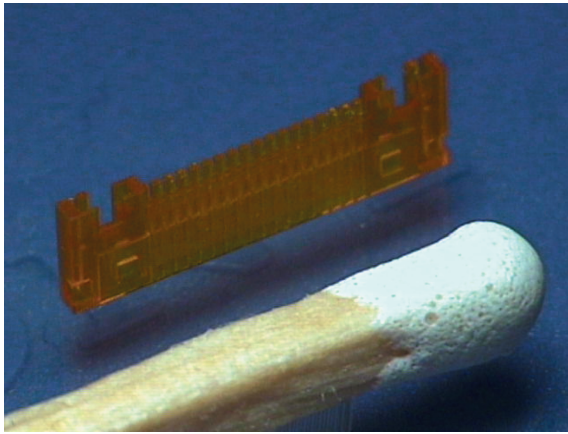


写真5 マイクロ部品造形例コネクター

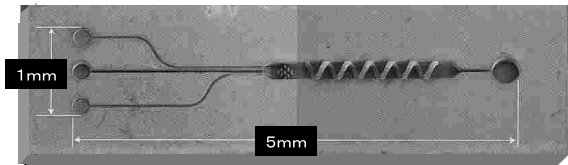


写真6 マイクロ流路

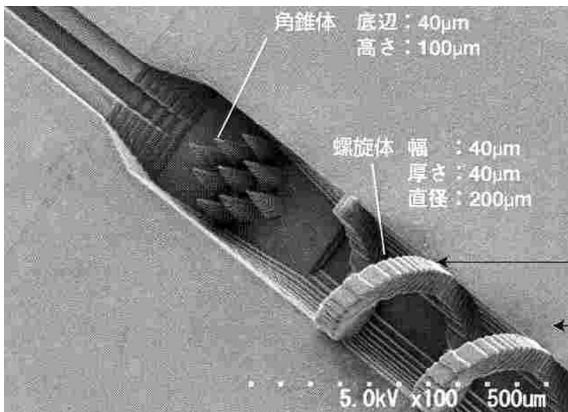


写真7 マイクロ流路 拡大図

μm , コイル径0.5~1mm, 高さ3.5mmである。

このような自由曲面構造の造形こそがACCULASの利点を活かしたものである。

5 ACCULASによる造形例(量産を考慮した対応)

ACCULASによりマイクロ次元構造体の試作、製造が可能となったが、さらに一歩進めた量産対応技術を以下に記す。

5.1 電鍍型, 転写成形

ACCULASで造形したモデルに電鍍加工を施して成長させた後、造形部分を除去すれば電鍍型が出来る。さらにその型を用いてインプリントすることにより複製が可能となる。

写真9~12に径50 μm , 高さ150 μm の円柱ならびに円錐で、造形モデルとインプリント後を比較した。

5.2 シリコンキャスト成形

電鍍型と同様にACCULAS造形モデルをマスターとしてPDMSなどシリコンゴムに転写して型を作製した後、転写成形することでも量産対応が可能となる。

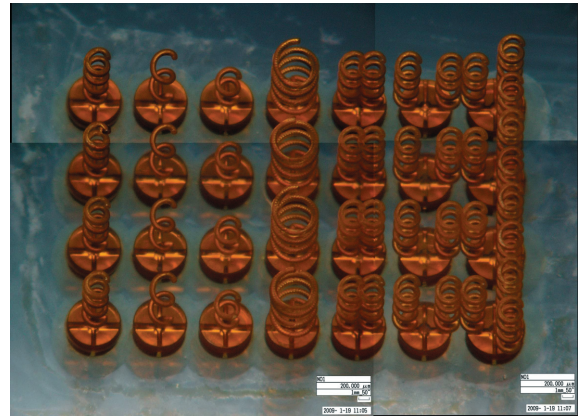


写真8 シミュレーションモデル

ACCULASで作製したマスターモデル

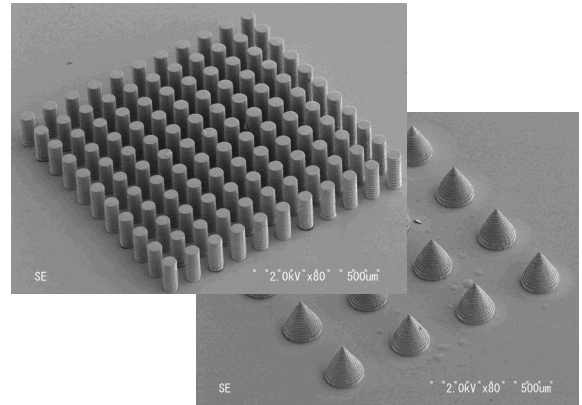


写真9 写真10

インプリント成形品

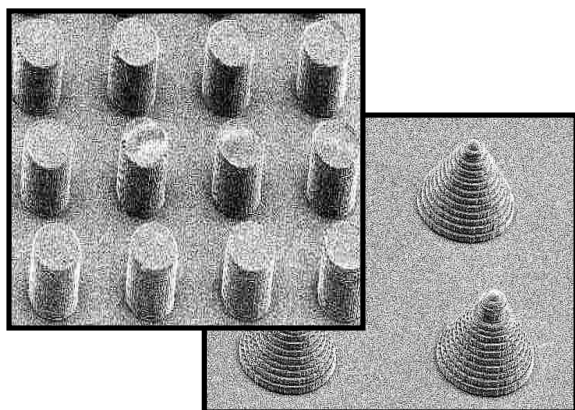


写真11 写真12

6 まとめ

従来から知られている光造形手法は切削加工などにくらべて中空構造，自由曲面が容易に出来るものであるが，JSR(株)と(株)ディーメックが取り扱うACCULASはさらに進めてサブミクロンオーダーの加工を可能にした。

電鋳技術，転写成形技術との組み合わせにより量産対応も確立中であり，これからの微細加工分野で有効な技術となり得るものである。JSRの開発する高機能光硬化性樹脂との組み合わせにより，より広い用途分野への適用が期待される。