

順送り型を応用したマイクロ成形システムの開発

日本大学工学部 ○小林 義和, 白井 健二, 原 靖彦

要 旨

微小3次元形状部品を作成するため、順送り型を応用したマイクロ成形装置を開発した。一列に並べられた複数のキャビティに光硬化性樹脂を充填し、順番に紫外線を照射し、高さ方向にキャビティ形状を積み重ねて3次元形状を作成する。成形の結果、数100 μm レベルの微小部品を作成することに成功した。

1. 緒言

様々なマイクロ生産技術の進歩により、マイクロ/ナノメートルレベルの微小部品を作成できるようになった。しかしながら、現状の生産技術は主に単品生産の色合いが強く、またそこで使用されている装置も高価なものが多く、生産される製品はコスト的に高いものになると予想される。そこで、量産技術である型技術を応用し、安価な微小部品を作成する手法を考案した。型技術を応用した微小部品の作成は、近年プリント技術と組み合わせられて広く研究されているが^{1), 2)}、3次元構造物を作成するまでには至っていない。本研究では、作成する微小部品の材料は光硬化性樹脂とし、全体寸法で数100 μm レベルの3次元構造物を作成することを目標に成形装置を開発した。

2. 成形原理

微小部品を作成する成形原理を図1に示す。成形形状を分割した複数のキャビティを一列に配置し、そこに光硬化性樹脂を充填する。そして、光ファイバ直下のガラスプレートが順に各キャビティに対し位置決めされ、各キャビティごとに紫外線を照射することにより、3次元形状を作成する。紫外線照射部と樹脂充填部はシャフトモータ上の成形ヘッドに設置され、プログラムコントロールにより所定の位置に移動する。また、型の開閉、樹脂充填部の伸縮はエアシリンダによって行っている。

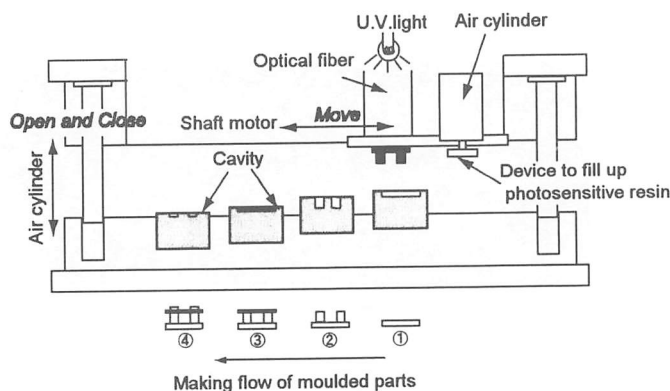


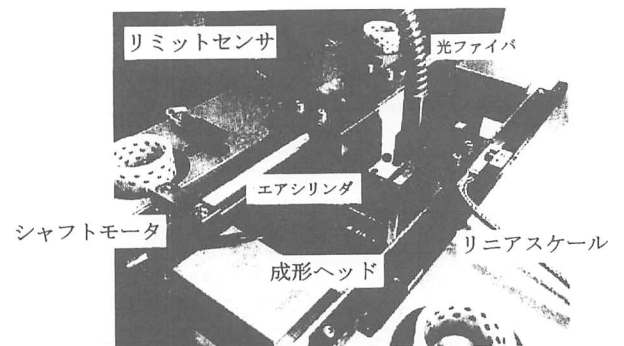
図1 成形プロセス

3. 成形装置

図2に開発した成形装置の写真を示す。システムは主に図2(a)にあるように、装置本体、紫外線照射装置、コントローラ、そして、各装置を制御するためのコンピュータで構成される。成形装置本体の寸法は、300mm×125mm×150mmである。成形ヘッド周辺部を図2(b)に示す。成形ヘッドにはエアシリンダに取り付けられた樹



(a) 成形装置全景



(b) 成形ヘッド周辺部



(c) 成形ヘッド部裏側

図2 成形装置写真

脂充填部と紫外線照射用の光ファイバが設置されている。この成形ヘッドはシャフトモータ上に取り付けられており、キャビティに沿って移動する。移動位置はリニアスケールにより読み取り、コンピュータ制御される。図2(c)に成形ヘッド裏側の写真を示す。樹脂充填部はエアシリンダによって型の開閉と合わせて伸縮制御され、ガラスプレート上に3次元微小部品が成形される。

また、本実験のキャビティの作成は、材料はNiを用い、設計形状を加工した薄板を複数枚接着し成形形状を作成している。加工はYAGレーザと切削加工を組み合わせる。一例として、作成したキャビティの例を図3に示す。

4. 成形結果

図4に成形例を示す。図4(a)は直径100 μm の円柱形上を11 \times 11個作成した例である。上図は高さ100 μm 、下図は300 μm の寸法で作成したキャビティを用いた。これらの写真より、円柱上部に丸みを帯びるが、高アスペクトの円柱形上を作成できることがわかった。

図4(b)は直径と高さが異なる2つの円柱形上を作成したキャビティを組み合わせ、きのこ形状を4 \times 4個作成した例である。胴体部は、直径100 μm 、高さ300 μm 、傘部は直径200 μm 、高さ50 μm の設計となっている。成形終了時は成形部品はガラスプレートに付着しているため、超音波洗浄により分離させる。以上より、数100 μm レベルの部品であれば、この成形手法で大量生産が可能である。

今後は各キャビティ間の合わせ精度の向上、局所形状への樹脂の充填方法などの検討を図り、成形品形状の高精度化を行う予定である。

5. 結言

光硬化性樹脂を成形材料とする順送り型を応用したマイクロ成形システムの開発を行った。以下にそのまとめを示す。

(1) コンパクトなマイクロ成形装置を開発した。

(2) 開発した装置で成形した結果、数100 μm レベルの3次元形状部品を大量に作成できた。

参考文献

- 1) J. A. Rogers, et al., Printing, molding, and near-field photolithographic methods for patterning organic lasers, smart pixels and simple circuits, Synthetic metals, Vol. 115, 2000, pp. 5-11.
- 2) S. Y. Chou, C. Keimei and J. Gu, Ultrafast and direct imprint of nanostructures in silicon, Nature, Vol. 417, 20 June 2002, pp. 835-837.

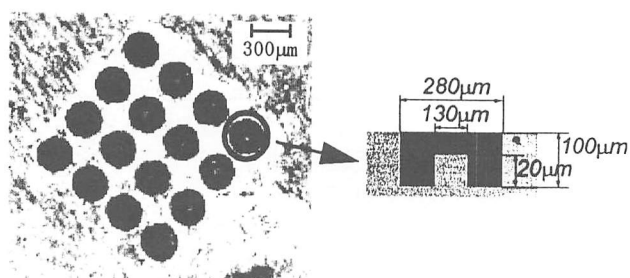
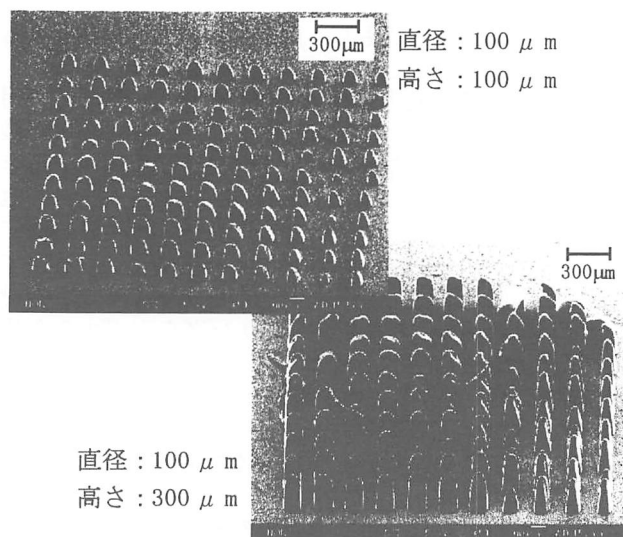
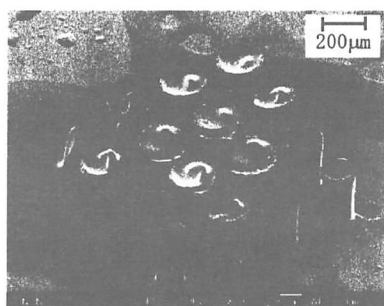


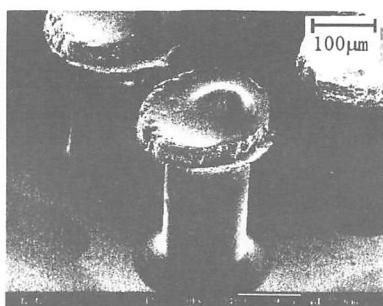
図3 キャビティ作成例



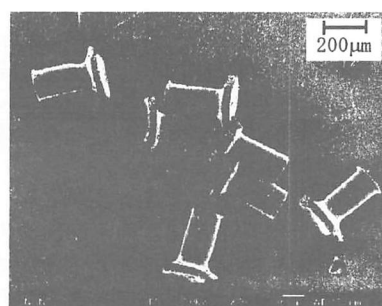
(a) 円柱形状



成形終了時 (全体図)



成形終了時 (拡大図)



超音波洗浄後

(b) 3次元形状の作成

図4 成形結果