

光歪特性を用いた順送りマイクロ成形装置の開発

Development of Progressive Micromolding Machine by Photostrictive Characteristic

○相澤大輔*, 小林義和*, 白井健二*

○Daisuke Aizawa*, Yoshikazu Kobayashi*, Kenji Shirai*

*日本大学

*Nihon University

キーワード : 光歪特性(Photostrictive characteristic), 光硬化性樹脂(Photopolymerizing), 計測(Measuring)

連絡先 : 〒963-8642 福島県郡山市田村町徳定字中河原1番地

日本大学 工学部 情報工学科 生産システム工学研究室 相澤大輔,

TEL: (024)956-8824, Fax: (024)956-8863, E-mail:d17601@cc.ce.nihon-u.ac.jp

1. 緒言

医療, 情報, 精密機械分野などの微小部品の需要の増加と共に, 様々なマイクロ生産技術が進歩し, マイクロ, ナノレベルの微小部品が作成できるようになってきた. しかしながら現状の生産技術は使用されている装置が高価なものが多く生産される製品も価格的に高いものになっている.

そこで, 本研究では光歪特性素材を利用した型と, 大量かつ安価に高精度の部品を供給できる金型技術を応用したマイクロ成形システムの開発を目的としている.

2. 自己変形型の概要

2. 1 型技術における問題点と解決策

型技術を応用したマイクロ成形においては以下の問題点がある.

- 1) 微細な成形形状を型として加工するため, 高精度な加工機が必要である.
- 2) 成形形状を分割して成形する場合, 合わせ面の精密な位置決めが必要である.

これらの問題の解決策として, 紫外線の照射により形状変形する PLZT (ジルコン酸チタン酸鉛ラタン) セラミックスを型として使用することにした. これは, PLZT セラミックス自体が形状変形するため型の加工を必要としないものである. また, 型が同位置にあるため合わせ面の位置決めも必要としない.

2. 2 光歪特性の概要

光歪特性を Fig. 1 に示す。PLZT セラミックス側面に波長約 365nm の紫外線を照射する事で、光起電力効果により分極方向に内部起電流が発生する。電荷が電極に蓄えられる事で、逆圧電効果歪が発生する。この光起電力効果と逆圧電効果の重畳作用として、紫外線を照射することにより PLZT セラミックス表面が自己変形する光歪効果が発生する¹⁾。

3. 成形原理

Fig. 2 に成形原理を示す。成形形状に対応したマスクを配置し、光を透過するガラスプレート上に光歪特性素材である PLZT セラミックスを設置する。成形形状に応じたマスクを通し紫外線を照射し PLZT セラミックス表面を変形させる。変形した型に樹脂を充填し、スクレーパーによって表面を平坦化し、上部より紫外線を照射することにより樹脂を硬化させ成形を行う。三次形状の成形物を成形する場合は、成形形状に応じたマスクを複数枚用意し、同様の工程を繰り返すことにより成形物を積層させ、三次元形状の成形を行う。

4. 計測装置の概要

マイクロ成形システムの開発に当たり、PLZT セラミックスの特性を調べるため、変位量計測装置の開発及びソフトウェアの開発を行った。Fig. 3 に計測装置の概要を示す。計測装置は上部に試料の表面形状を計測す

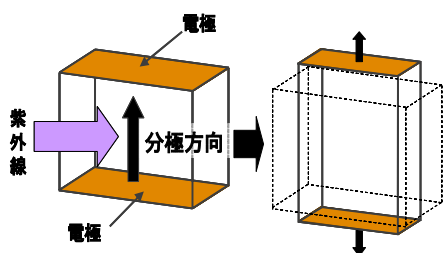


Fig. 1 光歪特性

るためのレーザー変位計が固定されており、X-Y ステージを使用し試料を移動させることにより、試料表面を3次的に計測する。また、PLZT を変形させるための紫外線照射装置と、照射された紫外線を反射させるための反射鏡、光を平行にするための凹凸レンズにより構成されている。

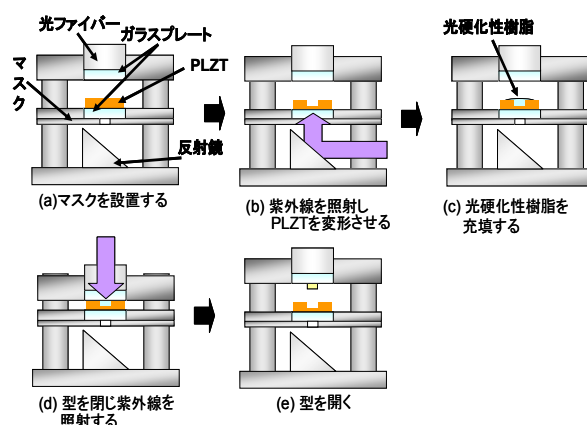


Fig. 2 成形原理

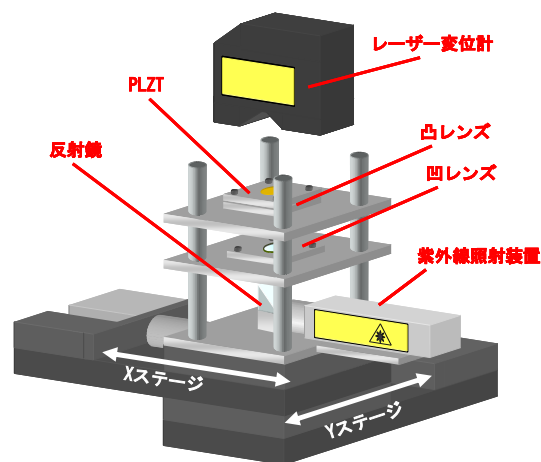


Fig. 3 成形装置

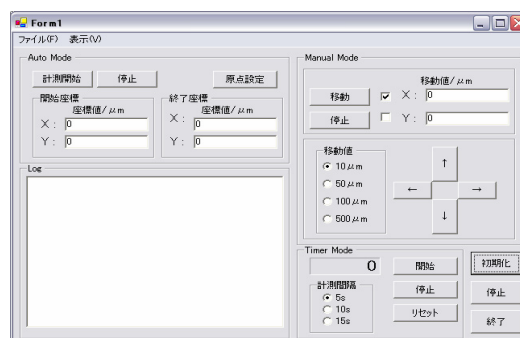


Fig. 4 制御ダイアログ

5. 制御ソフトウェア概要

計測装置制御ダイアログを Fig. 4 に示す。制御ソフトウェアは自動計測部及び手動移動部、時間変位量計測部に分かれている。自動計測部では計測開始座標と終了座標を入力することにより $10\mu\text{m}$ 間隔で試料表面形状を計測する。また計測点の細かい移動については手動移動部により行う。PLZT セラミックスの紫外線照射時間による光歪変位量を計測する場合には、時間計測部により計測時間間隔を設定し、一定間隔における変位量を計測することが出来る。また計測値を視覚的に分かり易く表示するためにグラフ表示でき、計測結果はそれぞれ CSV 形式により出力される。

6. 計測実験

Fig. 5 に試料表面計測結果を示す。計測条件としては装置の精度を調べるために、石英基盤に段差 $1.8\mu\text{m}$ 、溝幅 $250\mu\text{m}$ が描画されている標準試料を用い、 $10\mu\text{m}$ 間隔で 1mm を 1 ライン計測したものである。結果より、溝幅については約 $20\mu\text{m}$ 、段差については $\pm 0.3\mu\text{m}$ の誤差があるものの表面形状を計測が可能である事を確認した。

Fig. 6 に紫外線照射時間における PLZT 変位量測定結果を示す。PLZT 表面の 1 点を 15 秒間隔で 900 秒計測したものである。照射開始から約 800 秒後に形状変形の飽和を示し、約 $2.5\mu\text{m}$ の変位を確認したが、変位量が大き過ぎるものと思われる。

7. 結言

7. 1 結論

光歪特性を用いた順送りマイクロ成形装置の開発を目的として計測ソフトウェアの作成及び計測実験を行い以下の結論を得た。

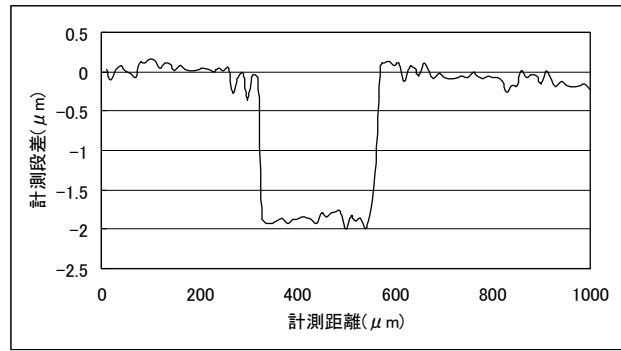


Fig. 5 試料表面計測結果

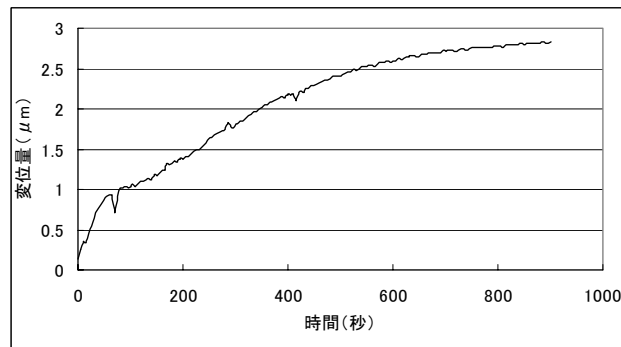


Fig. 6 変位量測定結果

- (1) 計測ソフトウェアにより試料表面の形状計測が可能となった。
- (2) 紫外線照射時間における PLZT セラミックスの変位を確認した。
- (3) 計測結果をグラフ化することにより、表面形状を視覚的に確認できた。

7. 2 今後の課題

- (1) 溝幅の誤差が大きいため、ソフトウェアの改善を行う。
- (2) PLZT セラミックスの変位量を他の測定器を用いて計測し、変位量を確認する。
- (3) 視覚的に計測結果を確認できるよう、三次元データのグラフ表示機能を付加する。

参考文献

- 1) 佐田透, 内野研二, : PLZT セラミックスの光歪効果, 修士論文 (1986)