

## 光歪特性を用いた形状変形制御可能な型に関する研究

### Study on a Mold Controllable Transform Uses Photostrictive Characteristic

○相澤大輔\*, 小林義和\*\*, 白井健二\*\*

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

\*日本大学大学院, \*\*日本大学

\*Graduate School, Nihon University, \*\*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, 精密機械分野などにおける微小部品の需要の増加に伴い, 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においては使用されている装置と生産される製品が高価である.

そこで, 本研究においては光歪特性を有する素材を利用した型と大量に部品を供給できる金型構造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. 形状変形制御可能な型

### 2.1 微小部品成形における型の問題点と解決策

従来 of 型を応用したマイクロ成形においては以下の問題がある.

- 1) 微細な成形形状を型として加工するため, 高精度な加工機を必要とする.
  - 2) 成形形状を分割して積層成形する場合, 合わせ面の正確な位置決めを必要とする.
- そこで, 紫外線の照射により光歪特性を示す素材 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した. これは, PLZT セラミックス自体が形状変形するため

型としての加工を必要としない。また、型が同位置にあるため、積層成形時に合わせ面の位置決めも必要としない。

## 2.2 光歪特性の発生原理

PLZT セラミックスは波長約 365nm の紫外線を照射すると、光起電力効果により分極方向に内部起電流が発生する。光起電力効果により発生した電荷が電極に蓄えられることによって、逆圧電効果歪を発生する。この光起電力効果と逆圧電効果歪の重畳作用として、紫外線を照射すると PLZT セラミックスが自己変形する光歪効果が発生する<sup>1) 2)</sup>。

## 3. 成形原理の概要

Fig. 1 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。マスクを通し紫外線の照射範囲を限定する事によって、任意の形状へ PLZT セラミックス表面を変形できる。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できる。三次形状を成形する場合は、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成形する。

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。

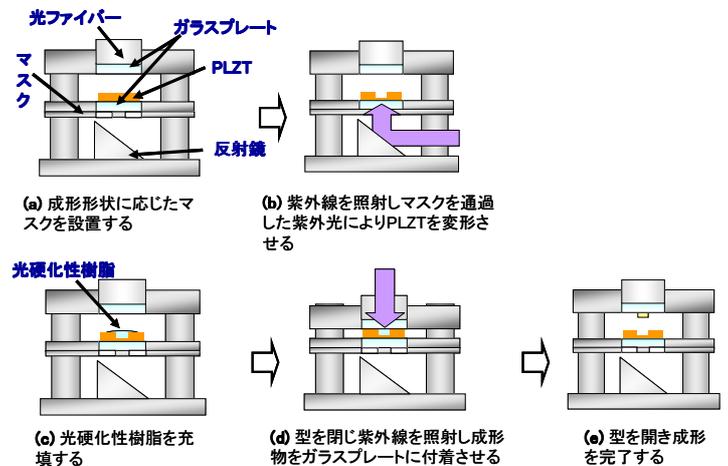


Fig. 1 成形原理の概要

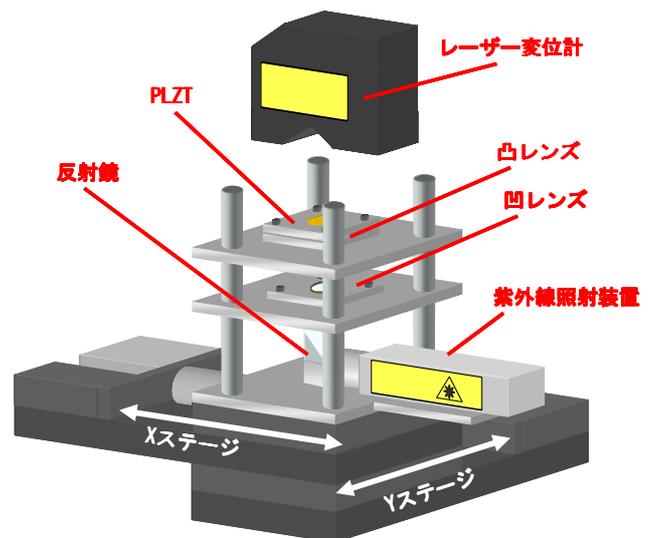


Fig. 2 計測装置の構成

## 4. 計測装置の構成

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、計測装置の開発及び制御ソフトウェアを開発した。

Fig. 2 に計測装置の概観を示す。計測装置は上部に試料の表面形状を計測す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次元的に計測する。また、PLZTを変形させるための紫外線照射装置と、照射

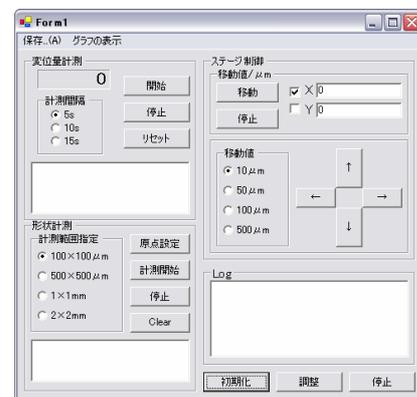


Fig. 3 制御ソフトウェアダイアログ

## 5. 計測装置の制御ソフトウェア

計測装置制御ダイアログをFig. 3に示す。制御ソフトウェアは表面形状計測及び変位量計測の機能がある。形状計測部においては計測範囲を選択することにより X-Y 軸方向に  $10\mu\text{m}$  間隔で立体的に試料表面の形状を計測する。PLZT セラミックスの紫外線照射時間による光歪変位量の推移を計測する場合には、計測の時間間隔を設定し、一定間隔における変位量の推移を計測できる。また計測値を視覚的に分かり易くするためにグラフ表示し、計測結果はそれぞれ CSV 形式ファイルとして出力される。

## 6. 表面形状の計測

Fig. 4 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  $1\text{mm}$  を 1 ライン計測した。その結果、溝幅については約  $50\mu\text{m}$ 、段差については最大  $0.08\mu\text{m}$  の誤差があるものの表面形状の計測が可能である事を確認した。

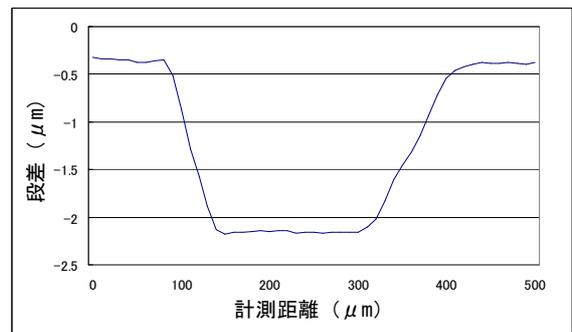
Fig. 5 に紫外線照射時間における PLZT 変位量測定結果を示す。PLZT 表面の 1 点を 15 秒間隔で 900 秒計測したものである。照射開始から約 800 秒後に形状変形の飽和を示し、約  $2.5\mu\text{m}$  の変位を確認したが、変位量が大きい。

## 7. 結言

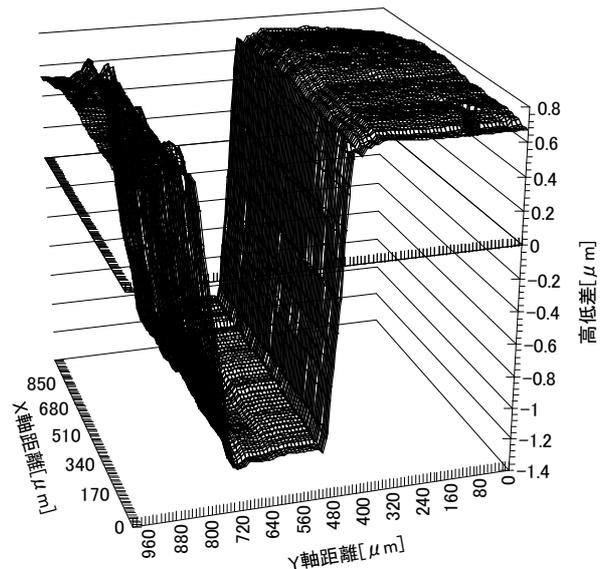
### 7.1 結論

光歪素子を用いた形状変形制御可能な型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。

- (1) 計測ソフトウェアの開発により試料表面の形状及び PLZT セラミックスの変位を計測できた。
- (2) 試料の段差については誤差が  $0.08\mu\text{m}$  と、ほぼ正確に計測できることを確認した。



(a) 2D計測結果



(b) 3D計測結果

Fig. 4 試料表面計測結果

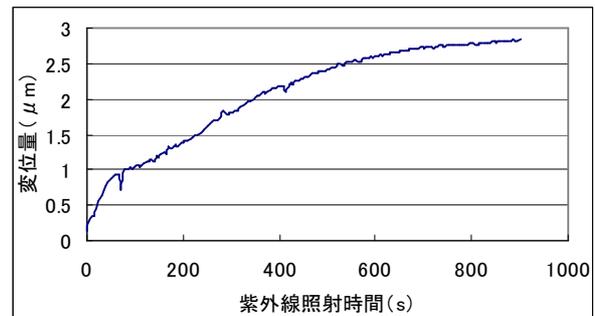


Fig. 5 PLZT 変位量計測結果

- (3) 紫外線の照射による PLZT セラミックスの形状の変形が安定するまでの時間を確認した。

### 7.2 今後の課題

- (1) PLZT セラミックス表面の温度と変位量の関係について計測を行う。
- (2) 段差のある PLZT セラミックスを使用し、PLZT セラミックス計測時の計測精度を検証する。

## 参考文献

- 1) Sada,t., Inoue, M. and Uchino, K., J.  
Ceram. Soc. Japan, Vol.95, pp. 545-550  
(1987)
- 2) Dogan, a., Pllsanaas, P., Abothu, I.-R.,  
Komarneni, S. and Uchino, K., J.  
Ceram. Soc. Japan, Vol.109, pp.  
493-499(2001)