

課題番号 : F-20-KT-0088
利用形態 : 機器利用
利用課題名(日本語) : グレイスケール露光を利用した光学デバイス用電鍍モールド作成技術の開発
Program Title(English) : Development of electroformed mold making technology for optical devices using grayscale exposure
利用者名(日本語) : 新関 嵩
Username(English) : Takashi NIIZEKI
所属名(日本語) : Bush Clover 株式会社
Affiliation(English) : Bush Clover Inc.

1. 概要(Summary)

電子ビーム露光やレーザー露光装置では、その露光量を連続的に変えることによって、3次元の任意形状を作れることが知られている。

この技術により3Dのレジストパターンを作成し、その後電鍍技術によってパターンを電鍍型に転写して、ナノインプリントに使用できる任意の3次元形状カスタムモールドが作成できる。

今回は上記の技術で、回折光学素子(DOE)やマイクロレンズアレイといった3次元モールドを作成する技術を確立することが目的である。

2. 実験(Experimental)

【利用した主な装置】

レーザー直接描画装置、接触式段差計(CR)、3D測定レーザー顕微鏡

【実験方法】

5inch角のガラス基板上に、フォトレジストを50μmを塗布したものを事前に準備した。

まず、レーザー直接描画装置にて、グレイスケール露光機能を使って、露光量を変えた□100μmのパターンを露光し、接触式段差計で測定した。

次に、接触式段差計で測定したデータを用いて、約40μm×20μmのサイズで、深さ約20μmのレンズ構造のパターンデータを、露光パターン変換ソフトウェアBEAMERを用いて作成した。

上記の露光データを使って、再びレーザー直接描画装置にて、マイクロレンズアレイのパターンを、□30mm角の範囲に露光し、できた形状を3D測定レーザー顕微鏡にて観察・測定した。

3. 結果と考察(Results and Discussion)

接触式段差計を用いて、与えたDoseと減膜した量をプロットした図を以下に示す(Fig. 1)

Doseについては、装置側で、1~127までの127階調の制御が可能であり、また何度も重ね露光をすることで、一度露光では達成できない深さまで露光することが可能である。今回は、1回、2回、4回、8回、16回露光で実験を行った。

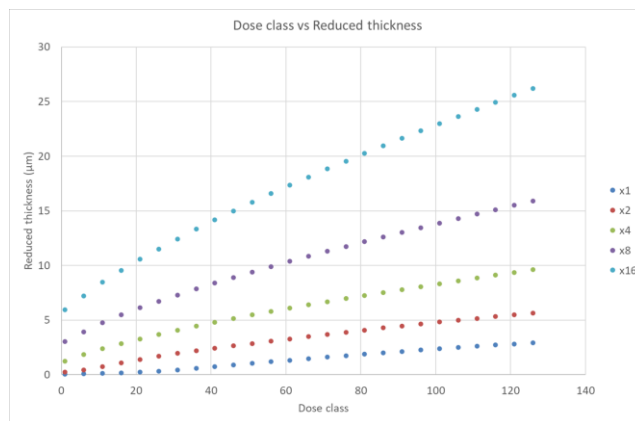


Fig. 1 Dose class vs reduced thickness.

このデータからわかったことは、1~127階調まで装置で制御できるのだが、階調1の露光エネルギーは、階調127の露光エネルギーの1/127にはなっておらず、それ以上のエネルギーが入射されているということである。

そこで、下記のような式を仮定し、実効的に入射されているエネルギーをEffective Doseとして、定義した。

$$D_{\text{eff}} = k \times (D + D_0)$$

ここで、 D_{eff} はEffective dose、 k は重ね描き回数、 D がDose階調、 D_0 がオフセット定数である。

この式に対し $D_0=20$ として、Effective dose と、減膜量をプロットし直したものが以下の図となる(Fig.2)

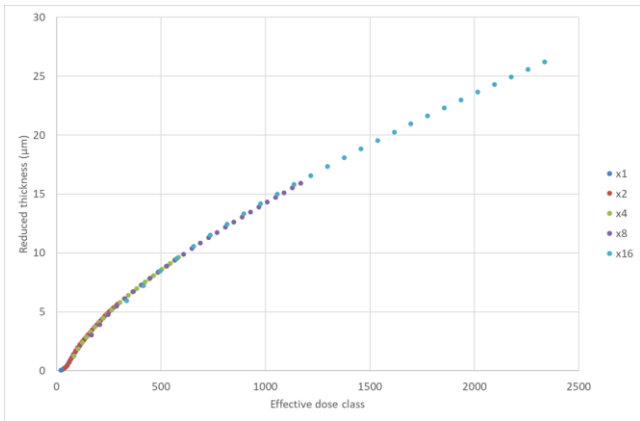


Fig. 2 Effective dose class vs reduced thickness.

Effective dose を用いることにより、複数の重ね露光をしたときの実効的な Dose 量を、1変数の連続関数で定義することができたので、こちらのデータを BEAMER にて読み込ませることで、3D のパターンデータを変換することができた。

そのパターンデータを露光し、3D 測定レーザー顕微鏡で測定したものが下の図となる(Fig.3、Fig.4)

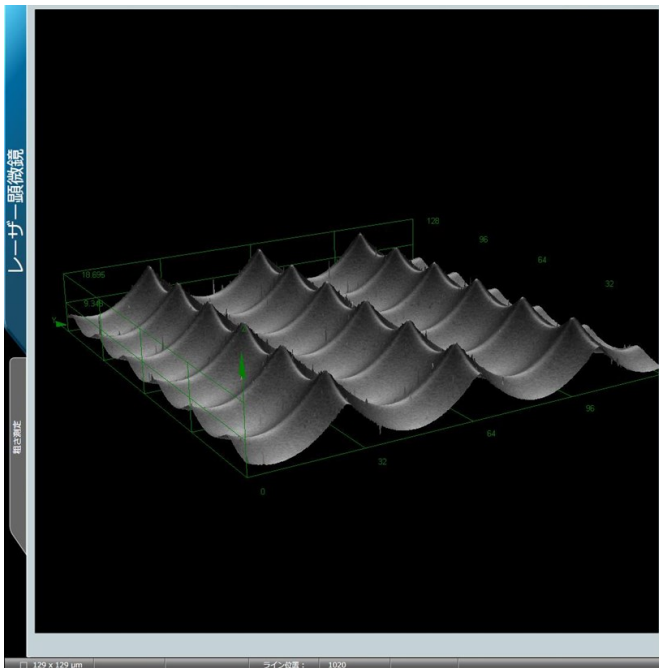


Fig. 3 Bird view of micro lens array.

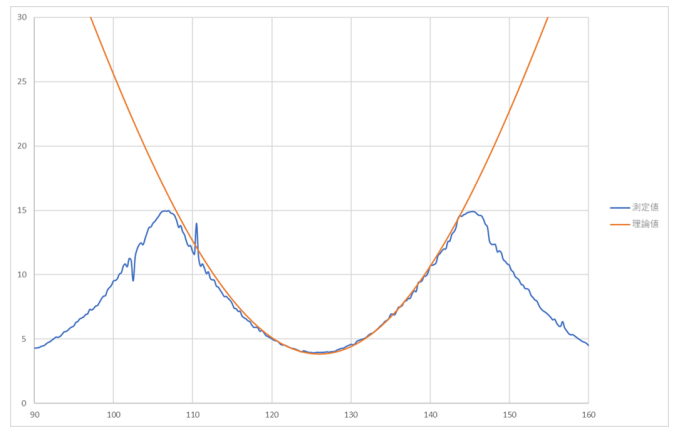


Fig. 4 Theoretical value vs measurement value.

制作できたレジストパターンは、元々の設計値に対し、ほぼ同一のパターニングを行えていることを確認した。

現状では、まだレジストパターンでの確認にとどまり、電鍍モールド、あるいはフィルムモールドに転写は実施していないので、今後はこちらのパターン作成技術を利用して、実際のモールド作成に進む予定である。

4. その他・特記事項(Others)

なし。

5. 論文・学会発表(Publication/Presentation)

なし。

6. 関連特許(Patent)

なし。