

課題番号 : F-13-UT-0080
利用形態 : 機器利用
利用課題名 (日本語) : 温度画像と色画像の同時取得のためのシリコン - ガラスハイブリッドレンズ
Program Title (English) : A Silicon-Glass Hybrid Lens for Simultaneous Thermal-Color Imaging
利用者名 (日本語) : 高畑智之¹⁾, 松本潔²⁾, 下山勲^{1,2)}.
Username (English) : Tomoyuki Takahata¹⁾, Kiyoshi Matsumoto²⁾, Isao Shimoyama^{1,2)}.
所属名 (日本語) : 1) 東京大学大学院 情報理工学系研究科, 2) 東京大学 IRT 研究機構.
Affiliation (English) : 1) Graduate School of Information Science and Technology, The University of Tokyo, 2) Informatoin and Robot Technology Research Initiative, The University of Tokyo.

1. 概要 (Summary)

温度画像と色画像を同一の中心軸かつ視野角で結像するための、シリコン-ガラスハイブリッドレンズを提案する。このレンズは、遠赤外光を結像するためのシリコンフレネルレンズの中心部に、可視光を結像するためのガラスレンズをはめ込んだものである。一括で製作することで、ふたつのレンズの中心軸を合わせた。遠赤外光から可視光までの光を発する光源と、温度カメラ、色カメラを用いた実験により、中心軸と視野角が同じ二種類の像を結像できることを示した。

2. 実験 (Experimental)

本課題では、シリコンフレネルレンズの三次元形状を製作するために、反応性イオンエッチングのエッチング速度がマスク開口の面積に依存する現象を利用した。シリコン基板上的エッチングマスクをフォトリソグラフィによってパターンニングして、所望のエッチング深さを得ることができる。

開口の形状を長方形として、まず、開口の形状とエッチング深さの関係をj知るために、長方形開口の面積および縦横比と、エッチング深さの関係を調べる予備実験を行った。開口と開口の間の幅は $2.5\mu\text{m}$ とした。

予備実験の結果を元に、1 辺の長さ 24mm 、焦点距離 25mm のシリコンレンズを製作するためのエッチングマスクを設計した。エッチング深さの最小値を $120\mu\text{m}$ 、最大値を $300\mu\text{m}$ として設計した。すなわち高低差を $180\mu\text{m}$ とした。開口の大きさは、最小のもので $1.2\mu\text{m}\times 1.5\mu\text{m}$ (面積 $1.8\mu\text{m}^2$)、最大のもので $8.7\mu\text{m}\times 25\mu\text{m}$ (面積 $2.2\times 10^2\mu\text{m}^2$) とした。また、開口と開口の間の幅は、予備実験のときと同じ $2.5\mu\text{m}$ にした。

予備実験およびフレネルレンズの製作においてフォトリソグラフィに用いたガラスマスクは、ナノプラットフォームの電子線描画装置、現像装置、エッチング装置などを利用して製作した。

3. 結果と考察 (Results and Discussion)

ナノプラットフォームの装置を利用することで、設計したとおりのパターンをもつガラスマスクを製作することができた。

予備実験の結果、正方形開口の面積 A が $10\mu\text{m}$ から $300\mu\text{m}$ のとき、エッチング深さ d は $190\mu\text{m}$ から $290\mu\text{m}$ であった。この関係を、

$$d = 142 \times A^{0.14}$$

と表し、フレネルレンズの設計では、この式に従って所望のエッチング深さになる開口面積を求めた。

厚さ $400\mu\text{m}$ のシリコンウエハを用いて、上述した方法でシリコンフレネルレンズを製作した。フレネルレンズの断面形状を、触針段差計をもちいて計測したところ、フレネルレンズ部分のエッチング深さの最大値はウエハの厚さと同じ $350\mu\text{m}$ 、最小値は $200\mu\text{m}$ で、高低差は $150\mu\text{m}$ であった。エッチング深さを大きくしたいところで設計よりも浅くなったため、マスク設計方法の改善が求められる。

4. その他・特記事項 (Others)

本研究は、電気学会が主催する第 30 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウムにおいて、優秀ポスター賞を受賞した。

本研究は JSPS 科研費 23686039 の助成を受けた。

5. 論文・学会発表 (Publication/Presentation)

(1) T. Takahata, *et.al.*, The 17th International Conference on Solid-State Sensors, Actuators and Microsystems (Transducers 2013 & Eurosensors XXVII), Barcelona, Spain, 16-20 June, 2013.

(2) 高畑智之, *et.al.*, 第 30 回「センサ・マイクロマシンと応用システム」シンポジウム, No. 5PM3-PSS-65, 仙台, 5-7 November, 2013.

6. 関連特許 (Patent)

特開 2011-232606 が関連する。