ノート

微細 3D 造形に関する研究

山田　敏浩*　宮口　孝司*　樋口　智*　天城　和哉*

Study on Fabrication of Microstructures

YAMADA Toshihiro*，MIYAGUCHI Takashi*，HIGUCHI Satoru* and AMAKI Kazuya*

1. 緒　　言

石英ガラス製の光学部品は，光学機器，ディスプレイ装置など様々な分野に用いられており，機器の高性能化に伴いレンズについても微細化，高精度化が求められている。石英ガラスは，型による成形も行われるが，成形温度が 1000℃を超えるため，成形型には耐熱性の高い難加工材料を用いる必要があり，型加工は容易ではない。

本研究では，フォトリソグラフィー技術を用いたリフロー法と，型を用いたインプリント法により，レンズ形状の樹脂を石英ガラス上に形成し，その後，ドライエッチングを行い，石英ガラス製のレンズを作製する方法について検討したので，その結果について報告する。

2. 実験

2.1　リフロー法によるレンズパターン形成

フォトレジスト OFPR8600LB（東京応化工業(株)）を用いてレンズ形状を作製した。作製工程を図 1 に示す。

石英ガラスにスピンコーターを用いてレジストを塗布し，次にフォトマスクを用いてレジストを円盤状にパターニングを行った。その後曲率半径に応じた処理を加えた後，210℃に設定したホットプレート上で 5min 加熱した。

レンズ形状は球面とした。曲率半径の調整は，レジストの膜厚調整により行った。膜厚を厚くすることで曲率半径を小さく，膜厚を薄くすることで曲率半径を大きくすることができる。

2.2　インプリント法によるレンズパターン形成

紫外線硬化樹脂 PAK01（東洋合成工業(株)）を用いてレンズ形状を作製した。作製工程を図 2 に示す。

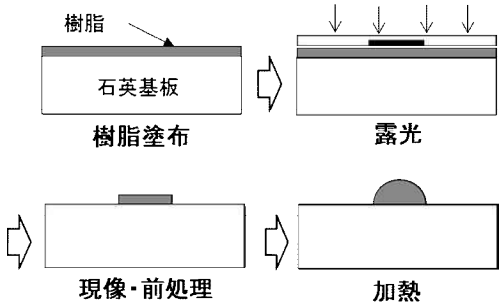

図 1　リフロー法の工程

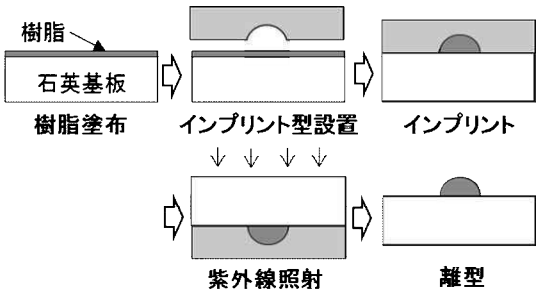

図 2　インプリント法の工程

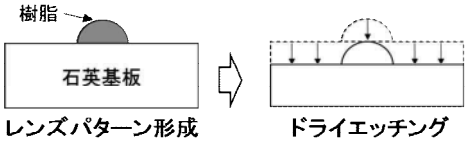

図 3　ドライエッチングによるレンズ形状の作製

*　研究開発センター
　レーザー・ナノテク研究室

石英ガラスにスピンコーターを用いて樹脂を塗布し，次にインプリント装置によりインプリントを行った後，紫外線を照射し，レジストを硬化させた。

インプリント型は，リフロー法により，レジストで作製したレンズパターンを Ni 電鋳により転写して作製した。

2.3　ドライエッチングによるレンズ形状の作製

リフロー法により OFPR8600LB で作製したレンズパターンにドライエッチングを行い，石英ガラスをレンズ形状に加工した。工程を図 3 に示す。

ドライエッチングには住友精密工業（株）製 Multiplex ASE-HR を使用した。

3.　結果

3.1　リフロー法によるレンズパターン形成

リフロー法でレジストを用いて作製したレンズパターンの写真を図 4 に，断面形状を図 5 に示す。欠陥のほとんどない表面が得られており，断面についても円へのフィッティングは良好であった。

レンズパターンの曲率半径については，レジスト塗布時のスピンコーターの回転数を調整し，膜厚を変えることにより，設定した値とすることができた。

3.2　インプリント法によるレンズパターン形成

インプリントに用いた電鋳型の写真を図 6 に，レジストで作製したレンズパターンの写真を図 7 に示す。電鋳型の断面形状が図 8，作製したレンズパターンの断面形状が図 9 である。電鋳型に対して良好な転写性が得られた。

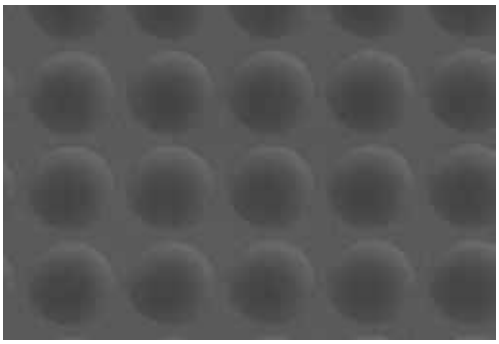

図 4　リフロー法で作製したレンズパターン

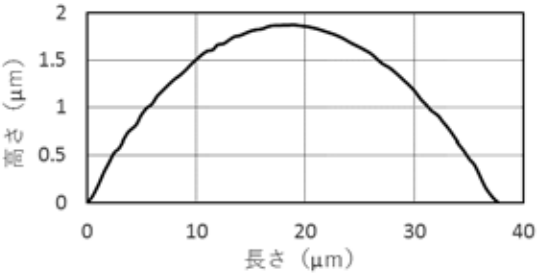

図 5　リフロー法で作製したレンズパターンの断面形状

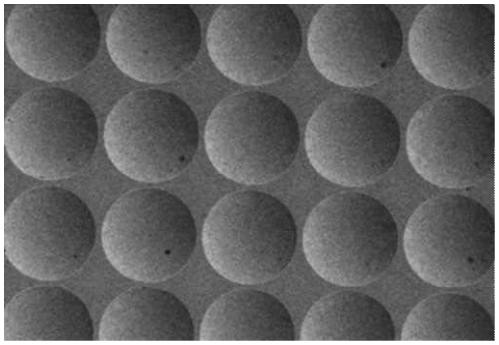

図 6 電鋳型

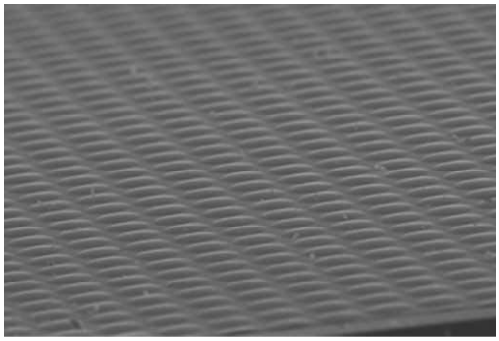

図 7 インプリント法で作製したレンズパターン

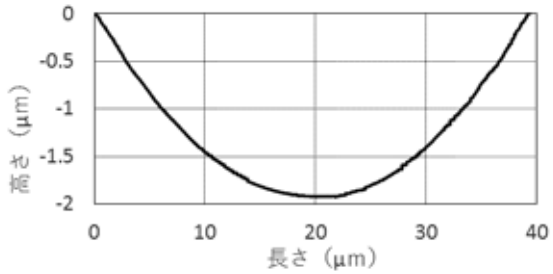

図 8 電鋳型の断面形状

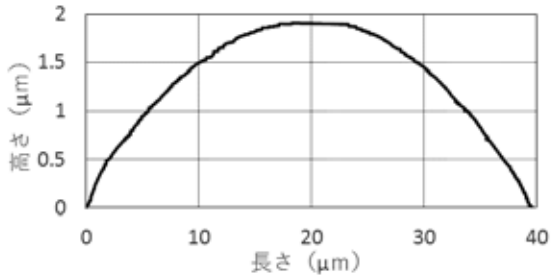

図 9 インプリント法で作製した
レンズパターンの断面形状

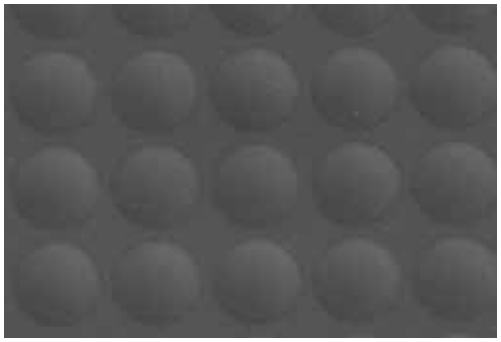

図 10 ドライエッチングで作製した
レンズパターン

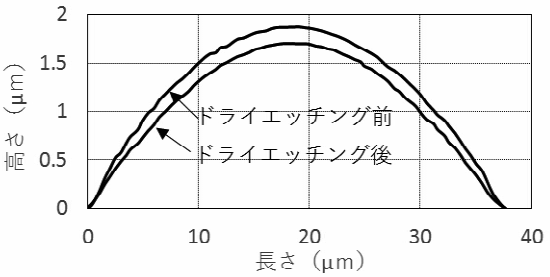

図 11 ドライエッチングで作製した
レンズパターンの断面形状

3.3 ドライエッチングによるレンズ形状の作製

ドライエッチングで作製した石英製レンズパターンの写真を図 10 に，ドライエッチング前後の断面形状を図 11 に示す。

レジストと石英ガラスではエッチングレートが異なるため，レンズ部分の高さが 9%程度減少した。

ドライエッチング前の形状に補正を加えることで，設定したレンズ形状を得ることができる。

4. 結　　言

（1） リフロー法による球面のレンズ形状作製条件を把握した。

（2） ドライエッチングによるレンズ形状の作製については，レジストと石英ガラスのエッチングレートの違いにより，レンズ部の高さが 9%程度減少した。

参考文献

1） 佐藤健，宮口孝司，“簡易なグレースケールマスクを使用したリフロー法によるマイクロレンズアレイの作製”，工業技術研究報告書，No.45，2015，pp.64-67.