

## マイクロプリズムアレイにおける熱ナノインプリントによる成形の評価

- 光干渉計を用いた表面粗さ測定 -

工業技術研究所 照明音響科

柳原 亘

豊田敏裕

浜松工業技術支援センター 光科

中野雅晴

志智 亘

## Evaluation of micro-prism arrays mold made by thermal nanoimprinting

- Surface roughness measurement using coherence scanning interferometry -

YANAGIHARA Wataru, TOYOTA Toshihiro, NAKANO Masaharu and SHICHI Wataru

Keywords: Micro-prism arrays, thermal nanoimprinting, coherence scanning interferometry, surface roughness, slope

マイクロプリズムアレイ (MPA) は、傾斜角が異なる微細なプリズム群で構成されており、コミュニケーションランプの路面描画素子として期待されている。本研究では、光造型により作製した MPA と、熱ナノインプリントにより成形した MPA の表面粗さを測定することで、MPA が熱ナノインプリントにより成形可能であることを確認した。傾斜治具を製作することによって、各プリズム面が測定機光軸に対して水平になるように姿勢調整して、ノイズを極力抑えた表面粗さを測定することが可能になった。

キーワード：マイクロプリズムアレイ、熱ナノインプリント、光干渉計、表面粗さ、傾斜面

## 1 はじめに

マイクロプリズムアレイ (MPA) は、傾斜角が異なる微細なプリズム群で構成されており、コミュニケーションランプの路面描画素子として期待されている。光造型により作製した MPA は、その量産に必要な金型を精密電気鋳造により作製可能であることが明らかになった<sup>1)</sup>。

本研究では、精密電気鋳造により作製した MPA を使用した熱ナノインプリントにより成形した MPA の表面粗さを測定することで、MPA が熱ナノインプリントにより成形可能であることを確認したので、その結果を報告する。

## 2 方法

## 2.1 MPA の概要

本研究で対象とする MPA の概略図を図 1 に示す。一边が 0.1mm の傾斜角が異なるプリズム群 (20×20 個) で構成されている。

## 2.2 表面粗さ測定

表面粗さ測定には光干渉計タリサーフ CCI HDXL (アメテック株式会社製) を用いた。光干渉計は、高さ方向の分解能が非常に優れているが、傾斜面を測定する際は、十分な光量が測定機に戻らず、測定

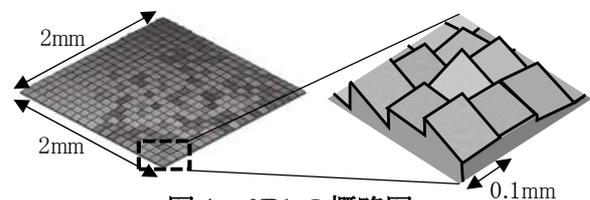


図 1 MPA の概略図

傾斜角が異なるプリズム群で構成されている。

データにノイズが発生するため、正しく表面粗さの測定が出来ない。そこで、写真 1 に示すような傾斜治具を製作し、図 2 に示すようにプリズム面が測定機光軸に対して水平になるように姿勢調整することにより、ノイズを極力抑えて表面粗さを測定した。表面粗さのパラメータは Sa (輪郭曲面の算術平均高さ) とし、S フィルタを 2.5 $\mu$ m として算出した。

## 3 結果

## 3.1 表面性状の巨視的な評価

原盤とレプリカの巨視的な表面性状を表した結果を図 3 に示す。原盤の表面性状がレプリカの方にも転写されている。表面性状は、全体的に凸形状となる傾向であった。

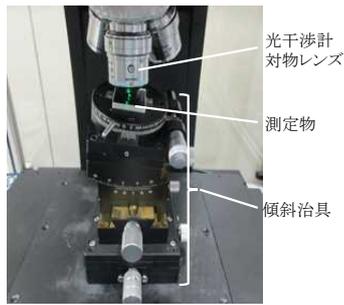


写真1 傾斜治具

傾斜治具上に測定物を置いて、姿勢調整する。

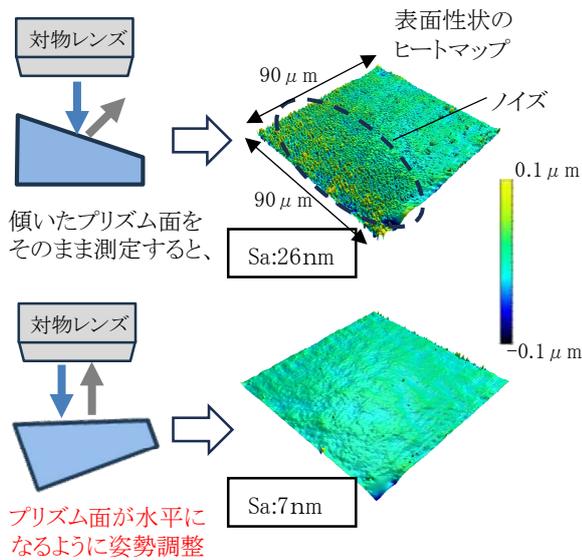


図2 プリズム面の測定方法

傾斜治具を用いて、プリズム面が測定機光軸に対して水平になるように姿勢調整することで、十分な光量が得られ、測定ノイズが抑えられる。

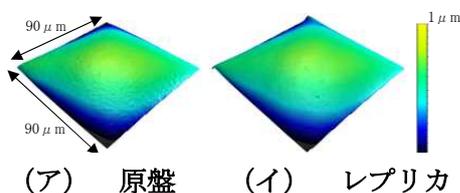


図3 プリズム面の表面性状例

プリズム面の端部を除いた中央部 90  $\mu\text{m}$  四方の範囲において、凹凸の高さ方向の大きさをヒートマップで表示している。原盤の巨視的な表面性状の傾向が、レプリカにも転写されているのが確認できる。

### 3.2 表面粗さ Sa

原盤とレプリカの表面粗さ Sa を比較した結果を図4に示す。なお、Saは3.1で示した凸形状も含めた数値となっている。全体的にナノオーダーの表面粗さが転写されているのが分かる。しかし、一部でSaが20nmほど誤差が生じている箇所も見られた。

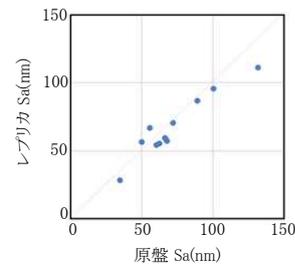


図4 レプリカの表面粗さ分布

原盤とレプリカの表面粗さの比較。20 $\times$ 20個のプリズムのうち、代表的な位置と傾斜角度を持つプリズム12個で評価した。評価範囲は、3.1と同様。全体的にナノオーダーの表面粗さが転写されているのが分かる。

### 4 考察

表面性状の結果で見られた凸形状は、積層成型という成型方式と、成型に使用した樹脂材料に由来するものと考えられる。レーザーの照射方法を工夫することで、凸形状は改善するものと考えられる。

表面粗さ Sa で誤差が大きい箇所が出た原因については、部分的に原盤から剥離した残渣の影響が考えられる。これは原盤の作製に利用したガラス基板の適切な前処理や、スタンプ成型後に溶液で除去することにより、誤差が少なくなるものと考えられる。

### 5 まとめ

熱ナノインプリントによりMPAを高精度に成形できることが分かった。表面粗さの測定によって明らかになったプリズム面の凸形状を低減することにより、光学性能が向上するものと考えられる。

傾斜面における表面粗さ測定方法は、車載用光学部品等の微細形状の表面粗さ測定にも活用できる。

### 参考文献

- 1) 豊田敏裕 他：ピクトグラムを投影可能なマイクロプリズムアレイの開発－投影能力と金型作製の実証－. 静岡県工業技術研究所研究報告書, 16, 46-48 (2023).