

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 —

工業技術研究所 照明音響科 豊田敏裕 柳原 亘
浜松工業技術支援センター 光科 志智 亘 中野雅晴

Development of micro-prism arrays for pictogram projection

- Demonstration of projection capability and mold making -

TOYOTA Toshihiro, YANAGIHARA Wataru, SHICHI Wataru and NAKANO Masaharu

keywords : Micro-prism array, image projection, communication lighting, additive manufacturing

路面にピクトグラムを投影する「コミュニケーションライティング」は、人とクルマの円滑な意思疎通に役立つ次世代の車載照明機能である。ピクトグラムを投影可能なマイクロプリズムアレイ (MPA) とその金型の試作に成功したので、それらの結果を報告する。

MPAは光造形により試作した。そして、熱ナノインプリント成形を想定した金型は精密電気鋳造により試作した。試作したMPAのピクトグラムの投影能力と、試作したMPAと金型の形状精度 (マイクロプリズムの傾斜面の傾き) と表面粗さを評価した。

その結果、MPAにピクトグラムを投影する能力があること、その量産に必要な金型は精密電気鋳造により作製可能であることを明らかにした。

キーワード : マイクロプリズムアレイ、映像投影、コミュニケーションライティング、付加製造

1 はじめに

路面にピクトグラムを投影する「コミュニケーションライティング」は、人とクルマの円滑な意思疎通に役立つ次世代の車載照明機能である。ピクトグラムを投影可能なマイクロプリズムアレイ (MPA) とその金型の試作に成功したので、それらの結果を報告する。

2 方法

体積が 1 mm^3 未満のMPAは、マイクロプリズムを配列した構造で、単一光源からの光を複数の微小光源に分割する機能を持つ。マイクロプリズム群の傾斜を制御して微小光源の光軸を操作し、スポット光の集合でピクトグラムを描画する。

MPAは光造形により試作した。そして、熱ナノインプリント成形を想定した金型は精密電気鋳造により試作した。試作したMPAのピクトグラムの投影能力と、試作したMPAと金型の形状精度 (マイクロプリズムの傾斜面の傾き) と表面粗

さ (Sa) を評価した。

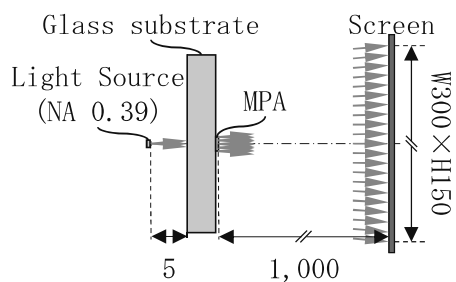
一連の実証には、ピクトグラムを投影できるよう設計された、一辺が0.1mm、高さが数十 μm 程度のマイクロプリズム群 (横20個×縦20個) からなるMPAモデル (図1) を用いた。

2.1 MPAの試作

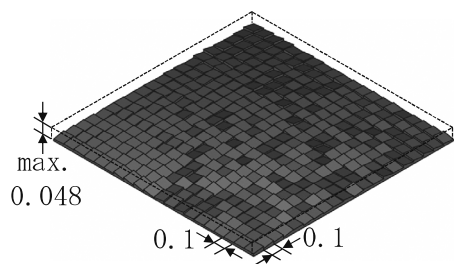
造形には光造形装置 (MultiPhoton Optics GmbH製LithoProf3D-GSII) を用いた。光学特性と機械特性に優れたハイブリッドポリマー (micro resist technology GmbH製OrmoComp) を用いて、光学ガラス基板上にMPAを造形した。

2.2 金型の試作

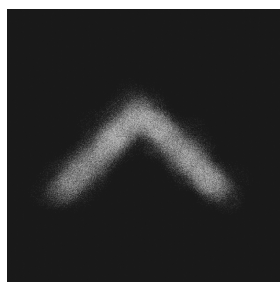
精密電気鋳造により金型を試作した。原盤には、導電膜処理された、2.1で試作したMPAを用いた。



(ア) 光学配置



(イ) 表面構造



(ウ) 予測投影像

図1 MPAモデル

図中の数値の単位はmm。MPAから1,000mm先のスクリーン上の横300mm×縦150mmの範囲にブーメランシェイプを投影するよう設計されたモデル。

2.3 MPAと金型の評価

試作したMPAで投影されたピクトグラムはデジタルカメラで撮影した。MPAと金型の形状はハイブリッド共焦点顕微鏡（レーザテック製OPT ELICS HYBRID L7）、表面粗さは白色干渉顕微鏡（AMETEK製CCI HD XL）を用いて測定した。

3 結果

ピクトグラムを投影できるMPAとその金型が試作できた。

3.1 MPAの試作

写真1に、試作したMPAの一部を拡大した顕微鏡写真を示す。写真2に示す通り、試作したMPAは、設計（図1）と同等のピクトグラムを投影できた。

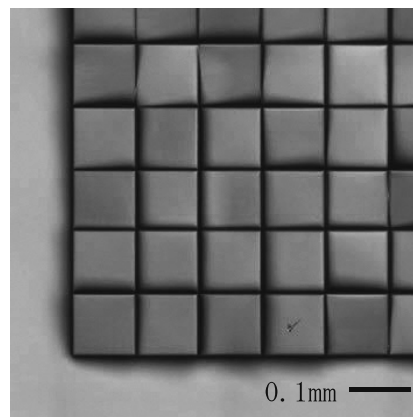


写真1 試作したMPAの顕微鏡写真

試作したMPAの表面の一部を拡大した顕微鏡写真。不規則に傾斜するマイクロプリズム群が造形されている。

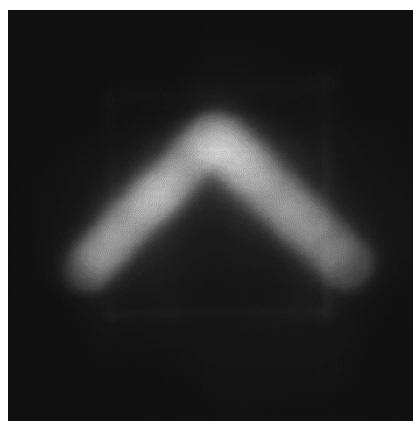


写真2 MPAで投影したピクトグラム

設計と同等のピクトグラムを投影できた。一方、MPAの入光面が矩形であるのに対し、光源は放射状に広がる性質があるため、周囲に漏れ光が観察された。

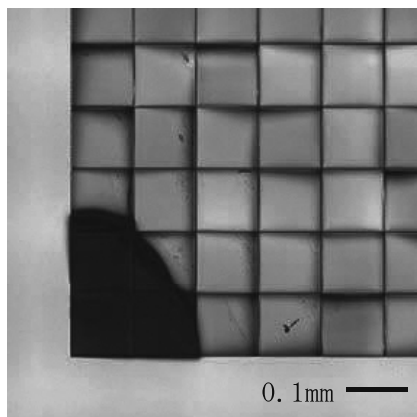


写真3 試作した金型の顕微鏡写真

試作した金型の表面の一部を拡大した顕微鏡写真。原盤 (MPA) 上で不規則に傾斜するマイクロプリズム群の反転形状が金型に転写されている。左下部には、原盤を金型から脱型した際に、原盤の一部が剥離して金型表面に残存している様子が捉えられている。

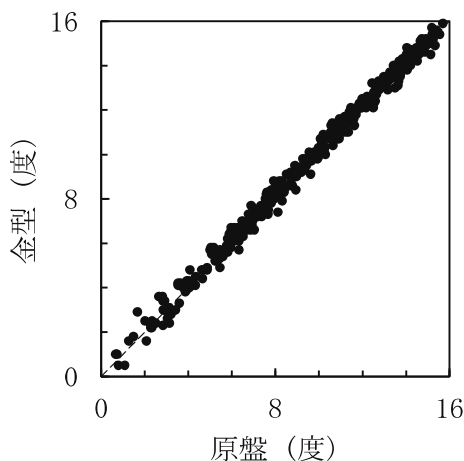


図2 原盤と金型の形状精度の比較

MPAに含まれるマイクロプリズムの傾斜面の傾きを評価した結果。原盤の形状が金型に転写されている。

3.2 金型の試作

写真3に金型の一部を拡大した顕微鏡写真を示す。原盤 (MPA) を金型から脱型した際に、原盤の一部が剥離し金型表面に残存した (写真3左下)。

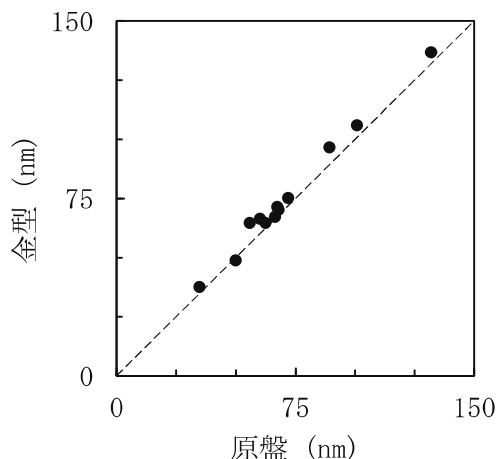


図3 原盤と金型の表面粗さの比較

MPAを構成するマイクロプリズムのうち、代表的な傾斜角度を持つ面の表面粗さを比較した結果、原盤のナノオーダーの表面粗さが金型に転写されている。

3.3 MPAと金型の評価

MPAと金型の傾斜面の傾きは高い相関性を示した (図2)。表面粗さも同様の傾向が見られたが、金型のほうが若干大きくなった (図3)。

4 考察

金型の形状評価で見られた標準偏差0.3度程度のばらつきは、測定の人間エラー相当であり、正確に形状が転写されたと判断できる。また、金型の表面粗さは、原盤に由来する残渣や、積層に由来する段差により大きくなったと考えられる。

5 まとめ

MPAにピクトグラムを投影する能力があること、その量産に必要な金型は精密電気鋳造により作製可能であることを明らかにした。

今後は、熱ナノインプリント成形されたMPAの評価を通して、MPAの形状公差と投影像の関係を調査する。