

マイクロプリズムアレイを用いた図形投影装置の投影性能評価

—マイクロプリズムの傾斜角度誤差が投影像質に与える影響の光線追跡シミュレーション予測—

光科 志智 亘、中野雅晴
工業技術研究所 照明音響科 豊田敏裕

Projection performance evaluation of pictogram projector using micro-prism array

- Prediction of effect of error in micro-prism tilt angle on projected image quality by ray-tracing simulation -

SHICHI Wataru, NAKANO Masaharu and TOYOTA Toshihiro

keywords : Micro-prism array, tilt angle error, optical simulation, projection performance

傾斜角度とその方位を個別に制御した、微小な直角プリズムが2次元アレイ上に多数配置されたマイクロプリズムアレイの成形による個々のマイクロプリズムの傾斜角度誤差が投影像質に与える影響を光線追跡シミュレーションにより予測した。マイクロプリズムアレイが投影する像は、傾斜角度に誤差が生じると、投影面内の光軸から放射方向に像がぼける結果を得た。このことにより、光軸から放射方向に沿う図形に比べ、放射方向に直交する図形は像のぼけが目立つ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、傾斜角度誤差、光学シミュレーション、投影性能

1 はじめに

マイクロプリズムアレイ (MPA) は微細な直角プリズム (マイクロプリズム) 群が2次元アレイ状に配置されており、それらの傾斜角度とその方位を個別に変えることで光の進行方向をプリズム毎に変化させることができる。この機能を用いることで、MPAは個々のマイクロプリズムを透過した光がスクリーン上に作るスポット光の集合で図形像を表現できる (図1)¹⁾。このような MPA の投影性能は、これを構成するマイクロプリズム形状の造形精度に左右される。我々は、微細構造を造形することができる光造形技術を用いてMPAの作製を試みている。そこで本研究では、光造形の造形精度によって生じる個々のマイクロプリズムの傾斜角度誤差が投影像質に与える影響を評価するため、光線追跡シミュレーションを実施した。

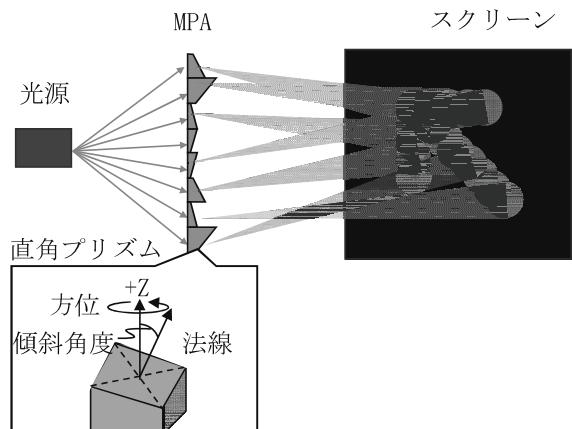


図1 マイクロプリズムアレイ (MPA) による図形像の投影

2 方法

国連欧州経済委員会 (UN/ECE) が標準化を進めている、自動車の運転支援に関する路面投影図形の一つの「逆走の警告」(図2) を目標投影図形とし、これを10m離れたスクリーン上に幅2mの大きさで投影するMPAの形状モデルを、マイ

クロプリズムアレイ設計ソフトウェア VirtualLab Fusion (LightTrans International GmbH 製) を用いて設計した。MPA は 0.1mm 角のマイクロプリズムプリズムを縦方向に 100 列、横方向に 100 列の計 10,000 個で構成した。成形精度を評価するために試作した MPA の形状計測結果に基づき、個々のマイクロプリズムの傾斜角度誤差は、傾斜角度の設計値を中心値とする標準偏差 1.6 度の正規分布に従ってばらつくものとした。投影像は光学設計支援システム OpticStudio (Zemax, LCC 製) を用いて予測した。

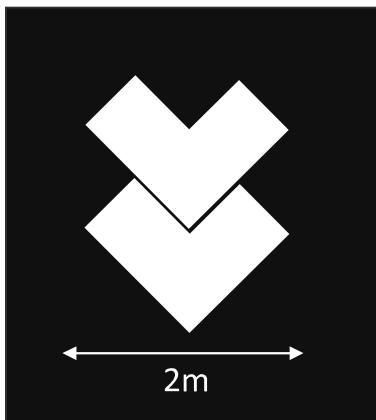


図 2 目標とする投影図形

3 結果と考察

図 3 に傾斜角度誤差がない場合とある場合の図形像の予測結果を示す。二つの結果を比較すると傾斜角度誤差により、上側のブーメラン形状に比べて下側のブーメラン形状がぼけていることがわかる。これは、マイクロプリズムの傾斜角度が設計値からずれると、投影するスポット光の位置が設計位置から光軸方向に前後し、それらの集合で形成される MPA の投影像が、光軸を中心にして放射方向にぼけるためである。したがって、今回目標とした図形の投影像において、放射方向に沿う形状に比べて、放射方向に直交する形状でよりぼけたものと考えられる（図 4）。

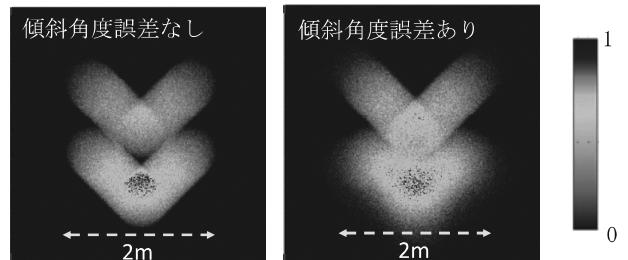


図 3 光線追跡による投映像の相対放射照度分布の予測結果

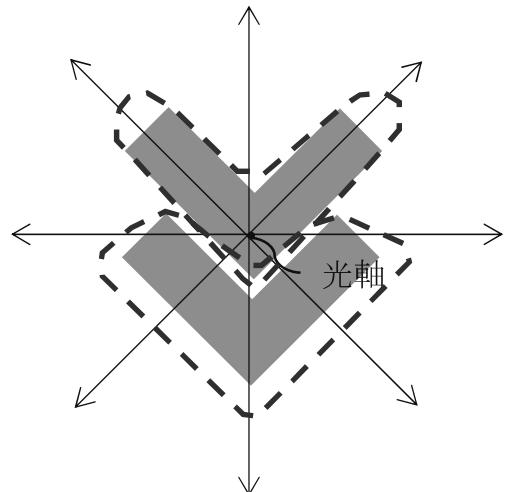


図 4 個々のマイクロプリズムが投影するスポット光の設計位置（塗りつぶされた図形領域）に対して、傾斜角度誤差によって投影位置が変化する方向（矢印）および、それらの集合で形成される像の領域（破線）の概念図

4 まとめ

MPA の個々のマイクロプリズムの傾斜角度が設計値からずれると、投影する形状により像のぼけ方が異なることが明らかになった。得られた知見は、MPA で投影する図形像の形状や大きさを検討する際に役立つものと考えられる。

参考文献

- 志智亘：図形を投影するマイクロプリズムアレイの設計. 静岡県工業技術研究所研究報告, 第15号, 128-129 (2022)