

直交ミラーアレイの厚さ変化による光利用効率の向上

Improving Light-Use Efficiency by Adjusting Thickness of Crossed-Mirror Array

○久次米亮介^{1,2}, 山本裕紹^{1,2}(1. 宇都宮大学, 2. JST ACCEL)

○Ryousuke Kujime^{1,2}, and Hirotugu Yamamoto^{1,2}

(1. Utsunomiya Univ., 2. JST ACCEL)

E-mail: r_kujime@yamamotolab.science

1. はじめに

我々はデジタルサイネージに利用可能な空中 LED サイネージの研究を進めている。空中像によるサインには物理的制約がなく通り抜けることが可能であることや自由空間中の3次元位置に場所に案内を表示できる利点を有する。

空中像を形成する技術の一つとして2面コーナリフレクターの原理に基づく反射型結像素子が報告されている[1]。我々はLEDアレイを光源とした空中像の形成を目的として、LED向けの結像素子である直交ミラーアレイ(CMA)を設計してLEDを光源とした空中表示を実現した[2,3]。CMAの開口壁面での2回反射によって空中像が形成されるが、光線の入射角によっては開口壁面において1回反射もしくは2回を超える反射が行われるため、光の損失が発生する。

本研究は、CMAの厚さを変えることでCMAによる空中像の形成時の光の利用効率を上げることできるかを明らかにすることを目的とする。光線追跡シミュレーションにより従来の厚さが一定のCMAと、厚さを場所により変化させたCMAによって収束された光線の強度分布を比較する。

2. 直交ミラーアレイによる空中像の形成

直交ミラーアレイ(CMA)は格子状に組み合わせられた鏡によって構成された空中像を形成するための素子である。各開口壁面が鏡面となっており、開口が、2面コーナリフレクターとして機能し、反射光に再帰性を持たせることができる。光源からCMAに入射した光は各開口で2回反射した後、CMAの面对称位置に収束される。これによりCMAは空中に実像を形成することが可能である。

3. シミュレーションによる光利用効率の比較

光線追跡シミュレーションによりCMAの厚みを変化させることによって光の利用効率が上がることを確認した。シミュレーションはFig.1のような従来の厚さ一定ものと厚さを変化させたものの2種類のCMAで行った。CMAの大きさはともに280mm×280mmで、各開口の大きさが4mm×4mmである。従来のCMAの厚さが8mmで厚さを変化させたCMAはもっとも厚い部分が8mm、最も薄い部分が3mmとなるように設計した。光源とCMAの距離を300mmとし、入射角が35度となるようにした。この入射角は従来のCMAにおいて光の利用効率が最大となる角度である。シミュレーションにはLight Toolsを使用した。

それぞれのシミュレーション結果をFig.2に示す。従来のCMA、提案設計によるCMAともに同様の範囲に光線を収束することに成功している。そのうえで提案設計によるCMAを使用した場合、従来のCMAを使用した場合よりも高い光強度で光線が収束されてい

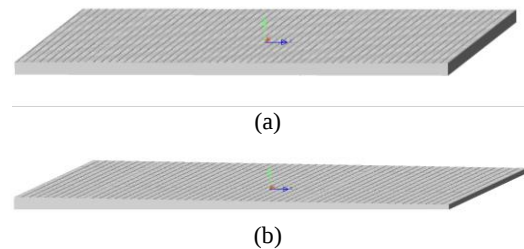


Fig. 1. Shapes of CMAs in ray-tracing simulation.
(a) Conventional design (b) Proposed design.

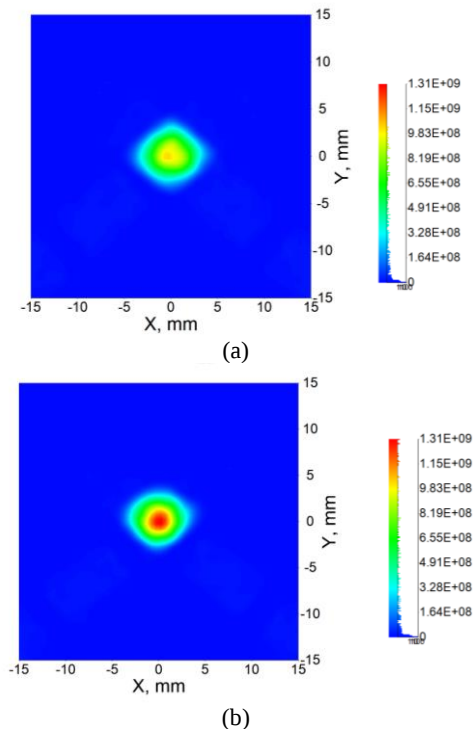


Fig. 2. Light distribution at converged position in case of
(a) the conventional CMA, (b) our proposed CMA.

る。つまり、厚さを変化させることで、CMAによる光の利用効率が向上する可能性があることがわかった。

4. おわりに

本研究ではシミュレーションによりCMAの厚さを変えることによって光の利用効率を向上させることが可能であることを示した。

CMAを用いて遠赤外線収束による空中ヒーターの形成も可能であり、提案設計は空中ヒーターの効率向上にも適当可能である。

文献

- [1] S. Maekawa et al., Proc. SPIE, 63926, 63920E (2006).
- [2] H. Yamamoto et al., Proc. SPIE, 8288, 828820 (2012).
- [3] R. Kujime et al., Opt. Rev., 22 862-867 (2015).