

回折現象を用いたレンズの照明用途応用に向けた検討

機械科 志智 亘

Optical performances of a diffractive lens as an optical element for lighting

Wataru SHICHI

Keywords : diffractive lens, lighting optical element, chromatic aberration

キーワード：回折レンズ、照明用光学素子、色収差

1 はじめに

樹脂レンズはガラスレンズに比べて軽量かつ成形性に優れているが、屈折率の波長依存性が一般に大きいため色収差が大きい。このため照明光学系では白色の投影像の輪郭部分に意図しない色を生じさせ、輪郭をぼかしてしまう。従って設計通りの照明性能を実現するためには色収差を制御する必要がある。色収差を補正したレンズの一つに回折現象を利用した回折レンズがある¹⁾。回折レンズは微小な凹凸形状で構成されており、屈折レンズより薄く軽量である。今回、我々は回折レンズの照明部品応用に向けて、屈折レンズ曲面上に回折光学面が付加されたハイブリッドレンズに着目し、これによる投影像の色収差の評価を行った。

2 方法

高輝度白色LED光源とナイフエッジによって作られた明暗像をレンズから約3.5m遠方に結像させ、投影像のエッジ境界付近の分光強度を測定した(図1)。レンズは非球面ハイブリッドレンズおよび非球面屈折レンズを用いた。どちらのレンズも材料はシクロオレフィンポリマーで焦点距離が50mm、口径が25mmである。

3 結果と考察

図2はハイブリッドレンズによるナイフエッジの投影像である。図中の点線に沿って測定を行った。図3は波長450nm、550nm、650nmの(a)ハイブリッドレンズおよび(b)屈折レンズによる投影像の各測定位置の光強度である。図3(a)、(b)の各波長の光強度は光源の分光特性を反映している。光強度が急激に変化している領域はナイフエッジ境界に対応しているが、(b)では光強度の変化が波長ごとに異なっており、(a)ではそれが小さいことがわかる。これは(a)の方が色収差が小さいことを示している。一方(a)と(b)の明暗部を $(I_B - I_D) / (I_B + I_D)$ で定義されたコントラストで比較すると、(a)は550nmで0.938、(b)は同波長で0.999であった。ここで I_B および I_D はそれぞれ測定位置が0mm~10mmおよび50mm~60mmの光強度の平均値である。コントラストは他の波長も同程度であり、ハイブリッドレンズは屈折レンズより低いことが分かった。これについては高次回折光の影響が考えられるが、詳細は今後の検討課題である。

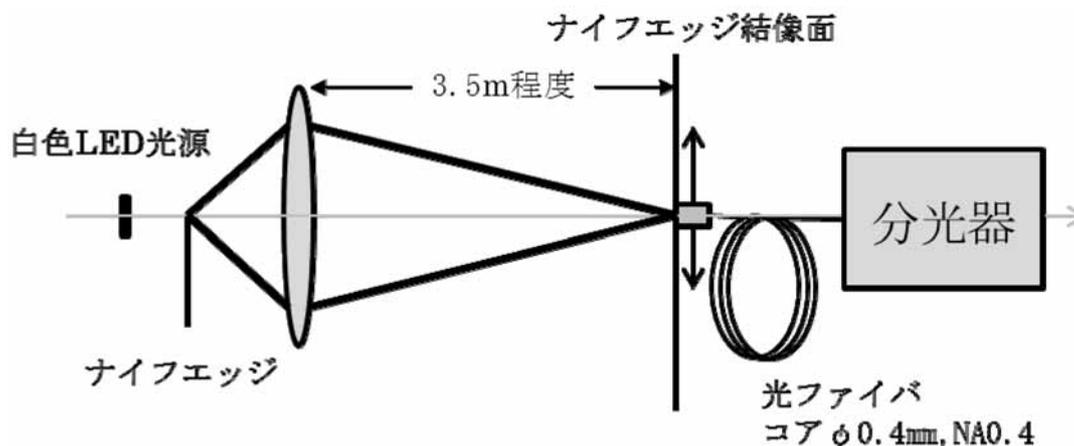


図1 実験光学系の概念図

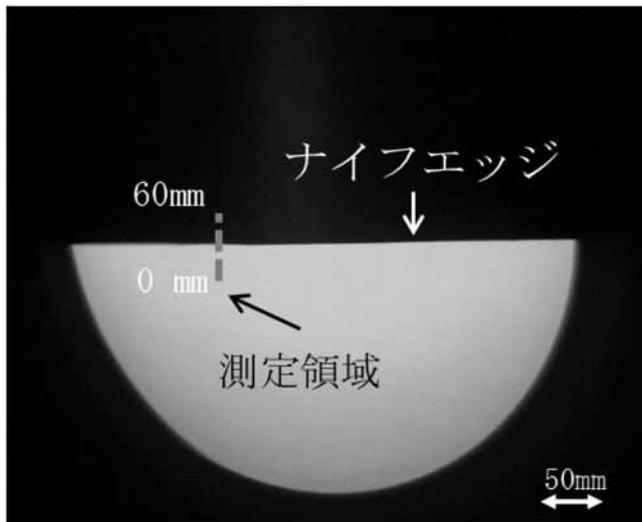


図2 ナイフエッジの投影像

4 まとめ

ハイブリッドレンズを用いたナイフエッジ投影像の色収差の評価を行った。その結果、屈折レンズに比べて色収差が低減されることが確認できた。このことから本レンズを白色照明用光学素子として利用することができると考えられる。ただし屈折レンズよりコントラストが低く、このことはハイブリッドレンズを使用する際に注意すべき課題である。

この取組は静岡大学電子工学研究所の共同研究プロジェクトの支援を受けて行われた。

参考文献

- 1) 小野雄三 他：回折光学の基礎「回折光学素子入門」，増補改訂版（オプトロニクス社，東京），（社）応用物理学会日本光学会光設計研究グループ 監修，pp.9-23（2006）

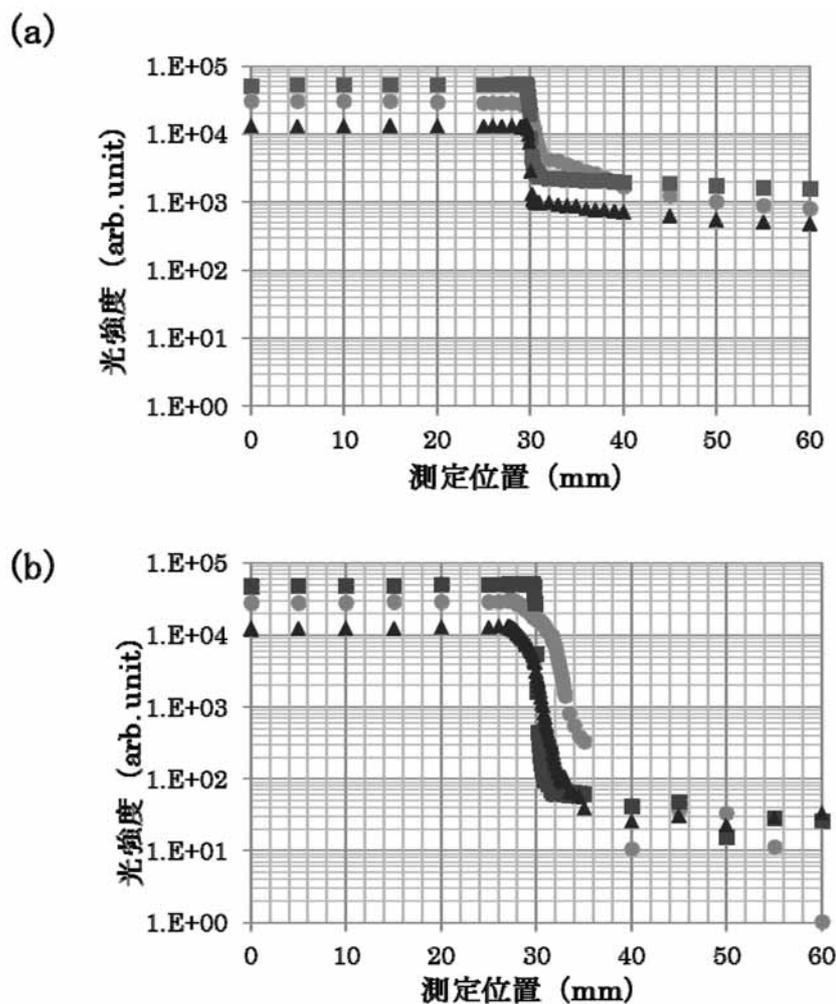


図3 測定位置における波長450nm, 550nm, 650nmの光強度

(a)：ハイブリッドレンズを用いてナイフエッジを投影した際の光強度。

(b)：屈折レンズを用いてナイフエッジを投影した際の光強度。

●：450nm、■：550nm、▲：650nm。