

## 偏光回折格子を用いた空中映像表示光学系における像拡大の検討

Enlargement of aerial image projected by a system using polarization grating

長岡技術科学大学<sup>1</sup>, 林テレンプ(株)<sup>2</sup>, 兵庫県立大学<sup>3</sup>, ○(M2)山田 航也<sup>1</sup>, 坂本 盛嗣<sup>1</sup>,  
野田 浩平<sup>1</sup>, 佐々木 友之<sup>1</sup>, 田中 克周<sup>2</sup>, 酒井 丈也<sup>2</sup>, 服部 幸年<sup>2</sup>,  
川月 喜弘<sup>3</sup>, 小野 浩司<sup>1</sup>Nagaoka Univ. of Tech.<sup>1</sup>, Hayashi Telempu CORPORATION, LTD<sup>2</sup>, Univ. of Hyogo<sup>3</sup>,  
○Kouya Yamada<sup>1</sup>, Moritsugu Sakamoto<sup>1</sup>, Kohei Noda<sup>1</sup>, Tomoyuki Sasaki<sup>1</sup>, Yoshichika  
Tanaka<sup>2</sup>, Takeya Sakai<sup>2</sup>, Yukitoshi Hattori<sup>2</sup>, Nobuhiro Kawatsuki<sup>3</sup>, and Hiroshi Ono<sup>1</sup>

E-mail : onoh@vos.nagaokaut.ac.jp

## 1. 背景・目的

近年、ディスプレイの次世代産業として空中映像が注目されている。空中映像は平面のディスプレイより視覚的注目度が高く、ヘッドアップディスプレイや距離センサーを併用した非接触タッチパネルへの応用が期待される。従来の空中映像技術として再帰ミラーとハーフミラーを組み合わせた光学系が提案されているが<sup>[1]</sup>、この光学系では光がハーフミラーを2度透過するため効率が最大でも25%に制約される。そこで前回、我々はハーフミラーの代わりに直角プリズム、偏光回折格子、再帰ミラーを用いた新たな空中映像の表示光学系を提案した<sup>[2]</sup>。この方法は原理上100%の効率で空中像を結像させることができる。今回我々は、この方法で結像される像を拡大するために、偏光フレネルレンズ(PFL)を新たに導入するとともに、像の拡大率と視野角の関係性について調査した。

## 2. 実験方法

我々が提案する空中映像の表示光学系をFig.1に示す。前回我々が提案した光学系と異なる点は、直角プリズムの直前にPFLを $\lambda/4$ 板で挟み込んだものを挿入している点である。本光学系ではまず表示体を射出した光を偏光子へ通してs偏光に変換し、その後プリズム(BK7,屈折率1.5)へと入射させる。プリズムに入射した光はガラス-空気界面で全反射し、 $\lambda/4$ 板及び偏光回折格子(PG)へと入射することで偏光状態を変化させながら+1次方向へ回折される。その後再帰ミラーによって再帰されることで、再びPGで回折され、 $\lambda/4$ 板を透過する。この時の偏光状態はp偏光となり、最終的にプリズムをブリュースター角で出射するようにPGの格子周期を決定した。これによって理論上100%の効率で空中での結像が可能となる。この光学系ではPFLがつくる虚像を空

中に結像することで、像が拡大される。

## 3. 結果及び考察

Fig.1の光学系で空中に像を結像させた結果をFig.2に示す。Fig.2から、PFLによって空中像が拡大されている様子が確認できる。またFig.3にPFLの焦点距離に応じた空中像の倍率と視野角の変化に関するグラフを示す。Fig.3から、现阶段では空中像の倍率と視野角にはトレードオフの関係性があることが確認できる。

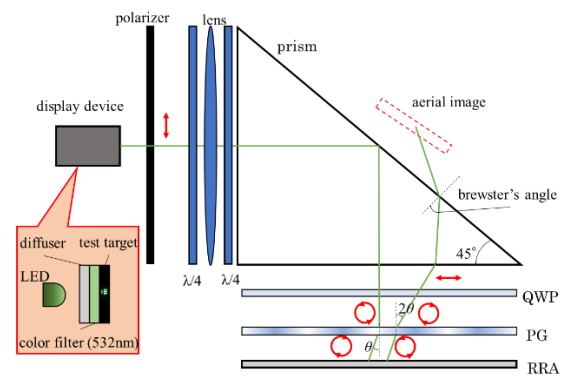
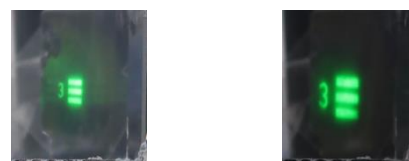
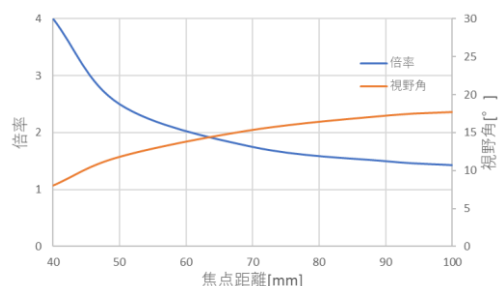


Fig.1 Schematic of imaging system using right angle prism, polarization grating, and recursive mirror



(a) Without Fresnel lens (b) With fresnel lens

Fig.2 Imaging result of aerial display

Fig.3 Relationship between magnification and viewing angle  
[1]山本裕紹, 『日本画像学会誌』, 56(4), pp.341-351, (2017)  
[2]M. Sakamoto et al., Appl. Opt. vol59, pp. 4228-4233(2020)