

偏光回折格子を用いた高効率な空中映像表示光学系

Highly efficient aerial image optical system using polarization diffraction grating

長岡技術科学大学¹, 林テレンプ(株)², 兵庫県立大学³, [○](M1)山田 航也¹, 坂本 盛嗣¹,

野田 浩平¹, 佐々木 友之¹, 田中 克周², 酒井 丈也², 服部 幸年²,

川月 喜弘³, 小野 浩司¹

Nagaoka Univ. of Tech.¹, Hayashi Telempu CORPORATION, LTD², Univ. of Hyogo³,
[○]Kouya Yamada¹, Moritsugu Sakamoto¹, Kohei Noda¹, Tomoyuki Sasaki¹, Yoshichika
 Tanaka², Takeya Sakai², Yukitoshi Hattori², Nobuhiro Kawatsuki³, and Hiroshi Ono¹

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など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^[1]、この光学系はハーフミラーを光が2度透過するため効率が最大でも25%に制約される。そこで今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する。この表示光学系は理論上では100%の効率で空中像の形成が可能という特徴を持つ。

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。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、 $\lambda/4$ 板により左回りの円偏光となる。次に偏光回折格子の機能によって入射光は+1次の方向に100%の回折効率で角度 θ だけ伝播方向を曲げられる。続けて再帰ミラーにより光が再帰され、再度入射する偏光回折格子によって再び+1次の方向に伝播方向を曲げられる。結果として、光は約 2θ の角度で伝播方向に曲げられ、再度入射する $\lambda/4$ 板でP偏光に変換された上でプリズムへと再入射する。このとき、プリズム-空気界面での入射角がブリュースター角になるように偏光回折格子の回折角 θ を設計することで界面での反射率が0%となり、理論上100%の効率でプリズム出射後の空間上に空中像を結像する事ができる。

3. 結果及び考察

今回提案する光学系での検証結果をFig.2(a)に表示体、(b)~(d)に結像画像を示す。

表示体は緑色のLED、波長532nmのバンドパスフィルタ、テストターゲットを組み合わせて作製した。Fig.2(b)~(d)を見ると観測を行う角度によって像の位置が異なる。これはプリズムと観測点との間に像が結像されるためである。このことから空中像が形成されていることが確認できる。したがって、今回我々が提案する空中結像光学系の原理実証に成功した。

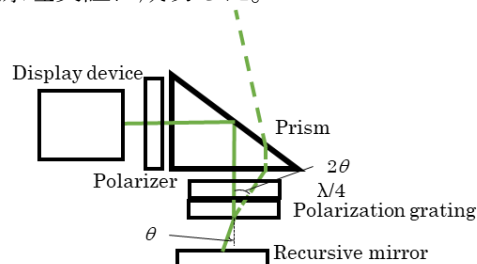


Fig.1 Schematic of imaging system using right angle prism, polarization grating, recursive mirror

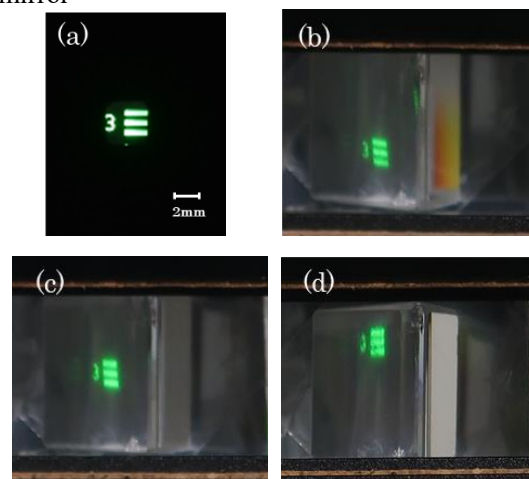


Fig.2 Result of aerial imaging

(a)Light source (b)Aerial imaging(8°)
 (c) Aerial imaging(0°) (d) Aerial imaging(-8°)

[1]山本裕紹「再帰反射による空中結像(AIRR)による空中ディスプレイ」,『日本画像学会誌』, 56(4), pp.341-351, (2017)