

# DMDを用いた偏波多重画像投射システムの検討

1240129 林 若那 (光制御・ネットワーク研究室)  
(指導教員 小林 弘和 准教授)

## 1. 研究背景・目的

近年、LED照明による映像技術は目覚ましく発展している。中でもDMD (Digital Micromirror Device) という微小な鏡を使った映像システムが小型かつ軽量であることから注目されており、モバイルプロジェクタなどに多く使用されている。このシステムでは多数の微小な鏡を高速でON/OFF制御することができ、またRGB3色それぞれのLED照明のON時間を調節することにより色の明度に変化をもたらすことができる。しかし通常のDMDプロジェクタでは単一の画像しか投射できず、例えば3D映像を投射するためには複数台のプロジェクタが必要となる。そこで本研究ではウォラストンプリズムをDMDプロジェクタ内に配置し、それぞれの偏光に異なる映像を投射可能な偏波多重画像投射の実現を目的とする。

## 2. 偏波多重画像投射の原理

偏波多重を実現するために水平偏光は+θ、垂直偏光は-θの異なる角度でDMDに入射させる。DMDを通過した際、水平偏光と垂直偏光が同じ方向に出るようにDMD画像として回折格子を表示し、レンズとピンホールを用いて回折光を抽出する。さらに各偏光に異なる画像を強度分布として付加するために回折格子の周期を調節する。以上の手法で1つの光源から偏光毎に異なる画像投射が可能になる。

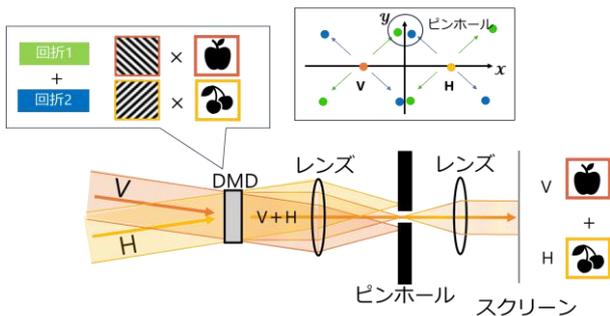
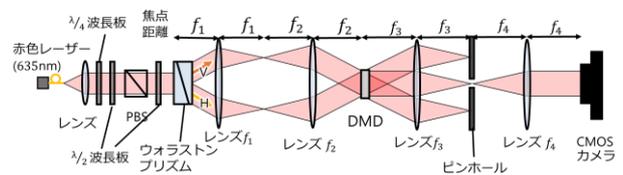


図1 偏光による画像投射

## 3. 実験構成

実験構成を図2に示す。波長が635nmの赤色レーザーをシングルモードファイバを使って照射する。レーザーの後ろにレンズを入れることで平行光を作り出す。レーザー光線自体がどのような偏光を持っているのかわからないので、1/4波長板と1/2波長板によってレーザー光線を一度水平偏光にする。偏光ビームスプリッターによって水平偏光のみがDMDに向かって直進し、垂直偏光はDMDに入射しないように90°傾いた方向に反射される。偏光ビームスプリッターの後ろに角度θだけ傾けた1/2波長板を設置することで通過した光線はθ=22.5°のときは45°偏光となり、垂直偏光と水平偏光を等強度で重ね合わせた偏光になる。偏光ごとに伝搬方向を±1°変えることができるウォラストンプリズムを1/2波長板の後ろに設置することで結晶に対する垂直偏光と水平偏光をそれぞれ異なる角度に伝搬させた。今回はウォラストンプリズムを45°回転させて設置することで水平面から±45°の方向に直交な二つの偏光を伝搬させた。ウォラストンプリズムから焦点距離f1を持つ凸レンズと焦点距離f2を持つ凸レンズを設置し、DMDのミラー全体に照射する。凸レンズを通過し、DMD全体に投射された光線はDMDの機能によって反射される。DMDには水平偏光によって投射されるKTという文字に対して0°回折を、

垂直偏光によって投射されるUという文字に対しては90°回折させた画像を掛け合わせ作成した画像をさらに足し合わせ表示した。DMDによって反射された光線は焦点距離f3を持つ凸レンズを通過することにより焦点距離f3の位置で集光される。集光された光線はDMDに表示した回折画像によって0°と90°に回折された位置に見られる。垂直偏光は90°に回折した光、水平偏光は0°に回折した光のみを抽出するために集光位置にピンホールを設置する。ピンホールによって抽出された光線は焦点距離f4を持つ凸レンズによって平行光になる。焦点距離f4の位置に結像を観測するためのCMOSカメラを設置する。垂直偏光が投射させる画像、水平偏光が投射させる画像がどちらもきちんと投射できているか確かめるためにCMOSカメラの前に偏光板を設置し、偏光板の向きを変えながらそれぞれの偏光の結像を観測した。



$$\begin{matrix} \text{回折1画像} \\ \text{垂直偏光(V)} \end{matrix} \times \begin{matrix} \text{回折2画像} \\ \text{水平偏光(H)} \end{matrix} + \begin{matrix} \text{回折1+2画像} \\ \text{V+H} \end{matrix} = \begin{matrix} \text{回折1+2画像} \\ \text{V+H} \end{matrix}$$

図2 実験構成

## 4. 実験結果

図2のように制作した画像をDMD上に表示し、CMOSカメラの前に水平偏光のみを通す偏光板、垂直偏光のみを通す偏光板、何も偏光板を置かない3つの状態で光強度分布を測定した。実験結果を図3に示す。偏光板を置かない状態ではK,U,Tすべての文字が観測された。垂直偏光のみを通す偏光板をCMOSカメラ前に設置したときは、Uの文字が強く観測された。水平偏光のみを通す偏光板をCMOSカメラの前に設置したときは、K,Tの文字が観測され、Uの文字は観測されなかった。

表示した画像	偏光板なし	垂直偏光板(V)	水平偏光板(H)
U: 90度回折 KT: 0度回折	KUT	Uのみ	KTのみ

図3 実験結果

## 5. まとめ

ウォラストンプリズムを用いてレーザー光線を垂直偏光と水平偏光を分光し、回折処理を施した画像を表示したDMDにそれぞれ異なる角度で入射させ、偏光ごとに異なる画像投射を行った。結果的に垂直偏光と水平偏光に異なる2つの画像投射が実現可能であると確認できた。今後の展望としては、赤色レーザーだけでなく、波長の違うレーザー光線でも実現可能な画像投射を目指す。