

カラーフィルターレス単板式液晶プロジェクター

浜 田 浩

液晶表示素子 (LCD) に表示された画像をスクリーン上に拡大投影する液晶プロジェクターは、CRT プロジェクターと比較すると次のような特長がある。

- (1) 一本の投影レンズで投影するので、設置場所を移動したり画面サイズを変更してもコンバージェンス (色ズレ) の再調整が不要であり、単にピントを合わせるだけでよい。ズームレンズの採用も容易である。
- (2) 地磁気の影響を受けないので、設置場所を移動しても色ズレの再調整が不要である。
- (3) 小型・軽量。

以上のような特長を生かしフロント・プロジェクターの分野ではホームシアター用やパーソナルコンピューターに接続できるデータプロジェクターとして独自の市場を拡大しつつあり、最近ではリアプロジェクション TV にも応用されるようになってきた。

本稿では、最近実用化されたカラーフィルターを用いない単板式液晶プロジェクション方式¹⁾を紹介する。

1. 液晶プロジェクターの分類

液晶プロジェクターは、使用する LCD の枚数によって 3 板式と単板式とに分類される。

3 板式では、光源からの白色光をダイクロイックミラーで赤/緑/青の 3 原色の光束に分離し、それらの光束を 3 枚の白黒 LCD に照射することによって赤/緑/青の 3 原色の成分の画像を形成し、それらを再びダイクロイックミラー (またはダイクロイックプリズム) で同一の光軸上に合成し、一本の投影レンズによってスクリーンに拡大投影する。この方式はスペクトル領域の観点での光の利用効率は高いが、3 枚の液晶パネルを必要とし、さらにそれらの間の正確な位置合せ機構を含む精密な光学系を必要とするので、次に述べる単板式と比べると高価であり、採用されるのは高級機種に限られていた。

これに対し単板式は、1 枚のカラー LCD を単純にスクリーンに投影するだけなので、小型・軽量・低価格であることが特長である。しかしながらこれに用いられる LCD には各画素に対応して赤/緑/青の 3 原色のモザイク状のカラーフィルターが配置されており、カラーフィルターは 3 原色のうちの 1 色の光だけを透過させ、残りの 2 色の光は吸収するので、光の利用効率は低く、同じ光出力の光源を用いても 3 板式よりも暗いという欠点がある。

2. カラーフィルターレス単板式液晶プロジェクション方式

前述の単板式の光利用効率が低いという欠点は、マイクロレンズアレイとダイクロイックミラーを用いた新規カラーフィルターレス単板式液晶プロジェクション技術により解決された。本方式の光学系の構成を図 1 に示す。図 1 の上側は光学系の全体図、図 1 の下側は液晶パネルとマイクロレンズを拡大した断面図である。3 枚のダイクロイックミラーは白色の光束を 3 原色の光束に分離し、これらの光束を同一の液晶パネルに互いに異なる方向から入射させるように角度を変えて配置されている。ダイクロイックミラーの配置スペースを縮小するために、第 2、第 3 のダイクロイックミラーで反射される光束は、それよりも前に配置されているダイクロイックミラーを 2 回透過するように配置されている。ここで第 2 のダイクロイックミラーで反射された光束が第 1 のダイクロイックミラーを再度透過するときの入射角は、1 回目の入射角より小さくなるので、波長選択特性がシフトする。このことおよび光源であるメタルハライドランプの発光スペクトルを考慮して、ダイクロイックミラーの配置は光源側から順に青、赤、緑とした。マイクロレンズを液晶パネルの画素に 1 対 1 に対応させて配置し入射光を画素に集光させることにより、液晶プロジェクターのスクリーン照度を向上させる技術はすでに実用化されている²⁾が、本方式では赤/緑/青の 1 組の画素に対して 1 つのマイクロレンズが配置されている。マイクロレンズは、すでに発表されたものと同様にイオン交換法によ

A new single-LCD projector without mosaic color filter (1995 年 12 月 28 日受理)

Hiroshi HAMADA シャープ(株)液晶天理開発本部 TFT 開発センター第 3 技術部 (〒632 天理市樺本町 2613-1)

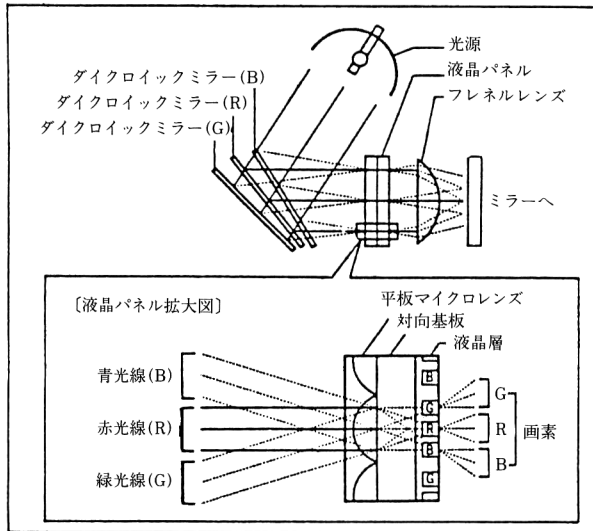


図1 カラーフィルターレス単板式液晶プロジェクターの光学系。上側：全体図，下側：マイクロレンズと液晶パネルの拡大断面図。

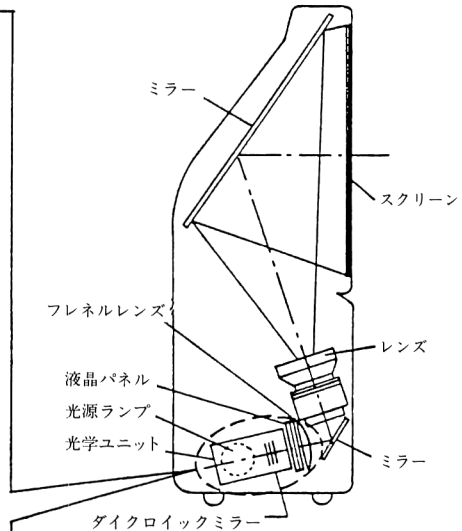


図2 リアプロジェクションTVの光学系(側面図)。

り作成され、その焦点距離はLCDの基板の光学的厚さに等しくなるように設計される。マイクロレンズは、カラーCRTにおけるシャドウマスクのように異なる方向から入射する3原色の光線を振り分けると同時に、画素に光線を集光させるはたらきをする。

このような構成により、モザイク状カラーフィルターを用いずに、光吸収ロスのないカラー画像表示が可能となり、スクリーン照度は理論的に従来の単板式液晶プロジェクターの3倍以上に改善される。

この技術は、まず3.6型30万ドット〔643(横)×468(縦)〕のa-Si TFT-LCD(アモルファス・シリコン薄膜トランジスタ液晶表示素子)を用いたフロントプロジェクターとして商品化され、次いで、4型61万ドット〔1280(横)×480(縦)〕のa-Si TFT-LCDを用いたリアプロジェクションTV(画面サイズ:43型および36型)に採用されている。その光学系の側面図を図2に示す。CRTを用いたリアプロジェクションTVではCRTの表示面と投影レンズを密着させる必要があるため、その間で光路を折り曲げることができないが、液晶

方式では液晶パネルと投影レンズの間に平面鏡を置き光路を折り曲げることができるので、キャビネットをより薄くできる。

本技術により、単板式液晶プロジェクターの軽量・低コストという長所を生かしつつ、スクリーン照度を向上させることが可能となった。

本技術はマイクロレンズにより3原色の光線をそれぞれの色に応じた画素に収束させるので、照明光の平行度がよいほど効率が高くなる。そのため、発光領域がより小さく発光効率が高い光源の開発が望まれる。

本技術が液晶プロジェクターの小型軽量化、低価格化を通じて市場拡大に拍車をかけることが期待される。

文 献

- 1) H. Hamada, *et al.*: "A new bright single-panel LC-projection system without mosaic color filter," *Int. Display Res. Conf. '94 Digest* (1994) pp. 422-423.
- 2) 浜田 浩, 船田文明: "マイクロレンズアレイによる液晶プロジェクターの高輝度化", *O plus E*, No. 165 (1993) 90-94.