

フロントプロジェクタの3D技術

木田 博*
黒田恭貴*
竹内勇人*

3D Technology of Front Projectors

Hiroshi Kida, Yasutaka Kuroda, Hayato Takeuchi

要 旨

近年、Blu-ray^(注1) 3Dや3D専用放送の普及によって一般家庭向けの3Dコンテンツが充実し、国内でも2010年頃から3D対応テレビなどが登場している。また、教育機関や研究機関で、医学・流体力学・建築学などの分野でもCG (Computer Graphics) やCAD (Computer Aided Design) に3D映像が取り入れられることも多くなっている。

三菱電機では、2009年より“3D READY (将来的な3Dコンテンツ対応)”の業務用データプロジェクタを、2011年よりBlu-ray 3Dなどの信号に対応した民生用ホームシアタープロジェクタを発売し、3D対応製品のラインアップを強化してきた。

フロントプロジェクタでは、スクリーンの特性に依存せず3D映像を視聴するため、左目・右目用の映像と同期し

て左右の液晶シャッターを開閉するアクティブシャッターメガネ方式を採用している。

業務用データプロジェクタでは、映像中に含まれる同期信号を利用することによって、外付けのエミッタを必要としないコストパフォーマンスに優れたDLP (Digital Light Processing) Link^(注2)方式の製品を展開してきた。

一方、民生用ホームシアタープロジェクタでは、高画質な3D映像を実現するために、2011年3月には反射型液晶パネルを搭載した製品“LVP-HC9000D”を、2011年12月には高速応答の液晶シャッターメガネを開発し、2D表示と同等の滑らかな階調性の3D表示を実現したDLPプロジェクタ“LVP-HC7800D”を発売した。

(注1) Blu-rayは、Blu-ray Disc Associationの登録商標である。
(注2) DLP, DLP Linkは、Texas Instruments Corp. の商標又は登録商標である。



LVP-HC7800D



3Dメガネ
(EY-3DGS-78U)



3Dエミッタ
(本体付属品)

3D対応ホームシアタープロジェクタ“LVP-HC7800D”

DLPチップを搭載した3D対応フルHD (High Definition) ホームシアタープロジェクタ“LVP-HC7800D”は、シャープさ(クロストークレス)・鮮明さ(ジャダーレス)・明るさ(輝度低下カット)を兼ね備えた高画質3D映像を実現した。

LVP-HC7800D専用の3Dメガネ“EY-3DGS-78U”はオプション、3Dエミッタはプロジェクタ本体に付属する。

1. ま え が き

昨今、ハリウッドなどで3D映画製作が盛んになっており、国内でも3D映画がヒットするなど3D産業が急速に拡大している。映画館のみならず、一般家庭向けにも3D映像を楽しむ環境が整いつつある⁽¹⁾。

当社のフロントプロジェクタ事業で、業務用のデータプロジェクタでは、将来的に充実していく3Dコンテンツに対応するためDLP Link方式の製品を展開してきた。民生用のホームシアタープロジェクタでは、Blu-ray 3Dで主流のフレームパッキング方式^(注3)等に対応し、FRC(Frame Rate Converter)機能搭載によって、高品質な3D映像を視聴できる製品を発売した。

本稿では、これらフロントプロジェクタの3D技術について、それぞれの方式の違いや特長について述べる。

(注3) フルHDの左目・右目用画像を同一フレーム内に上下方向に分けて伝送する方式

2. データプロジェクタの3D技術

2.1 3D対応データプロジェクタ

当社では、2009年に初めて3D対応データプロジェクタ“LVP-XD600”を発売した。表示デバイスにXGA(eXtended Graphics Array)(1024×768ピクセル)のDLPを搭載した本製品は、質量3.6kgというモバイルタイプながら、4,500lmの高輝度を実現しており、企業の大会議室や学校の講堂でも大画面で鮮明な映像が得られる。以降“LVP-EX320”や“LVP-XD560”の3,000lm帯XGAモデル、“LVP-EW330”や“LVP-WD570”のWXGA(Wide XGA)(1280×800ピクセル)モデル、“LVP-WD380EST”や“LVP-XD360EST”の短焦点モデルに3D対応製品を展開している。これらの製品では、パソコンやDVD(Digital Versatile Disk)プレーヤーを用いて左目・右目用の3D映像を60fps(frame per second)又は120fpsで交互に再生し、DLP Link方式対応のアクティブシャッターメガネを使用して3D映像を視聴する。そのため、3D再生用の特殊なアプリケーションや、既にフレームシーケンシャル方式^(注4)に編集済みの映像信号を必要とするが、市場に3Dコンテンツが充実していない中、将来に備えて“3D READY”のプロジェクタとして発売している。

(注4) 時分割で左目用と右目用の画像を交互に表示する方式

2.2 DLP Link方式

DLP Link方式は、DLPの駆動シーケンスを応用した3D再生システムであり、図1にシステムの概略図を示す。通常、DLPプロジェクタは、水銀ランプなどの光源から出力された光が、色フィルタを円盤状に配置したカラーホイールを通して、時系列に色を表示する。このカラーホイールは例えば、R(赤)、G(緑)、B(青)、W(白)、Y(黄)の5

色や、R(赤)、G(緑)、B(青)、W(白)、C(シアン)、Y(黄)の6色のセグメントに分かれており、カラーホイールを通った光は、高速応答のDMD(Digital Micromirror Device)によって光の反射方向が制御される。2D映像を再生する場合、カラーホイールを透過した光を100%利用しつつ、DMDのシーケンス制御を行ってフルカラーを表現している。

一方、3D映像を再生する場合、カラーホイールのW(白)セグメント及び補色セグメント(C(シアン)、Y(黄)など)の一定期間を映像表示に使用せず、3Dメガネの液晶シャッター開閉を制御するための同期信号を出力する期間に割り当てる。この同期信号はパルスの可視光であり、3Dメガネは、映像中に表示される同期信号を感知して、左目・右目交互に液晶シャッターの開閉が制御される。液晶テレビなどでは、一般的に3Dメガネとの通信にLED(Light Emitting Diode)によるIR(InfraRed)伝送が用いられるが、信号を送信するIRエミッタを必要とする。しかし、DLP Link方式では、IRの代わりに映像中の同期信号を利用するため、IRエミッタを組み込む必要がないというメリットがある。これによってプロジェクタのハードウェアをコストアップすることなく、3Dを視聴できるシステムを実現している。

3. ホームシアタープロジェクタの3D技術 —反射型液晶パネル方式—

3.1 ホームシアタープロジェクタ“LVP-HC9000D”

フルHDホームシアタープロジェクタに3D対応を展開するため、反射型液晶パネルを搭載した“LVP-HC9000D”を2011年3月に発売した。高速応答性を持つ反射型液晶パネル⁽²⁾⁽³⁾を採用した大きな理由は、1秒間に240コマの映像が再生可能であり、両目の映像が見えるクロストーク期間を抑えた3D表示を実現できるからである。製品のほかの特徴としては、鮮明なフルHD映像を投映するため、低色収差でかつ周辺部に至るまで高解像度を確保した1.8倍電動ズームレンズを搭載し、上下シフト量±100%、左右シフト量±45%のレンズシフト機能^(注5)搭載によって設置性を高めている。

(注5) プロジェクタのレンズを動かすことによって、投映した映像を移動(シフト)させる機能である。上下シフト量、左右シフト量は、それぞれ画面高さ、画面幅に対する可動域の比率を示す。

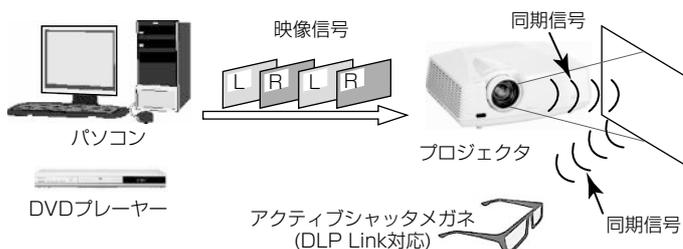


図1. DLP Link方式のシステム概略図

3.2 反射型液晶パネルプロジェクタの3D方式

“LVP-HC9000D”の3D映像再生に、データプロジェクタと同様のアクティブシャッタメガネ方式を採用し、解像度を下げることなくフルHDの3D映像を視聴できる。プロジェクタと3Dメガネとの同期は、DLP Link方式のように映像上に同期信号を表示することができないため、プロジェクタに接続されたIRエミッタから発信されるIR伝送を用い、3Dメガネの液晶シャッタの開閉を制御している。

3.3 クロストーク

ちらつき感のない3D映像を視聴するために、左目・右目を交互に1秒間120コマの映像を表示する必要がある。アナログ駆動の液晶パネルでは、DLP方式のように1度に一画面すべての画素が同時に切り替わるのではなく、図2に示すように、左上の画素から右下に向かって順次書き込みを行っていく。120Hz駆動のパネルでは、1秒あたり120コマの画を交互に表示すると、全画面で左目又は右目の映像だけになるタイミングがほとんどなく、前の映像が書き終わったタイミングで次の映像の書き込みが始まるため、もう一方の映像が映り込むクロストークが発生する。“LVP-HC9000D”に搭載の240Hz駆動が可能な反射型液晶パネルは、1秒間240コマを書き込むことを利用してクロストークを抑制している。1コマの映像を2回書き込み、1回目の書き込みでは前の他方の映像が残るが、2回目の書き込みで同じ映像を書き込むことによって、全画面片目の映像を表示する期間の確保が可能となる。この2回目の書き込み時に同期させ3Dメガネのシャッタを開くことでクロストーク抑制が可能となる。シャッタ開放時間とクロストークはトレードオフの関係となり、シャッタ開放時間を長くすると明るくなるがクロストークが発生する。本製

品開発ではクロストークを抑えつつ、3D表示の明るさを確保するために反射型液晶パネル及び3Dメガネの液晶シャッタの過渡特性(立ち上がり、立ち下がり特性)を考慮し、液晶シャッタ開閉タイミングの最適化を行った。さらにユーザーの自由度を高めるために3Dメガネの液晶シャッタ開放時間を段階的に調整する機能を搭載した。

4. ホームシアタープロジェクタの3D技術—DLP方式—

4.1 ホームシアタープロジェクタ “LVP-HC7800D”

DLP方式の3D対応フルHDホームシアタープロジェクタとして、“LVP-HC7800D”を2011年12月に発売した。この製品は、当社プロジェクタで、これまで重量3~5kgクラスのモバイル製品に搭載されていなかったレンズシフト機能を採用し、設置面における自由度を向上させた。しかし、最大の特長は、クロストーク抑制の処理期間を極限まで短縮させた、明るい3D表示である。高画質が求められるホームシアター機で、DLPプロジェクタ特有の豊かな階調表現を損なわず、かつ3D映像の明るさを確保することで、高画質3Dを実現している。

4.2 高速応答液晶シャッタメガネ

“LVP-HC9000D”や液晶テレビ等で使用されているアクティブシャッタメガネは、一般的にはTN(Twisted Nematic)液晶を使用しており、応答速度に起因して発生するクロストークを抑制するため、3Dメガネの液晶シャッタの開閉過渡期間中に映像のブランキングを行う。ただし、ブランキング期間の分だけ映像が表示されないため、3D映像の明るさが低下する問題がある。“LVP-HC7800D”では、クロストーク処理の期間を極限まで短縮して、3D映像の輝度低下を最小限にするために、高速応答液晶を搭載した専用のアクティブシャッタメガネを開発した。メガネとの同期は“LVP-HC9000D”と同様、IRエミッタを使用する。

4.3 高画質3D視聴のための技術

シャッタ開閉の過渡期のブランキング期間は、映像に同期して回転するカラーホイール上の領域に相当する。図3に従来の方式と“LVP-HC7800D”のブランキング領域の差異を示す。色再現性とちらつき感のない映像表示を優先するホームシアター向けのDLPプロジェクタでは、一般的にR(赤), G(緑), B(青), R(赤), G(緑), B(青)の6セグメントのカラーホイールを用いる。従来の3DメガネはTN液晶の特性上、シャッタ開閉に約2msを要し、クロストークのない3D映像を得るために、半分の3セグメント分R(赤), G(緑), B(青)の領域をブランキングする必要があり、明るさが大幅に低下する。“LVP-HC7800D”では、高速応答の液晶シャッタメガネの開発によって、カラーホイールのセグメント間の境界部をブランキング期間として、液晶シャッタを開閉することが可能になった。

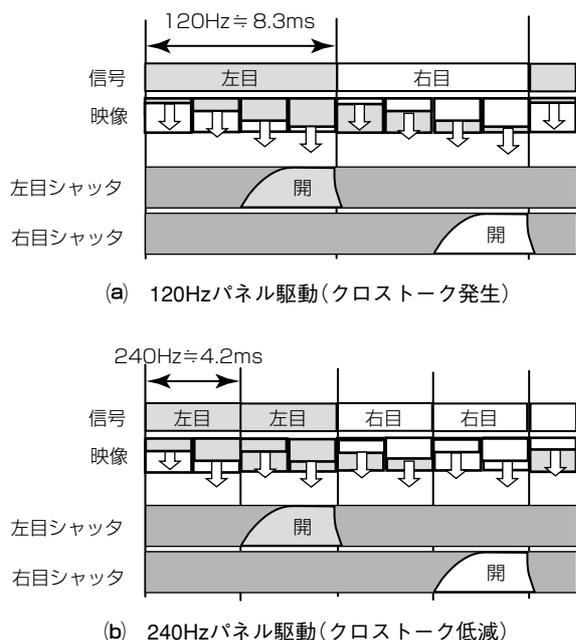


図2. 240Hz駆動によるクロストーク低減

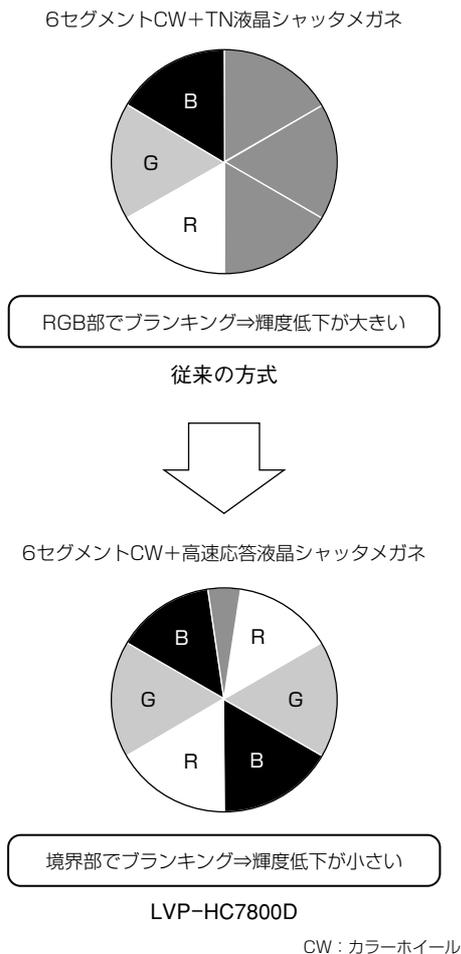


図3. 従来方式とのブランキング仕様差異

図4に従来方式と“LVP-HC7800D”における3D再生時間の比較を示す。従来方式で、ちらつき感がなく、かつクロストークのない3D映像を視聴するためには、カラーホイールの回転数を上げた上で、R(赤)、G(緑)、B(青)セグメントの一領域をブランキング期間に割り当てる必要がある。120Hzのフレームレート期間中、約1/3がブランキング期間となる。高速応答の液晶シャッターメガネを採用することによって、フレームレートのほぼ全期間を映像表示に割り当てることが可能となる。ブランキングを境界期間に設定することによって、有効なカラーホイール領域をブランキングで損なうことなく、従来の方式と比較して約1.5倍有効表示期間が改善され、3D表示の明るさアップのみならず階調表現の改善につながった。さらに、FRC機

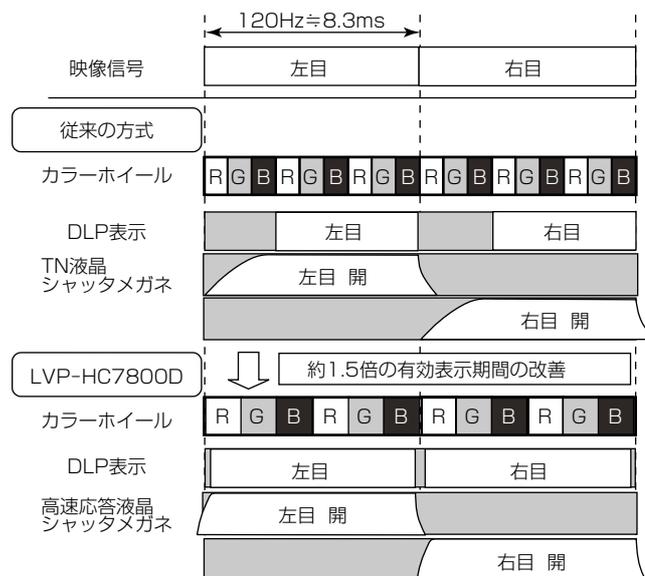


図4. 従来方式との3D映像再生時間比較

能の搭載によって、映画のフィルム用に撮影されている24p^(注6)の3Dコンテンツのフレーム補間処理によって、2Dと同等の滑らかな3D映像の再生を可能にした。

(注6) 24p(24 frame/s progressive)は、毎秒24フレームで順次走査する映像信号規格である。

5. む す び

業務用途のデータプロジェクタから民生用途のホームシアタープロジェクタに至るまで、当社プロジェクタ製品ラインアップに3D対応の充実化を図ってきた。3Dの高画質化に向けた技術開拓として、高速応答の液晶シャッターメガネを採用した業界初^(注7)のホームシアタープロジェクタを製品化した。

(注7) 2011年11月17日現在、当社調べ

参 考 文 献

- (1) 藤吉直彦, ほか: 立体映像時代の幕開け, 三菱電機技報, 85, No.3, 158~162 (2011)
- (2) Hashimoto, S., et al.: SXRD(Silicon X-tal Reflective Display); A New Display Device for Projection Displays, SID 05 Digest, 1362~1365 (2005)
- (3) 秋元 修: LCOSマイクロディスプレイ, 2009LCDテクノロジー大全, 67~70 (2009)