DC 形 PDP を用いた時分割 2 眼立体画像表示法の検討

A Field-Sequential Stereoscopic Display System with DC-type PDP

正会員 浜田 宏一[†], 正会員 山本 敏裕[†], 正会員 栗田 泰市郎[†],
正会員 高野 善道[†], 正会員 湯山 一郎[†], 正会員 村上 宏^{††}

Koichi Hamada[†], Toshihiro Yamamoto[†], Taiichiro Kurita[†],
Yoshimichi Takano[†], Ichiro Yuyama[†] and Hiroshi Murakami^{††}

Abstract We have developed a field-sequential stereoscopic display system with a 42-inch diagonal HDTV DC-type plasma display panel(PDP). This system uses an LCD shutter stereoscopic eyeglass, synchronized with the L and R pictures on the display by infrared signals. A 12 sub-field light-emission scheme for stereoscopic display and a signal-processing method for improving gray-scale expression in stereoscopic display are described. Stereoscopic images were displayed on the PDP by the proposed emission scheme. The effectiveness of the signal-processing method was confirmed by subjective evaluation.

キーワード: PDP, 立体表示, 時分割表示, 液晶シャッタメガネ, HDTV, 誤差拡散

1. ま え が き

PDP (プラズマディスプレイパネル) は, ハイビジョンテレビなど今後の大形テレビ用ディスプレイデバイスとしてもっとも期待されており, すでに 40 インチサイズ以上のディスプレイが実用になっている^{1)~3)}. もし, これらの PDP で立体映像を表示できれば, 医療用, VR 用などその応用範囲もさらに広がると期待される.

本論文では, 高精細 42 形ハイビジョン DC-PDP²⁾ と液晶シャッタメガネを用いる, 時分割 2 眼立体画像表示システムについて述べる⁴⁾⁵⁾. これまで PDP を用いて立体画像を表示した例は報告されていない.

時分割立体表示システムの特徴として,

- ・ディスプレイデバイスには本質的に何も付加・修正の必要がない
- ・2次元表示/立体表示コンパチブルなディスプレイが実現可能
- ・空間解像度の低下がない

等があげられる. これらの利点に着目し, PDP による時分割 2 眼立体表示法の検討を行った.

PDP による時分割表示の問題点として階調表示性能があげられる. PDP の発光機構は ON または OFF の 2 値発光であり, 中間調の表示にサブフィールド法を用いている. しかし, 時分割立体表示では, 左右両眼用の映像を交互に表示するためにサブフィールド数が従来の 2 倍必要になり, これは応答速度の点から現時点では実現困難である. 現状のパネルと駆動回路においては, 後に述べるように 1 フィールドでは 12 サブフィールド, すなわち片目用の画像に 6 サブフィールド程度を割り当てることが実用的な限界と考えられる. また, ディスプレイと組合せて使用する液晶シャッタメガネの応答時間を考慮すると, 実際に階調表示に使用できるサブフィールド数はさらに低下する可能性がある. そこで, 本論文ではパネルとシャッタメガネの特性について検討し, 現状のデバイスでも立体表示可能な表示方式と階調信号処理方法を提案する.

2. PDP における時分割立体表示方式

2.1 駆動電圧マージン

より自然な階調を表現するには, 多くのサブフィールドが必要である. しかし, サブフィールド数を多くすると駆動電圧マージンが減少し⁶⁾, パネル全体を均一に点灯させることが困難になる. ここで駆動電圧マージンとは, 正常な放電を維持できる放電維持電圧の最大値と最小値との差である. 文献 2) に示した 42 形のハイビジョン DC-PDP を CPM 駆動⁷⁾で駆動したときの(小面積)駆動電圧マージンを測定した結果を表 1 に示す.

時分割立体表示では, サブフィールド数は偶数である必要がある. 表 1 によると, サブフィールド数が 8, 10, 12

1998 年 7 月 29 日, 映像情報メディア学会年次大会で発表

1999 年 9 月 16 日受付, 1999 年 12 月 14 日再受付, 2000 年 1 月 25 日採録

[†]NHK 放送技術研究所

(〒157-8510 東京都世田谷区砧 1-10-11, TEL 03-5494-2235)

^{††}財団法人 NHK エンジニアリングサービス

(〒150-0042 東京都渋谷区宇田川町 37-18, TEL 03-3481-2650)

[†]NHK Science and Technical Research Laboratories

(1-10-11 Kinuta, Setagaya-ku, Tokyo 157-8510, Japan)

^{††}NHK Engineering Services, Inc.

(37-18 Udagawa-cho, Shibuya-Ku, Tokyo 150-0042, Japan)

表 1 駆動電圧マージンの測定結果
Drive Margin.

サブフィールド数	サステイン周期* (μs)	マージン (V)
8	4.0	20.0
10	3.2	21.3
12	2.7	20.0
14	2.3	11.4

(測定セル数: 32×32 セル)

*サステイン周期とは、パネルの放電維持パルスの間隔である

図 1 LCD シャッター ON/OFF 信号(上側)に対する光の透過率(下側)の測定値
LCD shutter ON/OFF signal(upper), Rate of transmission(lower).

では、20V 以上の駆動電圧マージンが得られるが、サブフィールド数が 14 になると、それが 11V 程度に低下し、大形パネルでの均一な駆動が困難となる。

2.2 シャッタメガネの時間応答

時分割立体表示に使用する目的で市販されている液晶シャッタメガネの光の透過率の時間応答を測定した。

シャッタメガネの切り替え信号に対する光の透過率の関係(応答波形)を測定した結果を図 1 に示す。

シャッタの切り替え信号の周波数は 120 Hz である。

シャッタが定常状態の 70 % まで開くのに約 1.5ms の時間を要する。このため、この期間に駆動されるサブフィールドは階調表示に寄与しないことになり、実効的なサブフィールド数が減少する。

2.3 サブフィールド発光スキーム

2.1 節から、現状のパネルと駆動回路においては、1 フィールド(16.7ms)を 12 サブフィールドで駆動するのが限界と考えられる。そこで、前半 6 サブフィールドを左眼用、後半 6 サブフィールドを右眼用の画像表示に割り当てる。また 2.2 節によると、液晶シャッタメガネが開くのに 1.5ms 程度の時間が必要なため、この 6 サブフィールドのうち、最初の 1 サブフィールドは階調表示には使用できず、残り 5 サブフィールドで階調を表示する必要がある。階調表示の改善方法については 3 章で述べる。

これらの条件を満足する立体表示の発光スキーム(サブフィールド駆動法)として図 2 を提案する。映像信号のビット毎にサブフィールドを割り当て、上位ビットより $b_4, b_3, \dots, b_0$ と記述してある。また、シャッタメガネの立ち上がりとしち下がりの部分には、できるだけ下位ビット

図 2 時分割立体表示のためのサブフィールド発光スキーム
Light emission scheme for a field-sequential stereoscopic display with a DC-PDP.

を割り当てて、メガネの開閉期間中の透過率変化の影響を少なくしている。また、サブフィールド法特有の動画偽輪郭⁸⁾⁹⁾をできるだけ目立たなくするため、サブフィールド点灯順をビット順でなく、前後に振り分けるように並べ替えている。

2.4 大形パネルへの適用

大形のパネルの場合、駆動速度の制約からパネルを上下に 2 分割して別々に駆動する方式がある¹⁾。この場合の立体表示のサブフィールド発光スキームを図 3 に示す。通常の 2 次元映像の表示の場合には、上下パネルの駆動の境目(図 3 においては垂直 512 本目付近)が見えないように上側パネルの発光と下側パネルの発光が 1 フィールドにわたって、上から下に連続に接続されるような発光形態を取っている¹⁾。

しかし、時分割立体表示においては、通常駆動の $1/2$ フィールドの時点で、左目用の映像と右目用の映像とが切り替わるため、この部分で連続的にサブフィールドを点灯できない。そこで、この左右映像の切り替わる境界のタイミングには、映像信号の最下位ビットを割り当てて、上下パネルの駆動の境目を見えにくくしている。

2.5 AC 駆動形パネルへの適用

以上のサブフィールド発光スキームは、すべて DC 駆動形 PDP に対するものであったが、同様な手法は、AC 駆動形 PDP へそのまま適用することもできると考えられる。AC 駆動形 PDP はアドレス/表示分離駆動方式¹⁰⁾によって駆動されている。アドレス期間中は、パネルは発光していないため、この期間をシャッタメガネが開くための応答時間に割り当てることができる。この場合、階調表示に寄与しないサブフィールドがなくなるためサブフィールドを有効に利用できる。よって、1 フィールドを 10 サブフィールド駆動した場合でも、左右それぞれ 5 サブフィールドずつを階調表示に用いることが可能である。この場合のサブフィールド発光スキームを図 4 に示す。

3. 階調信号処理の改善

通常の 2 次元表示においては、自然な階調表示を実現す

図3 大形DCパネルの場合のサブフィールド発光スキーム
Light emission scheme for large DC panels.

図4 AC駆動形PDPの場合のサブフィールド発光スキーム
Light emission scheme for a field-sequential stereoscopic display with an AC-PDP.

るためには少なくとも7サブフィールド(128階調)以上が必要と考えられる¹¹⁾。しかし、図2~4の発光スキームによる立体表示では、階調表示用として片目に5サブフィールド(32階調)しか割り当てることができない。そこで階調に関する信号処理のさらなる改善が必要となる。

少ない階調数でより自然な階調を表現するために、従来のPDP信号処理¹¹⁾で用いられていた擬似階調表現法である誤差拡散法¹²⁾、ライン間ディザ法に加えて、

- ・フィールド間誤差拡散
- ・左右逆スキャンによる相補的誤差拡散

の2つの手法を用いることを提案する。

3.1 フィールド間誤差拡散

各画素の表示すべき輝度と実際に表示する輝度との誤差を、フィールド間にわたって拡散させることで階調を擬似的に表現するフィールド間誤差拡散¹³⁾を用いる。フィールド間誤差拡散の原理を図5に示す。この例では、輝度値10と20を交互に表示することで、その中間の輝度である輝度値15を擬似的に表示している。

具体的には、5bitの階調しか表現できない表示装置において、6bit相当の階調を擬似的に表現したい場合には、

図5 フィールド間誤差拡散の原理
Principle of Inter-field Error Diffusion Method.

6bitの映像入力信号の最下位ビット(LSB)を次のフィールドの同じ位置の映像入力信号の最下位ビット(LSB)に加算することを繰り返しながら上位5bitを表示する。この操作により、(LSB+1)bit目が1と0を繰り返すことになり、時間積分値として擬似的に6bit相当の階調を表現できる。

通常の2次元表示においてフィールド間の誤差拡散を行うと、その原理から周波数30Hzのフリッカを生じやすいという欠点がある。しかし、観視する輝度が低い場合、フリッカに対する視覚の感度も低下する。時分割立体視の場合、パネルでの発光を液晶シャッターメガネを通して観視するため、時分割方式を用いていることにより50%、さらに液晶シャッターメガネの透過率により約40%に低下するので観視される輝度はトータルで約20%に低下する。仮りにパネルのピーク輝度を300(cd/m²)とした場合、通常の番組においてはパネルの平均輝度は100(cd/m²)程度と考えられるので、実際には20(cd/m²)程度の平均輝度が観視される。文献14)によると、周波数30Hzにおいては、平均輝度20(cd/m²)の時、フリッカを感じる変調輝度の閾値は約0.6(cd/m²) (変調割合にして3%)と評価されている。本方式では、信号の5bit目で変調をかけるから、変調割合は最大で $1/2^5 = \text{約} 3\%$ であり、フィールド間誤差拡散によって生じるフリッカは大きな問題にはならないことがわかる。今後、液晶シャッターメガネの透過率が改善され、観視される平均輝度が高くなる可能性があるが、その場合には、現在よりサブフィールド数を多くした駆動が望まれる。

3.2 相補的誤差拡散

立体視におけるランダムノイズに関する「左右のノイズに相関がない場合、3~5dB程度2次元画像よりノイズが見えにくくなる」¹⁵⁾¹⁶⁾という視覚特性を利用して、新たに左右逆スキャンによる相補的誤差拡散を提案する。

通常の誤差拡散法では、図6(左図)のように、周辺の画素に、表示すべき輝度と実際に表示する輝度との差である誤差(P)を図の割合($n/16$)で分配して拡散させている。一般に、この拡散された誤差はノイズ状に見える。左/右眼用の画像に同様に、この誤差拡散を適用すると、この拡散された誤差は両眼視差のない部分では左右で相関のあるノイズとなる。

図 6 左右逆スキャンによる相補的誤差拡散
Complementary Error diffusion method with reversed scanning.

図 7 階調信号処理のブロック図 (L 側)
Block diagram of gray-scale signal processing (for L ch.).

そこで、このノイズを無相関化するために、左右の画像で、別の誤差拡散パターンを用いる。具体的には左眼用の画像は図 6(左図)の誤差拡散を用い、右眼用の画像には図 6(右図)のように、水平方向逆向きスキャンに変換してから誤差拡散を用いる。このことにより、左右の誤差拡散によるノイズの相関が小さくなり、ノイズが見えにくくなる。

3.3 階調信号処理の構成

フィールド間誤差拡散、フィールド内誤差拡散を行う信号処理回路のブロック図を図 7、図 8 に示す。図 7 が左目用、図 8 が右目用である。これらの信号処理は、緑 (G)、青 (B)、赤 (R) の 3 原色画像信号に対してそれぞれ同様かつ独立に行われる。図中の記号 F はフィールドディレイ、H はラインディレイ、D は 1 画素のディレイをそれぞれ表す。

図 7 において、信号処理回路への入力信号 I_L のビット数を M ビット、表示装置で表示可能なビット数を N ビットすると、ビット分割器によって、下位 $(M-N-1)$ ビット (P_{Ld} と表す) と、上位 $(N+1)$ ビット (I_L'') に分割される。 P_{Ld} は、フィールド内誤差拡散され、入力信号に加算される。 k_0, k_1, k_2, k_3 は係数器であり、それぞれの値は

図 8 階調信号処理のブロック図 (R 側)
Block diagram of gray-scale signal processing (for R ch.).

$$\begin{aligned} k_0 &= \frac{7}{16}, & k_1 &= \frac{3}{16} \\ k_2 &= \frac{5}{16}, & k_3 &= \frac{1}{16} \end{aligned} \quad (1)$$

である。

一方、上位 $(N+1)$ ビットのうちの最下位 1 ビット (P_{Lf} と表す) は、フィールド間誤差拡散されて、最終的に N ビットの表示データ O_L となる。

以上の処理を数式で表す。画面左上の画素を原点として、水平方向に x 軸、垂直方向に y 軸、時間を t (フィールド単位) とする。入力信号 I_L の水平方向 x 番目、垂直方向 y 番目の画素の時間 t における信号値を $I_L(x, y, t)$ のように表すと、出力信号 O_L は、 $[\cdot/\cdot]$ を整数除算として次のように表せる。

$$\begin{aligned} I_L'(x, y, t) &= I_L(x, y, t) \\ &+ k_0 P_{Ld}(x-1, y, t) \\ &+ k_1 P_{Ld}(x+1, y-1, t) \\ &+ k_2 P_{Ld}(x, y-1, t) \\ &+ k_3 P_{Ld}(x-1, y-1, t) \end{aligned} \quad (2)$$

$$I_L''(x, y, t) = [I_L'/2^{M-N-1}] \quad (3)$$

$$P_{Ld}(x, y, t) = I_L' - I_L'' \times 2^{M-N-1} \quad (4)$$

$$O_L'(x, y, t) = I_L'' + P_{Lf}(x, y, t-1) \quad (5)$$

$$O_L(x, y, t) = [O_L'/2] \quad (6)$$

$$P_{Lf}(x, y, t) = O_L' - O_L \times 2 \quad (7)$$

R 側の信号に関しては、図 8 に示されるように、スキャン方向を逆向きにするために図 7 の入力と出力の部分にラインメモリーを備えている以外は L 側と同様である。すなわち、図 8 において

$$I_R^*(x, y, t) = I_R(X-x, y, t) \quad (8)$$

$$O_R(x, y, t) = O_R^*(X-x, y, t) \quad (9)$$

とし、(1) ~ (7) 式と同様な処理を行う。ここで X は、1 ラインの画素数である。

図 9 実験装置のブロック図
Block diagram of experimental system.

図 10 信号処理のブロック図
Block diagram of signal processing.

G 信号に関しては、DC 形 PDP の GRBG カルテット形セル配列²⁾³⁾により、他の色に比べてセル数が 2 倍あるため、ホワイトバランスを保つために、各セルで表示する明るさを $1/2$ にする必要がある。このために生じる階調劣化はライン間のディザで補っている。したがって、G 信号に関してのみ、これらの誤差拡散回路の他にディザ回路が必要である。このディザ回路は、信号値を $1/2$ にする際に失われるビットのみをフィールド毎に、偶数ラインの画素は奇数ラインに、奇数ラインの画素は偶数ラインに加算することを交互に繰り返す¹⁷⁾。

4. 立体画像表示実験

4.1 実験装置

PDP を用いた装置全体のブロック図を図 9 に示す。あらかじめ計算機 (Work Station) で信号処理を施された画像信号は、画像シミュレータに蓄えられ、順次走査のハイビジョンデジタル信号として駆動装置 (Output Processor) に送られる。赤外線エミッタによって送られる同期信号 (120Hz) に同期した液晶シャッターメガネを用い、左右の目に交互に 60 Hz 順次走査の画像を提示する。

信号処理部分のブロック図を図 10 に示す。信号処理はすべて計算機によるシミュレーションで行っている。入力信号は、G, B, R の各色 8bit/pixel のハイビジョン映像信号である。この映像信号は、最初に順次走査変換¹¹⁾によってインタレース信号から順次走査の映像信号に変換される。また、映像信号は送像側でガンマ補正がなされているため、逆ガンマ補正回路で、リニアな信号 (その値が表示すべき光の明るさをに対してリニアな信号) に変換

図 11 実験装置
Experimental System.

する。さらに、DC 形 PDP のセル構造にあわせて信号に空間フィルタをかけ、色選択を行う¹¹⁾。その後、図 7, 8 に示した階調信号処理を行い、信号を駆動装置 (Output processor) へと送る。図 7, 8 および (3)(4) 式における M, N は、 $M = 10, N = 5$ である。

図 11 は、本装置を用いて表示実験を行っている様子である。

4.2 表示結果

現状のパネルを用いて時分割立体ハイビジョン画像が表示可能なことを確認できた。画面の隅々にまでわたって、均一な輝度で立体映像が表示できている。提案した表示方式は CRT でいえば 120Hz の順次走査に相当し、観察では CRT を用いた 120Hz インタレース表示よりも画像の安定感が得られている。また PDP は、CRT やプロジェクタと異なり幾何ひずみが生じない点も、立体視における奥行き知覚にとって有利であり、PDP 立体表示の特徴と考えられる。解像度については、時分割方式であるため、立体表示においても 2 次元表示と同じ 700 本の解像度 (水平、垂直とも) が得られている。

階調表示の特性については 5 章で述べる。

5. 画質主観評価実験

3 章で提案した階調信号処理により、立体表示においてどの程度の階調表示が可能となっているかを主観評価実験により評価した。

5.1 評価実験方法

8bit/pixel 相当 (256 階調) の 2 次元画像を基準画像とし、次の A から E の 5 つの階調信号処理を行った立体画像を評価画像として 2 重刺激劣化尺度法 (EBU 法) により画質主観評価実験を行った。

- ・方式 A: 信号処理なし (32 階調)
- ・方式 B: 誤差拡散 (従来法¹¹⁾ を左右同様に適用)
- ・方式 C: 相補的誤差拡散
- ・方式 D: 方式 B + フィールド間誤差拡散
- ・方式 E: 相補的誤差拡散 + フィールド間誤差拡散

使用した絵柄は、BTA ハイビジョン標準画像から肌色チャート (図 12, 静止画)、ハイビジョン立体標準チャートからフラワーポット (図 13, 動画) の 2 種類である。肌

図 12 肌色チャート
“Woman with Carnations”

図 13 “フラワーポット”
“Flowerpot”

表 2 主観評価実験の評価条件
Viewing Conditions for subjective evaluation.

評価法	2 重刺激劣化尺度 (EBU 法)
評価項目	階調劣化
評価尺度	5 段階劣化尺度
表示装置	42 形 高精細 PDP
ピーク輝度	200cd/m ²
信号源	フレームメモリー
視距離	3H
評定者	専門家 10 名
その他	標準観視条件に準ずる

色チャートは立体画像ではないが、階調特性の差が目立つ画像であるため、左右の入力に同一の画像を入力して評価した。また、フラワーポット画像は、実験装置のメモリー容量の制約のため、1.1 秒間の画像を 9 回繰り返して約 10 秒の評価画像とした。評価条件を表 2 に記す。

5.2 結果と考察

評価実験結果を図 14 に示す。図中に、分散分析による危険率 5 % の信頼区間*と最小有意差**を示す。肌色チャートにおいては、すべての信号処理方式の間で画質に有意な差が得られることが確認できた。

フラワーポット画像においては、方式 B と C、方式 D と E の間では有意な差が得られていないが、方式 C と D の間では有意な差が得られており、方式 E においては、検知限 (評点 4.5) 付近まで画質が改善されている。方式 B と

図 14 主観評価実験の結果
Result of subjective evaluation.

C、方式 D と E は、共に相補的誤差拡散をするか否かの差である。

相補的誤差拡散の目的は、誤差拡散によって生じるノイズをランダム化することにより、立体視した場合にノイズを低減することである。左右の画像に視差のない肌色チャートの場合には、この効果がよく表れて画質が改善されている。これに対し一般の立体画像では視差を有する部分が多いため、フラワーポット画像の場合は、誤差拡散によって生じるノイズパターンも左右で異なり、特に相補的誤差拡散を行わなくてもノイズが見えにくくなっていると考えられる。しかし、フラワーポット画像においても視差の少ない部分では相補的誤差拡散を行った方が若干画質が改善される傾向があり、相補的誤差拡散が有効と考えられる。

6. む す び

現状のパネルと液晶シャッターメガネを用いて時分割立体画像が表示可能なサブフィールド発光スキームを提案するとともに、階調信号処理に関して、立体表示に適した改善方法を提案した。そして、実験によりその有効性を確認した。

提案した発光スキームにより実際のパネルを用いて時分割立体画像が表示可能なことを確認した。画面の隅々にまでわたって、均一な輝度で立体映像が表示できている。

また、従来の PDP 信号処理に用いられていた擬似階調表現法である誤差拡散法、ライン間ディザ法に加えて、フィールド間誤差拡散、および新たに提案した左右逆スキャンによる誤差拡散を用いることにより、少ない階調しか得られない場合でも立体表示において、より自然な階調を表現できる方法を提案し、その効果を主観評価実験により確認した。

提案した表示方式は CRT でいえば 120Hz の順次走査に相当し、CRT を用いた 120Hz インタレース表示よりも画像の安定感が得られている。また PDP は、CRT やプロジェクタと異なり幾何ひずみが生じない点も、立体視に

* 真の平均値がこの範囲から外れる確率は 5% である。

** 評価結果の平均値の差が、この値以上あるとき、95 % の確率で真の平均値にも差がある。

おける奥行き知覚にとって有利であり、PDP 立体表示の特徴と考えられる。なお、実験における観察により、パネルの蛍光体の残光特性によるものと考えられる左右画像間のクロストークが、CRT より目立ちやすいという点が指摘された。

今後は、クロストークの原因の究明やその改善方法など、立体表示におけるさらなる画質改善を検討していきたい。

本研究を進めるにあたり、有益なご助言を頂いた NHK 放送技術研究所の岡野文男部長、佐藤史郎部長に感謝する。並びに御協力いただいた関係各位に感謝する。

〔文 献〕

- 1) 国分秀樹, 高野善道, 山本敏裕, 石井啓二, 小浦寿三, 馬嶋圭三, 栗田泰市郎, 山口孝一, 小林希一, 三橋哲雄, 村上 宏: “42 インチハイビジョン PDP システムの開発”, 映像メディア学会年次大会 No.28-5, pp.358-359(1997)
- 2) M. Seki, T. Katoh, T. Kawai, T. Takei, S. Ueda, M. Ushirozawa, T. Kuriyama, T. Tajima, J. Koike, H. Murakami, Y. Sasaoka, T. Atsumi, F. Sakamoto, K. Kiriya, S. Uemura and K. Takahashi: “Fabrication Techniques for High-Resolution 42-inch HDTV PDP”, Proc. IDRC '97, pp.281-284(Sep. 1997)
- 3) T. Kurita, M. Seki, Y. Takano, T. Yamamoto, H. Kokubun, K. Kobayashi, H. Murakami, Y. Sasaoka, K. Takahashi: “A 42-inch-diagonal HDTV Plasma Display”, Proc. IEEE ISCE'97, pp.55-58(Dec. 1997)
- 4) 浜田 宏一, 山本敏裕, 栗田泰市郎, 高野善道, 湯山一郎: “PDP 時分割 2 眼立体表示法の検討”, 映像学会年次大, No.19-12, pp.262-263(1998)
- 5) K. Hamada, T. Yamamoto, T. Kurita, Y. Takano and I. Yuyama: “A Field-Sequential Stereoscopic Display System with 42-in. HDTV DC-PDP”, Proc. IDW'98, pp.555-558(Dec. 1998)
- 6) 村上 宏, 鳥井直哉: “パルスメモリー駆動による放電パネルのカラーテレビ表示”, テレビ学技報, ED-546, pp.75-80(1980)
- 7) 高野善道: “40 型 PDP の CPM 駆動”, 信学技報, EID93-118, pp.37-42(1994)
- 8) S. Mikoshiba, G. Izumi, T. Nakamura, K. Igarashi: “Appearance of False Pixels and Degradation of Picture Quality in Matrix Displays having Extended Light -Emission Periods”, SID 92 Digest, pp.659-662(May 1992)
- 9) 栗田泰市郎: “PDP の動画質と信号処理”, 映像学誌, 51, 4, pp.464-469(1997)
- 10) T. Makino, et al.: “Improvement of Video Image Quality in AC-Plasma Display Panels by Suppressing the Unfavorable Coloration Effect with Sufficient Gray Shades Capability”, Asia Display'95, S19-3(1995)
- 11) T. Kurita, T. Yamamoto, Y. Takano, K. Ishii, T. Koura, H. Kokubun, K. Majima, K. Yamaguchi, H. Murakami: “Improvement of Picture Quality of 40-in. Diagonal HDTV Plasma Display”, Proc. IDW'96, pp.287-290(Nov. 1996)
- 12) Robert Floyd, Louis Steinberg: “An Adaptive Algorithm for Spatial Grey Scale”, Proc. SID'75, pp.36-37(1975)
- 13) 小林 貢, 上原久夫, 中門 孝: “誤差拡散法で 512 色表示液晶を 1670 万色に, 専用 LSI 開発”, 日経エレクトロニクス, pp.131-142(1994)
- 14) D. H. Kelly: “Visual Responses to Time-Dependent Stimuli. (I. Amplitude Sensitivity Measurements)”, Journal of the Optical Society of America, 51, 4, pp.422-429(Apr. 1961)
- 15) 磯野, 安田: “時分割立体視の成立条件”, テレビ誌, 41, 6, pp.549-555(1987)
- 16) 湯山一郎: “3 次元テレビジョンと符号化”, 電子情報通信学会論文誌 D-II, J80-D-II, 2, pp.407-414(Feb. 1997)
- 17) Toshihiro Yamamoto, Tako Kuriyama, Masahiko Seki, Toshihiro Katoh, Tatsuya Takei, Takashi Kawai, Hiroshi Murakami, Koji Shimada: “A 40-Inch-Diagonal HDTV DC Plasma Display”, IEEE Transactions on Electron Devices, 42, 5, pp.847-855(May 1995)

はま だ ひろふみ
浜田 宏一 1996 年, 東京大学大学院工学研究課修士課程修了。同年, NHK に入局。同放送技術研究所にて, 画像符号化, PDP の表示方式および信号処理に関する研究に従事。正会員。

やまもと としひろ
山本 敏裕 1984 年, 大阪大学大学院修士課程修了。同年, NHK に入局。熊本放送局を経て, 1987 年から同放送技術研究所にて, ハイビジョン用プラズマディスプレイの研究に従事。正会員。

あさくら たいしろう
栗田泰市郎 1980 年, 慶應義塾大学大学院修士課程修了。同年, NHK に入局。1982 年より, 同放送技術研究所にて, ハイビジョン・EDTV 等のテレビシステム, テレビ方式変換・順次走査変換等の動画像処理, PDP・LCD 等のディスプレイの表示方式と表示画質に関する研究に従事。1993 年より電気通信大学大学院客員助教授を兼任。工学博士。正会員。

たかの よしみち
高野 善道 1982 年, 京都大学大学院工学研究課修士課程修了。同年, NHK に入局。高知放送局を経て, 1985 年から同放送技術研究所にて, PDP の研究に従事。正会員。

やま しいちろう
湯山 一郎 1970 年, 東京大学電気工学科卒業。同年, NHK に入局。1975 年より, 同放送技術研究所にて, ハイビジョンのシステム設計, 信号処理, 画像符号化の研究, EDTV, 立体テレビの開発研究に従事。現在, 同所, 研究主幹として, 立体テレビ, 高臨場感放送, 符号化, マルチメディアサービス, コンテンツ制作技術の研究指導に従事。工学博士。正会員。

むらかみ ひろし
村上 宏 1967 年, 大阪大学工学部通信工学科卒業。同年, NHK に入局。1971 年より, 同放送技術研究所に勤務。プラズマディスプレイの研究に従事。1998 年より, NHK エンジニアリングサービスに出向し, PDP 共同開発協議会業務に従事。現在, 同協議会事務局長。工学博士。正会員。