家庭用テレビの高画質化・高音質化技術

High-Quality Picture and Sound Technologies for Television for Consumer Use

伊藤　正之　M. Itô
住吉　肇　H. Sumiyoshi
中川　透　T. Nakagawa

現在，家庭用テレビには多様化する環境に適応するために，高品位化，多機能化が要求されている。この高品位化に対応するため，市場要求である基本性能の向上を行っていく必要がある。

テレビのもっとも基本的かつ重要な性能は“画質”，“音質”であり，高機能映像処理ICや新音響システムの開発によって，日々技術革新がなされている。また，わが国で先行開発した技術は全世界展開されることによって，海外モデル設計の効率化とともに性能向上に大きく寄与している。

ここでは，高画質，高音質を支える技術としてビデオ・クロマ・偏向処理IC，新三次元YC分離回路，3次元“バズーカ”などについて，その設計思想と技術内容について述べる。

In order to be adapted to an increasingly diversified environment, television for consumer use must provide high-definition and multifunctional capabilities. To respond to the need for high-definition systems, it is necessary to improve basic performance in line with demand in the market.

The most fundamentally important performance aspects of television are picture quality and sound quality, and to achieve these, technical innovations are being realized through the development of highly efficient picture-processing ICs and new sound systems. Moreover, the development of technologies first in Japan prior to worldwide deployment is greatly contributing to enhanced efficiency in designing overseas models as well as improved performance.

This paper describes the design concepts and technical details of technologies supporting high-quality picture and sound.

1 まえがき

マルチメディア時代に向け，家庭用テレビは放送番組だけを映し出せばよいのではなく，数々の情報をユーザに提供する必要がある。そこには従来の“きれいな映像”，“迫力ある音声”という設計思想から“情報を見やすく，聴きやすく，正確に”という思想も必要になってくる。

また，視聴距離や使用人数も使用用途によってさまざまであり，このような使用環境下において，映像，音声ともに基本性能の向上が必要となっている。

ここでは，高画質化のためのポイントと映像処理IC，新三次元YC分離回路などの特長および原理について，また音声については臨場感あふれる3次元“バズーカ”システムの設計思想と音響設計について述べる。

2 各映像メニューにおける画質設計思想

ワイドテレビDW2Eシリーズにおいては，周囲の照明条件(明るい部屋，通常の家庭照明，暗い部屋)に応じて3種類の映像(標準1，標準2，映画)が選択できる。

“標準1”　明るさ感，精細感，きれいな色

“標準2”，“映画”　奥行感，質感，リアルな色

“標準1”はスーパーブライトロン$_{TM}$管の特長である，色純度と明るさの改善効果を最大限に生かすために，ホワイトバランスを11,500 K(ケルビン)にしてある。例えば輝くような白がこれにより再現できる。

また，“標準2”では9,300 K，“映画”では6,500 Kにホワイトバランスを設定し，一般的な映像や映画など照明条件も含めた状況下で再現性を高めている。

3 高画質化のためのポイント

3.1 画質補正

送られてくる情報を正確に再現するためには，輝度信号回路の周波数，群遅延特性の広帯域化と波形のエッジのきれを良くしながら，プリオーバシュートを最小限に押さえて補正することが重要である。

また，ノイズ感と見た目のぼけ感のバランスをとることも

必要である。SN 比については，デバイス単体の性能を向上させることも重要である。

3.2 直流伝送補正

入力信号の平均変調度が変化するとブラウン管に印加される高圧が変動し，フライバックトランスのスクリーン電圧が変化して見た目の明るさが変わってしまう。このため，直流伝送補正回路によってペデスタルレベルの直流分を逆補正する必要がある。この直流制御は信号の平均変調度だけで制御するのではなく，信号の内容（黒の面積，白ピークの有無など）を検出して最適な直流制御をすることが重要である。

3.3 色復調

単色の発光はブラウン管の色再現範囲によって決定される。しかし，ホワイトバランスによっても中間色，単色の色味は大きく変化する。よって，ホワイトバランスに合った色の配合，すなわち赤，青，緑の相対位相値や相対振幅値の設定が重要である。

また，カメラの γ 補正の影響で高飽和度の部分では彩度が低下する。明るい発色を得るためにはこれを補正する必要がある。

4 高画質化のための技術

4.1 ビデオ・クロマ・偏向処理 IC TA1222N

高画質化のためには各種補正機能のほかに基本性能である(1) SN 比，(2) 周波数・スルーレート特性，(3) 映像信号の直線性，(4) 群遅延特性，の改善も必要である。

ここでは，全世界対応用に新規開発した PAL／NTSC（カラーテレビ方式）対応ビデオ・クロマ・偏向処理 IC TA1222N について基本性能の向上技術と機能，特長について述べる。

4.1.1 基本性能の向上技術

(1) SN 比改善　最近の IC では遅延線などのビデオ帯域の各種フィルタが内蔵されるようになっている。しかしながら，従来型のフィルタ（V-I コンバータを用いた Bi-quad 型が主流）では十分な SN 比が得られておらず，高画質化を図るうえで障害となっていた。

TA1222N では輝度信号処理系に Deliyannis 型のディレイラインを採用することで，Y 入力～R 出力で従来比約 5～8 dB の SN 比改善を達成することができた。また，色差信号処理系に 4 次の LPF（低域通過フィルタ）を内蔵し，不要帯域のノイズ除去を行い SN 比改善を行っている（従来比約 5 dB の改善）。

(2) 周波数・スルーレート特性改善　周波数・スルーレート特性を改善するために，信号処理アンプにはオペアンプを多用するとともに，差動増幅器にはカスコードブートストラップを採用した。また，色（IQ）復調帯域の広帯域化のために，復調出力の fsc（色副搬送波周波数）および 2・fsc 除去用に Sallen-Key 型の LPF 二段と fsc トラップを採用して，1.5 MHz（−3 dB）以上の帯域を確保している。

(3) リニアリティ改善　信号処理アンプにはオペアンプを多用してリニアリティの改善を行っている。

(4) 群遅延特性改善　群遅延特性を広帯域にフラットにするためには，遅延回路を多段構成にする必要があり，従来は SN 比，消費電流，素子規模などの理由で輝度信号処理系は 6 MHz 程度の帯域にとどまっていた。TA 1222 N では Deliyannis 型のディレイラインを採用することでこれらの問題を解決した。この結果，輝度信号処理回路，および速度変調用信号処理回路において，10 MHz までフラットな群遅延特性を得ることができた。

また，色復調系でも回路定数を最適化して 2 MHz までフラットな群遅延特性を得ている。

4.1.2 機能，特長

(1) スーパリアルトランジェント回路　中～大振幅の輝度信号のエッジのきれを良くしながら，プリオーバシュートをほとんど付加することなく改善する回路である。構成および動作波形を**図 1**，**図 2** に示す。

入力信号 A は B～E の遅延回路によって 1 D（D：遅延時間（約 60 ns））ずつシフトする。0 D と 2 D，1 D と 3 D，2 D と 4 D の 2 D ずつシフトした信号はおのおの加算（G，H，I），微分増幅，整流（J，K，L）され最小値検出回路に入力され，信号 M を得る。

入力信号 A は 2 D，4 D シフトした信号と加算，微分，増幅をして，最小値検出した信号 M と掛け算を行い信号 N を得る。信号 N と原信号から 2 D シフトした信号 C を加算することによって，プリオーバシュートをほとんど付加することなく，エッジのきれを改善した出力波形を

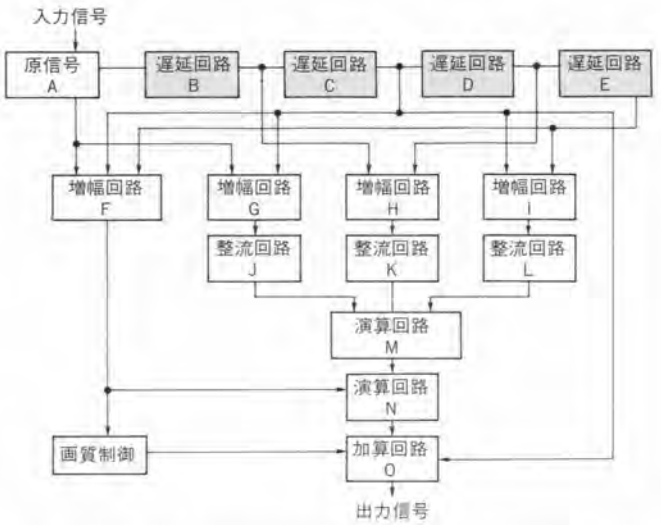

図 1．スーパリアルトランジェント回路の構成　四つの遅延回路を使った構成が特長である。

Configuration of super real transient circuit

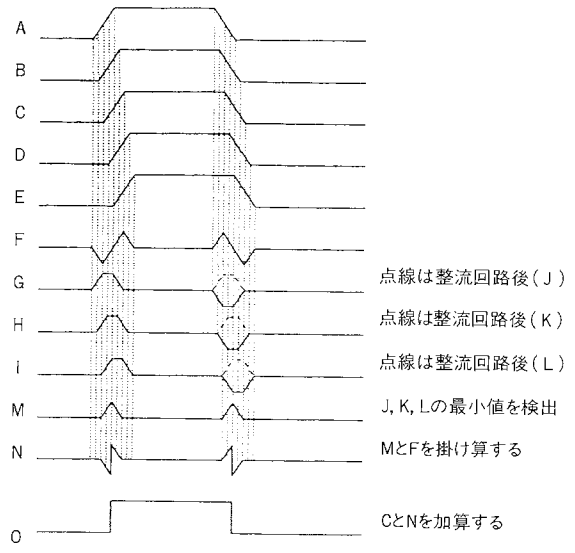

図2．スーパリアルトランジェント回路によるエッジ補正　台形波形が入力された例。スーパリアルトランジェント回路によってエッジのきれが改善されている。

Edge compensation provided by super real transient circuit

得ることができる。ただし，ノイズなどはこの回路によってエッジのきれが良くなると，ノイズ感が悪化するため，小振幅信号領域においては従来のディレイライン アパーチャコントロール方式を採用している。

(2) カラーディテールエンハンサ回路　NTSC 方式では，ブラウン管における γ 補正を送信側で行っている。γ 補正をかけてから RGB (赤，緑，青) 信号をマトリックスするために，高彩度画像部分 (色の濃い部分) のディテールが色差信号に混入してしまう。

色差信号は輝度信号に比べ帯域制限が大きい (0.5～1.5 MHz) ため，高彩度画像部分でのディテール情報が失われて，解像度が劣化してしまう。これを改善するために色飽和度の高い信号の輝度信号の高域成分を赤の色差信号に加算して解像度改善を行っている。

図3 に構成を示す。赤の色差信号のレベルを検出し，一定以上の色差信号に対して輝度信号を二次微分した高域成分を加算してディテールの改善を行っている。

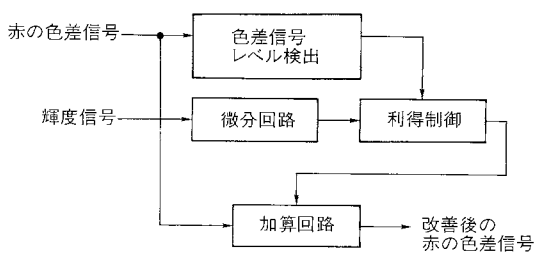

図3．カラーディテールエンハンサ回路の構成　ある一定振幅以上の赤の色差信号に対して，輝度信号の高域成分を足しこむことによってディテールの改善を行っている。

Configuration of color detail enhancer circuit

(3) ダイナミック ABL (Automatic Brightness Limitter) 回路　平均変調度の高い信号が入力された場合，ブラウン管の高圧電流が増えるため映像信号を直流的，交流的に制御して，ある一定電流以上流れないようにしている。通常は映像信号を直流，交流併用で制御している。しかし，この方式だと同じ平均変調度であれば，映像の内容にかかわらず同じ制御がかかってしまう。例えば，ペデスタル付近の情報が多い信号に対して直流制御がかかると黒の階調がとれず，また黒のない中間レベルの信号に対して交流制御がかかるとコントラスト感のない映像になってしまう。

よって映像信号の最黒レベルを検出し，このレベルがペデスタルレベルと同電位になるまでは直流制御をかけ，同電位になった時点で直流制御を停止して，交流制御を行う方式をとっている。

(4) 直流伝送補正連動白ピーク検出回路　映像信号の直流レベルを決定するのは直流伝送補正回路である。従来は平均変調度を検出し補正量を決定していたが，黒付近の情報が多く白ピークもある信号と中間輝度付近だけの信号が同じ平均変調度であった場合，同じ直流制御をしてしまうと黒つぶれや白浮きなどの不具合を生ずる。よってこの回路は白ピークを検出し，同じ平均変調度でも白ピークの有無によって直流伝送補正量を変化させて黒つぶれや白浮きを改善している。

(5) 黒補正回路　外国版レーザディスクのように映像信号の最黒レベルがペデスタルレベルより浮いている場合，映像信号をレベルシフトして補正後の最黒レベルがペデスタルレベルにそろうようにループ制御する。

4.2 新三次元 YC 分離回路

4.2.1 概要　三次元 YC 分離とは，フレームメモリを使用したコム (くし形) フィルタで，静止画部分に対して輝度 (Y) 信号と色 (C) 信号を理想的に分離し，①色のちらつきをおさえる，②SN 比を改善する，などの効果によりクリーンな映像を得ることができる。

動画部分については前後フレームで画像が移動するために，動きがあるかどうかを検出 (動き検出) して，動画部分ではラインメモリを使用した二次元の YC 分離，静画部では三次元 YC 分離に切り換えて YC 分離を行う。

また，輝度信号と色信号の分離後，輝度信号に垂直輪郭補正も行っている。

4.2.2 動作原理　NTSC 方式では**図4** に示すように，C 信号の位相は 1 フィールド内の走査線ごと，およびフレームごとに反転している。この 1 フレーム前の同一画素との和あるいは差をとることによって輝度信号あるいは色信号の分離を行う。**図5** はその概念である。

この場合，前フレームの信号を利用しているため，静止画

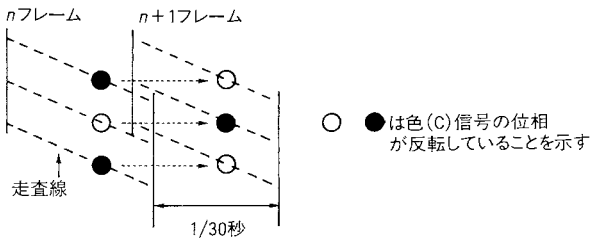

図4．走査線構造　NTSC方式ではフレームごとでも同一画素の色(C)信号の位相は反転する。

Scanning line structure

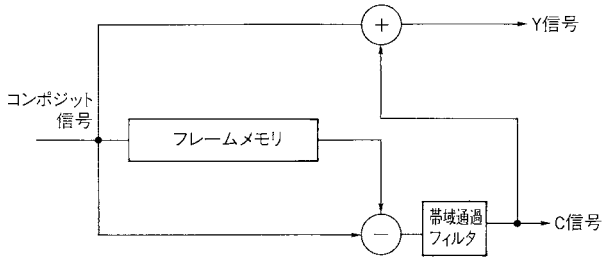

図5．三次元YC分離回路の構成　1フレーム前の同一画素の和と差をとって，Y信号とC信号を分離する。

Configuration of 3-dimensional YC separation circuit

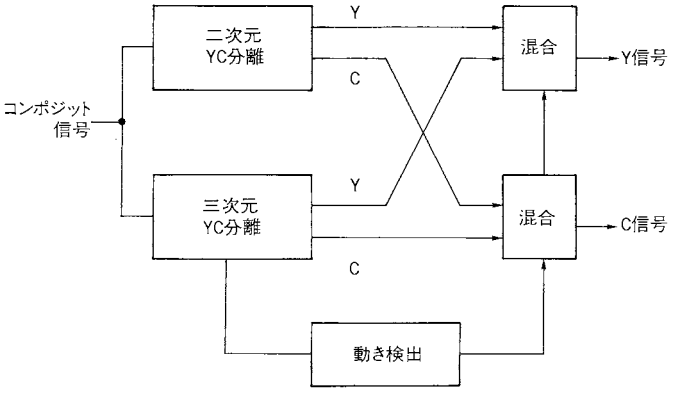

図6．動き適応三次元YC分離回路の構成　動きの有無を検出し，二次元YC分離方式と三次元YC分離方式とを切り換える。

Configuration of motion-adaptation type 3-dimensional YC separation circuit

像では理想的なYC分離が可能であるが，反面，動画の場合1/30秒間に移動した画像間の処理となってしまうため，分離不能になってしまう。

そこで**図6**に示すように，動き適応YC分離のシステムをとっている。これは画像の動きの有無によって，二次元および三次元YC分離方式に切り換えることにより，最良のYC分離を行うことができる。

この方式は動き検出精度と切換えをスムーズにするための混合比の与えかたで性能が決定される。

5 高音質化のための設計思想

5.1 設計条件

DW2Eシリーズには，今回新たに開発した3次元“バズーカ”音響再生方式を採用している。まず，開発経緯から説明する。

テレビは，現在あらゆるソースを視聴するための機器として欠くことのできない存在になってきている。このような環境下で，必然的にテレビの音声に対する情報量の向上が必要となってきている。そこで，まずこの音声から受け取る情報について考えたとき，次の二通りに大別することができる。

(1) ニュースなどの，音声から伝達される内容を主に情報として受け取る場合

(2) 音楽などの，音としての情報を受け取る場合

一見すると，これら二つの内容は相反しているように思えるが，例えば映画においては，この上記(1)，(2)の両方が満たされる必要がある。そこで，これらの両立性を実現するために必要な要素を次にあげる。

(1) 明りょう度

(2) 迫力感

(3) 広がり感

(4) 移動感

(5) 臨場感

例えばニュースなどの場合では，まず音声の内容を正確に伝達する必要性があるため，明りょう度が重要となる。また，ここに迫力感や臨場感も加わることにより，この伝達されている状況（緊迫感など）が情報として伝わり，この情報の付加価値が上がってくる。音楽などの場合では，この音に含まれる内容を十分に再生するために，その場の雰囲気，つまり広がり感，臨場感，迫力感が重要となる。映画の場合は，これらの条件のもとで，さらに移動感も重要となる。

5.2 3次元“バズーカ”の設計ポイント

今回開発した3次元“バズーカ”は，これらの条件を満たすために，テレビセット正面左右に配置したフロントスピーカ部には反射板を，またセット側面後部にサイドスピーカ部を配置することで，効果を得ている（**図7**）。

フロントスピーカ部には，スピーカ振動板前面にホーンを用いたフロントホーン方式を採用している。このフロントホーンは，スピーカ振動板面積に対して徐々に断面積を小さくする形状をとっており，このためスピーカ振動板から出力された音によりホーン内での気圧は徐々に上がる。これにより，スピーカ振動板には気圧制動がかかり，またホーンからの再生出力はこの気圧により音圧コントロールが行われ，周波数特性が平均化する効果をもつ。フロントホーンの出口部分は細長い形状になっており，ブラウン管左右のキャビネットもスリム化し，結果的にデザインにも寄与している。

このフロントホーンによるスピーカ振動板前面に対する気

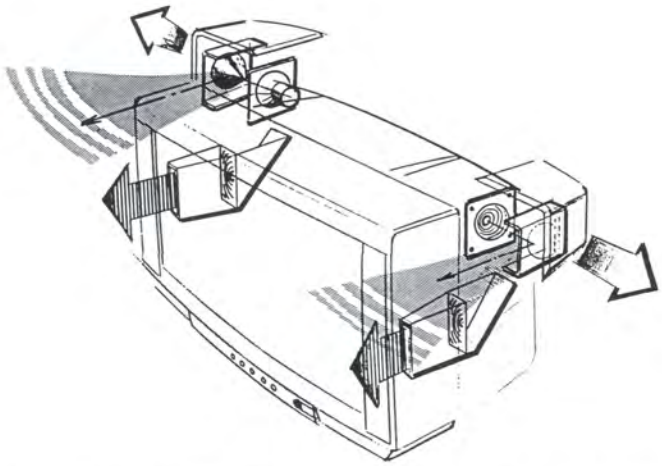

図7．3次元“バズーカ”のイメージ　28DW2Eの3次元“バズーカ”音響システムでの音場再生イメージを示す。
Conceptual diagram of 3-dimensional sound system

圧制動が大きいため，スピーカ振動板背面に対しても気圧制動をかけ，制動負荷を前背面にそろえる必要性がある。このため，フロントスピーカ部の背面には，斜めのフラップ状の反射板を配置し気圧制動を行っている。

テレビセットの側面後部に設けたサイドスピーカには，広帯域の10 cmのフルレンジを使用し，低音の音圧出力の増強と，後述する広がり感，臨場感などを付加するための中高音成分の再生を目的としている。また，このスピーカ振動板の前面には，半円錐(すい)形の反射板を配置してあり，これによりスピーカ振動板へ適度な気圧制動をかけると同時に，中高音を前方へ反射している。

まず，低音成分の再生について説明する。テレビのキャビネット，特に後方の部分では，放熱の問題から周辺に放熱孔があるために，スピーカ振動板の前背面から出力された音がおのおのまわりこみ干渉する。このため，スピーカ振動板が入力信号のとおりに振動していても，音として変換効率が悪くなる。そこで，先の反射板をもちいて振動板から発する音の制動，回折を行い先の干渉成分を減衰させ，また振動板への気圧制動によって振動板の余分な振幅を抑え，音への変換効率を高めている。

次にこのサイドスピーカ部から出力される中高音成分には，半円錐形の反射板により反射され前方へと放射される音と，側方へ直接放射される音の2種類がある。半円錐形の反射板により反射され前方へと放射される音は，フロントスピーカとの取付け位置により生ずる遅延時間差により，フロントスピーカの前面の音と同時に聴取することで，奥行き感を生ずる。また，側方へ直接放射された分に関しては，部屋内の壁などで反射して視聴者へ届くため，フロントホーン前面からの音に対して，遅延時間差が生じ間接音として視聴者には聞こえる。これにより左右への広がり感，移動感を得ている。

以上から，2スピーカシステムでは明りょう度を主体とした，また4スピーカシステムでは低音の迫力感，奥行き感，広がり感，移動感，またこれらの相乗効果による臨場感が得られるシステム構成となっている。これらの違いは，**図8**，**図9**に

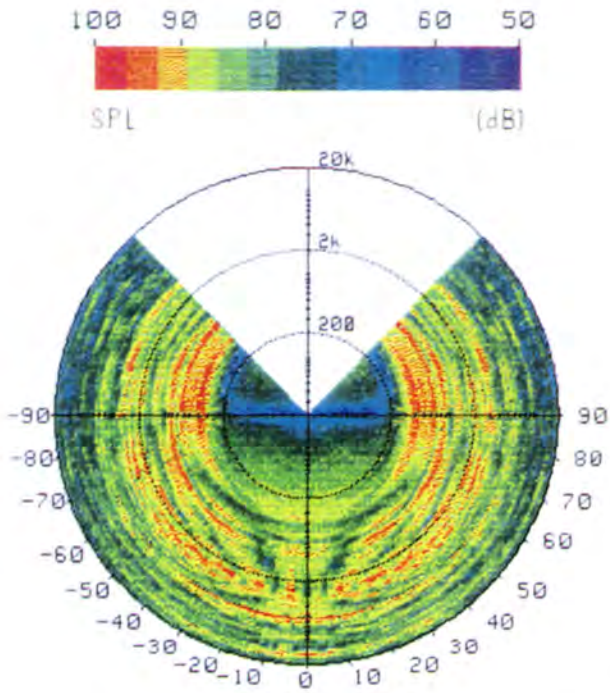

図8．2スピーカシステムの各方向における周波数特性　テレビの前面(0°方向)側の中音付近を中心としたSPLを高め，明りょう度を優先させている。
Frequency response of system with front speakers only

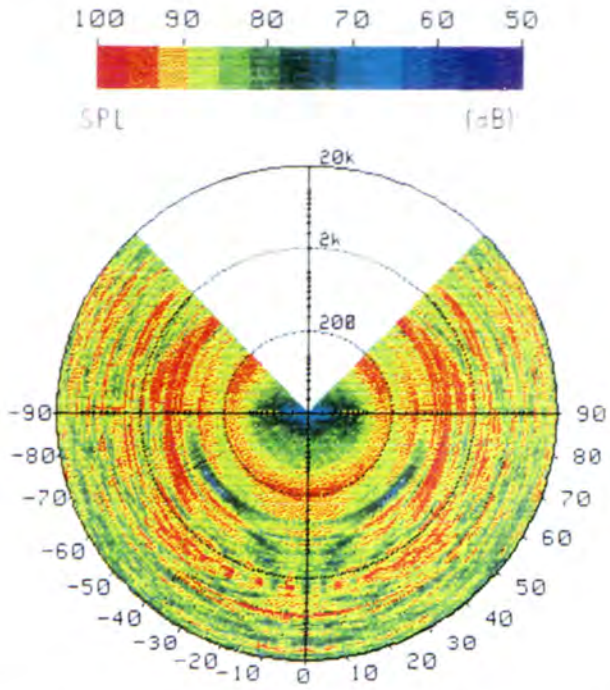

図9．4スピーカシステム(3次元“バズーカ”)の各方向における周波数特性　図8と比較して，左右後方での出力レベルが全体的に上昇している。これにより，広がり感，奥行き感などが得られる。
Frequency response of 3-dimensional sound system

示す今回のDW2Eシリーズでの正面から左右各135°での周波数特性を見てもわかる。円中心から外側にかけて20～20 kHzの周波数に対する出力レベル(SPL)を色によって表現している。図9の4スピーカシステムのほうが図8の2スピーカシステムの場合に比べ，明らかに全体的な出力レベルが上昇しているのがわかる。

今回のDW2Eシリーズでは，この4スピーカシステム／2スピーカシステムを“バズーカ”のオン／オフによって切り換えられる設定にしており，状況に応じた選択が可能になっている。

6 高音質化のための技術

今回のDW2Eシリーズでは，先の3次元“バズーカ”のほかにも電気的，構造的な面で個々の改良を行っている。

6.1 “バズーカ”特性の改善

今回，低音域再生方式の回路は，gm(トランスコンダクタンス)アンプを用いた3次のアクティブLPFによって形成している。このgmアンプは，外部からの電流制御によってgmをコントロールすることができるため，これを積分器として用いLPFのfc(カットオフ周波数)のコントロールを行っている。

これまでは外付けのオペアンプを用いた2次のアクティブフィルタにより低音域加算信号を作り出していたが，今回，新たに開発した音量コントロールIC内に上述の回路を内蔵した。これにより，バスデータで音量コントロールと同様に，外部からfcをコントロールできる仕様になっている。またフィルタ特性が，2次(−12 dB／オクターブ)から3次(−18 dB／オクターブ)へと改良され，明りょう度が向上している。

6.2 開口率の改善

現在，フロントホーンの音の出口には，ホーン内への異物混入を防ぐためとデザイン上の配慮から，前面にパンチングシートを用いている。今回この開口穴ピッチを改良し，前面開口率を20%から約30%にアップしている。これにより中高域から高域にかけての出力レベルの改善を行っている。

6.3 音声系各種パラメータの追加

今回開発したセットでは，音声系各種パラメータもバスデータによりコントロールできる仕様になっており，個々の機種に適応した，細かな調整が対応可能となっている。

従来の方式では，スピーカ単品特性を良くしたとしても，インチサイズの違いなどによるキャビネットなどの違いに細かく対応するのが難しかった。しかし，これらのパラメータの追加により，インチサイズの違いや，展開モデルなどに対する微調整が容易に行える仕様になっており，個々の機種の音質をさらに向上させている。

7 あとがき

家庭内においてマルチメディア時代に向けての核として，テレビの果たす役割は重要である。DW2Eシリーズでは，スーパーブライトロン$_{TM}$管，新三次元YC分離回路，3次元“バズーカ”システムなどの搭載により，マルチメディア時代にも十分対応しうるテレビが開発できた。

今後も映像，音声ともによりいっそうの性能向上を図るため努力していく所存である。

伊藤　正之　Masayuki Itô

1981年入社。国内，海外向けカラーテレビの設計に従事。現在，深谷工場映像技術第三部主査。
Fukaya Works

住吉　肇　Hajime Sumiyoshi

1982年東芝AVE㈱入社。テレビ用ICの開発設計に従事。現在，第一事業部機器技術部テレビIC技術課シニア・エンジニア。
Toshiba AVE Co., Ltd.

中川　透　Tôru Nakagawa

1985年東芝AVE㈱入社。国内，海外向けカラーテレビの設計に従事。現在，深谷工場映像技術第三部。
Toshiba AVE Co., Ltd.