

マニア向け高級カーオーディオ “*Sound Monitor*” (本体編)

For Enthusiasts of High-quality Car Audio “*Sound Monitor*” (Main Units)

高 谷 政 義⁽¹⁾ 澤 井 利 仁⁽²⁾
Masayoshi Takatani Toshihito Sawai

渡 部 浩 行⁽³⁾ 横 山 勲⁽⁴⁾
Hiroyuki Watabe Isao Yokoyama

要 旨

近年のカーオーディオは、CDプレーヤの出現とともに、著しい音質向上が図られている。また、車も以前に比べて車室内の静寂が進み、“良い音楽を最高に楽しむ”ための最適条件が整いつつある。

本シリーズは「車室内で世界最高の音づくり」を実現すべく、各オーディオ機器の性能や音質に対して業界一を目指した。良い音づくりの必要条件でありながら、市場で避けられがちな高度の取り付けやサウンドチューニング技術についても、専用の音場測定器(SFC-1)とパラメトリックイコライザ(FCX-3)を開発し、プロショップにおいて個々の車の理想的音響空間をつくり出している。

このように、“SOUND MONITOR”は音のオーダーメイドをテーマに世界最高水準のカーオーディオとして開発を行った。

本稿ではその要点について述べる。

Recently, with the invention of the CD player, the sound quality of car audio has improved. At the same time, car interiors have become quieter. These fundamental requirements for “higher enjoyment of high-quality audio” have now almost been fully met.

This series aims to be the best in this market in teams of audio equipment functions and quality of sound, so as to achieve the goal of “creating the highest quality in-car sound.” Also, although they are fundamental to producing good sound reproduction, advanced installation and sound tuning techniques have often been neglected. To rectify this, we have developed a special Sound Field Configurations Measuring Instrument(SFC-1), and a Parametric Equalizer(FCX-3), and made them available for use at Pro-shops wanting to create optical sound spaces.

Please refer to attached sheet for information on the above items.

(1)～(3)AVC本部第2技術部、(4)AVC本部機構技術部

1. はじめに

カーオーディオ市場では、CDの普及とともに高級指向が強まり、ハイテク技術を駆使した多機能オーディオが各社から発売されている。

当社においても、1989年にαシリーズとしてユーザーニーズの多様化・個性化に合わせたアメニティ派高級カーオーディオを開発し、市場に投入している。この分野のカーオーディオは、ヤング層の主導で支持されており、機能・デザイン・音それぞれの流行に敏感である。これにはメーカ側としても高感度に反応する必要がある。当然その時代のヒット商品は、新機能・デザイン・音等が評価される訳だが、市場規模から膨大な開発費用の投入がむずかしく、ホーム用高級オーディオのようなマニア層に支持されるシンボリックな長寿命商品が少ない。

しかし、評論家やマニア層の求める“本物の高級品”は流行に左右されることなく、開発された製品はメーカのポリシーが頑固なまでに主張されていることが重要である。

当社も創立20周年を機に技術者の長年の夢であった“車室内で世界最高の音楽を聞く”高級オーディオシステムに取り組み完成したのがサウンドモニターシステムである。

以下に本システムの開発のねらい、システム概要、製品の設計要点について述べる。

2. 開発のねらい

サウンドモニターシステムを開発するにあたり最初に重視したことは、カーオーディオの本来の目的を明確にすることであった。“車室内で最高の音楽をリラックスして聞いてもらう”オーディオを完成するには、他社より先駆けて良い音づく

りを提案する開発力が重要ポイントとなる。

当社では、長年にわたり自動車メーカと共同で車種毎のオーディオシステムの音づくりを開発してきた。その時、ハードの音質向上以上に、車室内の音場補正をいかに効果的に実現するかで苦労してきた。市販オーディオでは、最終ユーザーの車でどのような特性になるかまで保証したシステムがまだない。すなわち、いくらハードの高音質化をしても、それを最大限に引き出す販売システムを確立しなければ無駄になる。

そこでサウンドモニターシステムは、高級オーディオを購入したユーザーの実車データを測定し最適チューニングを実施して手渡すことを徹底した。これにより、販売店と当社の連携を密にするだけでなく、高級オーディオを購入したユーザーの満足度の向上も期待できる。

今回は、ハード面、ソフト面の両技術に開発の狙いをおくことにした。ハード技術の高級化では①物理特性の向上、②回路、部品の開発による高音質化、③材料、構造の新設計による質感、フィーリングの向上。ソフト技術の高品位化では①音場測定器の開発、②音場補正装置の開発、③取付け、サウンドチューニング技術の開発、を行った。

また、サウンドチューニングに必要な音場測定器(SFC-1)について、主要機能を下記に示す。

- ① リアルタイム $\frac{1}{3}$ オクターブ解析
- ② スイープ信号による、電気系周波数特性測定
- ③ 単音による取り付けの異音検査
- ④ 大型LCDディスプレイ表示
- ⑤ 4ペン式プロッタによるデータ出力
- ⑥ RS-232Cインタフェースによる、データ管理

3. システム概要

3.1 システム構成

図-1に全体のシステム図を示す。システムはチューナデッキ (TCX-1)、コントロールアンプ (CAX-1)、パラメトリックイコライザ (FCX-3)、CDオートチェンジャ (CDX-1) およびパワーアンプ (PAX-3) より構成される。

コントロールアンプはフロントパネル側にアナログ、デジタル各入力端子を配置し、ポータブル機器との接続を可能にすることで、あらゆる音楽ソース機器に対応できる特徴がある。

図中の＝線はF-BUS通信ラインであり、チューナデッキよりCDオートチェンジャの機能をコントロールできる。…線は同軸ケーブルによるデジタルオーディオ信号の伝送ラインである。

3.2 パラメトリックイコライザ (FCX-3)

音場測定器 (SFC-1) により測定した複雑な音響周波数特性に合わせて、自由に中心周波数、Q、ゲインが調整できるイコライザが必要となり、新たにパラメトリックイコライザを開発した。

3.2.1 内部構成

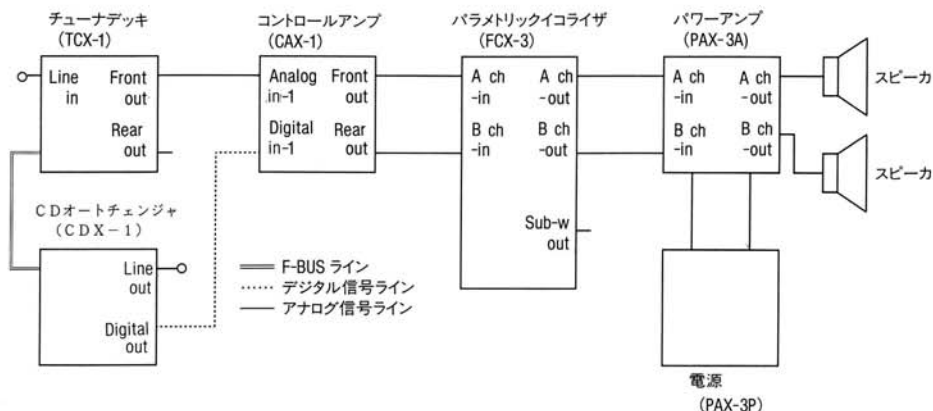


図-1 システムブロック図

Fig.1 System block diagram

図-2に内部ブロックダイアグラムを示す。パラメトリックイコライザ部はAチャンネルが4バンド、Bチャンネルが1バンドの2系統から構成されている。バンドパスフィルタ (BPF) には状態変数型フィルタを採用し、中心周波数 (F_o) および鋭度 (Q) の連続可変を実現した。

サブウーファコントロール部はAチャンネルから入力した信号をモノラルに変換し、ローパスフィルタ (LPF) 部に接続される。LPF部は組み合わせるスピーカの特性に合わせてカットオフ周波数が可変できるように、BPFと同様に状態変数型フィルタを使用した。

また、イコライザを接続したことによる音質劣化を最小にするために①DC-DCコンバータによる高ダイナミックレンジ化、②高性能オペアンプ、③OFCプリント基板を使用した。

3.3.2 パラメトリックイコライザ回路

パラメトリックイコライザは前項でも述べたが状態変数型フィルタを使用している。このフィルタは同時にLPF、HPF、BPFの信号を取り出すことができ、サブウーファコントロール部のようにLPFでカットオフ周波数を可変する場合

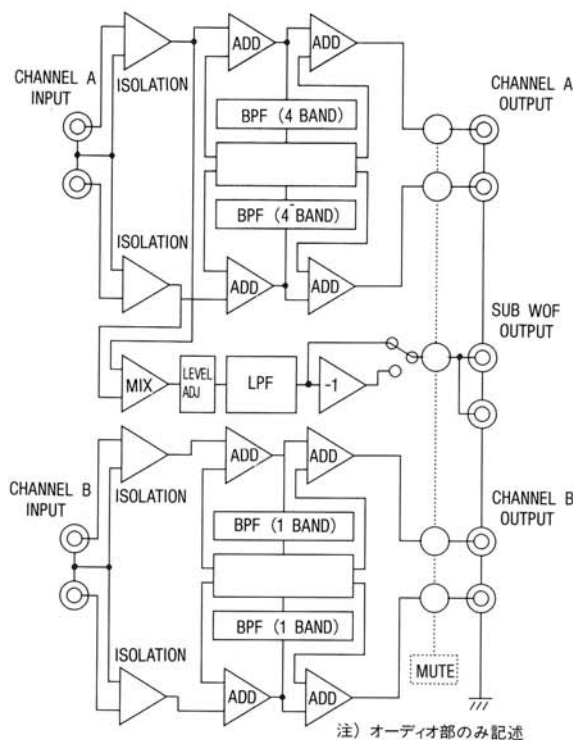


図-2 FCX-3 ブロックダイアグラム
Fig. 2 Parametric EQ block diagram

にも応用できる特徴がある。

図-3に原理図を示す。BPF出力における伝達関数は以下に示す計算式で求めることができる。

$$H = \frac{(j\omega/\omega_0)(1/Q)}{(j\omega/\omega_0)^2 + (j\omega/\omega_0)(1/Q) + 1}$$

$$\omega_0 = \frac{\sqrt{m}}{\sqrt{C_1 C_2 R_1 R_2}}, \quad Q = \frac{\sqrt{m}}{n} \cdot \sqrt{\frac{C_1 R_1}{C_2 R_2}}$$

ここで、このBPFの中心周波数 ω_0 は2段に接続されている積分回路の $R_1 C_1$ または $R_2 C_2$ を同比率で変化することで、 Q を一定のままで可変できる。

また、 Q は入力に加減算回路の n 値（ミキシング値）を同比率で変化する事で、 ω_0 を一定のま

まで可変できる。

実際のイコライザ回路では図-4に示すようにオペアンプの帰還回路に本BPFを挿入し、 F_0 は R_1 と R_2 を、 Q はミキシング抵抗の R_3 と R_4 を同時に可変することで実現している。また、 G_{ain} はオペアンプへの帰還量を可変することで実現した。

図-5にそれぞれ任意に可変した場合の周波数特性を示す。

3.3 コントロールアンプ (CAX-1)

従来のデジタルソースの再生回路について見直すと、①CD再生側では限られたスペースでD/A変換器を内蔵するために、高性能D/A変換器が使用できない、②サーボ回路とD/A変換器が近接しており、ノイズの影響を受ける、③CD再

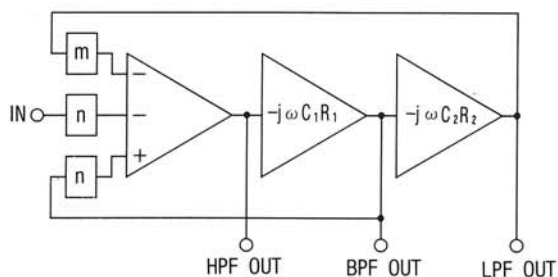


図-3 状態変数型フィルタ原理図
Fig. 3 Theoretical block diagram of state variable filter

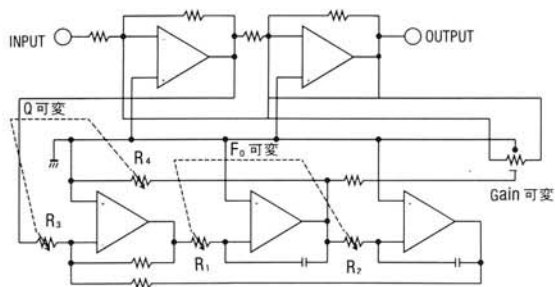


図-4 パラメトリックイコライザ回路
Fig. 4 Parametric EQ circuit diagram

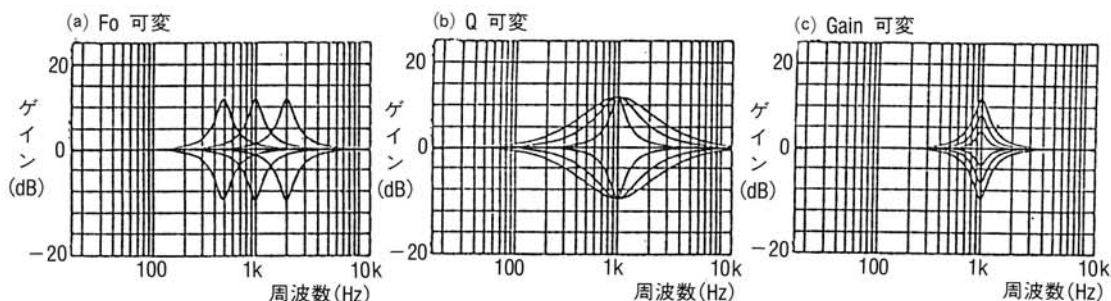


図-5 パラメトリックイコライザ特性

Fig. 5 Parametric EQ curve

生側で高性能D/A変換器を導入しても、信号を接続するヘッドユニット側が、従来のカセットデッキ再生を基準としてオーディオ回路設計しており、性能劣化を生じる、など問題があった。これを解決するため、高性能D/A変換器とオーディオ回路を一体化したコントロールアンプを開発した。

3.3.1 内部構成

図-6にブロックダイアグラムを示す。コントロールアンプは大別してデジタル信号を復調しアナログ信号に変換するD/Aコンバータ部と入力信号を切り換えて音量、音質を調整するプリアンプ部から構成される。

プリアンプ部は入力信号切り換えに音質劣化の少ないリレーを用いた。また、音質調整にはBASS TREBLE以外に調整周波数が可変できるMIDを追加し、ボーカル帯域の音色を調整できる。D/Aコンバータは計4個のアドバンスド・インターポラティブDACを組み合わせた方式を採用することで、微小信号再生能力の向上を図り、後段のLPFには波形歪の少ないベッセル形フィルタを使用した。

電源はDC-DCコンバータで±9Vに昇圧し信号のダイナミックレンジを確保した。

また、構造上プリアンプ部とD/Aコンバータ部間にはシールド板で遮蔽を行い、デジタルノイズ

の飛び込みを防止した。

3.3.2 プリアンプ部

従来にない高性能を実現するために使用部品や配線パターンにわたり、以下の通り見直しを行った。

- ① 信号切り換えにリレーを採用
- ② 低歪率オペアンプを採用
- ③ チップ部品の排除
- ④ ガイドパターンの配置

→セパレーション向上

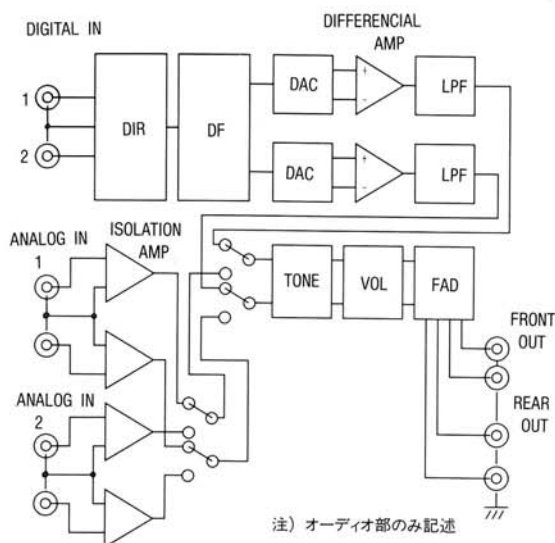


図-6 コントロールアンプのブロックダイアグラム

Fig. 6 Control AMP block diagram

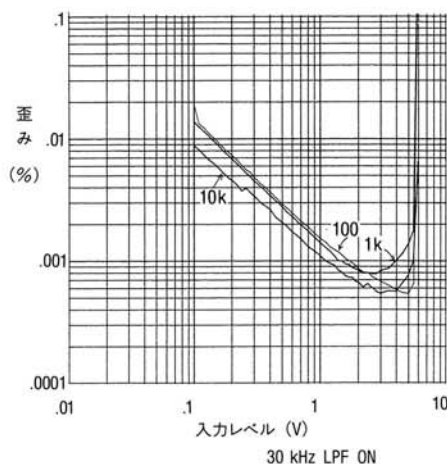
⑤ DC-DCコンバータによる高ダイナミック

クレンジ化 → 最大入力レベルの改善

この結果、図-7 (a) (b) に示すように高調波歪で0.0013% (1 kHz, 1 V)、セパレーションで91dB (1 kHz) とデジタルソースのクオリティを劣化させないプリアンプ部を実現した。

また、アナログ入力時は不要なノイズの混入を防止するため、デジタル回路動作を停止する機能を付け、アナログ信号への影響をなくした。

(a) 高調波歪特性



(b) セパレーション特性

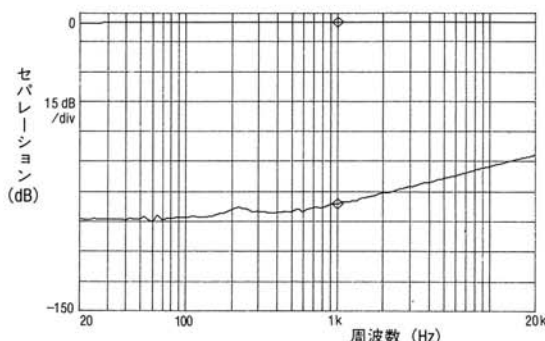


図-7 プリアンプ高調波歪・セパレーション特性

Fig. 7 Separation and total harmonic distortion at preamp stage

3.3.3 D/Aコンバータ部

D/Aコンバータ部はデジタル復調 (DIR) デジタルフィルタ (DF)、D/A変換器、デファレンシャル回路、LPF回路から構成され、D/Aコンバータ以降の各回路の特徴を述べる。

1) D/A変換器

図-8にD/A変換器の内部ブロックダイアグラムを示す。デジタル入力信号は入力回路で上位10 bitと下位8 bitに分割され、上位10bitはデジタルオフセット回路を介して10bit分解能電流出力DACに入力される。このDACにおけるダイナミックレンジDR (10) は

$$DR(10) = 6.02 \times 10 + 1.78 = 61.98(\text{dB})$$

となる。

一方、下位8 bitは1次ノイズシェーパと等価なデジタル帰還回路に入力され、ノイズシェーピングされる。このノイズシェーパにおけるダイナミックレンジDR (8) は

$$\begin{aligned} DR(8) &= 101 \log \left\{ \frac{9}{2\pi^2} (2^n - 1)^2 \cdot M^3 \right\} \\ &= 101 \log \left(\frac{9}{2\pi^2} 384^3 \right) \approx 74.2(\text{dB}) \end{aligned}$$

n : 量子化ビット数 ($n=1$)

M : オーバ・サンプリング倍率 ($M=384$)

となり、総合のダイナミックレンジDR (18) は

$$DR(18) = 61.98 + 74.2 = 136.1(\text{dB})$$

となる。(理論値)

ノイズシェーパされた信号は1 bit DACに入力され、10bit分解能DACの10bitと重みづけを同じくするアナログ定電流 ($1/2^{10}$) をパルス数でon/offを行うため、一般の高次ノイズシェーピングDACと比較してダイナミック動作時のノ

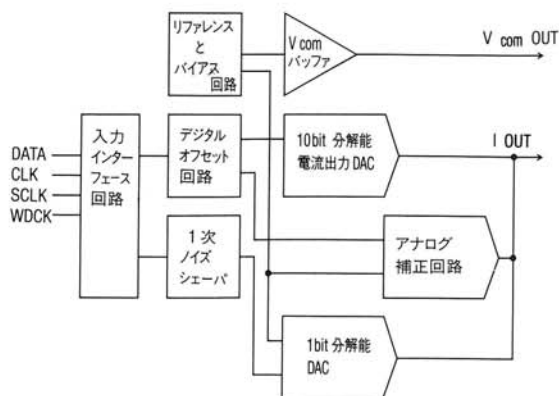


図-8 D/A変換器内部ブロックダイアグラム
Fig. 8 Block diagram of D/A converter

イズレベルの上昇やジッタに対する影響が少ない特徴がある。

デジタルオフセット回路およびアナログ補正回路は10bit分解能DACのMSBがON/OFFする際に発生するゼロクロス歪を避ける回路である。実際の動作としては入力レベルが $1/2^2$ 以下となった時にBPZ（バイポーラ・ゼロ）より(+)側の信号をデジタル的にbit 9の重みづけで(-)側にシフトすることで、MSBがON/OFFしなくなり、MSBの誤差が出力に現れない。D/A変換された信号はbit 9と同じ重みづけを持つ定電流源（アナログ補正回路）で(+)側にシフトされて、元の波形に復元される。(図-9参照)

この動作により、一般のマルチDACの欠点であるゼロクロス歪が発生しない特徴がある。

2) ディファレンシャル回路

図-10に回路ブロックダイアグラムを示す。本回路はLRそれぞれの信号をデジタル信号の段階で正相と逆相の信号を生成し、D/Aコンバータでそれぞれアナログ信号に変換後、差動アンプで加算する回路であり、下記に示す効果がある。

①出力信号は6 dB上昇し、ノイズレベルは

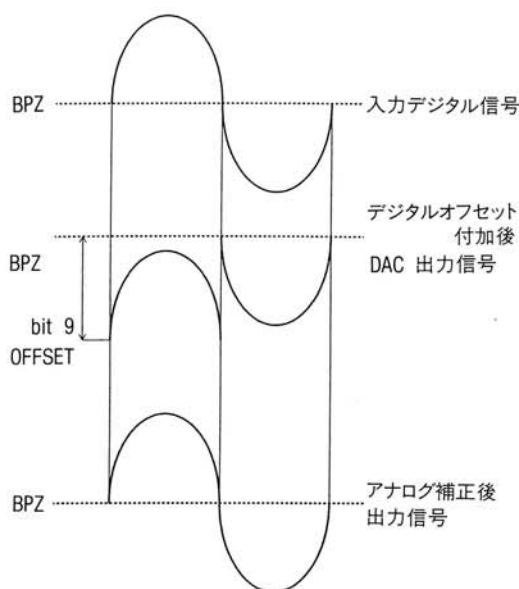


図-9 デジタルオフセットとアナログ補正回路動作
Fig. 9 Circuit function of digital offset and analog EQ

3 dB上昇になるため、トータル3 dBのS/N改善ができる。

②偶数次歪をキャンセルできる。

③デジタル回路から発生する同相ノイズ成分をキャンセルできる。

3) LPF回路

LPFは高域に含まれる不要信号（折り返し信号）を取り除く回路である。一般にバターワース型フィルタが使用されるが、新しく通過信号の波

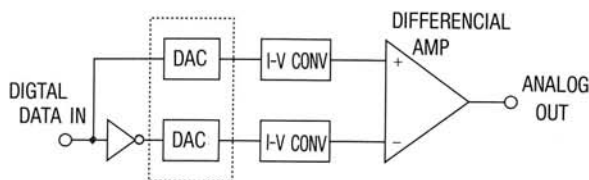


図-10 ディファレンシャル回路
Fig.10 Differential circuit

形歪が小さなベッセル型フィルタを採用した。

図-11 (a) (b) にそれぞれのフィルタの方形波応答を示す。バターワースフィルタでは立ち上がり立ち下がりでピークを生じて、波形が歪んでいることがわかる。

3.3.4 D/Aコンバータ部の性能

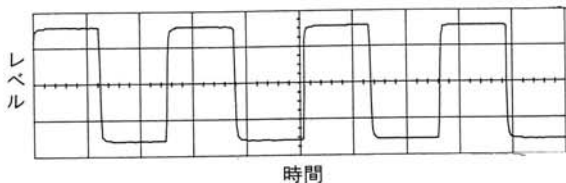
前項までの改善により、従来のD/Aコンバータと比較して諸特性が向上した。下記に代表データとして、①モノトニシティ特性、②微小信号再生、について測定した結果を示す。

1) モノトニシティ特性

モノトニシティはゼロから1LSBごとに入力を増加した時に、アナログ信号出力も同様に1LSBごとに变化するかを測定したものである。この測定では微小再生能力とゼロクロス歪の有無を知ることができる。

図-12に従来モデルとの比較データを示す。従来モデルでは、 ± 1 LSB、 ± 2 LSBの区間が再生されていないが、本D/Aコンバータでは正確に再生されており、ゼロクロス歪の発生がないことが判る。

(a) ベッセル形フィルタ



(b) バターワース型フィルタ

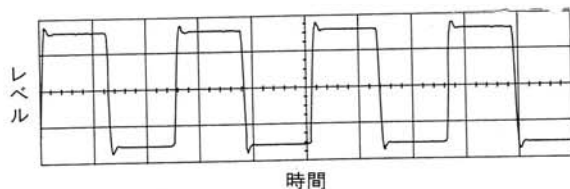


図-11 LPF方形波応答

Fig.11 Square wave at LPF

2) 微小信号再生

微小信号再生は1kHz、 -60 dBの信号を再生した時の信号スペクトラムである。図-13に従来モデルとの比較を示す。従来モデルでは1kHzの高調波歪が大きく現れているが、本D/Aコンバータでは0.72%と低い高調波歪となっている。

3.3.5 機構設計の要点

今回のサウンドモニターシリーズを開発するにおいて、市場での高級品に対するユーザ要求を調査した。結果はホームオーディオに比べてカーオーディオは①外観的に高級感がない、②前面が樹脂

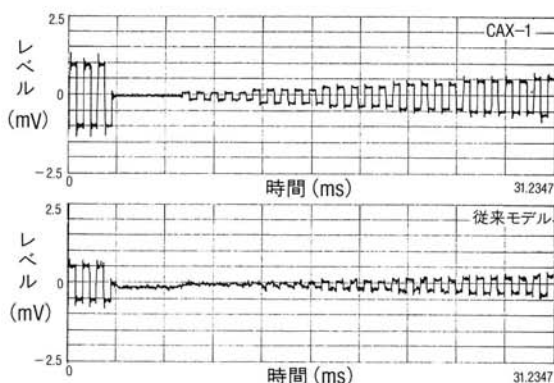


図-12 モノトニシティ特性

Fig.12 Monotonicity characteristic curve

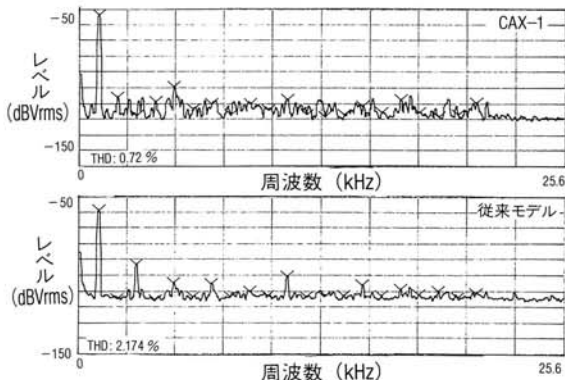


図-13 1kHz、 -60 dB再生スペクトラム

Fig.13 Low level signal(1kHz-60dB)play spectrum

のため剛性が低い、③操作フィーリングが悪い、などの意見が専門店から得られた。そこで、外観の見栄えとフィーリングについて、高品位を確立すべく、下記を設計のねらいとした。

1) アルミ素材による前面板

カーオーディオでは普及品や高級品に関係なく樹脂成形品の前面板が採用されていた。差別化としては、樹脂の表面にシボやヘアラインを加工する方法、特殊塗装を施す方法、メッキ処理をする方法など成形品に二次的処理を行うことで高級感を出す手法が用いられた。

サウンドモニターは前述の通り“本物を追求”するため、樹脂のサブ前面に、押し出し成形した板厚1.5mmのアルミ前面をはめ込む構造とした。アルミの表面処理は、パワーアンプの放熱板と同様のアルマイト処理を施すことで、塗装やメッキでは出せないアルミ素材の質感を生かした仕上げとなっている。

この方法は、コントロールアンプ(CAX-1)、チューナデッキ(TCX-1)の両機種で共通設計を行い今後開発するサウンドモニター機種についても、アルミ押し出し型を共用することで継承する。

前面部の構造を図-14に示す。

2) ボリュームの操作フィーリング向上

カーオーディオのボリュームは小型で抵抗体と摺動子のトルクが低いいため、樹脂ツマミではボリューム単体の回転トルクがそのまま伝わり、高級感に欠ける操作フィーリングとなる。

その要因として、

- ①ツマミがホーム用に比べて小さい。
- ②ツマミが樹脂のため軽くフィーリングが悪い。
- ③ボリューム単体の回転トルクが小さい。
- ④トーン調整など、他機能と共用している。

が挙げられ、それぞれの改善を図り、高級感を出した。

まず、①については、前面パネルに対してできるだけ大口径のツマミでレイアウトするようにデザインした。②はボリュームツマミの構造を図-15に示すように中心部を真鍮材とし、外部は樹脂材を被せる2ピース構造とした。③はボリューム単体にトルクアップ機能を設けた。④はメインボリュームから音量調整以外の機能を削除した。

これにより、メインボリュームは重量感のある良好なフィーリングが得られるとともに、樹脂部の外周をリング状に囲む真鍮の光が、デザイン的にも高級感をもたらすことになった。

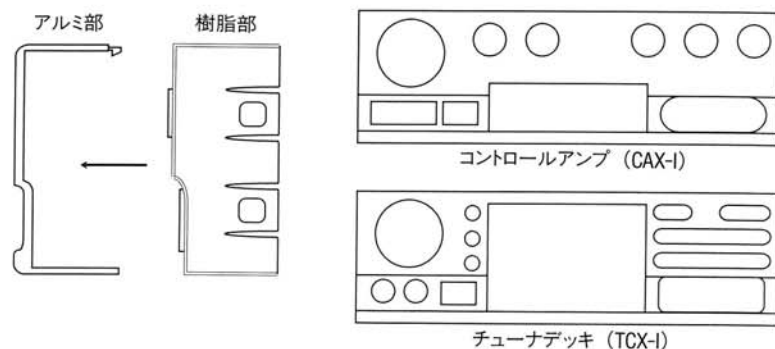


図-14 前面部の構造

Fig.14 Structure of front panel

3) 前面RCA入力端子の配置

コントロールアンプでは前面パネルにRCA入力端子を配置した。従来からミニジャックが付いている製品はあったが、このように端子部が完全に意匠として現れる製品はなかった。このために①使用しないときのデザインに高級感がない。②端子部にキズや異物が付く、③接続時に人体からの静電気回路が破壊される、等の問題があった。これらを解決するため、①②はデザインされた保護キャップを設け、未使用時にも高級感を損なわないようにした。また、③は内部回路に保護抵抗を挿入することで、20kVの静電気でも破壊しない結果が得られた。

3.4 チューナデッキ (TCX-1)

3.4.1 製品概要

本機はCDオートチェンジャのコントロール機能を有し、デッキ部にはDK-76を採用することで、滑らかな動作を実現した。チューナ部にはオートステーションメモリー機能やAM・FM各12局プリセットメモリーなど多機能化を図った。また、CDソースなどのデジタルソースにも対応できるように高音質化設計を行った。

3.4.2 高音質化設計

本機では高音質化を図るため、従来機種について音質の劣化となる要因を再度洗い出し音質評価

を繰り返し、回路、部品、パターンの引き回しの見直しを行った。その結果を下記に示す。

1) リレーの採用

従来の機種では一般的に信号切り換え部に半導体スイッチ (ANALOG SWITCH) を使用していたが、信号経路が複雑になり音質の劣化が大きい。本機ではリレーを採用し、信号経路を単純化することで高音質化を実現した。

表-1に半導体とリレーをスイッチとして使用した場合の性能比較を示す。

2) ローノイズ電源

オーディオ回路系の電源部を図-16に示す。本回路はツェナーダイオード D_1 に流れる電流を定電流化し、安定度を増したもので、良好なレギュレーション特性とともにローノイズ化を実現した。

3) 部品の厳選

表-1 半導体とスイッチとリレーの比較

	半導体スイッチ	リレースイッチ	測定条件
高調波歪	0.06%	0.0006%	入力: 1kHz, 1Vrms フィルタ: 1HF-A
S/N比	105dB	105dB	
セパレーション	105dB	105dB	

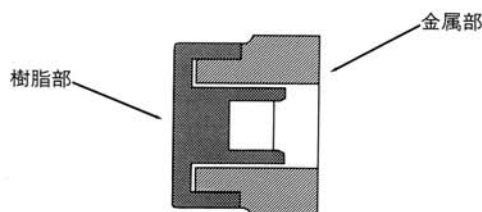


図-15 メインボリュームツマミの構造

Fig.15 Structure of main volume

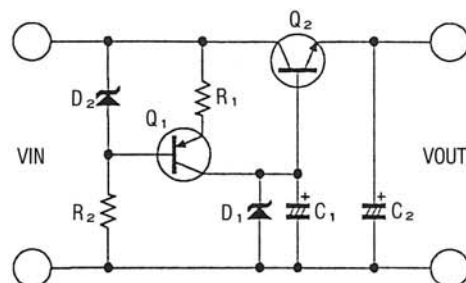


図-16 オーディオ回路用電源回路

Fig.16 Power supply of audio circuit

音質対策用電解コンデンサ、フィルム系コンデンサ、ローノイズ半導体を採用するとともにオーディオ信号回路では、チップ抵抗を使用せずディスクリート抵抗を採用し、高音質化を図った。

また、コントロールアンプと組み合わせた場合に単純にソースユニットとして使用できるようにVOL、BASS/TREBLEの各回路をパスするスイッチを設け、よりハイグレードなシステムに対応している。

3.3.4 品質の管理

サウンドモニターシリーズの機器は完成した製品1台1台について諸特性の測定を行い、品質チェックを実施している。本機ではピンクノイズテープ再生による周波数特性の測定を実施し、フロッピーディスクに管理保管している。図-17に出力結果を示す。

3.4 パワーアンプ

パワーアンプは、車載用アンプで最高水準のレベルを実現すべく他社メーカーの高級機や当社 α シリーズの最高機種である $\alpha 5000M$ の基本性能の改善と音質向上を狙いとした。 $\alpha 5000M$ は、オーディオ評論家や販売店からも高い評価を得ている通り、高S/N、低歪率を実現している。

これには基板内で電源部とアンプ部をセパレート設計しており、電源部からのスイッチングノイズの干渉を極力押さえたためである。これ以上のアンプを開発するには、ホーム用高級機に見られるアンプ部と電源部を完全に分離したセパレート型アンプが必要となった。

3.5.1 アンプ部 (PAX-3A)

パッケージソフトが持つ音楽性を自然に再生し微小音から躍動感溢れる音まであますことなく、音楽を表現すべく、従来のカーオーディオにない回路や高品位部品を採用し設計することにした。

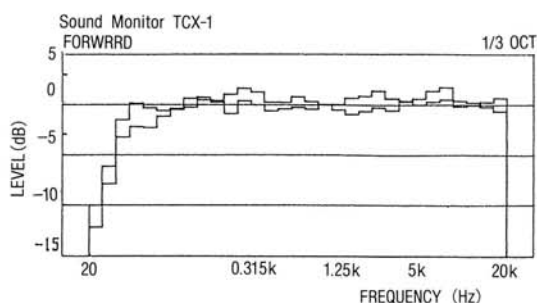


図-17 デッキ周波数特性測定結果
Fig.17 Measurement data of frequency response

①プリアンプ部から出力部まで全段プッシュプル動作とし、入力はFET差動入力、カスコードブートストラップ、3段ダーリントンSEPP、と贅沢な全段直結DCアンプ構成である。②DCサーボ回路を搭載し、NFループからコンデンサを削除することで低域の位相ずれを改善。③プリドライバ段にノンスイッチングバイアス回路を採用しA級駆動アンプの音のなめらかさとB級駆動の効率の良さを両立させた。④最終出力段は低インピーダンススピーカにも余裕の駆動が可能な3パラレルプッシュプル接続である。以上の構成で設計されたパワーアンプの回路ブロックダイアグラムを図-18に示す。

3.5.2 電源部 (PAX-3P)

車載用アンプでは高出力、低歪率の高性能アンプを設計するとき、一次側の12Vを昇圧し、(+) (-)の高電圧を二次側に出力して、アンプ回路を駆動する。本機はDC-DCコンバータにPWM(パルス幅変調)方式を採用した。また、効率よく常に安定した電源供給能力を確保するために、大電流スイッチング素子にパワーMOSFETを3パラレル接続とした。この電源部は二次側出力にプリドライバ段と最終出力段それぞれ2系統装備しており、2台のパワーアンプを接続すること

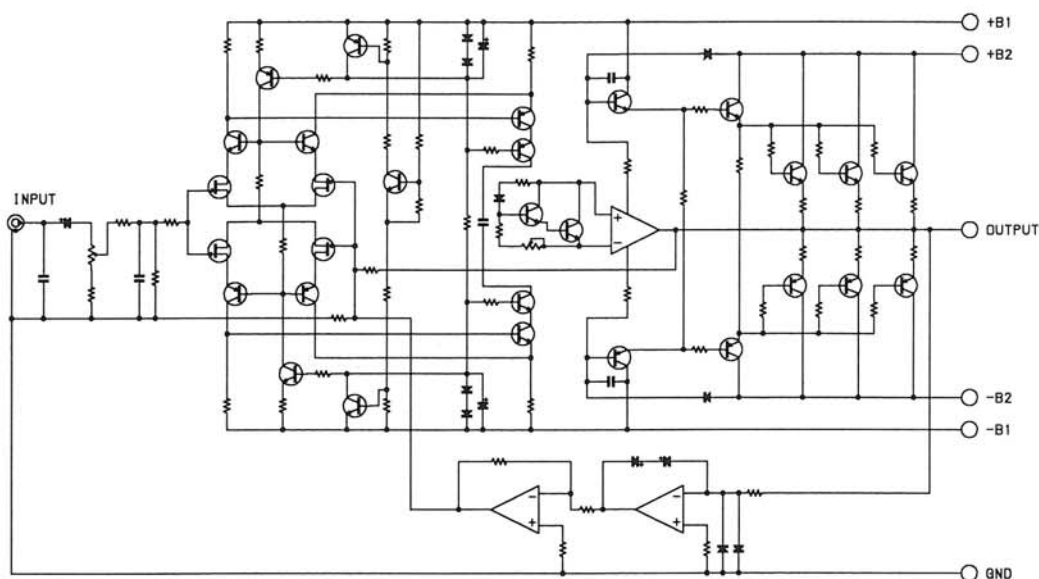


図-18 パワーアンプ回路ブロック図

Fig.18 Circuit block diagram of power AMP

ができる。また、接続コネクタには外部振動や強度的にも信頼性が高く、プロ機器でも実績のあるキャノンコネクタを採用した。

このように、各部に渡りきめ細かい設計を実現することでサウンドモニターの電源セパレート型パワーアンプは車載用アンプの最高水準としてはずかしくない性能と音質をつくることができた。

7. お わ り に

以上、サウンドモニターシステムの開発のねらいと主要技術について述べた。

本システムは発売以来、幸いにも多くの専門誌に取り上げられるなど市場の評価が高く、当初のねらいは達成できたと考えられる。今後は市場での評価をフィードバックするとともに、ソフト、ハードの両面から“車室内で最高の音楽をリラックスして聞いていただく”ため、より一層の音響特性

表-2 パワーアンプ性能比較

	従来機種	PAX-3 A	測定条件
周波数特性	5 Hz~100kHz	5 Hz~100kHz	-1dB POINT
高調波歪	0.004%	0.0015%	1 kHz.30w 出力時
S/N比 (図-19)	105dB	113dB	定格出力時 (IHF-A FILTER)
セパレーション	80dB	80dB	

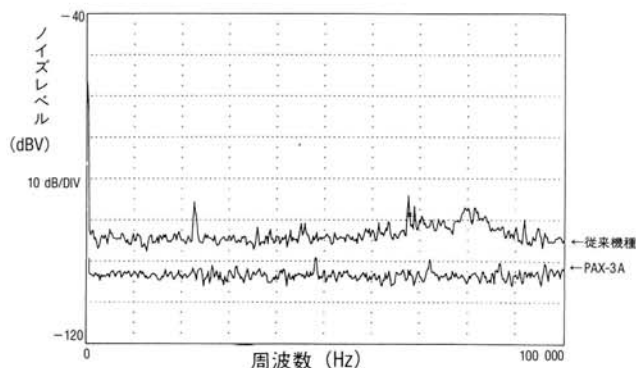


図-19 ノイズスペクトラム比較データ

Fig.19 Noise spectrum

の改善、機器の開発に取り組んでいく所存である。

参考文献

- ・BURR-BROWN ; P C M67 P, 個別デバイス仕様書
- ・ラジオ技術, ラジオ技術社, (1990年 9 月)

Sound Monitor (本体編)



音場測定器
SFC-1



チューナデッキ
TCX-1



コントロールアンプ
CAX-1