

カーコンポオーディオシステム

Car Audio Component System

矢野 治 人⁽¹⁾ 奥 田 昌 男⁽²⁾ 瀬 尾 宜 正⁽³⁾
Haruto Yano Masao Okuda Yoshimasa Seo

江 頭 博 介⁽⁴⁾ 横 山 克 治⁽⁵⁾ 大 年 健 史⁽⁶⁾
Hirosuke Egashira Katsuharu Yokoyama Kenji Otoshi

要 旨

当社ではマツダ株式会社と共同して、'86対米輸出車向に3分割構成のカーコンポオーディオシステムを開発した。

以前より市場で好評を得ていた前モデルに対して本機は、ユーザーニーズの変遷に伴い、より高級感をもたせ、しかも高性能、多機能をそなえたシステムに充実させ、バリエーションアップによる選択自由度を一段と飛躍させたものである。さらに小型軽量化、低コストの実現に挑戦し、種々の新手法の導入をはかった。これら新手法の概要を述べるとともに代表例として、

- 1) 前面パネル設計
- 2) システムの小型化、放熱設計

について報告する。

Our company jointly developed with Mazda Motor Corporation a 3-unit car audio component system for the '86 U.S export car. This system is an upgraded version of the previous model which was highly accepted in car audio markets: this new system, catering for the users' diversified needs, has a higher sensitivity and performance to accomplish a multifunctional system and a wide system variation. Introducing new techniques we have made the challenge to develop a compact, lightweight and low-cost system. This paper outlines these techniques and presents following typical examples:

- (1) Front panel design.
- (2) Compact system design and heat radiation design.

(1) マツダ株式会社

(2), (3), (4) 富士通テン㈱ 第一技術部

(5), (6) 富士通テン㈱ 第二機構技術部

1. ま え が き

近年のモータリゼーションの発展に伴い、車は日常不可欠なものとなり、本来の目的である“移動”から“遊び”や“生活”のツールへと変化している。それに伴い、カーオーディオにおいても車室内のインテリアの一部として、居住性、ファッション性等を強く要求されるようになり、文字通り“動くリスニングルーム”が車のセールスポイントとなってきた。また、ホームオーディオではAV化、デジタルサウンド化とともに高品位な音が求められ、中でも20～30代の若い年齢層の高級指向が顕著になってきている。

また、購入年齢層の広がり、女性ドライバの普及によりユーザの要求が機能、性能、価格において多様化してきた。

このような背景から、ユーザニーズの高級化、多様化に対応すべく、マツダ㈱と共同で以下の項目を主なねらいとして、システム開発を実施した。

1) ユーザの好みに合わせ、廉価版からハイグレードまで自由に選択できるシステムバリエーシ

ョンアップ

2) 北米市場に適合する受信性能、音響性能の確立。

3) 高級感、ファッション性、操作性に優れた前面意匠。

4) 車室内の限られた空間において、電子チューナ、カセットデッキ、グラフィックイコライザおよび25W×4のパワーアンプを収納し、かつ高信頼性を重視した小型設計。

これらのねらいを達成するために、種々の新技術、新工法を導入した。以下主なものについて述べる。

2. 概 要

2.1 システムの概要

マツダ向純正カーオーディオシステムの変遷として、'79年頃よりメカ同調ラジオを基調とした簡易コンボを開発し、'82年に電子同調ラジオを基本とした高級型二分割構成のコンボ（通称二段コンボ）へと発展させ、さらに'84年には、ユーザの選択自由度を高めた三分割構成コンボを開発した。

そして今回、ユーザニーズの高級化、多様化に

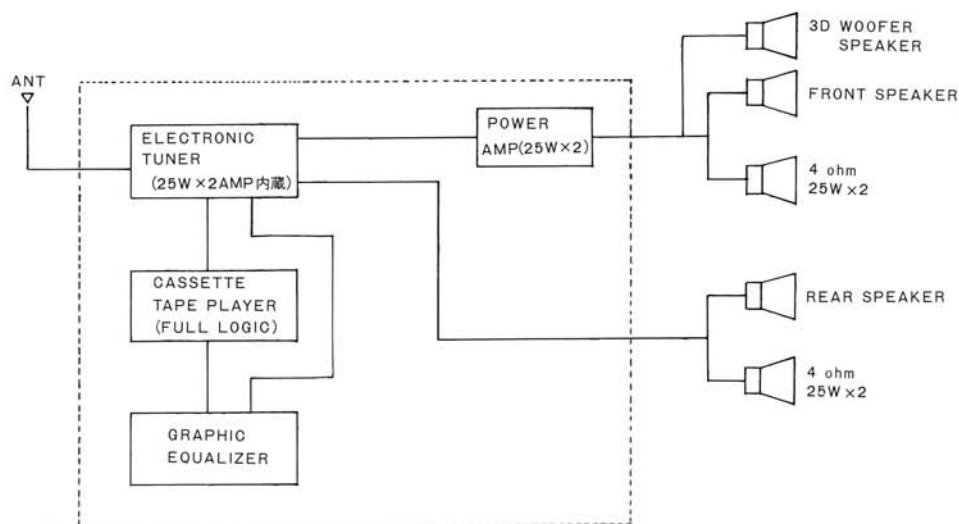


図-1 システム ブロックダイアグラム

Fig. 1 System block diagram.

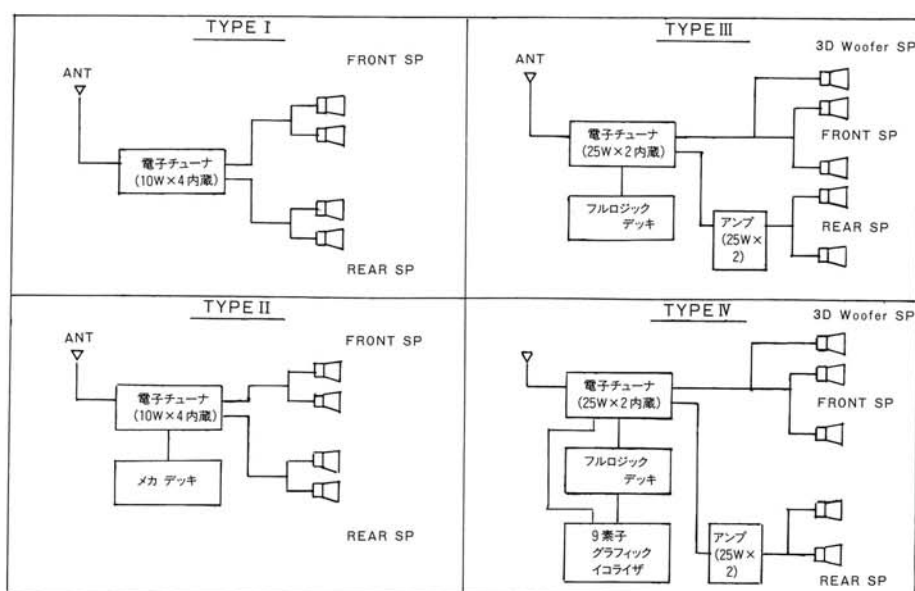


図-2 システムのバリエーション

Fig. 2 System variation.

に伴い、ロジックデッキの採用およびシステムバリエーションのアップを行った。これによりシステム選択の自由度を一段と飛躍させた'85年三分割高性能カーコンポネントオーディオシステムを完成させた。

このシステムは、電子チューナ、オートリバーサカセットデッキ、グラフィックイコライザの三段で構成され、グラフィックイコライザの後方に2チャンネルアンプを配置し、また低音用スピーカとして3Dウーファを新たに設置した。(図-1)

次に、本システムの主な特徴を述べる。

1) システムバリエーションアップ

本オーディオシステムの基本バリエーションは図-2の通り、スタンダードタイプの〔TYPE-I〕から、ハイグレードタイプの〔TYPE-IV〕まで設定されている。

電子チューナは本システムの中核となり、操作、機能がすべて収納されている。この基本形としてパワーが10W×4と25W×4 (内 25W×2 は外付のパワーアンプによる) の2種類が設定されている。

デッキは従来のメカ動作のカセットプレーヤに加えて、フルロジックコントロールのカセットプレーヤが新規に設定された。グラフィックイコライザとカセットデッキおよび3Dウーファは後付可能であり、ユーザの要望に応じてシステムアップが図れる。

2) 小型化設計、高信頼性設計

三段システムの外観形状は、車両インパネ開口部の、高さ120mm、幅180mm、奥行160mmを満足し、特に電子チューナ、グラフィックイコライザは、操作性、視認性等を考慮した高さ35mmの薄型設計となっている。また'84モデルと比較して、アンプユニットの構成が大きく改善された。'84モデルでは、フロントスピーカ用アンプはインパネ下部、リアスピーカ用アンプは座席下部に設置されていた。今回はそれぞれ、フロントスピーカ用アンプは電子チューナに内蔵、リアスピーカ用アンプは奥行160mmを満足させ、グラフィックイコライザの後部に配置するアセンブリ方式を採用した。このためグラフィックイコライザの奥行を160mm

から50mmと、ショートシャーシ化を同時に実施した。

このシステムアッセンブリー一体化によって、車両ラインにおけるインパネ、座席下部への取付作業を削除しオーディオの簡易取付を実施させた。さらに、本システムの実施により、アンプとセット本体の接続が容易になりインパネ下部や座席下部の配線が不要となった。それによって、従来までの長い配線経路に重畳する外来雑音および、各種車両雑音がなくなり、オーディオ部でのインピーダンスミスマッチによる異常発振等に対する安定性も向上した。

一方、小型化により構造、アッセンブリ技術、放熱設計が一段と厳しくなり、これらの信頼性を確保するため、特にグラフィックイコライザにおいて、三つのブロックをフレキシブルサーキットによって連結する新連結構造、電子チューナ・アンプにおいては、放熱の分散をはかると共に、その評価に於いて実際の使用条件に近いトーンバースト法による新評価を実施した。これらについて詳細を後述する。

2.2 デザイン

1) 操作系デザイン

一般にシステムの多機能化に伴い、操作釦、表示項目の増加を招き、個々の釦・表示部寸法が小さくなる。このため使用上の煩雑と共にユーザに正しく使ってもらえず、混乱を招く場合があった。今回のデザインはこれらのことを考慮し、以下のことに重点を置いた。(図-3参照)

i) 北米地域の多局化する放送局状況を考慮し、使用頻度の少ないシーク釦を削除した。また受信プリセット釦を5釦から6釦とした。

ii) 車室内特性を考慮し、オーディオ回路の改良によりラウド釦を削除した。

iii) 電波状況の良い夜間に使用されることが多いセンス釦は、その回路を車のイルミネーション回路と連動させ削除を図った。

iv) 操作性を考慮し、各釦を大きくした。さらに釦内インジケータの採用や液晶表示文字を大きくすることにより視認性を向上させた。

v) 米国内向車両の操作性向上を主眼に、各釦・ノブの配置を左マニュアル化した。すなわち、



図-3 前面意匠

Fig. 3 Front panel design.

操作の重要度を運転席側に置き、使用頻度の高いものを左側に配置した。

2) 意匠デザイン

カーオーディオのファッション性を左右する前面化粧板は、意匠効果を演出するために合成樹脂に種々の二次加工を施し、高級感、重厚感、豪華さの要求を満たしている。

今回、開発に当たったコンポでは、単一材料化してきた前面部品に高級感・重厚感を持たせるため、意匠面の二次加工による差別化が必要であった。この差別化の手段として、今回は部分ヘアライン処理を用いた。これは、従来の金型に刻んだヘアラインを樹脂成形品に転写するのではなく、単一材料（ポリカーボネイトシート）に印刷加工で部分的にヘアラインを施したものである。この手法を別途後述する。

また、電子チューナのプリセット釦・ロジックデッキの操作釦は、釦間の並びの良さを向上させ精度感を作り込むため、釦間のスリット幅を0.5mmとした。従来、個々に成形した釦を前面化粧板に組み付けていたが、この手法では0.5mmの精度感を実現させることは、組付けの位置決めが支障となり困難である。この問題を解決するために、本コンポは各釦の一体化成形を採用している。この手法を別途後述する。

2.3 諸性能

本コンポシステムの主な性能を次に述べる。

1) 受信性能

北米地域では、大出力のFM放送局が都市部に多数あり、周辺では高層ビル群、辺境では渓谷および砂漠等によりそれぞれ強弱複雑な電波状況をつくりだしている。特に車両の様な移動体に関しては、マルチパスノイズ・フェージングノイズ、相互変調等の受信障害を引き起こしている。このため本機は、キードAGC（広帯域、狭帯域の両面よりRF段ゲインをコントロールし、相互変調、

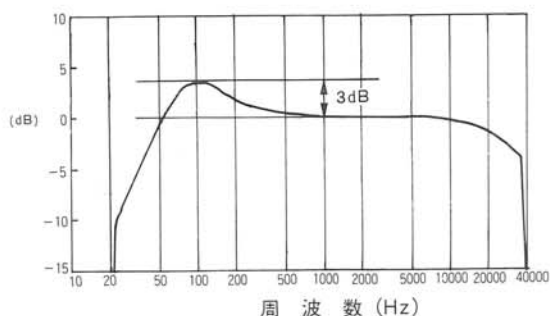


図-4 フロントスピーカ周波数特性

Fig. 4 Front speaker frequency characteristics.

混変調特性を改善する)、ASC（電界の強さにより分離度を可変しマルチパスノイズを改善する)、ATC（電界の強さにより広域周波数特性を可変しフェージングノイズを改善する)の各回路を採用し、弱電界から強電界までのすべての電波状態において優れた受信性能を有している。

2) 音響性能

“良い音”の条件の一つとして“歪のない迫力ある低音”が必要であるが、低音再生に有利な大口径スピーカは、コストアップの要因になると共に、限られた車室内では採用することが出来ない。

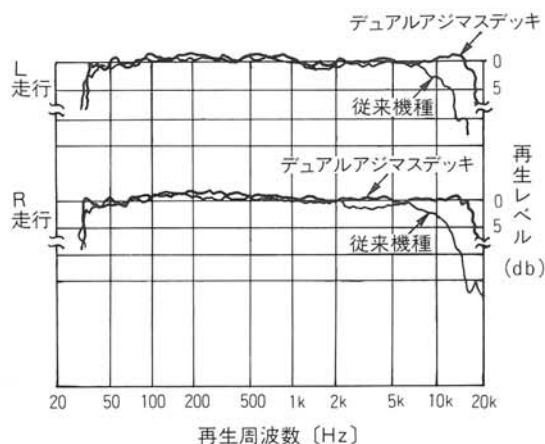


図-5 デュアルアジマスデッキ及び従来機種再生周波数特性

Fig. 5 Between dual azimuth deck and conventional model playback comparison of frequency characteristics.

特にフロント側は口径10cmのスピーカしか取り付けられるスペースがなく低音を再生することが困難なため、本システムでは、指向性のない低音再生専用の3Dウーファスピーカを採用し、コンソール下部に設置した。また、小口径スピーカは、50 Hz以下の重低音において音割れ歪を起しやすいため、フロント側の周波数特性は、図-4のように、100 Hzをブーストし、50 Hz以下はカットした。これらにより、歪のない豊かな迫力のある低音を得ることが出来た。その他今回採用したロジックデッキでは新開発のデュアル・アジマス搭載により再生周波数特性を大巾に改善することが出来た。(図-5参照)

3) 主要性能

主要性能は表-1に示す。

3. 主要技術

3.1 前面パネル設計

1) 部分ヘアーライン処理

オーディオ製品の前面化粧板の材料として、金属、樹脂、木などがあるが、最近はそのほとんどがコスト、軽量化を考慮して樹脂である。この樹脂部品に二次処理（ヘアーライン、メッキ等）を施すことにより金属感・重量感といった一見樹脂とは思えない高級感を出すことが出来る。

本シリーズの前面化粧板はヘアーライン処理を施し、樹脂の“テクテク感”をなくし、製品に精度感、高級感を出すことをねらった。しかし全面的にヘアーライン処理を行うと電子チューナの周波数表示部の表示文字のにじみ、平凡な意匠になるなどのため部分的なヘアーライン処理とした。

従来、単一材料に部分的にヘアーラインをつけるには、樹脂成形品の金型にヘアー目を刻み込むことによって行っていた。ただしこの方法では照明を必要とする場合の構造の複雑化、ヒケ・ウ

表-1 主要性能

項 目		内 容	
電 子 ジ オ ニ ー 部 品	ラ ジ オ 部 品	A M	F M
		受信周波数	530~1620 kHz 87.9~107.9 MHz
		実用感度	28 dB 8 dB
		C/N比	— 20 dB
		自動同調動作感度	B:34 dB L:デジタル差25 dB (イルミネーション連動)
		リミッタ感度	— 6 dB
		AGC感度	54 dB —
ナ ン プ 部 品	ア ン プ 部 品	バス	100 Hz:±10 dB
		トレブル	10 kHz:±10 dB
		周波数特性	50 Hz~20 kHz以上 (フロント)
		S/N	80 dB以上
カ セ ッ ト デ ッ キ	カ セ ッ ト デ ッ キ	トラック形式	4トラック 2チャンネル
		S/N	54 dB
		NR効果	10 dB
		ワウフラッタ	0.1%
グ ラ フ ィ ッ ク イ コ ラ イ ザ	グ ラ フ ィ ッ ク イ コ ラ イ ザ	素子数	9
		レベル可変範囲	±10 dB
パ ワ ー ア ン プ	パ ワ ー ア ン プ	周波数特性	20 Hz~20 kHz以上
		S/N	80 dB
共 通	外 形 寸 法 重 量	電子チューナ	(W) (H) (D)mm 180×35×160 0.9kg
		カセットデッキ	180×50×160 1.2kg
		グラフィックイコライザ	180×35×50 0.3kg
		パワーアンプ	90×35×100 0.3kg

エルド発生による美観の低下等を招く場合も多く使用上の制約が多い。また出来上がった部品あるいは材料そのものに部分的にヘアーラインをつける手段はなかった。このため通常的手段としてヘアーラインの施した部品と施さない部品の2ピース以上の部品で構成していた。

本シリーズの前面化粧板は電子チューナの周波数表示部が透明であったり、夜間文字等に照明が

入るため、透明材料を使う必要があった。今回はこの透明材料に部分ヘアライン処理を施し、1ピースで構成させ、デザイン、機能を満足できる方法を検討し下記の方法によりそれを実現させた。なお、透明材料にはポリカーボネイトやアクリルなどがあるが、加工方法の容易なポリカーボネイトのシート（以下PCシートと示す）を採用した。

今回採用したPCシートへの部分ヘアライン処理の製作方法の概略を図-6に示す。

- i) PCシート上のヘア処理を施したい部分にインキ(A)を用いて印刷をする。
- ii) 凹凸を有するポリエステルフィルムを覆せ加熱・加圧する。
- iii) 加熱・加圧によってインキ(A)の印刷された部分のみ凹凸が転写される。

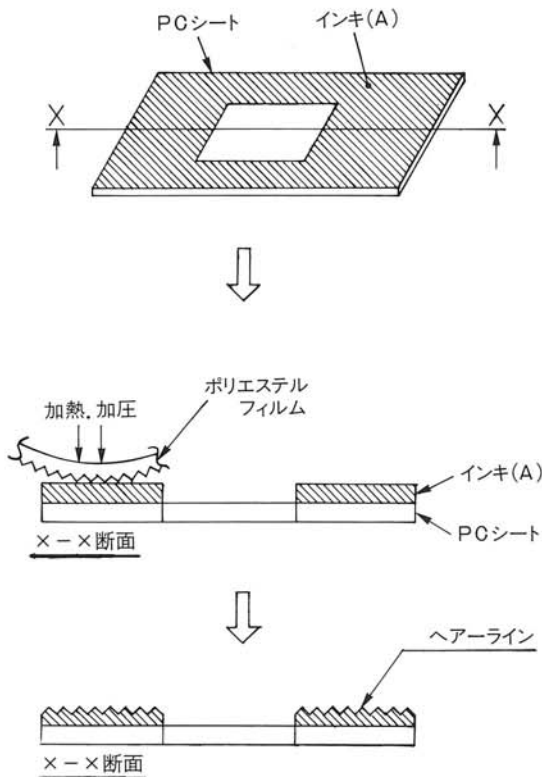


図-6 部分ヘアラインの製法

Fig. 6 Manufacturing method of partial hair lines.

この時の加熱温度を T_1

PCシートの熱軟化点 T_p

インキ(A)の熱軟化点を T_i

とするとこれらの関係は

$$T_p > T_1 > T_i$$

でなくてはならない。

2) 一体化釦の設計

コンポに高級感を持たせる一方策として、電子チューナのプリセット釦、ロジックデッキの操作釦は、釦間のスリット幅を 0.5mm とし、精度感の向上を図った。これらの釦は、釦上部を支点とし、下部を可動とするピアノタッチタイプの構造を採っている。

従来、ピアノタッチタイプの釦は個々に成形し、前面化粧板に組付ける方法が取られていた。しかし、この手法では、組立ての設計的隙間、組付けのバラツキにより、釦のスリット幅に不揃いが生じる。この不揃いは、コンポの精度感を損い、高級感の造り込みを妨げる要因となっていた。この問題を解決する工法として、各釦の一体化成形を採用した。この工法は、従来の釦を個々に成形した後、組付けるものではなく、釦間のスリットを金型構造で造り込んだものである。この工法により、組立ての設計的隙間・組付けのバラツキが無くし、釦間の不揃いを解決した。(図-7)

しかし、この金型構造は当社にとって、初めての採用であり、実用化に当たって次の2つの問題点

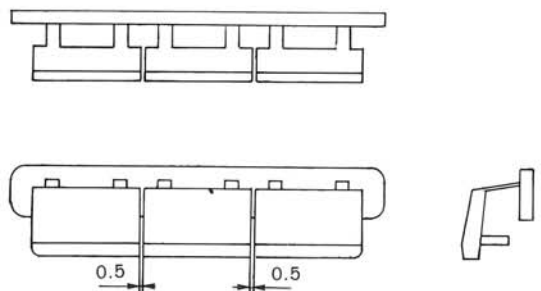


図-7 一体化釦

Fig. 7 Integrated button.

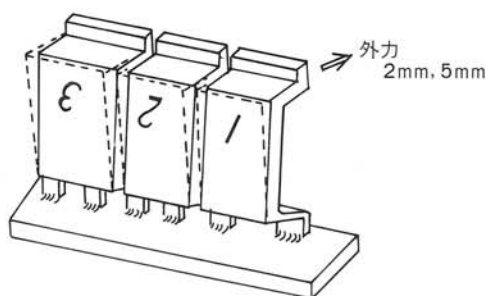


図-8 耐熱性確認用試験片

Fig. 8 Test piece for heat resistance checking.

があった。

i) 従来の金型構造では、樹脂の射出成形圧力に耐えられず、0.5mmの金型構造部が破損する。

ii) 釦ヒンジ部の形状、材料選択について、耐熱性の確保が必要である。

まず、i) の対策は、当社仕入先であるA社と共同検討の結果、金型の一部に鋼板を用いる特殊金型構造を採ることによって、所定の形状を得ることができた。

次に、ii) の確認は、i) で実用化している釦を試験片とし、環境温度 100°C 下で樹脂材料の耐熱性を検討した。供試材料には、(A)耐熱ABS、(B)超耐熱ABS、(C)超耐熱複合材 (ABS+PC) を検討材料とした。また、耐熱特性の安全率を見

表-2 釦材料選定試験結果

110	×	×	×	×	×	×	○	○	×
100	×	×	×	○	○	○	○	○	○
90	○	○	○	○	○	○	○	○	○
80	○	○	○	○	○	○	○	○	○
°C	0			2mm			5mm		
外力	0			2mm			5mm		
材料	(A)			(B)			(C)		

る検討として、外力を与え釦を 2mm・5mm と変形させ、ヒンジ部に応力を掛けた。(図-8) その試験結果を表-2に示す。

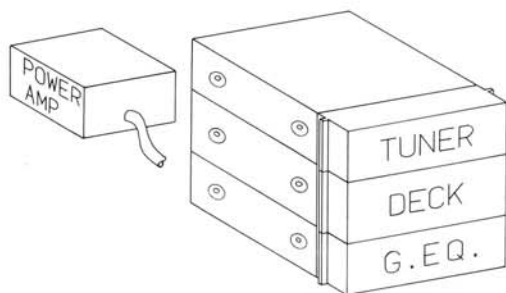
試験結果より、ヒンジ部の耐熱性は、(B)と(C)が目標仕様を満足している。表-2から分かるように、(C)は耐熱特性で(B)より優れているが、材料のコスト差を勘案し、(B)に決定した。

3. 2 システムの小型化・信頼性

1) 小型化

従来の三段コンポと新三段コンポの大きな違いの一つにパワーアンプの取付位置がある。従来の三段コンポのアンプがコンポ外に取付ける別取付に対し、新三段コンポはコンポ内スペース (W180

従来の三段コンポ



新三段コンポ



図-9 三段コンポ

Fig. 9 Three-stage component.

(1) Former three-stage component.

(2) New three-stage component.

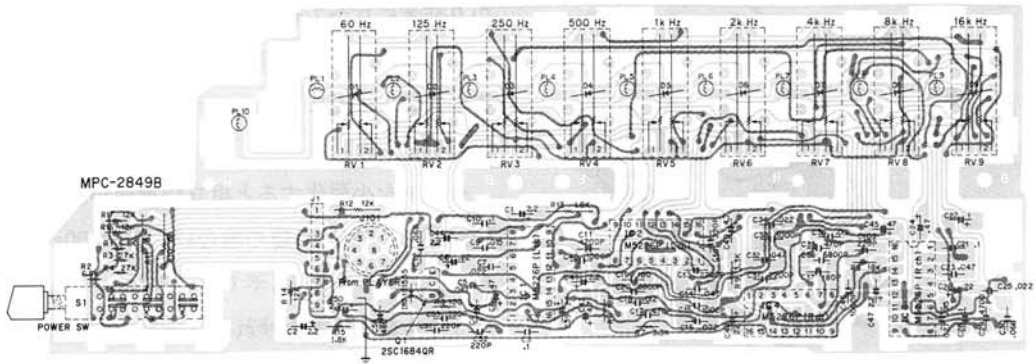


図-10 G・EQ基板図

Fig. 10 Graphic equalizer PC board drawing.

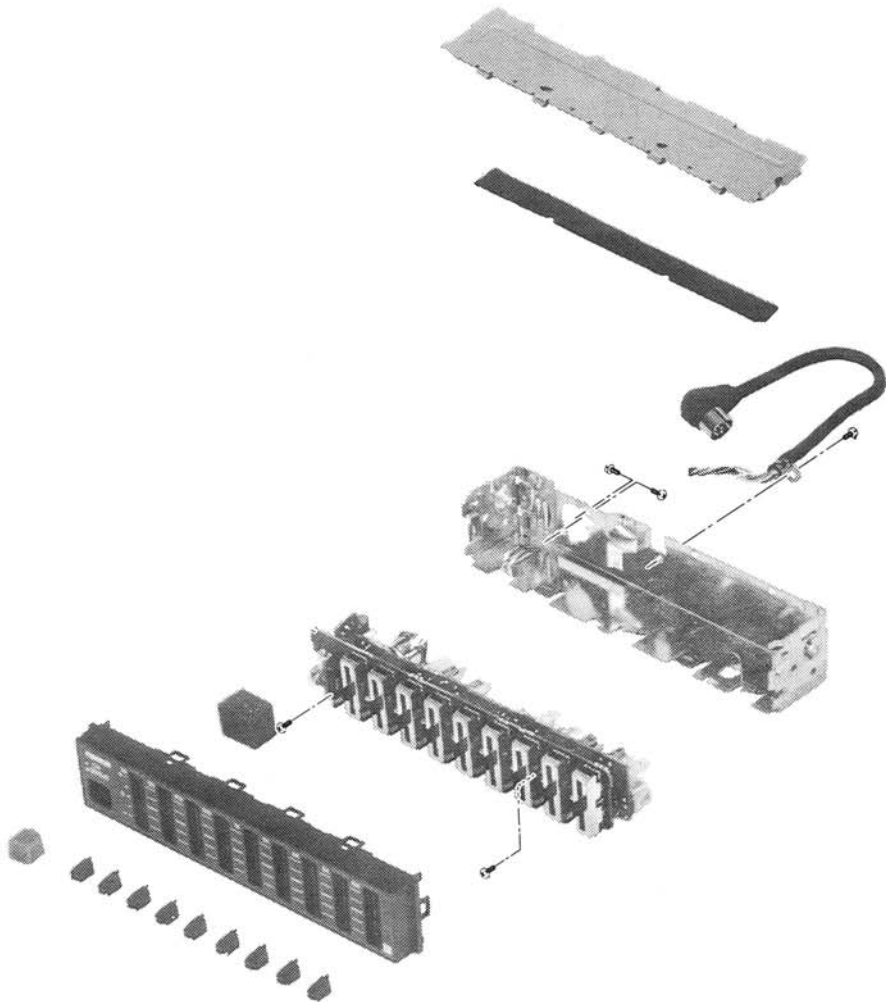


図-11 G・EQ組立図

Fig. 11 Graphic equalizer assembly drawing.

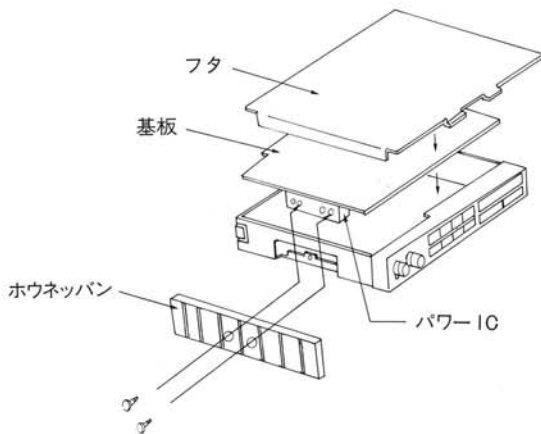


図-12 アルミダイキャスト放熱板

Fig. 12 Alminum die cast radiation board.

×H120×D160mm)にW89×H35×D97のアンプを納めている。具体的にはデッキ下部左後方(図-9参照)に取付けている。このためアンプの前方に来るグラフィックイコライザ(以下G・EQと称す)の奥行きを160mmから50mmと約1/3の寸法にする必要が出てきた。

G・EQの小型化を高品質で低コストに実現させるため、いかに安く信頼性の高い高密度設計を行うかが鍵である。それ故に今回は電気回路部品の集積化は勿論のこと素子部品自体の小型化をは

かり従来に比べて約2倍の実装密度を上げた。また、これらの素子を搭載するプリント板も工夫し、従来工法で生じていたセットの作業性の悪化を同時に解決した。

セットを小型化すると組立作業性が悪くなる。例えば、このG・EQの場合178×35×50mmの筐体の中に、メイン基板、ポリウム基板、スイッチ基板の3つを組み込まなければならない。ここで一番問題になるのが基板間の接続である。作業性の良い従来のコネクタ方式ではコネクタのスペースを取り実装面積上成立しない。また、リード線を用いる方法はその接続数の多さから考えて組立作業性上問題がある。また、基板間や筐体との十分な隙間がとれず、線カミや断線の恐れがあり信頼性も良くない。

今回これらの問題を解決するために、3つのブロックを1つのフレキシブル基板でつないだ3連続1枚基板の構造を採用し、小型で高品質の実装が可能となった。(図-10、図-11参照)

2) 放熱設計

小型でハイパワーである本システムにとってその信頼性を確保するため放熱設計が重要なポイント

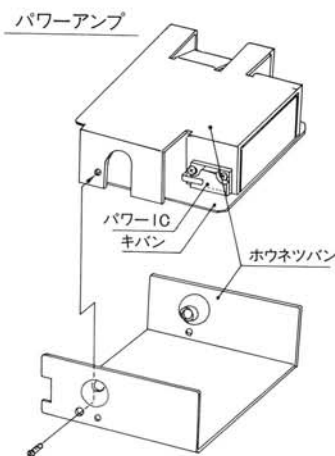
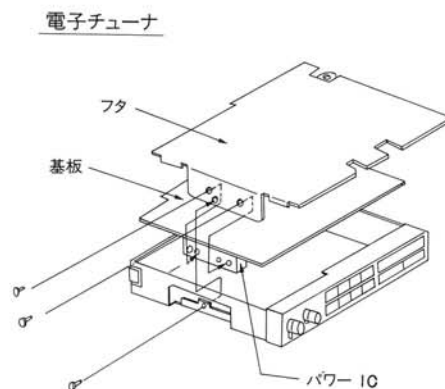


図-13 一体型放熱板

Fig. 13 One-piece radiation board.

- (1) Power amplifier.
- (2) Electronic tuner.



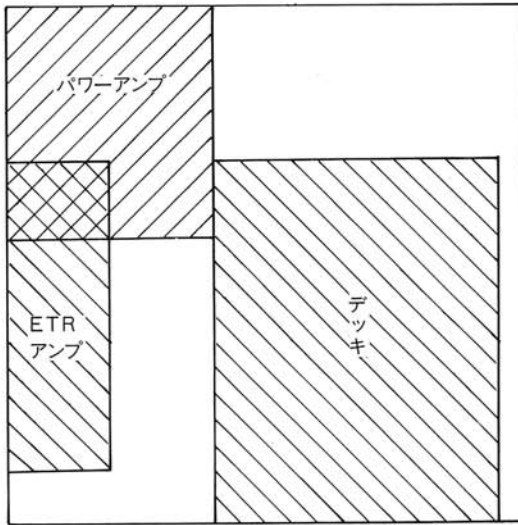


図-14 デッキとパワー部の位置関係
Fig. 14 Layout of deck and power unit.

トである。特に最も熱に弱いカセットパック部の温度上昇を極力おさえる必要がある。

本システムは図-9に示すように、中央にデッキがあり、上下のアンプ部の影響で長時間使用していると熱せられ、デッキやカセットパックの温度が上昇する。このため、高温に弱いカセットパックに悪影響をおよぼす。本システムでは、熱源からの伝導経路を充分配慮し温度上昇25℃以内を目標に放熱構造の設計を行った。

i) 放熱板と筐体の共用化

コンポシステムの中で、最も発熱量の大きい箇所はパワー部である。従って主な放熱対策として限られたスペースの中で小型で効率よくアンプ部から発生する熱を逃がすために、パワーアンプの



図-15 プログラム信号の波形
Fig. 15 Waveform of program signal.

放熱板と筐体の共用化、電子チューナ放熱板と上蓋の共用化をそれぞれ行った。

放熱効率は放熱板の熱伝導率の表面積で決定される。従来の方法としては、図-12に示すようなフィン付きのアルミダイキャスト等を放熱板として使用していた。しかし、この方法では体積の割に表面積が取れず重量も大きくなる。そこで図-13のように、パワーアンプでは筐体全体を放熱板とし、電子チューナでは上蓋を放熱板と兼用することにより、アルミダイキャスト等の放熱板使用時と比較して、同体積比の放熱効果を上げることができた。

ii) その他の放熱対策

- (a) デッキの制御用ブランジャに発熱量の少ないラッチ型のものを採用。
- (b) 図-14のようにアンプ回路部とデッキユニット部の距離をできる限り取った。
- (c) パワーアンプとデッキとの間に隙間を設けアンプから発生する熱が直接デッキに伝導しないようにした。
- (d) 電子チューナより発生する熱は上部に逃がすように工夫し、下部にあるデッキに熱伝導をしにくくした。

iii) 温度上昇試験の評価

温度上昇試験の入力信号として、連続正弦波を使用する方法、ミュージックソースを使用する方法等があるが、これらにはそれぞれ問題がある。実際に使用される信号は、図-15のように振幅が耐えず変動してピーク値を持っている。しかし、連続正弦波 図-16を使用する方法では実際の信号との補正を行わなければならない、出力をピーク値まで出すことができない。また、ミュージックソースにおいては、一定の出力レベル設定が困難で、ロック、クラシック等のプログラムソースの違いにより温度上昇が変化する。

温度上昇試験の入力信号は、実際のプログラム

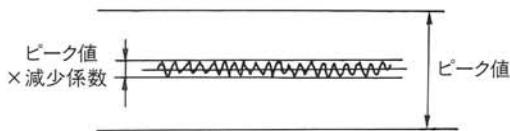


図-16 連続正弦波の標準入力信号

Fig. 16 Standard input signal of continuous sine wave.

信号に近く、かつ出力をピーク値まで出したものであることが望ましい。そこで、E I A J で設定されているトーンバースト波を、車載用オーディオシステムであることを考慮に入れ、厳しい条件に変更して採用した。

トーンバースト波とは図-17のような正弦断続波を示す。実際のミュージック等の信号において、平均実行レベルとピークレベルの比は、そのプログラムの内容等で異なるが、電力比で1/100ぐらいが平均で、大きいもので1/30程度である。試験入力信号としては、1/4以上の電力比のトーンバースト波であれば確実に安全とされている。

トーンバースト波の周波数スペクトラムは、図-18の様な形を示し、基本周波数1000 Hzをピークとし、上下に広く分布しており、単一周波数である正弦波よりはるかにミュージックに近い。

トーンバースト波の採用により、実際の使用条件に近いシミュレーションが再現できた。

iv) 結果

温度上昇試験の結果を図-19に示す。i)、ii)、iii)により目標である25°C以内を達成し十分な放熱効果を得ることができた。また、放熱板を筐体

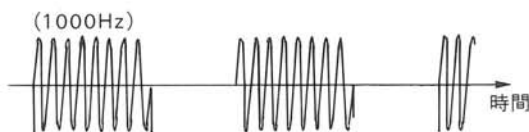


図-17 標準波形トーンバースト波の周波数スペクトラム

Fig. 17 Tone burst wave.

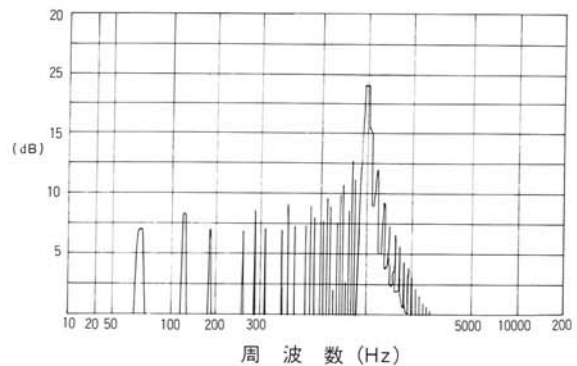


図-18 標準波形トーンバースト波の周波数スペクトラム

Fig. 18 Frequency spectrum of standard tone burst wave.

との一体化をはかったことにより熱の問題だけでなく、小型軽量化等本システムの実現に大きく寄与している。

4. あとがき

以上述べたように、今回開発した本オーディオシステムでは、ユーザーニーズの多様化、高級化に対応したシステムバリエーション、機能、性能、デザイン、信頼性等を実現し、当初の目標を達成した。

しかしながら、今後さらにユーザーニーズは多様化を極め、性能、信頼性についても一層厳しい評価がなされることが予測され、これに対応する新技術、新工法等がこれからの鍵となるであろう。

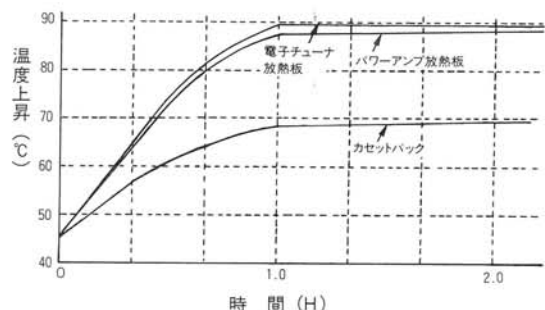


図-19 温度上昇試験結果

Fig. 19 Temperature increase test results.

故に我々は、今後ともに尽きない大きな課題に対して、開発を推進してゆく所存である。

終りに、本オーディオシステムの開発に当り、絶大な御努力と御指示を賜った関係者各位に紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 日洋工業特許：プラスチック林印刷面上の地紋融刻方法
- 2) E I A J : C P Z - 901
- 3) 富士通テン技報：『デュアルアジマス搭載高級カセットデッキ “QD-580”』、Vol. 3. No. 2 (Oct. 1985)