

新型ターセル用1/2DINサイズ AM/FM電子同調ラジオ

1/2 DIN-size AM/FM Electronic Tuning Receiver for New TERCEL

浜井 正明⁽¹⁾ 上 窪 正 喜⁽²⁾ 村 岡 達 雄⁽³⁾
Masaaki Hamai Masayoshi Kamikubo Tatsuo Muraoka

寺 谷 幸 忠⁽⁴⁾ 津 田 齊⁽⁵⁾
Yukitada Teratani Hitoshi Tsuda

要 旨

車が日常生活において不可欠な位置を占める中で、カーオーディオも人間の生活や遊びの場面で重要な要素となってきた。それに伴ない、カーオーディオに対する要求も高度化、多様化して来ており、十分対応していかなければならない。

今回は、トヨタ自動車株式会社と共同で、大衆車（新型ターセル）をターゲットに、ユーザの個性に合わせた多目的化対応のオーディオシステムを開発した。

そのメインとなる1/2DINサイズ電子同調ラジオ（ETR）の薄型化への対応技術を中心とした開発成果について報告する。

While the automobile has been located in indispensable position in our daily life, car audio has been also an important factor in our life and amusement. Therefore, we, as a manufacturer, have to meet user's requirement for diversified and highly sophisticated car audio equipment.

We developed, jointly with TOYOTA MOTOR CORPORATION, the car audio system suited to user's personal requirements for a public car (new TERCEL).

Here we report results of development of a 1/2 DIN-size ETR which is a main unit of the car audio system, mainly techniques to thin it.

(1)~(5) 第一オーディオ本部技術部

1. ま え が き

近年のモータリゼーションの発展に伴ない、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一部へと変化してきている。また、購買層の若年化、女性ドライバの増加などユーザ層が広範化しており、その要求も生活や遊びの場面などで様々な要求を満足させ得る多目的傾向へと変化してきている。

それに伴ない、カーオーディオは単なる車の付属品ではなく、生活、遊びの質を向上させる重要なファクタとなり、デザイン、機能、性能、価格などに対するユーザニーズの広がりへの対応が求められている。

このような背景の中で、今回はトヨタ自動車㈱と共同で、若年層、女性層にターゲットを当てた大衆車（新型ターセル、コルサなど）において、多目的化対応のオーディオ開発に取り組んだ。

その開発のねらいは、

1) 若年層、女性層に満足を与えるシステムアッ

プが容易にできること。

2) 組合せシステムの多様化

(a) オーディオ以外のラインアップの充実

(例、パーソナル無線など)

(b) 空きスペースの多目的利用

(例、カップホルダーなど)

である。このねらいを達成させるために、

1) 車両のオーディオ開口部の拡大をトヨタ自動車㈱に実施していただいた。

2) オーディオ開発において、従来は1 DINサイズ（高さ50mm）を基本としていたが、今回、表-1に示すように $\frac{1}{2}$ DINサイズ（高さ25mm）を基本として、システムを構成することにより、上記ねらいの達成を企画した。ただし、この $\frac{1}{2}$ DINサイズにおいても1 DINサイズと同様な操作性、視認性、性能、機能を満足させる必要がある。

今回は、この $\frac{1}{2}$ DINサイズオーディオの中で、システムのメインとなる AM/FM 電子同調ラジオ（以下 ETR）の開発において、特に薄型

表-1 オーディオ関連のユニット一覧

$\frac{1}{2}$ DIN サイズユニット	— AMラジオ	(従来 1 DIN)
	— AM/FM ETR	(//)
	— ボディソニック	(//)
	— 4AMP	(新規)
	— パーソナル無線	(//)
	— カップホルダー	(//)
	— フリーラックコントロール	(//)
1 DIN サイズユニット	— カセットステレオ	
	— AMラジオとカセットの一体機	
	— CDプレーヤ	
	— BOX	
2 DIN サイズユニット	— フリーラックコントロール	
	— ETRとカセットの一体機	

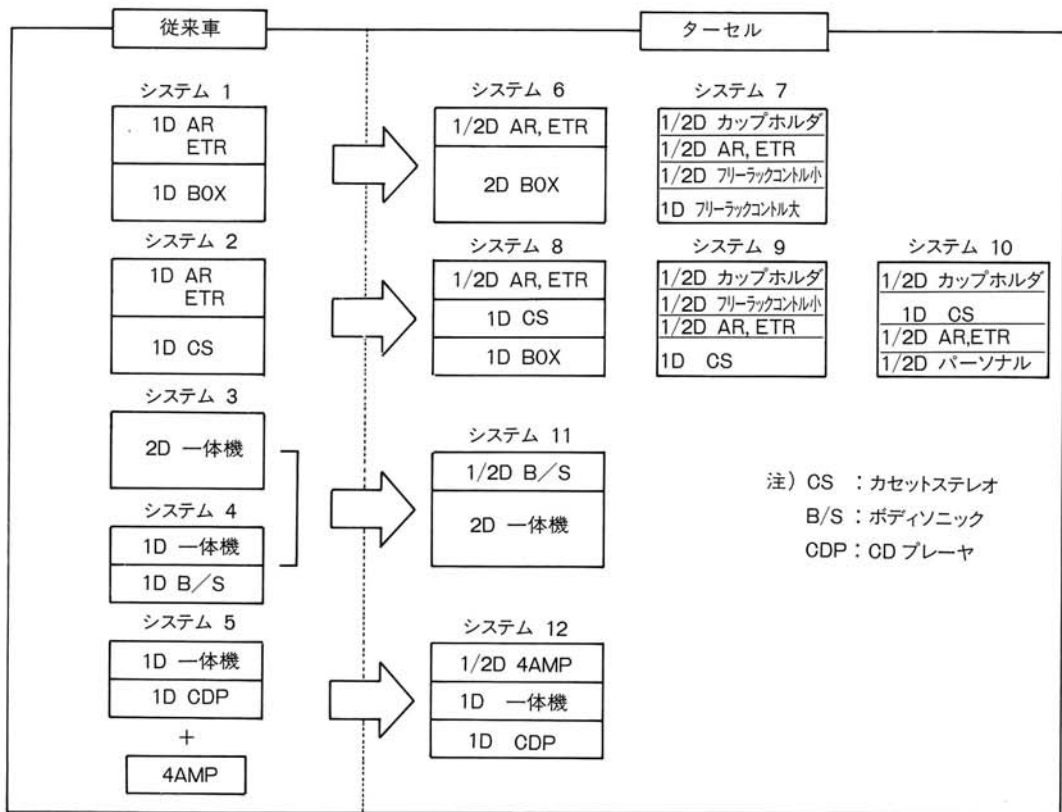


図-1 組合せシステムの比較
 Fig. 1 Comparison of system variation.

化への技術対応にどのように取り組んでいったかを
 中心とした開発成果について以下に報告する。

2. システム概要

2.1 システムの基本構成

本シリーズは、 $\frac{1}{2}$ DINサイズのラジオ（AM 5PB、AM/FM ETR）とパワーアンプ、およびボディソニック用アンプのユニットを基本とするシステム構成である。

図-1に今回開発した各ユニットの組合せシステムを示す。車両のオーディオを装着するための開口寸法は、2.5DINサイズ（高さ125mm）であり、そのスペースを有効に使い、車とオーディオシステムとのバランスを重視した設計をしている。その種々の特徴について次に説明する。

2.2 システムの特徴

1) 組合せシステムの拡大

従来（システム1,2）は、1DINサイズのオートラジオ（以下AR）またはETRと1DINサイズのデッキが主流のシステムであった。今回は、従来の高さ寸法を半減した $\frac{1}{2}$ DINサイズのユニットを基本としたシステム（表-1参照）とし、新規の2.5DINの開口部に対し、従来に比べて大巾な機能、グレードの組合せ拡大を図り、シス



図-2 AE-3140の外観
 Fig. 2 Exterior view of AE-3140.

表-2 重量一覧表

機種	従来品(代表機種)	今回開発品	軽減比: 今回開発品/従来品×100(%)
AM5 PB	AR-1070 540g	AR-1100 540g	100%
AM/FM ETR	AE-3090 1080g	AE-3140 610g	56%
BODY SONIC	UE-107 730g	UE-115 530g	73%
AMP	UM-125 740g	UA-133 600g	81%

テムの充実を図った。

2) フリーラックボックスの大型化

従来、開口部は2DINサイズでフリーラックボックスが1DINサイズであった。今回、開口部が、2.5DINサイズとなりフリーラックボックスが2DIN、1DIN、 $\frac{1}{2}$ DINの3サイズと $\frac{1}{2}$ DINサイズのカップホルダーが設置されたため、ユーザは好みのシステムをより容易に構築することが出来る。

3) 軽量化

ARおよびETR等については $\frac{1}{2}$ DINサイズにするために、様々な技術施策を行ったが、その

一つの成果としてセットの軽量化がある。軽量化はカーメーカの不可欠なテーマであり、今後、益々要求が高まってくると思われる。今回の成果を表-2に示す。

4) 取り付けの簡略化

$\frac{1}{2}$ DINサイズユニットの開発と車両開口寸法の拡大(2.5DIN)により、後付けオプション製品全てがコンソール内に収納される。従って、従来方式で、アンプの取付がシートの下にある場合などに必要であった本体の取付けや、ワイヤハーネスの引回しの作業を省くことが可能となった。

表-3 薄型化における問題点と対応策

薄型化における問題点	対応策
1. 部品形状の制約	1) 小型部品の開発 ・可変抵抗器、LCD、チョークコイル、HICなど
2. 部品実装スペースの確保	1) 基板の二重構造化 ・FM MPX、ノイズブランカ回路のユニット化 2) 部品点数の削減 ・LPF回路のAM・FMの共用化 ・BEEP音発生回路の簡略化 ・電源フィルタ回路の簡略化 ・電源リレーの削除
3. 高密度実装による回路間の干渉(デジタルノイズの混入など)	1) マイコンおよび周辺回路のシールド
4. パワーICの放熱	1) アルミダイキャストの放熱板採用 2) 放熱経路の拡大
5. 操作性、視認性	1) ダブルファンクション化による操作釦の大型化 2) LCDの視野角、照明方法などの改善

3. 具体的構成

以上全体のシステムについてのべてきたが、以降、当システムを中心となる $\frac{1}{2}$ DINサイズETRについてのべる。

3.1 設計上の問題点と対応策

セットを薄型化する上で問題となるのは、部品の高さが制限されることであり、今回、9ミリ角のボリュームや、LCD、チョークコイルなど、従来にない小型部品を開発し対応した。

また部品実装スペースを確保するため、FMノイズブランカ、マルチプレックス回路をユニット化し、メイン基板上に実装し、二重構造をとった。

さらに、回路の簡略化を図り、部品点数の削減

を行った。

一方、以上のような薄型化、高密度実装の手段とは別に、薄型化により発生する二次的な問題の対応が必要となる。

例えば、実装スペースを確保するため、メイン基板上にデジタルとリニアの両回路を実装するとデジタル系ノイズの輻射によりS/Nなどの性能劣化を招く。また、パワーICの放熱板の小型化は、放熱効率を悪化させ、セット内部の温度上昇をもたらし、信頼性を低下させる。このような様々な問題に対し、表-3に示すような対応策により設計を進めた。

3.2 回路構成

本機のブロックダイアグラムを図-3に示す。回

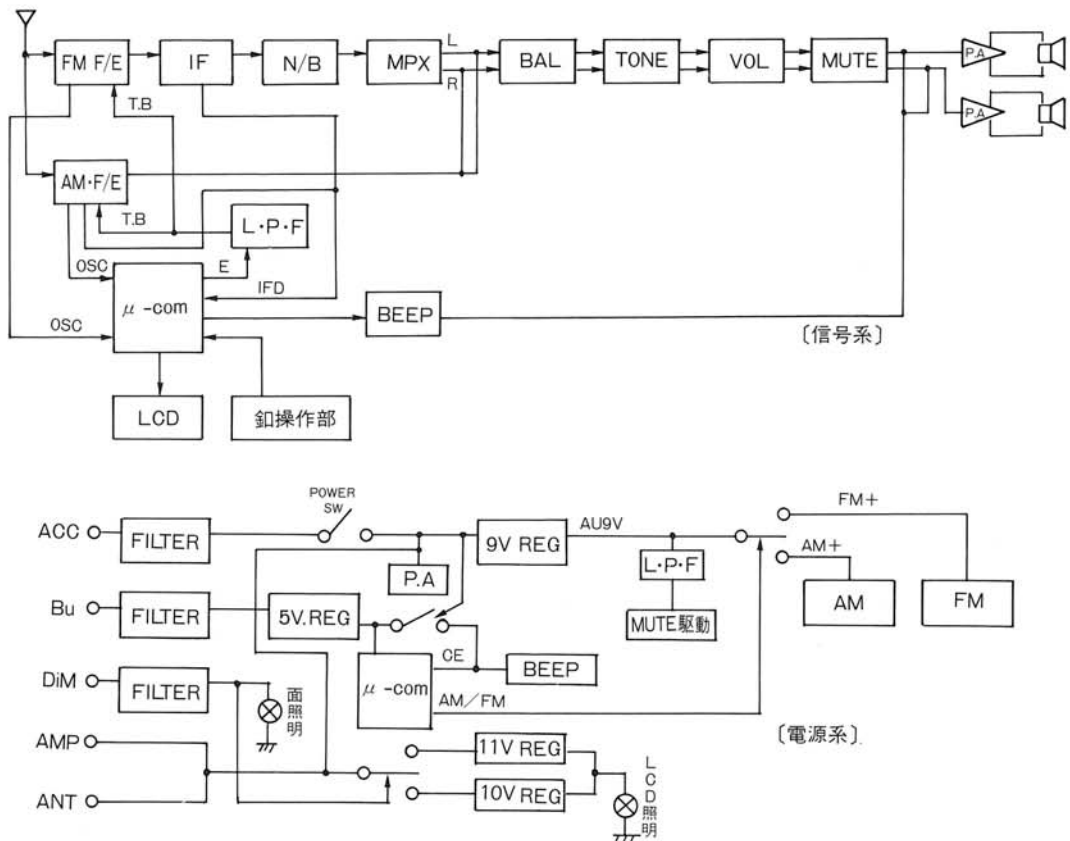


図-3 ブロック図

Fig. 3 Block diagram.

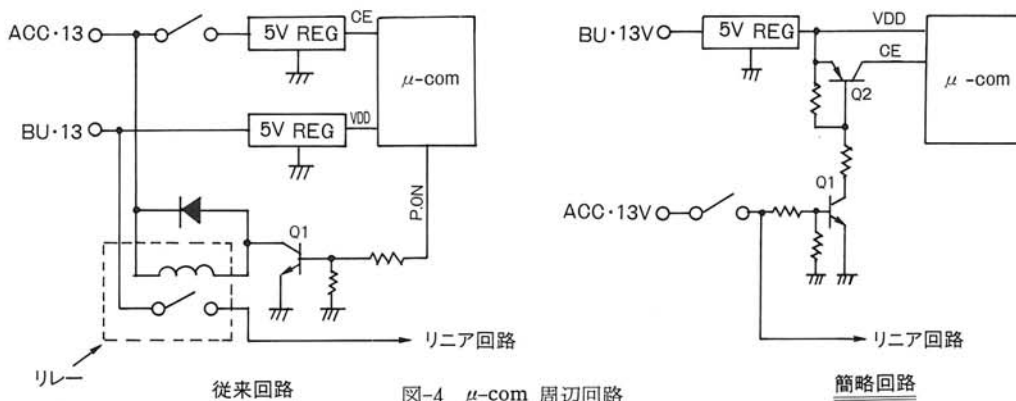


Fig. 4 Circuit for a micro computer.

路は、小型化対応のため、できるだけ周辺部品の少ないICで構成し、スペースの足りない部分はHIC化で対応した。

以下、本機の回路構成にあたり、部品削減を行った例について述べる。

3.2.1 部品削減

1) マイコン周辺回路の簡略化

図-4に示すように従来は、CE専用5Vレギュレータの入力にラジオON/OFFスイッチを介したACC電源を与えて、その出力をCEとして供給していた。

また、マイコン出力であるP.ON信号“H”によりリレーを制御してBuck-up電源を供給していたのを今回、図のように5Vレギュレータとリレーを削除した。

2) BEEP (ガイドトーン) 回路の簡略化

① BEEP音 出力制御

従来はマイコンBEEP端子“L”により、トランジスタ・スイッチング回路を介して、マルチバイブレータ回路の発振を停止させていた。簡略化回路では、マイコンBEEP端子“H”の5Vをマルチバイブレータ回路の電源の一部として使用し、BEEP端子“H”時のみ発振させる方法とした。これにより、従来回路のトランジスタ、スイッチング回路を削除した。図-5にその回路を示す。

② マルチバイブレータ回路電源

マルチバイブレータの電源を、従来のオーディオ系9(V)よりマイコンCE 5(V)+マイコンBEEP端子“H” 5(V)使用に変えた。これによ

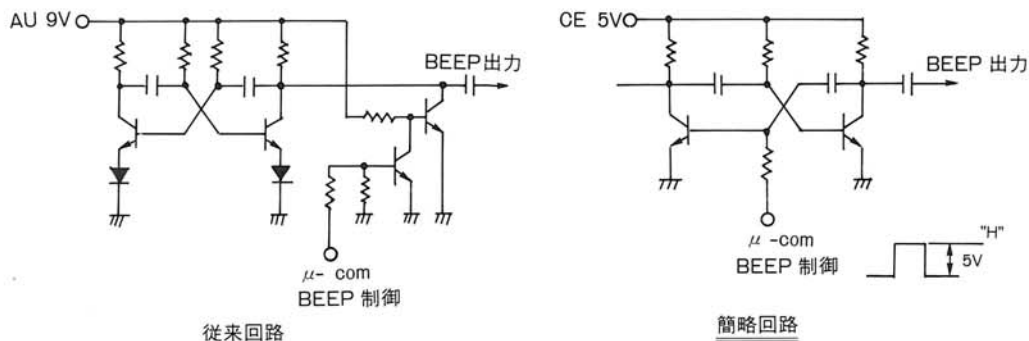


図-5 BEEP 回路

Fig. 5 BEEP circuit.

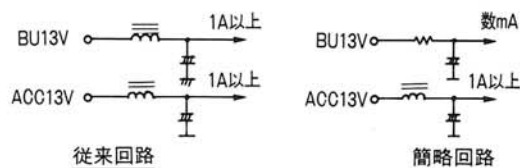


図-6 電源フィルタ回路

Fig. 6 Circuit of a ripple filter.

り、マルチバイブレータ回路のトランジスタ保護用ダイオードを削除することが可能となった。

3) 電源フィルタ回路の簡略化

従来、BUラインとACCラインの消費電流は各々1A以上で、電源フィルタ回路としては、数m～数10(mH)の低周波コイルと、大容量電解コンによるLCフィルタ回路が、各々に必要であ

った。今回は、大電流消費回路にはACCラインより電流を供給し、BUラインからはマイコンV_{DD}、CE及びBeep(マルチバイブレータ)回路のみに供給する事とし、数mAの消費電流に抑えた。これにより、BUラインの電流フィルタ回路はRCフィルタで十分な電源フィルタ特性が得られる様になり、回路の簡略化を可能とした。

図-6その回路を示す。

3.3 AM受信性能

- 1) IF回路に4素子ラダーセラミックフィルタを採用し、1信号選択度 100 dB 以上を確保した。これにより隣接局の妨害を大巾に抑えることができた。図-7にその特性を示す。
- 2) アンテナ入力回路ではピンダイオードの採用および伝達特性の直線性の優れたFETの採用により他のAM、FMあるいはTVの強い局による妨害によって生じる混信や音の抑圧を軽減することができた。(図-8参照)

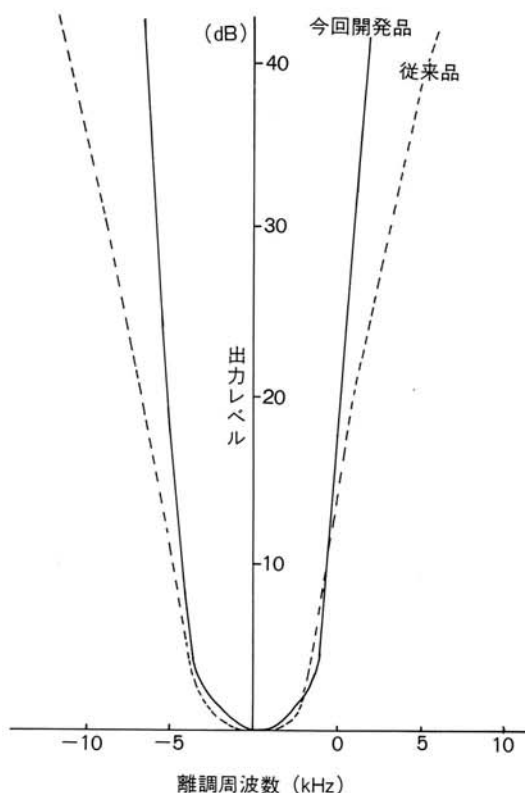


図-7 一信号選択度特性

Fig. 7 Selectivity characteristics.

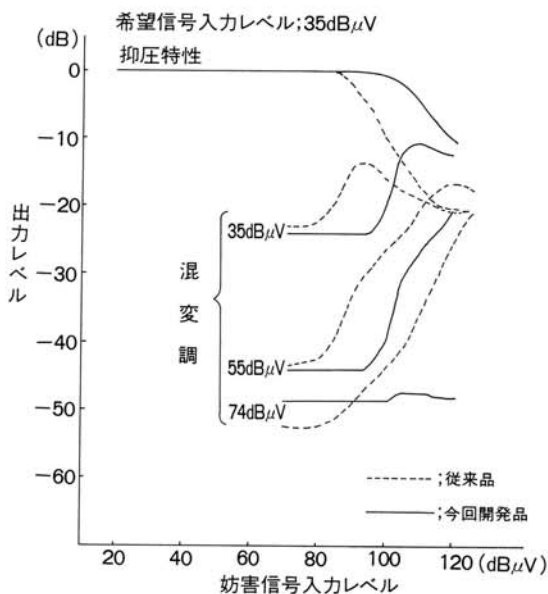


図-8 混変調特性

Fig. 8 Cross modulation characteristics.

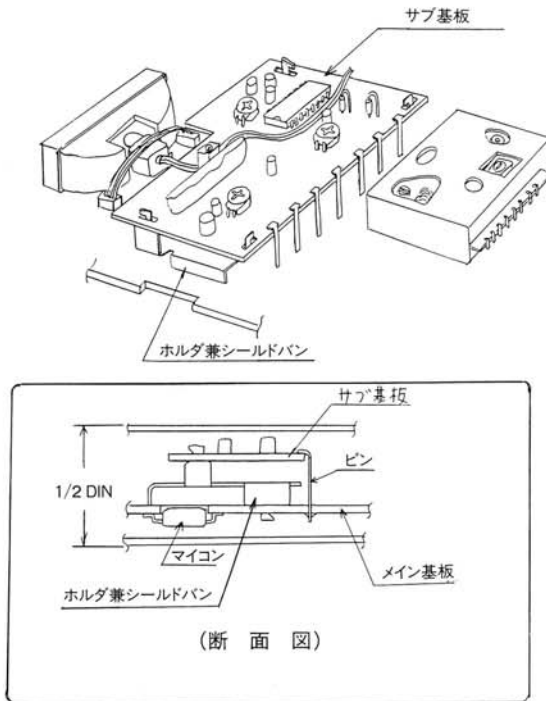


図-9 二重構造図
Fig. 9 Two-stage construction.

3. 4 実装技術

3. 4. 1 二重構造

設計の問題点で前述したように、デジタル部（マイコンおよび周辺回路）はメイン基板上に実装しており、リニア部へデジタルノイズが輻射されるため、図-9に示すように、マイコン上部にシ

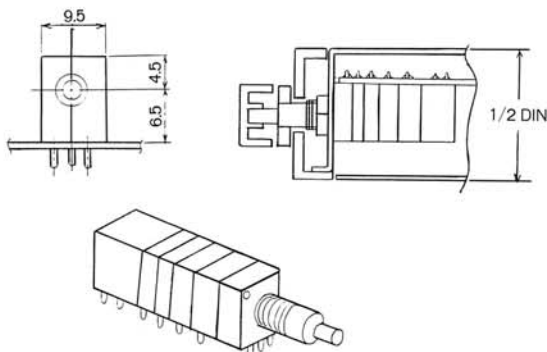


図-10 ボリュームの構造図
Fig. 10 Construction of variable resistor.

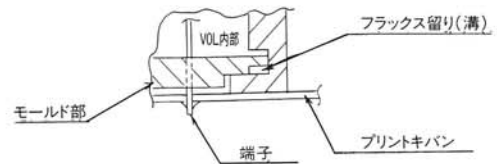


図-11 フラックス留りの構造図
Fig. 11 Construction of flux stop.

ールド板を設けている。また、部品実装スペースを確保するため、リニア回路をユニット化し、このシールド板をホルダとし、二重構造化した。

3. 4. 2 9型ディップ対応ボリュームの開発

1) 開発の必要性

製品の薄型化への対応を図-10に示す。またオートディップ対応による手半田付け工数の削減によりコストダウンを図ることをねらいとした。

2) 技術的対応

ボリューム構造上で耐フラックス性を実現するため、スイッチ構造部を密閉構造とした。具体的対策は次のとおりである。

- ① 図-11に示す通り、フラックス留り（溝）を設け、構造部隙間からフラックス侵入を防止した。
- ② 図-12に示す通り、端子部をアウトサートモールドにする事で、端子固定隙間からのフラックス侵入を防止した。

3) 評価

試作段階より、当社ディップ条件を提示し、実

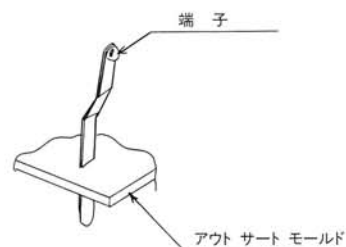


図-12 ボリューム端子の構造図
Fig. 12 Construction of a volume terminal.

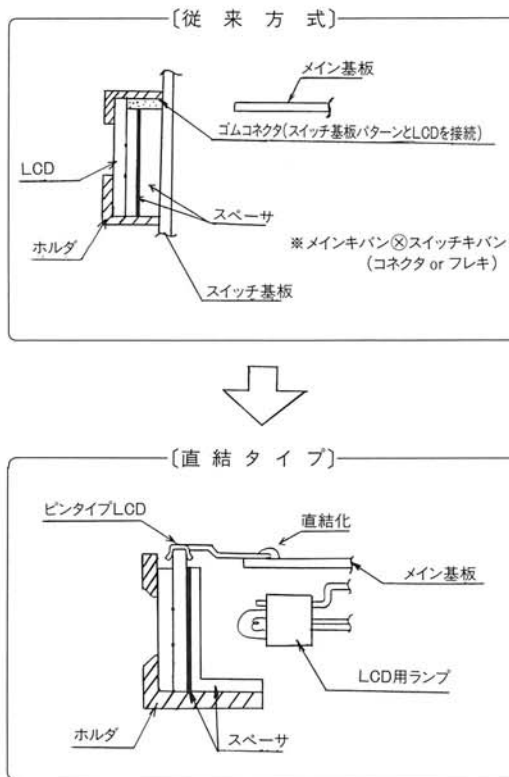


図-13 LCD接続方法の比較
Fig. 13 Comparison of LCD connection.

用評価を実施することによって、早期開発が可能となった。

3. 4. 3 LCDのプリントキバンへの直結化

。LCDの視認性を満足させ、また、接続部の信頼性の向上およびコストダウンをはかる為ピンタイプLCDを採用し基板に直結化した。図-13に従来方式との比較を示す。

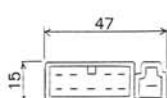
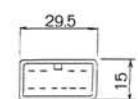
(従 来)	(新 設)
9P, T0D コネクタオス + 1P, 250ファストンコネクタオス	10P, 090ファストン コネクタオス
	

図-14 090 ファストンコネクタ
Fig. 14 090 Fasten connector.

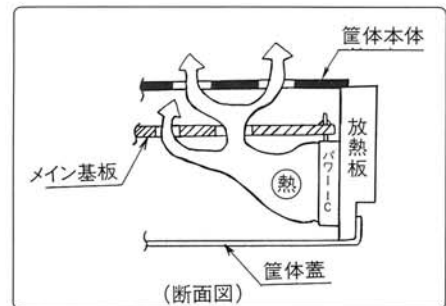
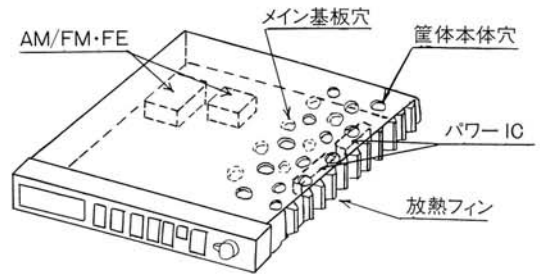


図-15 放 熱 構 造
Fig. 15 Construction of thermal radiation.

3. 4. 4 コネクタの小型化

。小型コネクタ (090ファストン コネクタ) を新設することによって 図-14 に示すように従来品より40%スペースを削減した。

3. 5 放 熱 設 計

$\frac{1}{2}$ D I Nサイズで10W×2の出力に対応できる様な放熱構造とした。

具体的方策は以下の3項である。

- 1) 放熱板に、放熱フィンを設け、放熱面積を確保した。
- 2) 内部温度上昇を解決する為、筐体本体上面および後面、メイン基板に放熱用穴を設けた。
- 3) パワー IC (熱源) より、AM/FMフロントエンドを遠ざけ温度特性を向上させた。

図-15に構造および原理、図-16に温度上昇試験結果を示す。

3. 6 操作性、視認性

$\frac{1}{2}$ D I NサイズのETRで、従来品以上の操作性、視認性を確保するため、新技術を取り入れ、

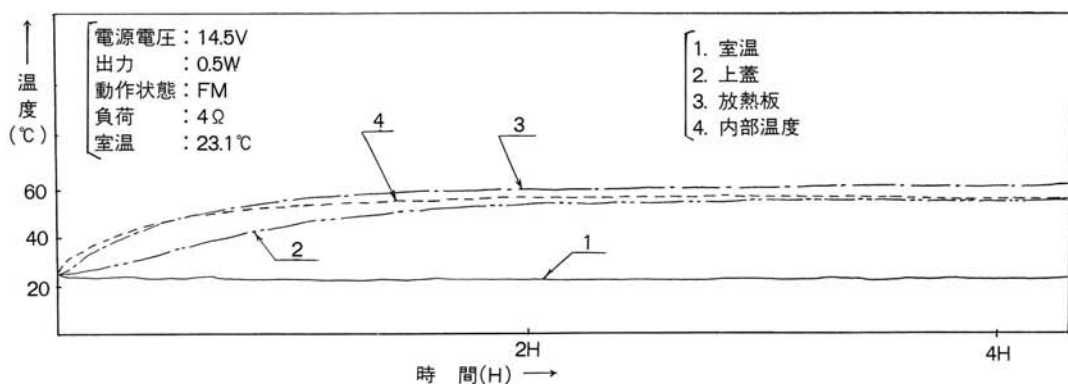


図-16 温度上昇試験結果

Fig. 16 Results of temperature increase test.

理想的な前面レイアウトとした。

まず、TONE、BALANCE、VOLUME、POWER-SWITCHを、1軸に集約し、2個のツマミによって操作できる様にした。

また、釦類の機能複合化によりメモリ釦、SEEK釦を削除し、プリセット釦、TUNE釦の大型化が可能となり、運転中の操作を容易にするとともに、各釦の中に各機能を表示し透過照明により夜間の操作性をも向上させた。

さらに、LCD表示部は、車両取付時における表示文字の視野角を、上下45°左右45°の範囲で100%確保できる様にし、従来品以上に視認性が向上

している。図-17に $\frac{1}{2}$ DINサイズETR操作部を示す。

4. 製品諸元

表-4に本機の製品諸元を示す。

5. あとがき

以上、 $\frac{1}{2}$ DINオーディオシステムの設計思想と、そのメインとなる $\frac{1}{2}$ DINサイズETRの具体的設計手法について述べてきた。これらの製品が、当初我々がねらいとしていたユーザーズの多様化にマッチしたものとなっているか、操作性、

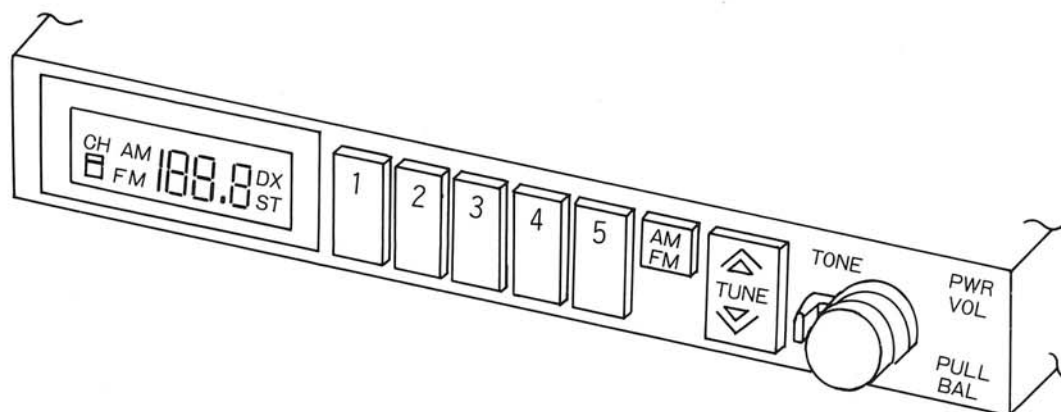


図-17 前面操作部の外観

Fig. 17 Exterior view of a front pannel.

視認性についてのデメリットを克服しているか、今後ユーザの評価に注目したい。そして、今回得られた小型化の設計技術、ノウハウを他機種へ展開して、 $\frac{1}{2}$ D I Nサイズカセットの開発によるユニットの多様化など市場ニーズにあったシステム、製品づくりに努力していきたい。

最後に、本オーディオシステムの開発に当り、ご協力をいただいたトヨタ自動車㈱関係各位に、紙面を借りて厚く御礼を申し上げる。

表-4 製品諸元

項 目	内 容	
	F M バ ン ド	A M バ ン ド
受信周波数範囲	76.0~90.0 MHz	522~1629 kHz
実 用 感 度	18 dB μ V以下	34 dB μ V以下
電 気 的 忠 実 度	100 Hz; 0 $\pm$ 3 dB 4kHz; -10 $\pm$ 5 dB	100 Hz; 0 $\pm$ 3 dB 4kHz; -13 $\pm$ 5 dB
自 動 同 調 動作 感 度	D; 24 $\pm$ 8 dB μ V L; D+25 $\pm$ 5 dB μ V	D; 30 $\pm$ 4 dB μ V L; D+25 $\pm$ 5 dB μ V
C/N 比	30 $\pm$ 5 dB	—
MPXステレオ感度	26 dB μ V以下	—
最大出力	10 WATT $\times$ 2 ch	
消費電流	1.1A (出力 0.5 WATT $\times$ 2 ch)	
照 明	面照明; 車両ディマースイッチ連動 表示部; 車両ディマースイッチONで減光	
外形寸法	180(W) $\times$ 25(H) $\times$ 140(D)mm	
重 量	610g	