

トヨタオリジナルカセットステレオシリーズ

Toyota Original Cassette Player Series

原 義 勝 ⁽¹⁾	藤 原 博 之 ⁽²⁾	立 花 健 司 ⁽³⁾
Yoshikatsu Hara	Hiroyuki Fujiwara	Kenji Tachibana
阪 田 伸 幸 ⁽⁴⁾	緒 方 俊 彦 ⁽⁵⁾	川 寄 宏 ⁽⁶⁾
Nobuyuki Sakata	Toshihiko Ogata	Hiroshi Kawasaki

要 旨

1989年5月に発売されたトヨタオリジナルカセットステレオシリーズは、トヨタ車各車種にフィットするように設計され、カセットステレオ5機種、電子チューナ付カセットステレオ2機種、計7機種からなるシリーズである。

本シリーズの特徴は、徹底的な共通化設計であり、7機種を3母体にて作成、きょう体は全機種共通とした。

また最近のユーザニーズに合わせ、高級化多機能化を図り、プログラマブル・アコースティックフレーバ等の新機能も追加した。さらに、本シリーズはディーラ・オプションのため、あらゆる車種、他社製品との組み合わせ等、システムに関する評価が重要であり、実車による十分な評価および、他社製品とのクロスチェックにより、短時間に問題点の抽出と解決を図った。(実車についてはトヨタ自動車(株)殿からも借用させていただいた。)

以上本シリーズの効率的開発の成果について報告する。

TOYOTA original cassette stereo player series released in May, 1989 is designed exclusively for use on all TOYOTA car models, which includes 5 cassette stereo players and 2 cassette stereo players with electronic tuner.

The feature of this series is that 7 types are composed of 3 base units and the chassis is common to all types by completely standardized design.

These types satisfy recent diversified market needs for higher grade and more functional design, also adding programmable acoustic flavor to these types as a new function. Furthermore, since the car dealers install these types optionally, the evaluation on the system is important, including combination with all types of car models and other competitors' products.

Consequently, we have solved all relevant problems in a short time by sufficient evaluation with an actual car and close check upon other competitors' products. (The actual car was borrowed from Toyota Motor Corporation.)

This paper reports the results of efficient development of this series.

(1)~(6) 第一オーディオ本部技術部

1. はじめに

1989年に千葉幕張メッセで開催された第28回モーターショーの爆発的な観客の動員に見られるように、近年のモータリゼーションの発展はめまぐるしく、現在の社会において自動車はもはや生活に不可欠なものとなり、本来の目的である移動するための居住空間からユーザ自身が乗ることでの楽しさを演出できるプライベートな空間へと変化してきている。

また、ユーザ年令の広域化および女性ドライバの増加に伴い、そのニーズにおいても多種多様なものへと変化してきている。

このような背景の中で、カーオーディオは単なる自動車の付属部品を脱し、ユーザに対する重要な自動車のセールスポイントであり、ますます高級化、多様化するユーザニーズへの対応が求められている。

そこで今回はトヨタ自動車㈱と共同で、ユーザニーズの高級化、多様化にターゲットを当てたトヨタオリジナルカセットステレオシリーズの開発に取り組んだ。

以下に今回開発した本シリーズの開発のねらいおよびそれに採用した新技術・新機能について紹介する。

2. 開発のねらい

当社が1986年に発売したトヨタ汎用ステレオシリーズは、各車両に対し、オーディオの容易なシステムアップと組み合わせシステムの多様化を実現するための豊富なバリエーションによって市場で好評を得ている。

これに引き継ぎ1989年5月に発売されたカロラのモデルチェンジに合わせて、前シリーズの利

点を生かした、カセットステレオ5機種、電子チューナ付カセットステレオ2機種からなるトヨタオリジナルカセットステレオシリーズの開発を行った。

本シリーズは、以下3点を基本的なねらいとした。

- ① 全機種に対し、標準装着ラジオとの意匠統一（トータルック）を行い、車室内での外観上の調和を図った。
- ② きょう体・プリント基板・前面パネル部等に共通部品を多用し共通化設計を行った。
- ③ プログラマブル・アコースティックフレーバ等の新機能を搭載し、ユーザにとって遊びのうれしさを追求した。

これらを実現するための設計手段と成果について、以下に詳述する。

3. 開発の基本構想

3. 1 共通化設計

本シリーズの開発は、アンプ付（VOLUME付）カセットステレオ3機種、アンプ無（VOLUME無）カセットステレオ2機種、電子チューナ付カセットステレオ2機種、計7機種の同時開発であり、設計効率を上げるため、徹底的に共通化を図った。以下にその手法を述べる。

3. 2 意匠部の共通化

本シリーズの全意匠を図1に示す。この7機種を横並びに見ると、まず、アンプ付（VOLUME付）カセットステレオ3機種（A, B, C）、アンプ無（VOLUME無）カセットステレオ2機種（D, E）、電子チューナ付カセットステレオ2機種（F, G）の3タイプに大別できる。従って前面パネルは上記3種にまとめることができる。ここで特に工夫した点は、カセットステレオの中で

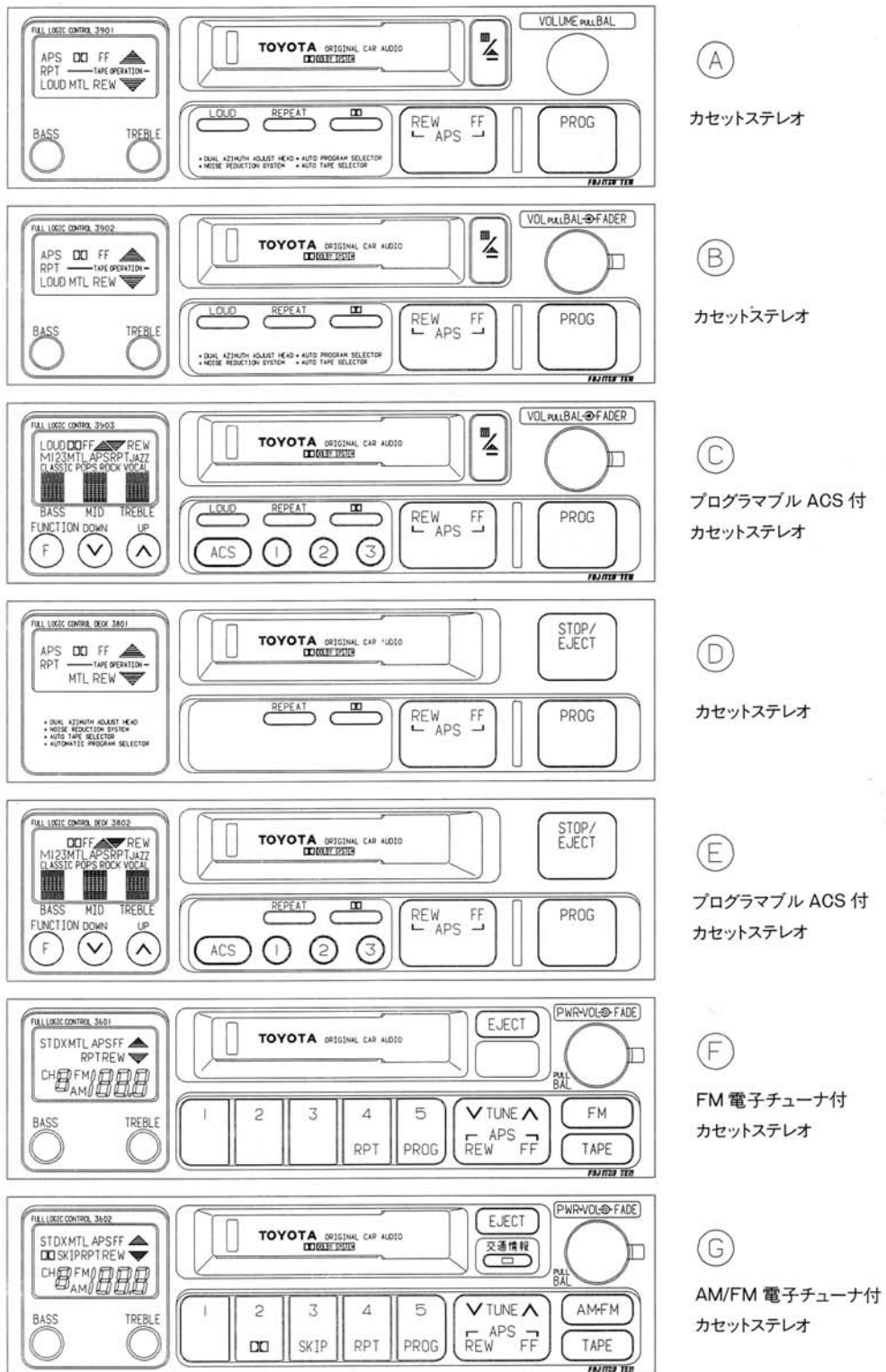


図-1 シリーズ全意匠図

Fig. 1 Series designs

プログラマブル・アコースティックフレーバの付いたセットと無いセットの共通化である。一見すると、LCD表示部の大きさも、LCD表示部下の操作釦の仕様も異なり、釦の仕様についてもプログラマブル・アコースティックフレーバ付は、プッシュ釦3ヶ、BASS/TREBLE付は回転ツマミ2ヶであり、釦、ツマミと前面パネル本体との間に必要なクリアランスも異なる。これらを共通化するため、以下の工夫をした。

3. 2. 1 LCD窓部大きさ違いの共通化

前面パネルの開口寸法は、表示部の大きい方を基準寸法とし、ポリカシートの透明部印刷範囲を変更するのみで見かけ上の開口部寸法を変えることが可能となった。

3. 2. 2 BASS/TREBLE 2 ツマミ部と FUNCTION, UP, DOWN 3 釦部の共通化

前面パネルには基準穴3ヶを開け、BASS/TREBLE 2 ツマミの場合は両端の2ヶの穴を使用し、ツマミの径はクリアランスが必要なため多少小さくし、更に不要な真中の穴は、ポリカシートにてかくしてしまう。また、FUNCTION, UP, DOWN 3 釦の場合には3ヶの穴を全て使用し、釦寸法は前面パネルの基準穴径に対し、最小クリアランスを取った寸法とした。

3. 2. 3 中央部操作釦、ACS, 1, 2, 3 有無及び交通情報釦有無の場合の共通化

前面パネル本体の形状は、全ての穴を開けておき、ポリカシートにて不要な穴をかくす構造とした。

以上を図で示すと図2～図4の様になり、従って前面パネル本体は、7機種デザインのに対し、金型3種で対応した。

3. 3 ボディ構造の共通化

3. 3. 1 きょう体本体部の共通化

きょう体は基本的に全機種共通化を図った。但し、前板（まえた）部分は、カセットステレオと電子チューナ付カセットステレオでVOLUMEツマミの位置が異なるため2機種設定した。また、VOLUME無のカセットステレオは、VOLUME付カセットステレオの前板をそのまま流用した。従ってきょう体は、本体部は全て共通で、前板のみ2種類をスポットで打ち分けて対応したため、2品種で全機種対応できた。

3. 3. 2 放熱板の共通化

アンプ付（VOLUME付）カセットステレオと電子チューナ付カセットステレオで、コネクタ仕様、アンテナジャックの有無が異なるため、2種類に分けて統一した。また、アンプ無（VOLUME無）カセットステレオは、放熱板が不要である。

3. 3. 3 きょう体上蓋部の共通化

これは、きょう体本体部を共通化したため、全機種同一品にて対応した。

3. 3. 4 きょう体下蓋部の共通化

これは、基本構造は全て共通であるが、放熱板形状2タイプ、および放熱板無しタイプの計3品種に分かれた。ここで特に工夫した点は、放熱板が無い時、きょう体本体後面の下部の形状が大きく開いてしまうので、これをきょう体下蓋でカバーするという方法で対応した為、きょう体本体が共通化できた点である。

3. 3. 5 デッキホルダの共通化

これは、デッキの位置を全機種統一し、きょう体本体を共通化したため、全機種同一品にて対応した。

以上の関係を図で表すと図5のようになる。

VOLUME付(アンプ付)カセットステレオ

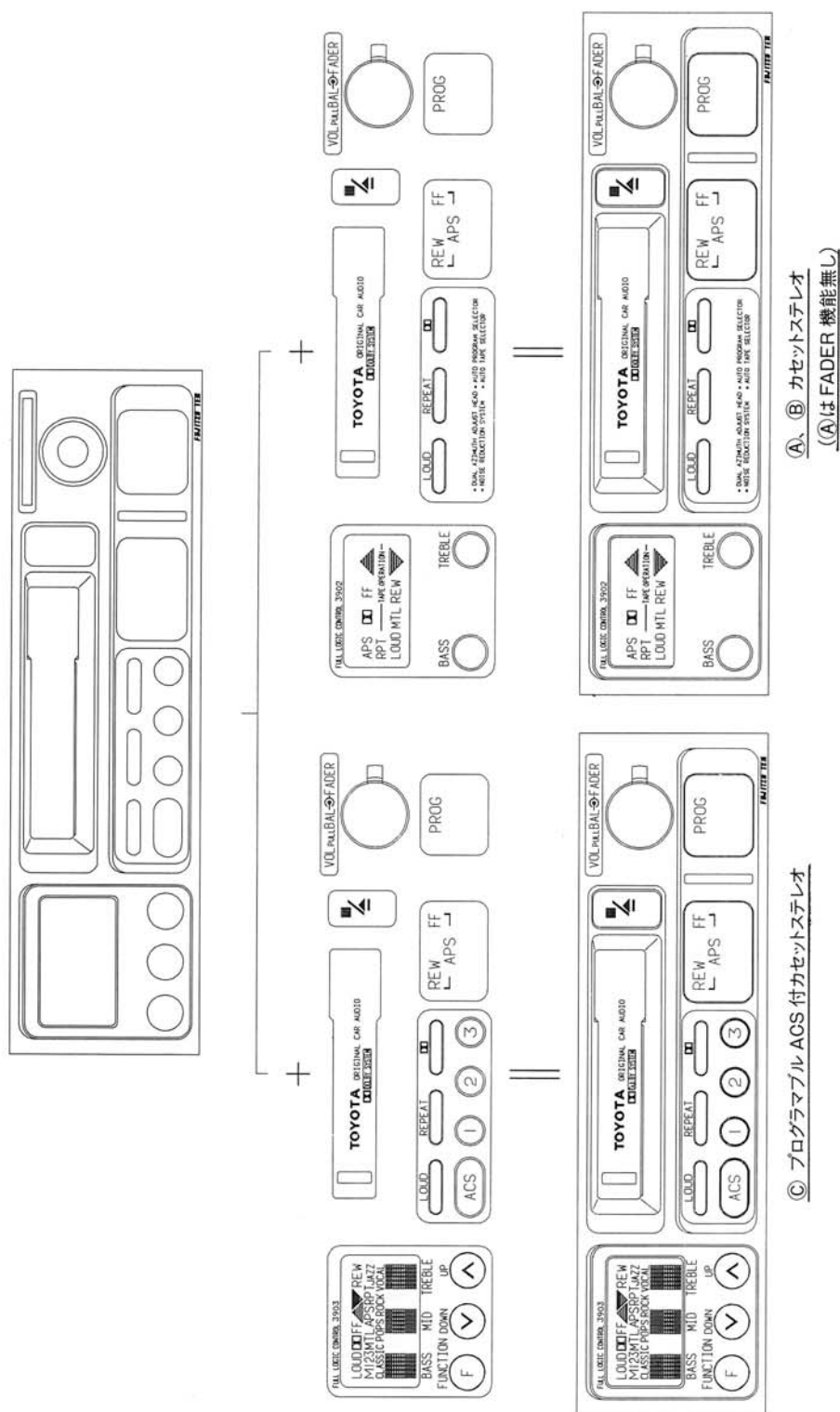


図-2 VOLUME付(アンプ付)カセットステレオ

Fig. 2 Cassette stereo player with amplifier

VOLUME無 (アンプ無) カセットステレオ

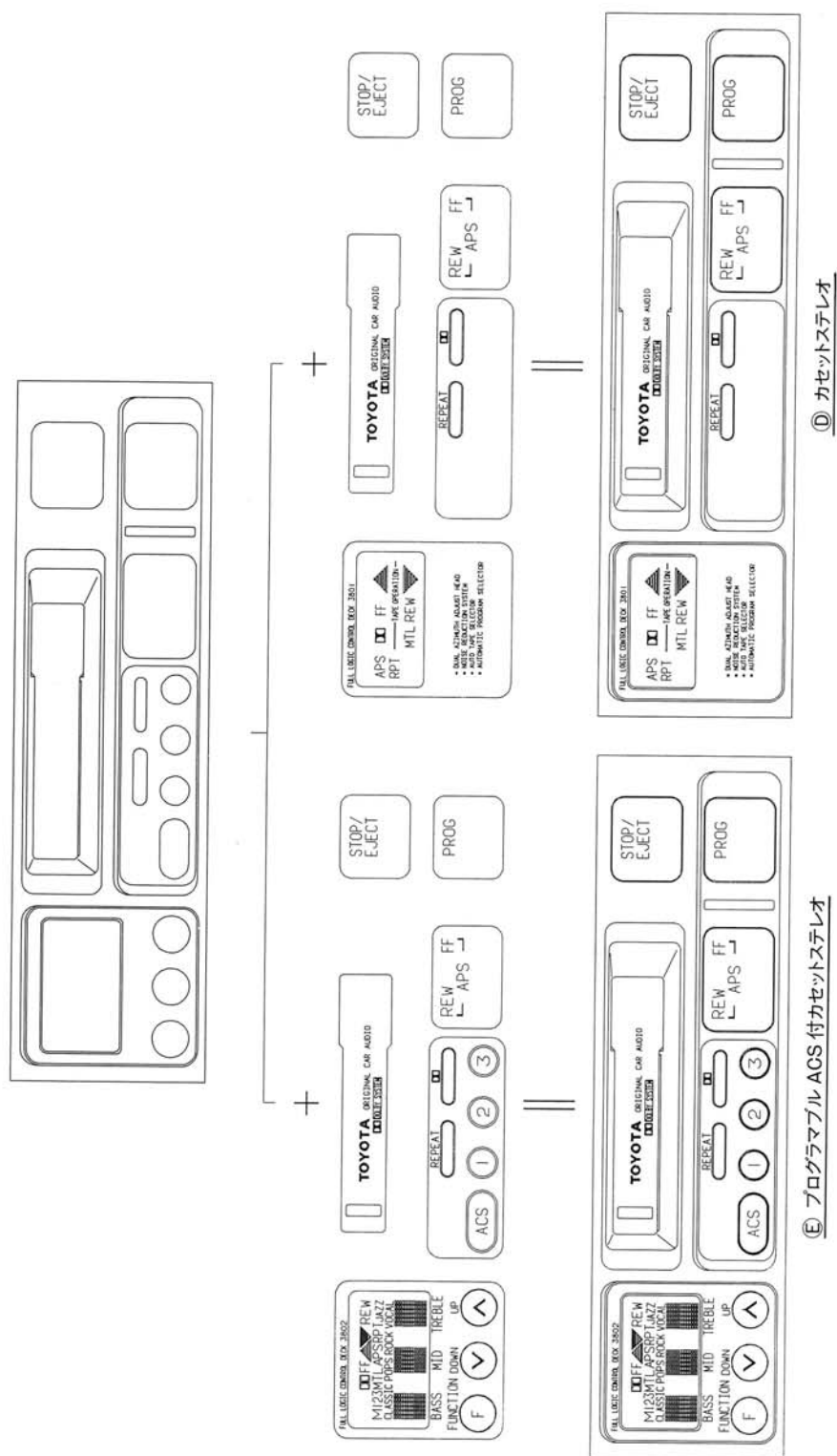


図-3 VOLUME無 (アンプ無) カセットステレオ
Fig. 3 Cassette stereo player with no amplifier

電子チューナ付カセットステレオ

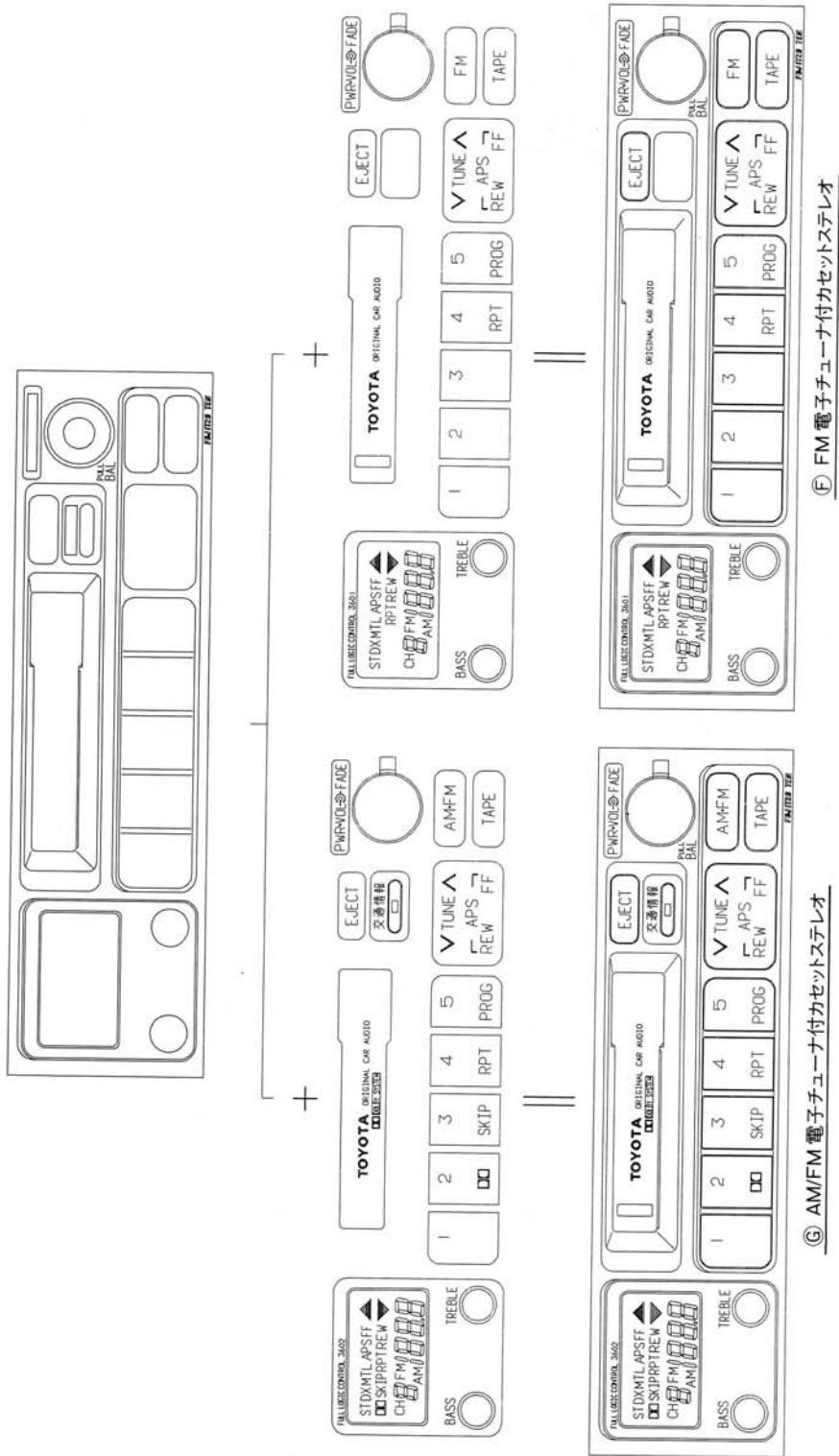


図-4 電子チューナ付カセットステレオ

Fig. 4 Cassette stereo player with electronic tuner

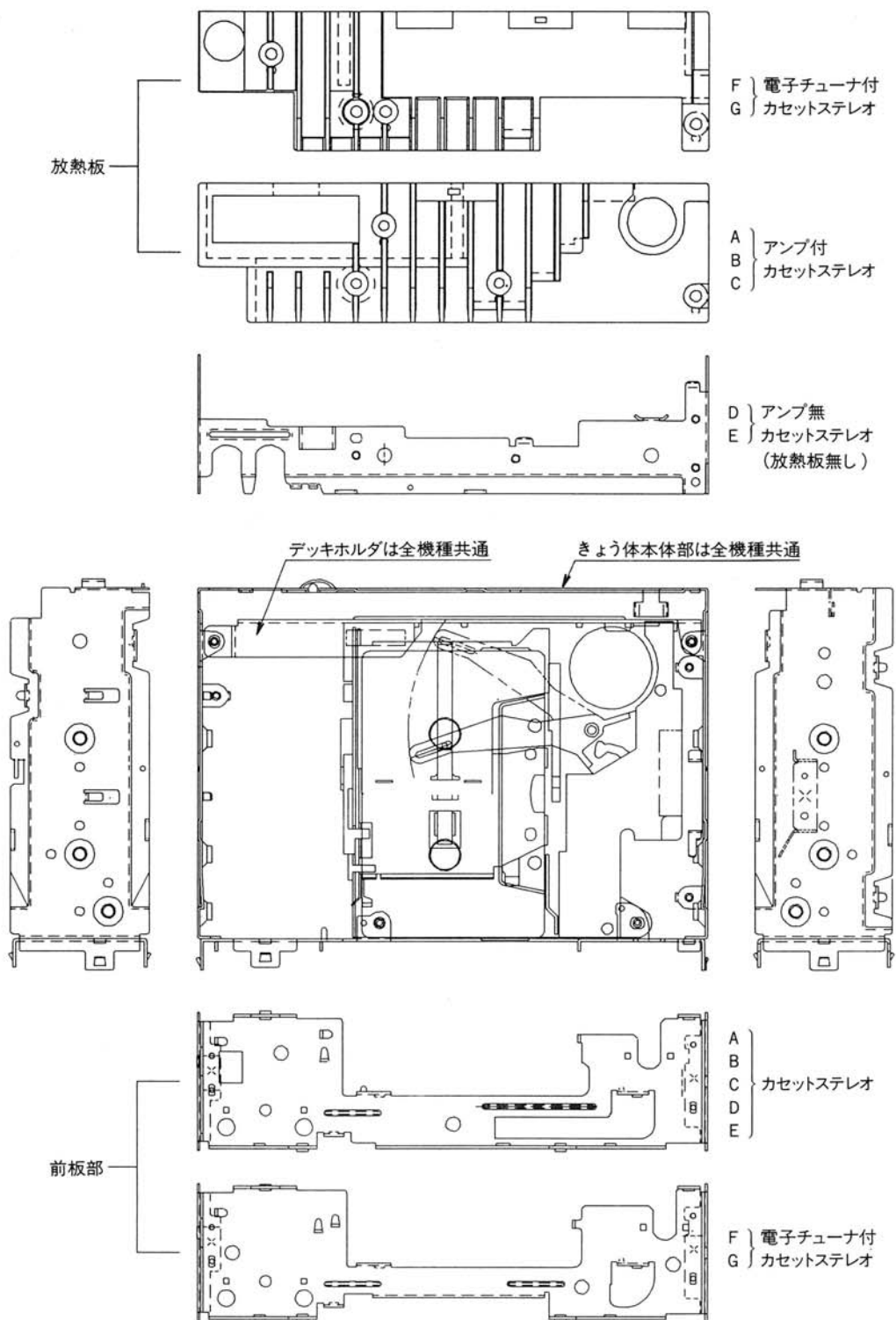


図-5 きょう体構造

Fig. 5 Chassis structure

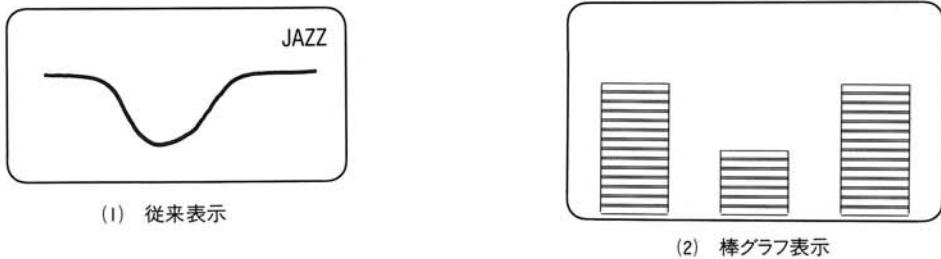


図-6 BASS-TRE変化量の表示

Fig.6 Display of Bass-Treble variable

4. 新機能・新技術

4. 1 プログラマブル・アコースティックフレーバ

従来のアコースティックフレーバ（ACS）は JAZZ, ROCK, POPs, CLASSIC, VOCAL の 5 種類の設定された周波数特性（f 特）を選択できるが、ACS 動作時に BASS/TRE が使用不可能になってしまう。

今回のプログラマブル ACS は、BASS/TRE/MID を（FUNCTION/UP/DOWN）3 つの釦で変化させることができ、ACS 釦で従来の設定された 5 種類の f 特も選択できる。ACS 選択後、例えば JAZZ モードにした後従来なら f 特を変化させることは出来なかったが、本プログラマブル ACS は（FUNCTION/UP/DOWN）3 つの釦で微調整が可能である。

さらに従来よりの追加機能として、ユーザ個々の好みに応じた f 特を 3 種類記憶させることが可能になった。操作は非常に簡単で（FUNCTION/UP/DOWN）3 つの釦で好みの f 特を選び（①/②/③）釦を 3 秒以上押すだけでメモリできる。以後（①/②/③）釦を再度押せば（3 秒以内）、ユーザのメモリさせた f 特が呼び出される。

表示関係（LCD）においても改善がなされている。従来、BASS/TRE を変化させた場合 LCD に何も表示しなかった。そのため、現時点でど

れくらい BASS/TRE が変化しているかわからなかった。今回のプログラマブル ACS に使用した LCD は、図 6（2）のように BASS/TRE/MID がそれぞれ一つ棒グラフ状に変化量を示すようにし、一目で現時点の f 特変化量を認識出来るようにした。

また、（FUNCTION/UP/DOWN）釦およびメモリ釦を押した時（メモリ釦は 3 秒間）、BEEP 音を発生させることにより操作性も改善した。

以上のことをまとめたものが表 1 である。

4. 2 FF/REW・APS ダブルファンクション化

本シリーズは図 7 の様に FF/REW と APS の機能を 1 つの釦で制御することにより、釦の多機能化と釦数の削減を行っている。釦を多機能化し

表-1

機 能	従 来 の アコースティック フ レ ー バ	本プログラマブル アコースティック フ レ ー バ
5 種のメーカ 設定 f 特(ACS) の 選 択	可 能	可 能
ACS 動作時 の f 特 調 整	不 可	可 能
BASS, TRE, (MID) 変化量 の 目 視	不 可 〔ただし、ACS 5 種は図 6 (1) のよう に大まかに表示〕	可 能 (図 6 (2))
好みの f 特を 記 憶 さ せる	不 可	可 能 (3 パターン)



図-7 REW, FF, APSの釦
Fig.7 Button of REW, FF, APS,

て起こりうる問題点として、操作性が挙げられる。多機能であるがために、機能の選択の方法がわからず、使いづらくなつては非常に問題である。

本シリーズでは、FFと1曲APS (FF) およびREWと1曲APS (REW) の釦をそれぞれ1つにまとめた。釦を押している時間が3秒以内なら1曲APS機能が働き、3秒以上ならFF・REW機能が働く。釦を押してから3秒後にBEEP音が鳴り、LCDにFF・REWを表示することにより、ユーザにFF・REW機能が働いたことを知らせる。このビープ音およびLCD表示によって2つの機能の差別化をはかり操作性を悪化させないようにした。

4.3 フレキシブルコネクタの採用

最近の傾向として、ボタンフィーリングを重視するため、パネル基板を前面パネル側に固定する

ことが多い。その場合、パネル基板とメイン基板の接続方法が問題である。メイン基板はきょう体本体に固定されている。また、パネル基板は前面パネルに固定されている。そして前面パネルをきょう体に嵌合させてパネル基板とメイン基板の接続をするわけであるが、この場合、各部品の組付、バラツキ要素が多いため、コネクタ同士での接続は危険である。従って他の方法として、コードで接続する方法、フレキシブル基板にて接続する方法が使われているが、接続工数およびコストがかかる。

上記代替案として、本シリーズでは図8に示す様なフレキシブルコネクタを新規採用した。基本構造としては、メイン基板上にメスコネクタ、パネル基板上にオスコネクタがハンダ付されている。メスコネクタは、ボディ部とヘッド部に分割されており、これが可動アームにて電氣的、機械的に接続されている。この可動アームによりヘッド部は上下左右に自由度があり、可動することができる。この自由度が基板同志の組付誤差を吸収し、コネクタにムリな力が加わらないため、セットの信頼性が向上し、かつ、組付が簡単な構造とすることができた。

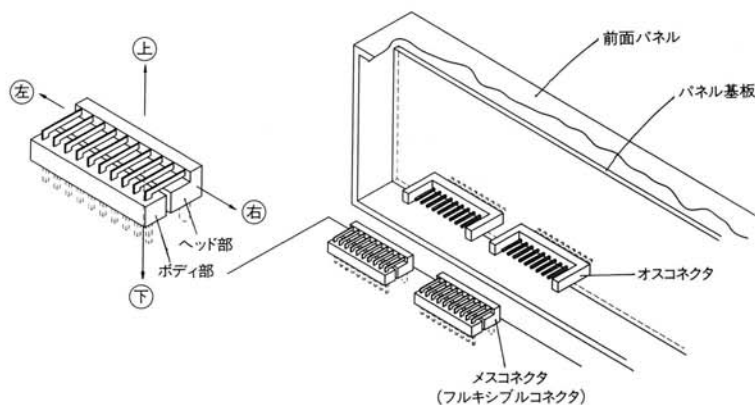


図-8 フレキシブルコネクタ構造図
Fig.8 Structure of flexible connector

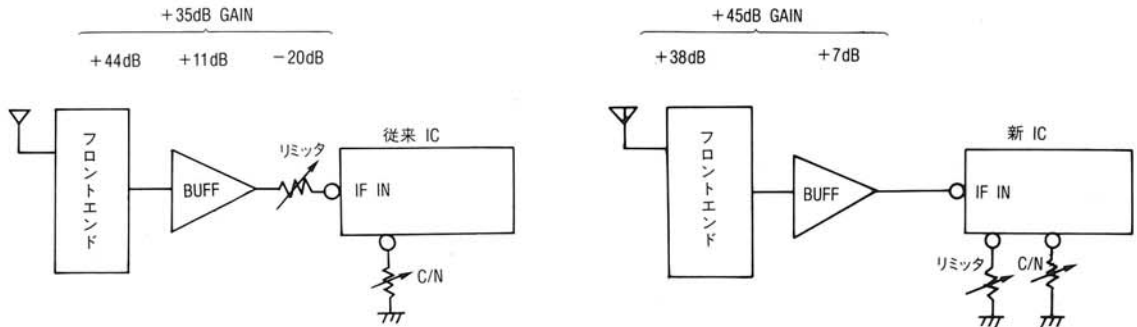


図-9 ミューティング回路の改善

Fig. 9 Muting circuit

4. 4 FM受信性能の改善

本シリーズにおいて、電子チューナ付カセットステレオには、当社初のIF・ノイズキャンセラ・マルチプレックスのワンチップICを搭載した。

以下、新ICの特徴を従来IC（トヨタ89'ラインアップ）と比較し、説明する。

①ミューティング回路のダイナミックレンジ改善による、弱電界時のS/N向上。

図9に示すように従来ICでは、内部ミューティング回路の可変範囲が狭いため、IC入力レベルをS/Nの悪化するレベル（約35dB）まで減衰させなければならない。それに対し新ICは、ミューティング回路を改良することにより45dB以上入力することが出来る。そのため、図10に示すように弱電界時のS/Nを比較すると約10dB改善することができた。

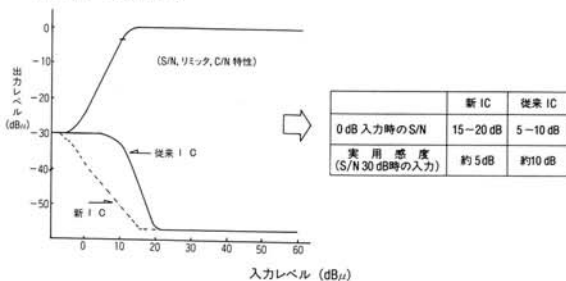


図-10 S/N の改善 (弱電界)

Fig. 10 S/N (weak electric field)

②差動ピーク検波方式によるマルチパスノイズの軽減。

一般にマルチパスノイズ時は下記歪みがアンテナ端にて合成され、FMチューナに入力される。

$\Delta\phi(t)$ 位相変調歪

$\Delta A(t)$ 振幅変調歪

またこれらの歪は一般に下記の関係にある。

$\Delta\phi(t) \propto \Delta A(t)$

一方FM検波器は基本的に下式の間係を持っている。

$$V_o \propto \phi(t) - A(t) \begin{cases} V_o \cdots \cdots \text{検波出力} \\ \phi(t) \cdots \cdots \text{位相変調成分} \\ A(t) \cdots \cdots \text{振幅変調成分} \end{cases}$$

さらに検波器による差を比べると、各FM検波器の性質上、次の3者のうち差動ピーク検波が最も振幅変調成分を検波しやすく、順位は次の通りである。

$DA(t) > CA(t) > PA(t)$

$DA(t)$ 振幅変調成分を差動ピーク検波した出力 (新 IC)
 $CA(t)$ 振幅変調成分をクォドラチャ検波した出力 (従来 IC)
 $PA(t)$ 振幅変調成分をPLL検波した出力

これは各検波器を用いてFMチューナを構成した場合、検波器に完全にリミットされたIF信号の入らない中～弱電界での振幅変調抑圧比に、その傾向を見ることができる。従ってマルチパス発生時にFMチューナの検波器は、少なからずマルチパス歪とキャンセルするように動作している。

差動ピーク検波が他方式に比べて有利な理由は、最も振幅変調成分を検波しやすいからである。

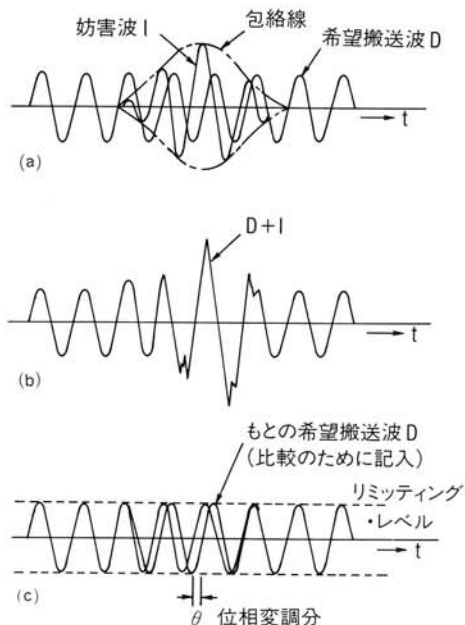
マルチパス発生時の検波出力

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{差動ピーク検波} \quad \propto \Delta \phi(t) - \Delta A(t) \approx 0 \\ \text{クオドラチャ検波} \quad \propto \Delta \phi(t) - \Delta A(t) \approx \Delta \phi(t) \\ \text{PLL検波} \quad \propto \Delta \phi(t) - \Delta A(t) = \Delta \phi(t) \end{array} \right.$$

③実装密度の向上

従来のラインアップに比べ、部品点数25%減、ICのリフロー化、チップ部品の両面実装化により、実装面積が約 $\frac{1}{2}$ になった。

以上のように、新IC搭載により、中～弱電界時の受信性能の向上・高密度実装化を実現できた。



D+Iをリミットにかけたあとの波形

図-11 妨害波による位相変調

Fig. 11 Phase modulation by noise

5. システム評価

本シリーズはディーラオプションとして設定されるため、あらゆる車種に装着される。また他社製品とも組み合わせられるため、相互のクロスチェックの実施も重要である。そこで効率的に評価を行うため、以下の様なシステム評価を実施した。

5. 1 実車検討

設定車種に対し、トヨタ自動車(株)より車両の借用および社有車にて短期集中的に取付、雑音評価を行い問題点の抽出と解決を図った。

5-2 クロスチェック

自社製品と他社製品の設定機種全てに対し、評価の漏れを防止し、効率的な評価を行ない問題点の抽出と解決を図った。

6. む す び

以上、今回開発したトヨタオリジナルカセットステレオシリーズのねらいと設計概要について述べた。

本シリーズの開発に当たっては、徹底的な共通化設計、標準装着ラジオと一体化したデザイン(トヨタルック)、プログラマブル・アコースティックフレーバ等の新機能対応など多くの課題があり悪戦苦闘したが、最終的には満足できる結果が得られた。しかし今後とも市場要求品質、性能の高度化とともに、より以上の短期間開発、低コスト化が要求されるのは必須であり、本シリーズにて培ったノウハウをベースにして次期モデルへステップアップを計りたい。

なお、本シリーズの開発に当り、ご協力とご指導を賜った関係各位に深く感謝の意を表します。