

トヨタ汎用オーディオシステム

TOYOTA '94 Model Year Audio Line Up

貴伝名忠司 *Tadashi Kiden*
 大年健史 *Kenji Ohtoshi*
 藤原章洋 *Akihiro Fujiwara*
 志田満昭 *Mitsuaki Shida*



要 旨

カーオーディオシステムは車載用という特殊な環境に適した機能・信頼性が要求され、年々小型化・高性能化へと進行してきた。

また、近年コストの低減要求も厳しく、それらに対応するため、93年度トヨタ汎用（DIN）オーディオの全面モデルチェンジを実施し、その際、機能・モジュール・部品の性能・機能を見直し、全面的に改訂した。

本稿では特に本システムをターゲットとして開発し、飛躍的に性能を向上させたチューナ・モジュールを主とした新技術を紹介する。

なお本機は93年秋発売のセリカに装着されており、そのオーディオシステムについても併せて紹介する。

Abstract

Car audio system is recently requested function and reliability which are applied for on-road environment. And also the system has been progressing to more down sizing and high performance.

To achieve cost reduction and high performance, Fujitsu Ten developed TOYOTA '94 model year audio release.

Main target of this development is to improve performance of tuner section and this paper mainly describes out-line of new designed tuner module as well as '93 CELICA audio system.

1. はじめに

トヨタ自動車へ納入する汎用タイプ（DIN形状）に対し、今回全面的にモデルチェンジを実施し、市場のニーズにマッチした製品を開発したので紹介する。前モデルは1989年に案画されたものがベースであり、デザインがやや陳腐化されている。今回の開発の目的は、その刷新と性能・品質・コストのさらなる改善である。なお、本機は、93年秋発売の新型セリカにも納入されておりそのオーディオシステムについても併せて紹介する。

2. 開発のねらいと特長

2.1 ラインアップ編成

汎用開口部を有する車両に全て対応可能かつ必要最小限の機種を新規開発し、今後の機種共通化をはかった。

2.2 デザインの刷新

意匠の簡素化による視認性、安全性の向上、ドットLCD採用による視認性の向上及び未来感覚の導入をはかった。（図-1）

2.3 性能／品質の改善

新技術、新デバイス採用による性能改善を実施し、特にカーオーディオの心臓部であるチューナ部、デッキ部の新開発を実施し大幅な性能、品質コストの改善をはかった。

2.4 開発の方針

今回開発モデルでは、前述の通り各ブロックに於て性能、品質コスト改善のため各新技術、新工法を取り入れている。設計面において、その基本的な考え方は次の通りである。

①各ブロックの基本的性能の向上（各モジュールの開発）

②構成部品点数の削減（IC化、1チップ化）

③作り安い設計への配慮である線レス設計

次に具体的にシステム構築のための新技術について述べる。

3. 新技術開発

3-1 チューナモジュールの開発

今回開発モデルのAM/FM受信の心臓部には、新規開発のチューナモジュールが全機種に共通で使われている。

新規チューナモジュールは、新回路方式、工法を大幅に取り入れ、カスタムIC化による小型・標準化と共に、受信性能の改善を安価にて実現することを目指した。

また、アドバンスドチューナという通称を設け、標準モジュール開発部門（要素技術開発部）を発足させるなどの体制の整備をもって開発に力を注いだ。

アドバンスドチューナモジュール（以下ATM）では、次の様な方法で、小型・高性能化を実現している。

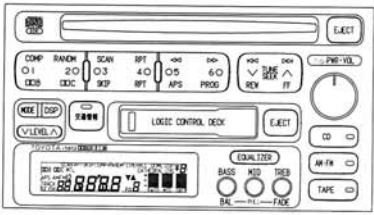
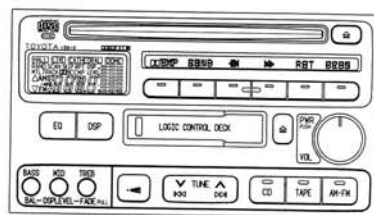
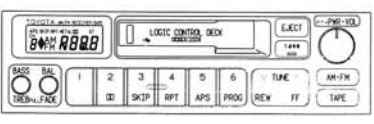
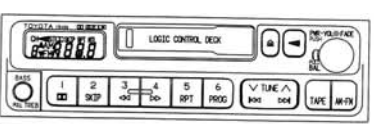
機 能	従 来 モ デ ル	新 モ デ ル
2 DIN AM/FM カセット C D 一 体 機 (3in1)		
1 DIN AM/FM カセット 一 体 機 (D4MUE/DL)		

図-1 新旧モデルの前面意匠

Fig.1 Front panel designs of current/new model

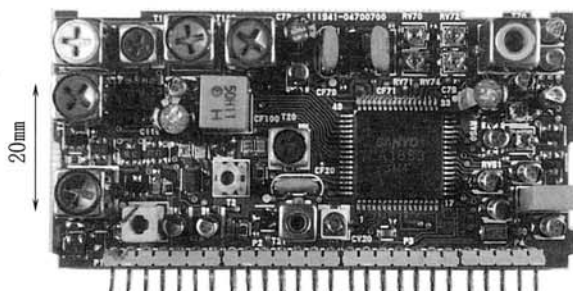
3. 1. 1 構造

〔フロントエンド部とFM復調部の別モジュール化〕

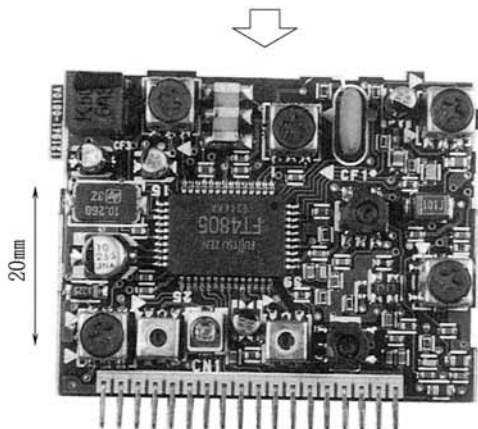
回路を1つのモジュールに集約するのは最近の傾向であったが、ATMでは、より多くの製品展開を意図し、各々の回路毎に別モジュール構造とした。

また、各々のモジュールは、カスタムICにより回路集約を効率的に行い、高周波コイル部品や水晶発振子等、当社初の表面実装部品を導入し、小型化を達成した。

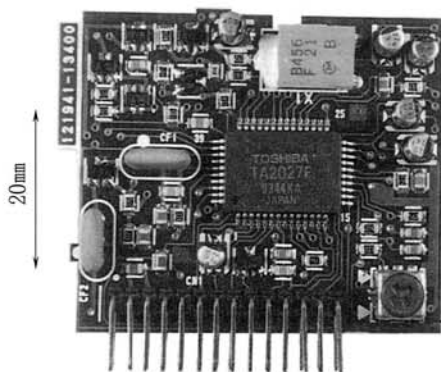
(図-2)



(a) 従来のチューナモジュール (5 in 1)



(b) 新AM/FMモジュール (ATM)



(c) 新IF/NB/MPXモジュール (ATM)

図-2 新旧チューナモジュール

Fig.2 Tuner module of current/new model

3. 1. 2 受信性能の改善

ATMは次の点を目標に開発されている。

①受信Dレンジ拡大

大振幅受信電界でも、各部が歪なく動作するには、周波数変換部のDレンジ拡大が重要である。ATMでは、エミッタ入力型バランスドミキサという、従来、通信機等にしか用いられていなかった高級回路をカスタムIC化により実現し、AM/FM共に強入力特性の大幅な改善を低コストで実現している。(図-3)

②受信感度UP (FM)

ミキサ部のDレンジを拡大し、高周波部の利得配分への制約を大幅に解消した。従って、従来到達 (当社比) でできなかったFM 0 dB入力でのS/N 20dB以上という値を実現した。(図-4)

③感度バラツキ (AM)

ミキサのDレンジ拡大は、高周波部の同調回路を不要にさせた。また、同調回路が無くなったために、帯域内の感度差が大幅に改善され、バンドエッジの交通情報受信 (1620~1629kHz) の感度向上に一役かっている。(図-5)

④FMマルチパス

マルチパス雑音に対しては、雑音時にFMステレオ分離度を下げることが有効であることが知られており、当社も '87より全FM受信機に同様の動作をする回路を盛り込んでいる。

この技術の要は、マルチパス雑音を他の音楽と区別して検出し、音質劣化を最小限に抑えることである。

今回開発モデルでは、マルチパス検出回路を専用で設けることにより、従来のIGノイズブランカのノイズ検出の併用方式に比べ、ノイズ検出精度を大幅に向上させることができた。これにより音声信号レベルの高低にか

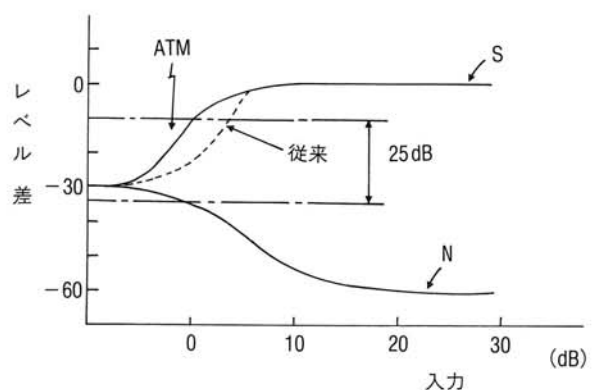


図-4 FM感度改善

Fig.4 Improvement of FM usable sensitivity

(a) 従来のバランストミキサ

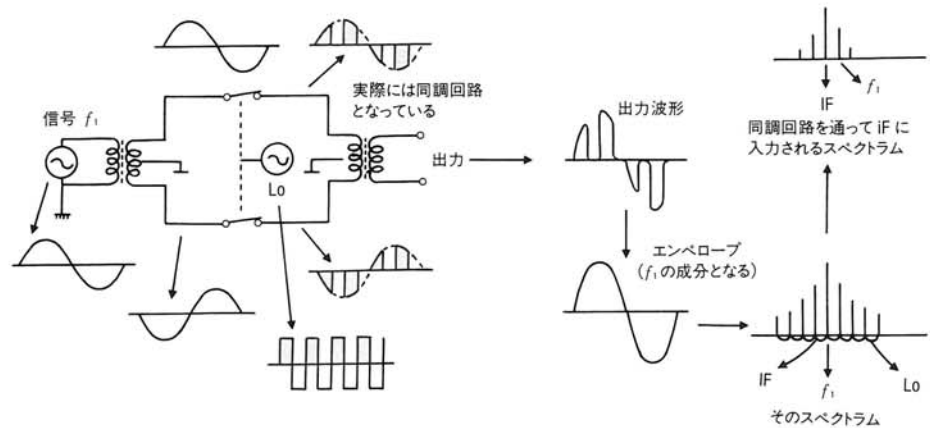
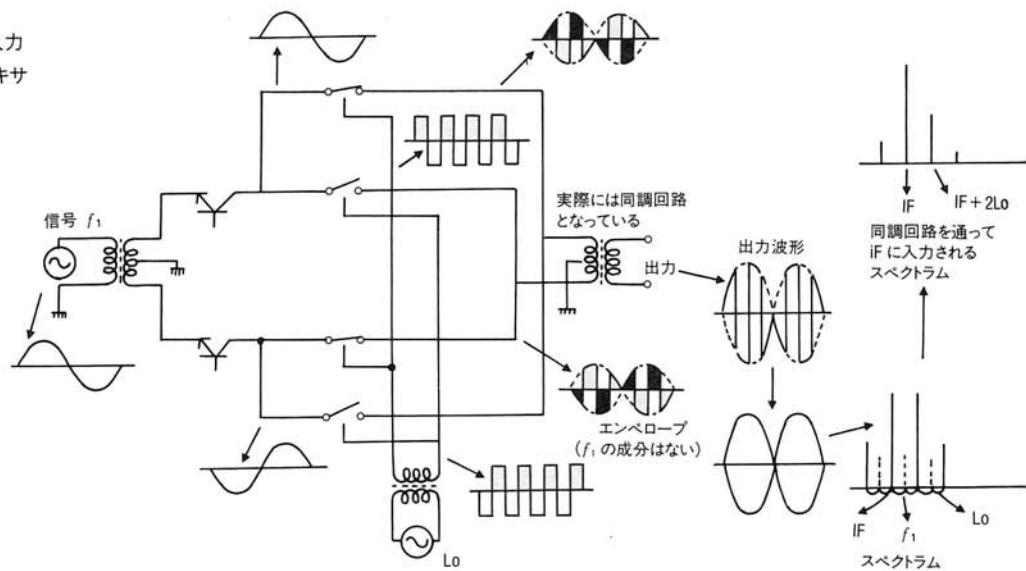
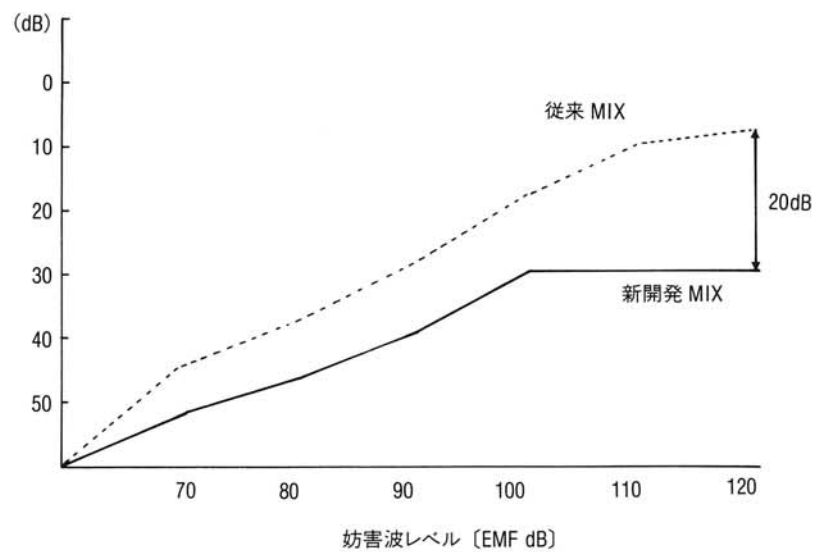
(b) 新開発のエミッタ入力
ダブルバランストミキサ(c) AM 強入力特性の改善
(妨害波による混信の
レベルが 20dB 改善)

図-3 新バランストミキサの原理と改善

Fig.3 Principle and improvement of new balanced mixer

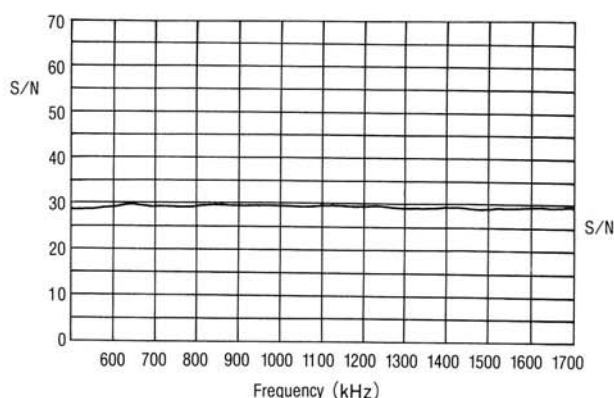


図-5 AM帯域内感度

Fig.5 Differential usable sensitivity in AM band

かわらず、マルチパスノイズだけを検出することが可能になり、音質劣化なくノイズに対してのみ、分離度低下を行うことができるようになった。

⑤アップコンバージョン方式

将来の周波数帯追加（特にLW150～280kHz）に対応すべく、アップコンバージョン方式を採用している。

アップコンバージョン方式自体は、特に目新しい技術ではないが、ミキサが2段になるため、ミキサに対するDレンジの要求は厳しく、従来の製品では中級以下の限られたものにしか採用できない性能レベルであった。

今回開発モデルでは、IC化により高性能ミキサを安価に実現できる様になり、高級機～低級機まで全面的に採用している。

3. 1. 3 その他の特徴

①自動実装

フロントエンドモジュール、IFモジュール共に、手挿入部品4点を除き、自動化がなされている。これら4点も、将来の自動化に対応できるよう、部品選定している。また、自動挿入機も開発中である。

②自動調整

全調整部品を自動化対応とし、100%自動調整を実現している。

また、IFモジュールにおいては、99%のランドパターンチェックを自動的に行い、後行程への不良品流出を防いでいる。

③外部設定方式

サーチ感度、無電界雑音収束値（C/N）等、製品の向先、ユーザにより特性設定をかえなければならない場合が生じる。

本チューナは、今回開発モデルに留まらず使用するこ

とを目的とし、これらの設定を製品組み込み後に調整する方法を取った。

これにより、製品展開の自由度が広がったのみならず、これらの設定値の、製品でのバラツキが殆ど無くなり、チューナに起因する不良率は著しく低くなっている。チューナの基本仕様とブロック図を示す。（表-1、図-6）

3. 2 新デッキ開発

CDデッキ部は、DA-09、テープデッキ部はDK-82を採用している。特にテープデッキのDK-82は、本システムに向け開発したものであり詳細は別途述べるが、大きな特長として初期品質・耐久品質の改善は勿論、感性品質の向上も重視した。特に車両が静かになるに従い、テープ走行音、機能動作音が目立ってくるが、本デッキは従来システムに比べ駆動部の改良により、1/3にした。

また、ブランチの廃止により動作音を激減させた。

また、図-7に示すように配線の直結化をはかることにより、製品設計に於いて線レス化が可能となり、組立の効率化等により品質の安定化が図れた。

3. 3 新部品の採用

最近、車載オーディオはTV、MD、ナビゲーションの普及の本格化により、ますます占有スペースの制約が

表-1 基本仕様

機種名	フロントエンドモジュール	機種名	IFモジュール
受信可能周波数	FM 76MHz～90MHz AM 522kHz～1629kHz	入力周波数	10.7MHz
方式	AM ダブルスーパーヘテロダイン（アップコンバージョン） FM シグナルコンバージョン	検波方式	作動ピークFM検波
IF周波数	AM 10.71MHz(1ST), 450kHz(2ND) FM 10.70MHz	内蔵フィルタ	180kHzタイプ×2
出力	オーディオ検波出力 AMステレオ450kHz出力 IFカウント出力 Sメータ出力 SD出力 FM 10.7MHz IF出力	出力	ステレオ オーディオ出力 コンボジット出力 IFカウント用 10.7MHz出力 FM Sレベル ステレオランプ ノイズブランカゲートパルス
内蔵IFフィルタ	AM 180kHzタイプ×1 FM 110kHz以下タイプ×1 8kHzタイプ×1	外部調整	リミタ、C/N、ANT、ASC、サーチ感度 分離度、SD帯域
PLL系(1ST)局部発振周波数	AM 受信周波数-10.70MHz FM 受信周波数+10.71MHz	FMサーチ	SD方式（IFカウント可）
2nd局発振周波数	10.26MHz（水晶）	ステレオデコード	無調整PLL方式（456kHz）
AMサーチ	SD及びIFカウント（450kHz）	その他の機能	ASC、ATC、M-ASC、LowCut、ATC ノイズブランカ
性能保証電圧	8.5V±0.4V	使用IC	TA2027F
最大消費電流	F8.50mA, A8.90mA, Com8.70mA	動作電圧	8.5V±0.4V
同調電圧範囲	1.0V～7.8V（MIN/MAX）	消費電流	55mA最大
同調段数	FM-2段, AM-0段	外形	縦形 約50×40×13
使用IC	TA2034F		
外形	縦形 約55×40×13		
外部調整	AM-AGC, FM-FAGC, AMサーチ感度		

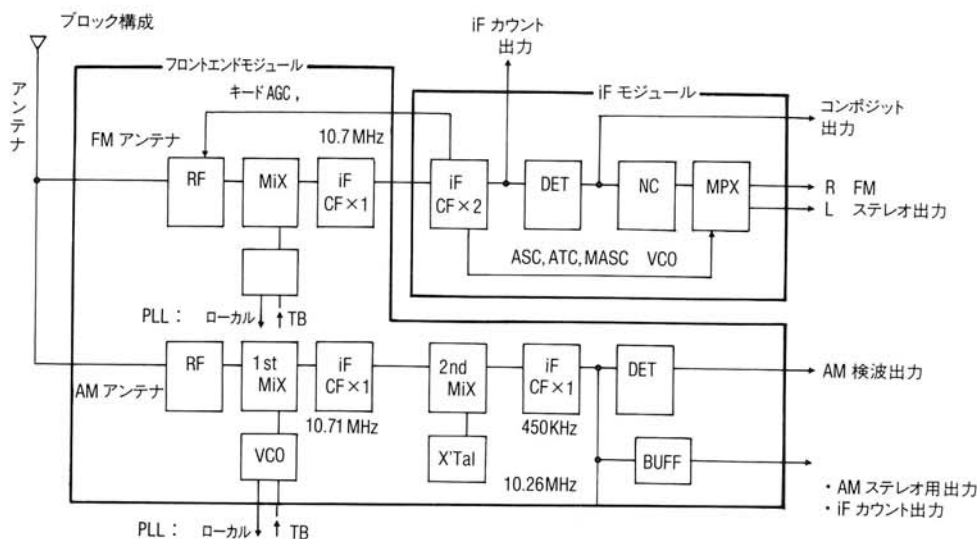


図-6 チューナモジュールブロック図
Fig.6 Block diagram of tuner module

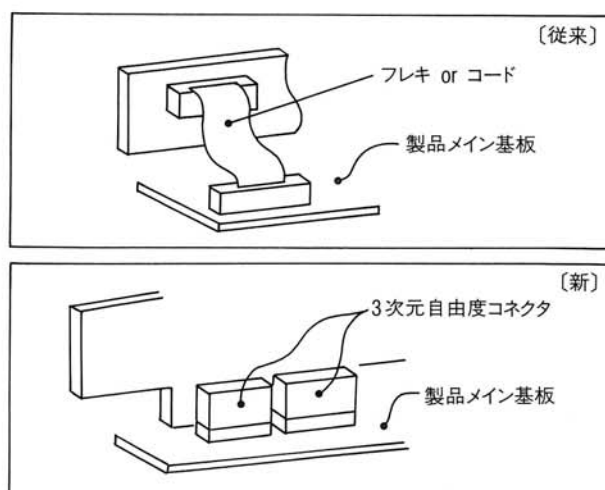


図-7 配線の直結化

Fig.7 Direct P.C.B. connection using special connector

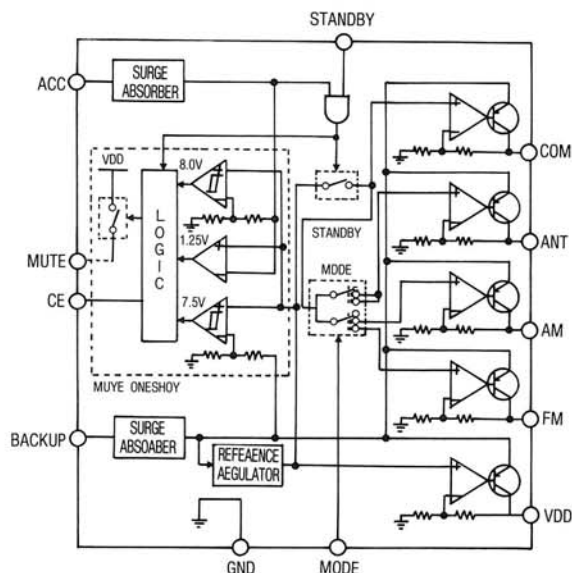


図-8 システム電源ICのブロック図

Fig.8 Block diagram of combined power supply IC

厳しくなっている。また、一方で多機能化及びPL法の制定の動きの中で、製品安全に対する対応から回路規模は増大傾向にある。

このように、小型化のための技術開発は従来にも増して、重要な開発アイテムとなっている。

今回開発モデルでは小型化方策として、新規ICの開発をおこなった。ここでは、その主要ICについて紹介する。

3. 3. 1 システム電源IC

今回開発したシステム電源ICのブロック図を図-8に示す。以下に、その概要を簡単に説明する。

①カー用として、必要最小限の電源回路をすべて内蔵し、

各出力には安全性の配慮から出力電流制限回路を付加しているため、特に電子同調式チューナ搭載システムに最適なアプリケーションが実現できる。

②年々悪化している車両の電源環境を考慮し、+B電源及びACC電源の2系統の電圧監視型ミュート出力を内蔵しているため、電源変動による不快音の発生を防止できる。

③12PINをPOWERパッケージに収めたため、許容損失が大きくとれるうえ、従来より50%の基板占有面積の削減が実現できた。

3. 3. 2 電子ボリュームIC

電子ボリュームICは、大きくVCAタイプと抵抗ラ

データタイプの2つに分かれる。

VCAタイプはDC電圧で制御できるため特別な制御回路を必要とせず、抵抗ボリュームに直結できスペースメリットはあるが、回路方式上抵抗ラダータイプと比べて残留ノイズが大きいという欠点があった。

今回開発モデルでは、この問題の改善に取りこみVCAタイプで抵抗ラダータイプ並のローノイズICを開発することにより、高音質と省スペースを両立させることができた。

図-9にノイズ改善データとブロック図を示す。

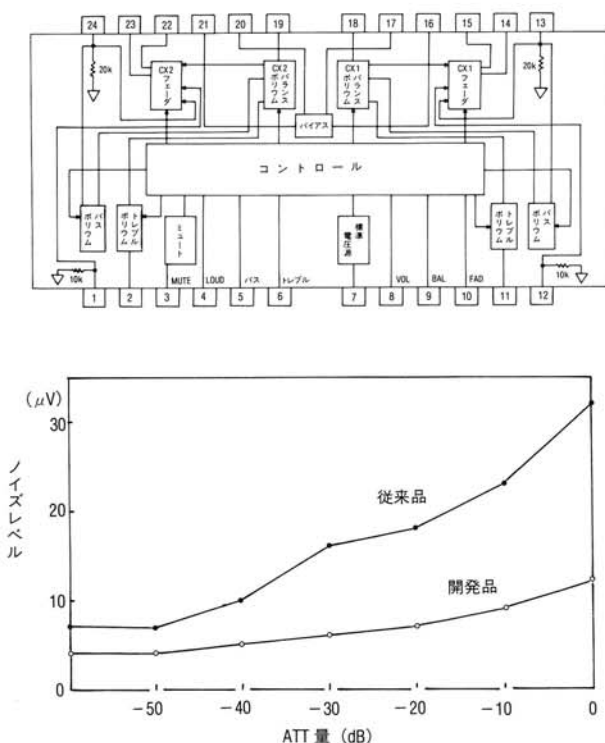


図-9 電子VOLのブロック図と改善データ

Fig.9 Block diagram of electronic VOL and S/N improvement data

4. セリカスーパーライブサウンドシステム

新型セリカのスーパーライブサウンドシステムは、今回開発モデルの採用とさらに、新型パワーアンプ、新素材のスピーカ開発及び実車仕立てで最適なシステムを構築した。また、従来の大迫力重低音に加えて左右バランス、音の質感のグレードアップをはかった。図-10にセリカスーパーライブサウンドシステムのブロック図を示す。

以下具体的内容について紹介する。

4-1 小型パワーアンプの開発

新型のセリカ・スーパーライブサウンド用のパワーアンプはコンソール内に設置されるため、思い切った小型化の必要があった。しかし、先代セリカのスーパーライブサウンドの音質を落とすことなく、実現することを要求され、そのために回路・構造の両面から種々の新しい試みを織り込み製品化している。その中の重要な方策を次に紹介する。

まず、電源回路の簡素化である。従来はDC-DCコンバータで±2電源を作り、50W 4Ω出力をディスクリートアンプで構成していたが、今回は高音質2Ωスピーカの開発と、2Ωドライブ対応の単電源モノシリックICの採用により、DC-DCコンバータ回路の削除をしている。

2つ目は、2ch1チップパワーICの採用である。従来の1ch1チップのICと同程度の性能が得られるパワーICを採用することにより、部品点数を約50%削減している。

3つ目は、FIX-EQ回路のHIC化である。低歪率チップコンデンサを、新規採用することにより従来のフィルムコンデンサを使用した場合と同等の音質を実現し、基板の占有面積を約1/10に削減している。

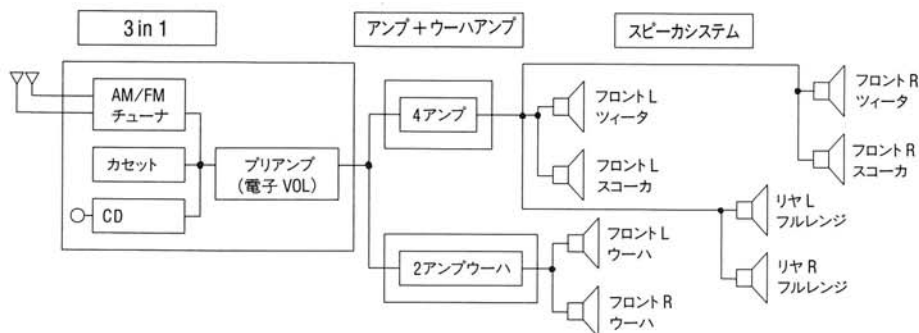


図-10 新型セリカスーパーライブサウンドシステム

Fig.10 New CELICA super live sound system block diagram

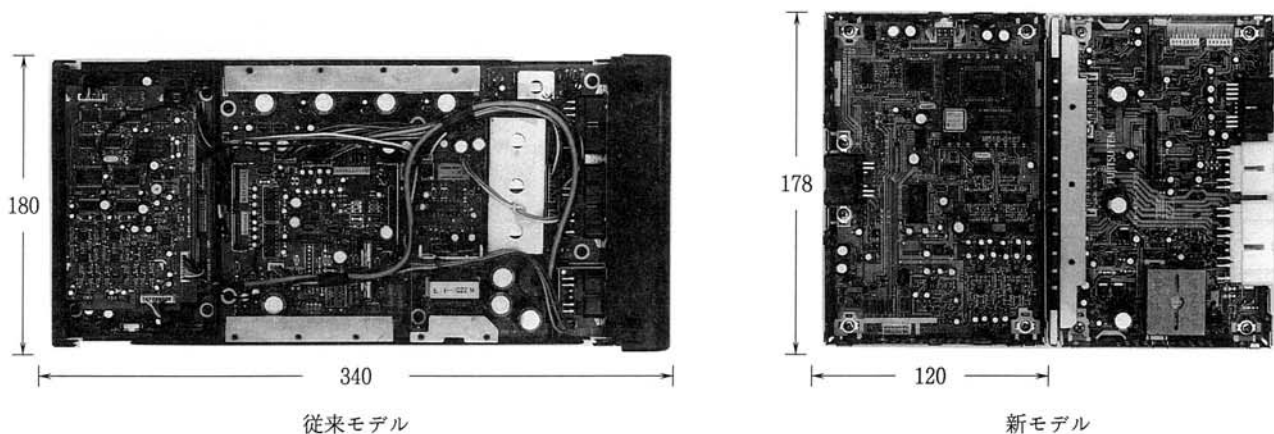


図-11 新旧パワーアンプ (写真)
Fig.11 Current/new power amp

もうひとつ重要な要素に構造がある。デジタル部とアナログ部をそれぞれユニット化し、お互いを直結コネクタで接続する構造を採用し、配線コードの削除を実現して作業性の向上に大きく貢献している。

これらの方策により、従来比で約50%の小型化を実現することができた。図-11に従来と今回開発のアンプの形状を示す。

4. 2 スピーカシステム開発

前モデルにて確立させた画期的なオーディオシステム「セリカスーパーライブサウンドシステム」の“音”を更に熟成し、グレードアップさせるため、今回は次のような音のねらいを立て開発を行った。

『セリカらしい大迫力・広帯域サウンドは継承しながら、更に「自然な質感」達成に磨きをかける。』このねらいを達成するための最大のポイントはスピーカユニット自身の音質向上であり、我々は、特にコーン紙の素材に着目して「バイオパルプオープンコーン」を採用した。

4. 2. 1 バイオパルプオープンコーン

(ホヤ混抄コーン)

スピーカの振動板に求められる条件として、軽量・高剛性・適度なロス（内部損失）があげられる。従来のパルプオープンコーンは、この3つの条件をバランス良く持っており、天然素材（木材パルプ）ならではの自然な音色を有するものであった。しかし、剛性の面で他の金属系材料等に比べて不満足な点があり、この点を改良させるものが「バイオパルプオープンコーン」である。これは従来の木材パルプに天然セルロースの中でも最も結晶化度の高い「ホヤ」セルロースを混抄し、双方のセルロースの一体化によって緻密な紙層ネットワークを形成させ（図-12）、剛性、気密性を格段に向上させる効果が

ある。（従来品との比較 表-2）

ホヤとは、海底の岩石等に固着してプランクトンや有機物を摂食する脊髄動物で、その外皮に含まれるセルロースを取り出して使用している。ホヤ混抄による音質上のメリットは、高域再生帯域の拡大や過渡特性の向上、及び密度感のある中低域再生が可能となることであり、質感の高い音が得られるものである。（表-3）

今回のセリカスーパーライブサウンドシステムでは上記のメリットを最大限生かすべく、セミハードドームツイータ以外のすべてのスピーカにこのホヤ混抄コーンを採用し、音色の統一化を図った。

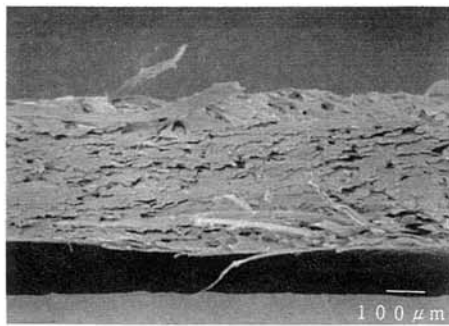
4. 2. 2 全体システムでの音質向上

今回のセリカスーパーライブサウンドシステムのスピーカレイアウトを図-13に示す。

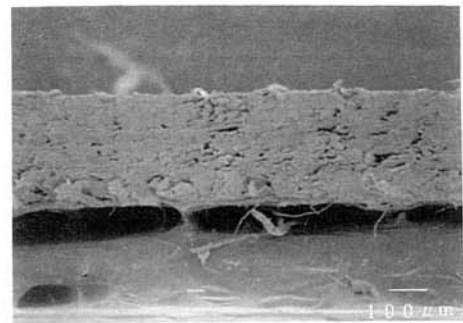
スピーカレイアウト上の特徴はフロントスコカを左右ドア上方にレイアウトさせたことであり、同一面上（ドア）にツイータ・スコカ・ウーハを配置することが出来た。これにより、従来まであった音像定位の偏りを軽減し、左右拡がりのある音場を形成するとともに、3つのスピーカの音の自然なつながりが得られ、低域～高域までなめらかでスムーズな音の再生を可能とした。

表-2 コーン紙の物性値比較

	従来 パルプ	ホヤ 混抄
音 速	2 6 0 0 m/s	3 1 2 0 m/s
損 失	0. 0 5	0. 0 5 5
透気度	6 0 cc/s	1 ~ 1 0 cc/s



a : 木材パルプのみ



b : ホヤ混抄

図-12 コーン紙の断面写真
Fig.12 Sectional plane of diaphragm

表-3 新素材バイオコーンスピーカと従来品の比較

	① インパルス応答波形	② エネルギータイムレスポンス	③ 立ち下がり累積スペクトラム	④ 聴感評価
従来品				 従来品 —— バイオコーン その他 ・ 歯切れの良さ ・ 音の分離の良さ 向上
新素材 (バイオ・コーン) 振動板				
データ比較	インパルス入力後 1 msec までの振幅レベルが小さい	エネルギーの減衰する角度が「く」の字になる	高域の減衰が速い	

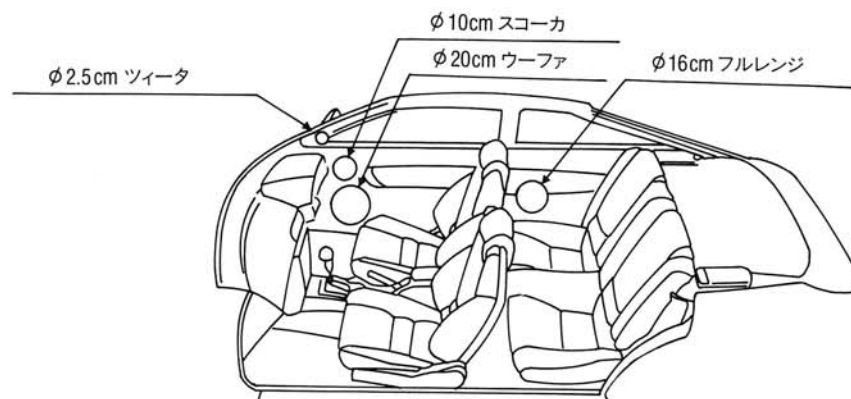


図-13 スピーカレイアウト図
Fig.13 Speaker layout

このレイアウト上での効果と前記のバイオパルプオープンコーンの効果が相まって、セリカスーパーライブサウンドシステムは、セリカらしいビートのきいたロック系ソースはよりメリハリの効いた大迫力な音で、なめらかなボーカル系ソースは豊かでより厚みを持った音での再生が実現できた。

5 む す び

以上93年度開発した機種のねらいと主要技術について述べた。今回開発した機種は仕様・機能を大幅にかえる

ことはせず、新技術・新部品の採用により受信性能・音質性能を大幅に改善した。

また、部品数の削減・小型化・線レス化等も含め性能・品質コストの改善に積極的に取り組み成果を得たこれらの技術を土台として今後共、省エネルギー時代にマッチした技術・ノウハウを積極的に取りこんでいく所存である。

最後に本システムの開発にあたり、絶大など協力を賜ったトヨタ自動車(株)殿、オンキヨー(株)殿をはじめ、関係各位に深く感謝します。

筆者紹介

貴伝名忠司 (キデナ タダシ)



1986年入社。以来トヨタ向けカーオーディオの開発に従事。現在AVC本部AV技術部第二技術課在籍。

大年 健史 (オオトシ ケンジ)



1984年入社、以来オートラジオ、カーステレオの開発に従事。現在AVC本部機構技術部第1技術課在籍。

藤原 章洋 (フジワラ アキヒロ)



1981年入社。以来カーオーディオの開発に従事。現在AVC本部要素技術開発部第1開発課在籍。

志田 満昭 (シダ ミツアキ)



1986年入社。以来車載用オーディオの音響開発・設計に従事。現在AVC本部要素技術開発部音響開発課在籍。