

コンパクト型高級カーオーディオ

High Performance Compact Car Audio

重 信 博 道⁽¹⁾ 安 藤 靖⁽²⁾
Hiromichi Shigenobu Yasushi Ando

川 村 昌 史⁽³⁾ 藤 原 章 洋⁽⁴⁾
Syoji Kawamura Akihiro Fujiwara

要 旨

当社は、トヨタ自動車^株と共同して、1983年12月に対米向輸出車を対象とした2-D I Nサイズで、AM/FM電子同調ラジオ、カセットプレーヤ、グラフィックイコライザの主要3機能を一体化した超高級カーオーディオを開発した。

本機は、在来からも好評を博していたシリーズ製品をユーザニーズに合せ、より高性能化、高級化に加え、見易さ、使い易さを主眼において、フルモデルチェンジしたものである。

近年、カーオーディオ商品は二分極化の傾向を示すなかで、本機は高級化の一角を担う主流商品に発展することを期待している。

Cooperative development between FUJITSU TEN LIMITED and TOYOTA MOTOR CORPORATION produced a highly sophisticated car audio system combined an AM/FM MPX electronic tuning radio, cassette tape deck and graphic equalizer in one unit.

This combination unit has been fully modified and highly graded up from the previous popular model line with emphasizing both superior visibility and easy controllability.

Recently, car audio system being divided into categories by sophisticated and high graded models and simple ones, this unit is expected to be one of the leading models.

(1), (2) トヨタ自動車株式会社

(3), (4) 富士通テン^株第一技術部

1. はじめに

車載用カーオーディオは、自動車産業の発展に大きく支えられ、半導体技術の進歩に伴って急成長してきたと言っても過言ではない。しかし、この急成長の過程に於て、カーオーディオに対するニーズも、経済の高度成長期時代から、昨今の低成長・安定期への移行を契機にして、大きく変遷してきた。即ち、省エネルギー時代に突入するや“軽・薄・短・小”が強く叫ばれる一方、多様化、多機能化、に加え、高級化への傾向が増大してきた。したがって、オーディオもこれらニーズに対応すべく、従来の“Passive Audio”の域から“Active Audio”へと急速に脱皮を図りつつあるのが現状であろう。これらは、商品自体の高機能、高性能化のみならず、ヒューマンファクターのあくなき追求を促すものであり、今回の開発に際しては、これらへの対応を最重要課題とした。このため基本性能のよりレベルアップを図ると共に車載用としての操作性、視認性など、使い易さに“ねらい”を置き、開発することにした。

2. 開発のねらい

前項で述べてきたように、ユーザに、より満足感を提供できる製品を目指し、ラジオ受信機の基本性能である受信性能の向上と、カーオーディオとしての“使い易さ”を追求することにした。

受信性能の向上に対しては、現在、米国市場で最も親しまれているFM放送が、その放送波の過密化・大電力化、等に起因して種々の妨害を受け、快適な受信状態を阻害されており、これら要因を大幅に改善することにした。このためFM受信回路で最も重要なフロントエンド部を中心に、新技術を導入することにした。

一方、“使い易さ”の追求については、ラジオ、テーププレーヤ、グラフィックイコライザの諸機

能を車両のコンソール開口部にジャストフィットさせるため、2-DINサイズに合わせ、従来の2段式構成のものから、一体化させた。さらに種々操作釦の配置については運転席側を主体に置き、機能別にブロック化し、さらに操作頻度に応じた、大きさ、形状にして、操作しやすくした。また、表示部には大型LCDの採用や、主要操作釦に透光メッキ技法を用い、照明機能を加え、特に夜間使用時の視認性の向上をはかった。

3. 受信性能の向上

3.1 米国における電波事情と問題点

本機が主対象とする北米地域の電波状況は、日本国内とは全く異なり、大電力の放送局が、多数ひしめいており、さらに、幾多の放送局の送信アンテナが、市街地に存在している。したがって、走行中にラジオを受信する場合、放送電波の電界強度は超強電界から微弱電界まで巾広く変動することになる。このような環境の中では、自分の希望する放送局を受信していても、隣接する放送局の電波による妨害や、強電界のために生ずる妨害等により、種々の受信障害を引き起こしている。参考までに、米国ロスアンゼルス地区における主なFM放送局の設置状況を、図-1に示す。この様な受信障害に対し、この数年間、たゆまざる調査、研究を行ない、改善を進めてきた結果、受信性能は、飛躍的に向上してきた。

特に、強電界、超強電界地域における妨害に関しては、ダブルバランスドミキサ回路の採用や、中・弱電界の電波状況に超因するフェイドアウト、マルチパスについては、ASC、ATCなどの新回路方式を導入してきた。しかし、強電界での隣接妨害については、まだ満足できるレベルではなく、今回の開発に際し、解決手段として、キードAGC回路を導入することにした。

3.2 キードAGC回路

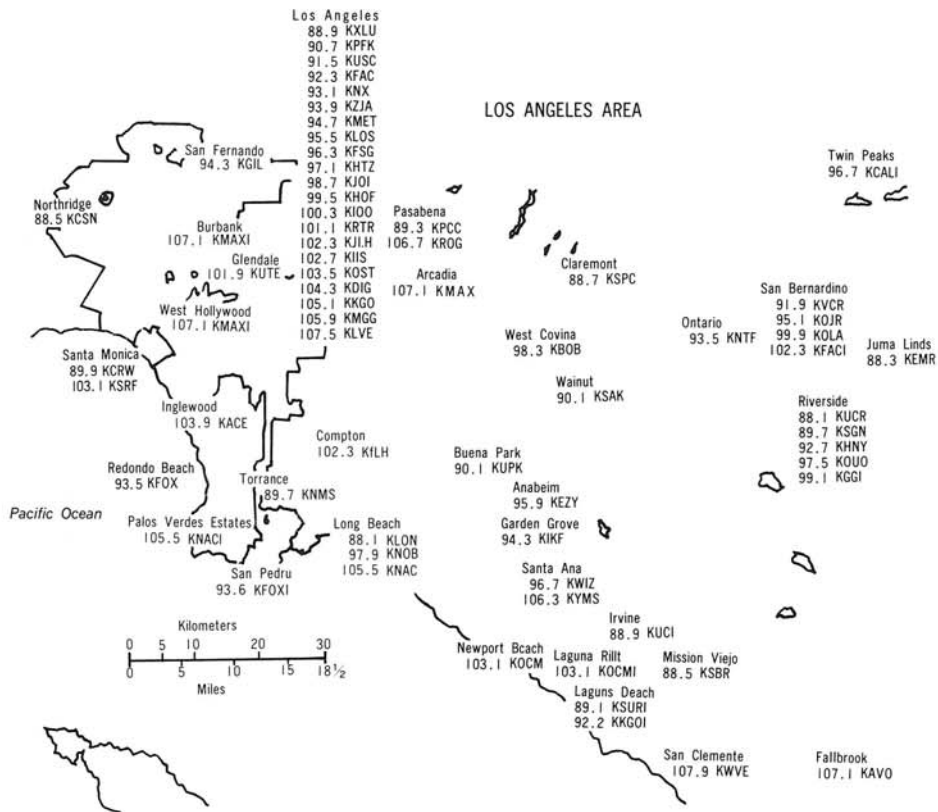


図-1 ロスアンゼルス周辺のFM放送局

Fig. 1 FM Stations in Los Angeles area.

1) キードAGC回路の概要

強電界での隣接妨害問題を解決するには、FM部の高周波部（フロントエンド）で妨害波を処理することが、重要な鍵であり、今回、開発したフロントエンドに、キードAGC回路を導入した。

従来のAGC回路は、図-2に示すごとく、MIX・OUTからRF部にAGCをかけており、MIX・OUT自体の帯域が広帯域であるために、希望波のみならず、妨害波によってもAGCがかかる欠点があった。これに対し、キードAGCは、従来のAGC回路をIF部のSメータの出力電圧によりコントロールする様にしている。

即ち、希望波の信号レベルに応じたSメータの出力電圧を従来のAGC回路に加えることにより、希望波があるレベルまで低下しても、RF部

へは必要以上のAGC電圧を加えない様にしたものである。

2) 実用化検討

前述した如く新方式のAGC回路は従来方式のAGCの欠点を補うものであるが、量産化に際し、つぎの項目を検討課題とした。

- ① 希望波のレベルによって、AGCが、かからなくなるレベルの設定。
- ② Sメータ出力電圧のパラツキ圧縮。

図-2において、MIX-IF段に用いているIC・LA1170は、従来のAGC回路を内蔵しており、さらに外部端子より希望信号のレベルに応じた電圧を与え、キードAGC動作を実現できるように構成されている。一方、チューナ側のIF-検波用のIC・LA1140への信号は、高選択度の

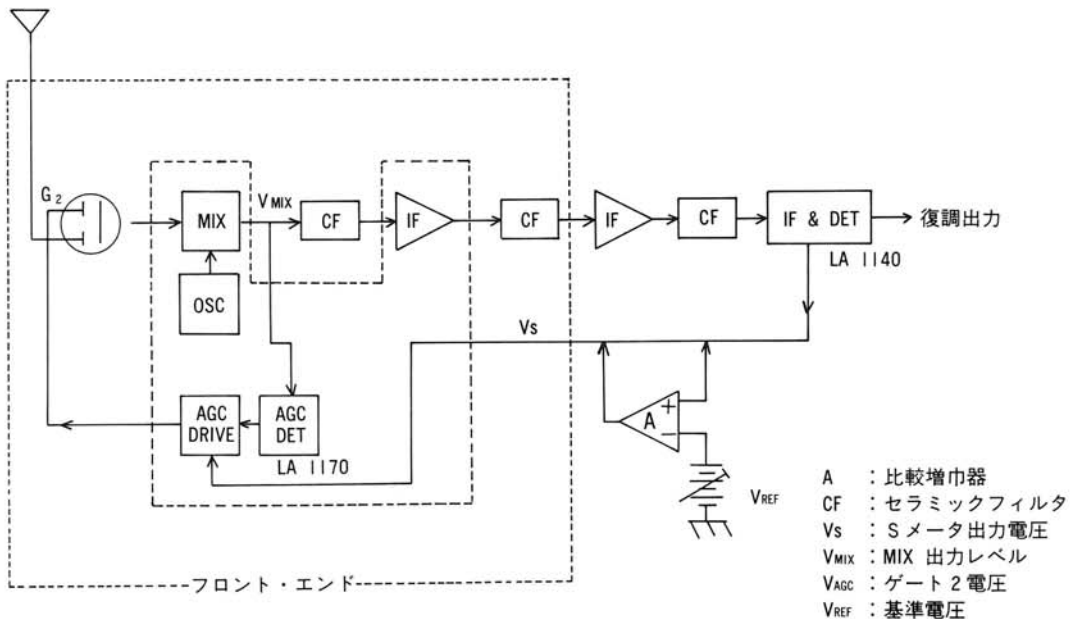


図-2 フロントエンドおよびキードAGC構成図

Fig. 2 Block diagram of FM front end and keyed AGC.

セラミックフィルタを3段通過させているので帯域を制限されている。したがって、IC・LA 1140のSメータ出力電圧(V_S)は、希望波の信号レベルによく追従していることが分る。(図3)この V_S を、LA1170のAGCを通じ、高周波増巾段のFETの第2ゲート(G_2)に加える電圧

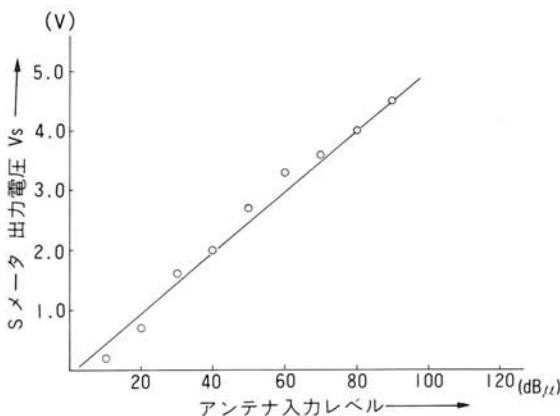


図-3 LA1140のSメータ出力電圧対アンテナ入力レベル

Fig. 3 "S" Meter out-put voltage vs antenna input level of LA1140.

(V_{AGC})を変化させ、キードAGC効果を得ている。

図-4は、MIX出力端に現われる広帯域な信号レベル V_{MIX} と V_S により V_{AGC} の変化特性を表わしたものである。又、図-5は、高周波増巾段の利得と、 V_{AGC} との関係を表わしたものである。図-4より、 V_{MIX} が88 dB μ を超える付近からAG

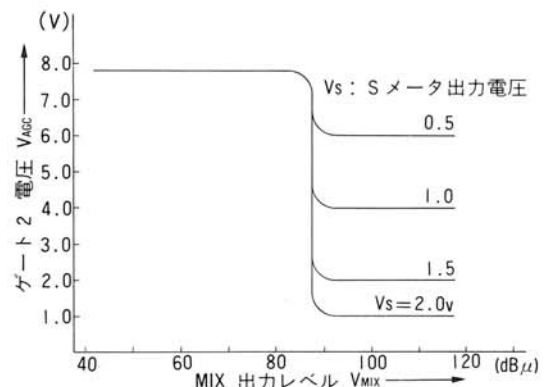


図-4 ゲート2電圧対MIX出力レベル

Fig. 4 Gate 2 voltage vs out-put level of mixer stage.

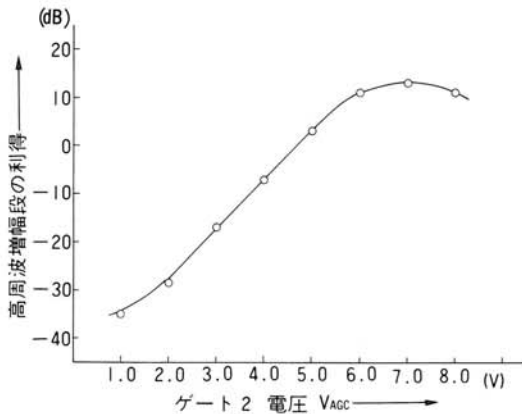


図-5 高周波増幅段の利得対ゲート 2 電圧

Fig. 5 Gain vs gate 2 voltage of HF amplifier stage.

Cが動作し始めることがわかる。 V_{MIX} が増加した領域では、 V_{AGC} は V_S 、すなわち、希望信号レベルによってのみ変化する。しかし、LA1140のSメータ出力電圧のバラツキが大きく、所定のAGC動作値に設定することが困難なため、図-2の比較増幅器Aを設けた。

このAを設けることにより、AGCの設定をIC外部から任意に設定できるようになった。つま

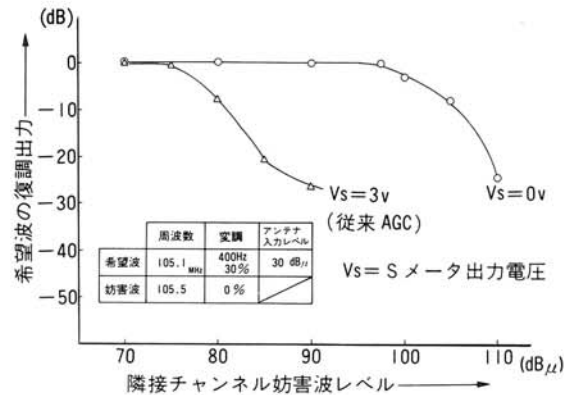


図-7 復調出力対隣接チャンネル妨害波レベル

Fig. 7 Detector out-put vs interference level of adjacent channel.

り、妨害により利得が下がった場合でも、希望波の電界が10~20 dB μ 程度の時と同様の希望波レベルがIF段に出力されるように設定し、キードAGC動作が効果的に作動するようにした。

3.3 キードAGCの効果

キードAGCの効果を表わしたのが図-6、図-7である。図-6は、アンテナより入力する希望波と妨害波を各々、所定のレベルに保ち、両者の周波

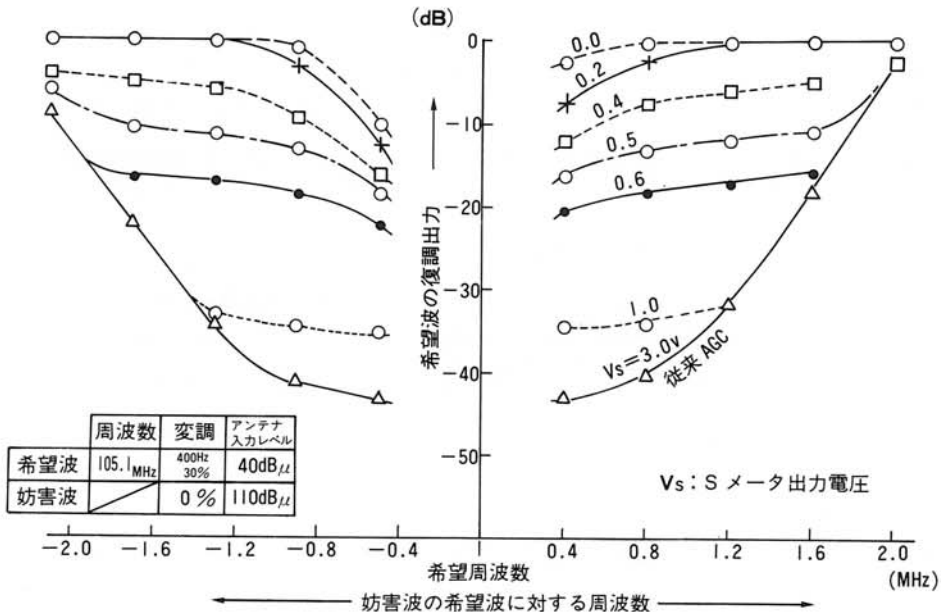


図-6 復調出力対妨害波の周波数

Fig. 6 Detector out-put vs interference frequency.

数関係によって、希望波の復調出力が抑圧される量の変化度合を表わしたものである。この図からも分るように、 V_s を変化させ、通常のAGC動作に近づけるほど、抑圧の度合がひどくなる。また、図-7は、妨害波が隣接チャンネルにある場合の抑圧特性を表わしたものであり、やはり通常のAGCに比べ、抑圧の度合が改善されていることが分る。

4. 使い易さの追求

4.1 従来製品の問題点

従来のシステムは、ラジオとテーププレーヤを併設・収容したユニットと、グラフィックイコライザ等コントロール部を収容したユニットの2段構成のいわゆるコンポシステムであった。(図8)そのため、カーオーディオシステムとしては、特に奥行き寸法の大きさや、操作性、視認性等“使い易さ”に、次のような問題があった。

- 1) ラジオとテーププレーヤを併設収容しているため奥行き寸法が大きくなり、装着対象車両が限定されたり、装着する位置が制約されていた。
- 2) 同上のユニットにはカーオーディオシステムとしての主要機能を包含しているため、操作要素が多く、限定されたスペースの表面化粧板内ではボタン・ノブの配置に制約が生じたり、又、表示器が大きくできないなど、操作性を低下させていた。
- 3) 種々の操作ボタン・ノブ等が集中して配置されているが、これらの操作表示は“文字”を主体にしているため、特に夜間操作時の視認性に欠けていた。
- 4) ラジオ等の受信周波数表示には、スペース面で制約を受けるためLEDを用いており、昼間の特に直接光のもとでは視認性に欠けていた。



図-8 従来機種外觀図

Fig. 8 Out line drawing of current model.

本機の開発に際し、以上の様な問題点を解決させるため、次のような方策をとることにした。

4. 2 2-D I N化による取付性向上

従来機の構成では使用する部品等を小型化させるだけでは抜本的な対応は困難であった。そこで2ユニット構成のカーオーディオシステムを全体としてとらえ、各構成要素を適正配置することにより、これら問題点を解決することにした。

即ち、現状の車両ではカーオーディオを収容するコンソール等の開口スペースは、D I Nサイズ(W=180㎜、H=50㎜)のものが2段分設けられており、これらをフルに活用した2-D I Nサイズ(W=180㎜、H=100㎜)にユニット化した。

これにより内部スペースを有効に利用でき、従来システムの奥行寸法162㎜から130㎜に短縮させることができ、車両への取付性が著しく向上した。

4. 3 操作ボタン類の機能別ブロック化

前述した如く、機器の大きさを2-D I N化サイズの一体型構成にすることにより、前面化粧板の有効面積が増大し、各ボタン、ノブ等の配置の自由度が増大した。

したがって操作の重要度を運転席側に置き、各主要機能別にブロック化させ、さらに使用頻度の高いものは、大型化したり、形状面で差別化させたりして、操作性を向上させた。

4. 4 表示素子のLCD化と機能表示の照明

ラジオの受信周波数等を表示させる素子には、1983年に車載用として開発した大型LCDを導入することにより昼夜間の視認性の問題は一挙に解決させることが出来た。

また、各操作ボタン類も配置面で余裕が生じ、大型化、差別化させることにより、昼間の視認性を向上させたが、さらに操作部位の表示文字に照明を付加させたり主要操作ボタンには、ボタン自体に透光メッキ手法による照明を付加し、より一

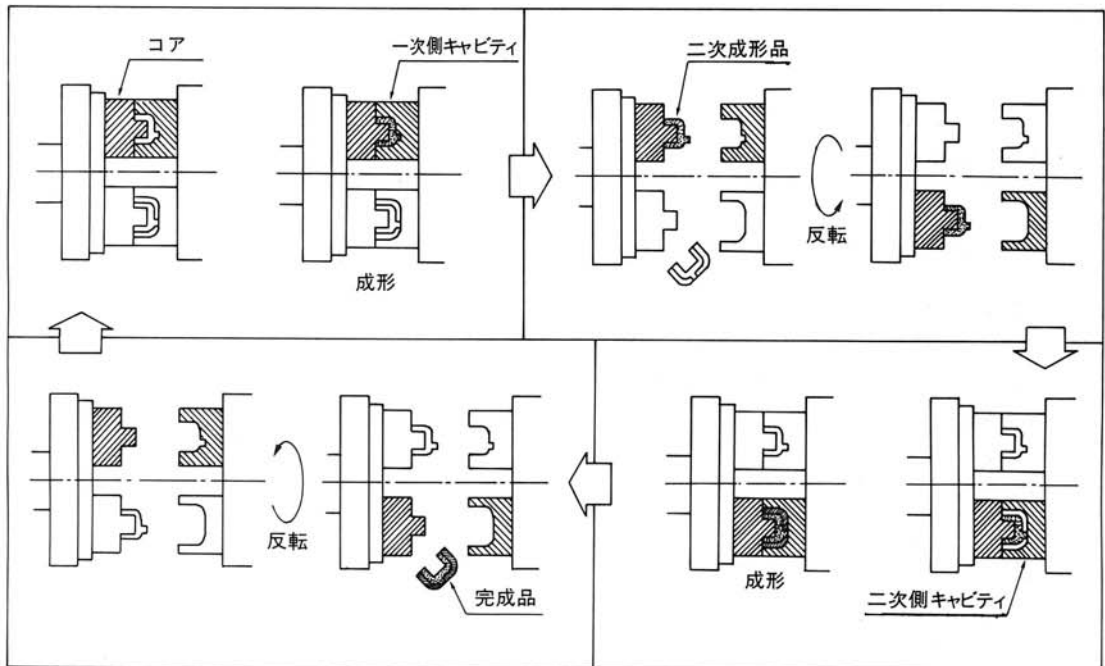


図-9 二色成形のしくみ

Fig. 9 Construction of injection molding for double material.

層視認性が向上した。この透光メッキ手法は、今回新規に導入した手法であり次項で述べることにする。

4.5 透光メッキ

従来よりカーオーディオの前面化粧板や操作ボタン、ノブ類には、意匠的な配慮と加工が容易なため樹脂材を用いていたが、さらに重厚さ、豪華さを演出させるために、樹脂メッキ法が用いられていた。これら樹脂メッキ用の素材は主にABS材を使用しており、素材自体は不透明である。

近年、製品の高級化傾向が強まり、意匠面に豪華さが要求され、これらに対する手法として、樹脂メッキ面に文字のみを透光させる透光メッキ法が台頭した。

この透光メッキ法は“マスキング法”と“二色成形法”とが主流であるが、本機では透光が必要な部位の構造・形状により二色成形法を採用することにした。これら二色成形法の概要について図-9に示す。

5. 開発の成果

本機の開発成果について次に述べる。

5.1 本機の特長

- 1) カーオーディオのフルシステムを2-DINサイズに収納し、奥行寸法の短縮化 (D=130%)
- 2) 表示に大型LCDの採用
- 3) 左ハンドル車に対応した操作ノブの配置、および大型化
- 4) 操作部の機能表示に全面照明として透光メッキの採用による夜間の視認性向上
- 5) 隣接妨害排除に、キードAGC回路の採用
- 6) 9分割グラフィックイコライザの採用

5.2 諸元

本機の諸元を、表-1に、外観図を、図-10に示す。

表-1 製品諸元

項 目		内 容
ラ ジ オ 部	A	受信周波数範囲
		530~1620 kHz
		実 用 感 度
	M	34 dB/ μ V以下
		電 氣 的 忠 実 度
		100 Hz: 0 ± 3 dB 4 kHz: -13 ± 5 dB
	自動同調動作感度	D: 30 ± 5 dB L: $D+20 \pm 5$ dB
	F	受信周波数範囲
		88.1~107.9 MHz
		実 用 感 度
部	M	18 dB/ μ V以下
		電 氣 的 忠 実 度
		100 Hz: 0 ± 3 dB 4 kHz: -12 ± 5 dB
	自動同調動作感度	D: 24 ± 6 dB L: $D+25 \pm 5$ dB
	C N 比	30 ± 5 dB
プレ ヤ部	MPXステレオ感度	26 dB/ μ V以下
	型 式	コンパクトカセット (オートリバース)
イコ イザ部	周 波 数 特 性	125 Hz~10 kHz
	ブ ー ス ト	+11 ± 3 dB 60 Hz, 125 Hz 250 Hz, 500 Hz 1 kHz, 2 kHz 4 kHz, 8 kHz 16 kHz 各周波数基準
最 大 出 力	カ ッ ト	-11 ± 3 dB
消 費 電 流		10 Watts $\times$ 4 ch, 20 Watts $\times$ 1 ch
外 形 寸 法 (mm)		10A以下 (最大出力時)
重 量		(W)180 $\times$ (H)100 $\times$ (D)130
		2100 g

6. む す び

今回、開発したコンパクト型、高級カーオーディオは、本紙に紹介した内容や、種々の新技術を導入し、当初の開発目標を達成するとともに、大巾なコスト低減を実現させることができた。

しかし、急速なテンポで進む技術革新に合わせ、次の目標を設定し、今より、積極的に挑戦することが、我々・技術者の使命と考えている。

最後に、本機の開発にあたりご指導を賜った、トヨタ自動車株式会社各位をはじめ、部品メーカー

関係各位に、紙面を借りて、厚く御礼を申し上げる。



図-10 2D I N一体機外觀図

Fig. 10 Exterior view of double "DIN" size combination player.