

海外向けOEMカーオーディオ

OEM Car Audio for Overseas Market

糸 嶺 直 樹⁽¹⁾ 釜 井 隆 夫⁽²⁾ 山 本 康 彰⁽³⁾
Naoki Itomine Takao Kamai Yasuaki Yamamoto

要 旨

1984年夏より、デルコ社向けカーオーディオの開発を進め、85年春より、同社に納入を開始している。

今回の開発に際して、デルコ社の厳しい環境下で培われたノウハウと、当社の小形化技術、生産技術など、双方の得意とする技術力が盛り込まれている。

本稿では、今回開発した機種の電氣的性能、機械的性能、マイコンソフトウェアの特徴およびこの新仕様への対応策について述べる。また、視認性、ポップノイズなど、従来は官能評価であった項目を、今回のプロジェクトでは、定量化し、開発を進めていった。この定量化についても、合わせて紹介する。

Since summer 1984, we have been developing car audio for DELCO ELECTRONICS CORPORATION, and supplied products since spring 1985.

These products comprizes technologies of both company, that is, DELCO's know-hows experienced under severe circumstances, and TEN's compact and manufacturing techonology.

This paper introduces such characteristics of a depeloped model, as electrical performance, mechanical performance μ -con software, and how to meet a new specification.

In this project, the items which used to be evaluated qualitatively, for example, visivility of color, pop noise are measured quantitatively.

This paper also introduces those quantative methods.

(1), (2) 第二技術部

(3) 第二機構技術部

1. ま え が き

カーオーディオの生産に50年以上の歴史を持つデルコ社に1985年春よりO E納入を開始し引続きその夏からノックダウン生産が、同社において順調に行われている。

デルコ社は、ゼネラルモーターズの系列会社としてカーオーディオ、電装品を担当し、業界では世界第一位の生産高を占めている。

同社は、車載用として1936年に世界で初めて真空管を使用したラジオを開発し、その後トランジスタカーラジオ、モータ制御による自動同調ラジオ、電子同調ラジオなどを、業界に先駆けて開発したカーオーディオメーカーであり、当社にとっても大先輩にあたる。

一方、 -40°C を越す厳冬の北米、 85°C にも上る夏季砂漠地方における車の中、悪路による振動、また放送が過密な都市部の混交調妨害、山間部の弱電界など、あらゆる厳しい環境について長い歴史の中から経験し、ホーム用オーディオとは耐環境的に大きく異なった、車載用オーディオとしての仕様を確立し、業界に貢献している。

ここに紹介するカーオーディオは、^{脚注1)}D I N規格による小形カーオーディオで、デルコ社にとっては未経験の分野もあり、当社の小形化技術、生産性、品質が評価されて、この度の開発の運びとなった。

開発にあたり要求された仕様は、当社において厳しすぎる内容もあったが開発の都度解決し、また、走行中の受信性能など双方の得意とする技術が盛り込まれている。一方、照明、色調など従来定量的な評価が困難な項目を数値化する例にみるよ

うに、双方の共同により開発された製品といえる。

2. 要求仕様の概略

デルコ社の要求仕様を基本とし、当社の設計基準を盛り込み、開発に着手した。この章では、この要求仕様の要点（外観、視認性、電気的性能、機械的性能、マイコンソフトウェアおよび信頼性試験）を紹介する。

今回開発した機種は、A M電子同調ラジオ、A M/F M電子同調ラジオ、電子同調ラジオ付カセットプレーヤの計3機種である。

2.1 外 観

図-1に示すように、フラットフェイスが基本となっている。このため、音量コントロールは電子化、音質コントロールはスライドポリウムが要求された。サイズは3機種共、D I N規格による。表示については、視認性にすぐれている蛍光表示管が要求された。しかし、一機種はスペースの面で蛍光表示管が使用できないので、当社の固有技術であるL C D照明技術で対応した。

2.2 視 認 性

視認性については、従来の主観的評価項目であった色あいと、明るさに関して定量化することができた。これにより、客観的な評価が可能になった。

色あいは、^{脚注2)}C I E 1931 xy 色度図上の xy 座標により、数値化し、規格としている。

明るさについては、輝度として数値化されている。

2.3 電気的性能

電気的性能および機械的性能については、全数検査、抜き取り検査、特殊検査の3段階に分類されている。この分類により、性能の重要度の明確

脚注 1) D I N規格

ドイツ工業規格の略。D I N 75500は、自動車オーディオ用の取付け寸法を規定している。

脚注 2) C I E 1931 xy 色度図

1931年 C I E (国際照明委員会)により定められた色度図

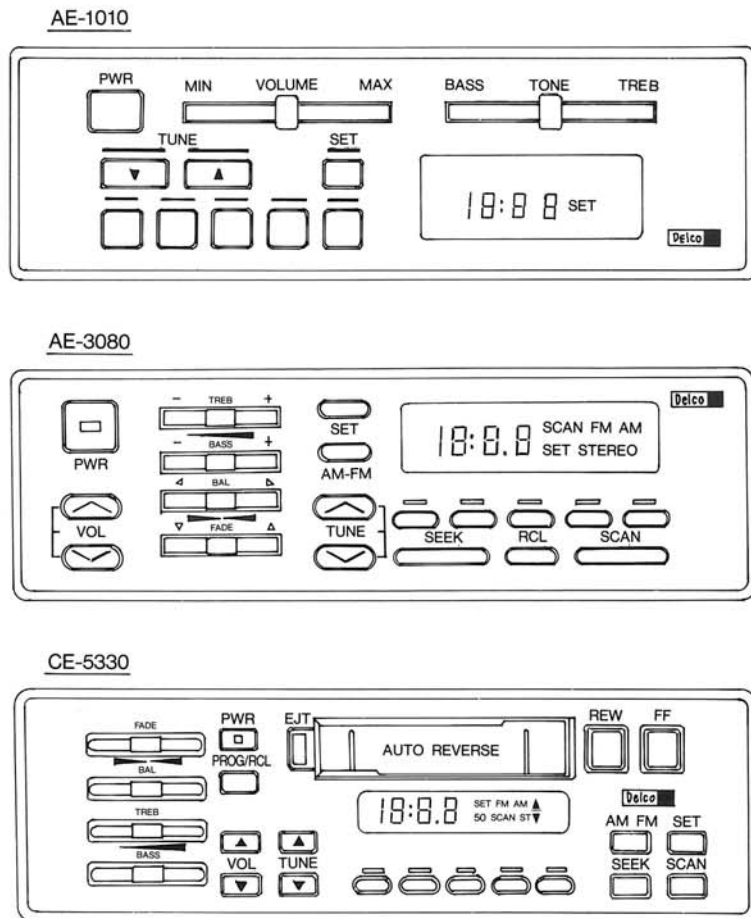


図-1 開発機種の外観

Fig. 1 Exterior view of developed models.

化と検査の合理化がはかられている。

2.3.1 受信性能

北米地域の電波状況は、日本国内と全く異なり特にFM放送は、大電力の送信所が大都市に多数散在しているが、これらの環境条件で起る受信障害を十分考慮した仕様になっている。

AM帯については、帯域がフラットで、妨害排除能力にすぐれた性能が要求されている。

一方、FM帯でも、スプリアス妨害、混変調妨害、相互変調妨害などの妨害特性を重視すると共に、実用感度が良いことが要求されている。

2.3.2 電気的性能

バックアップ電流の制限、老朽化したバッテリ

での性能を保証する最小メモリ電圧など、バックアップ回路に関する実用的な要求や、PLL回路の安定度（周波数ズレ）への要求がある。

2.3.3 ポップ音

電源ONまたはOFF時に発生するノイズ（以下ポップノイズと呼ぶ）は、従来、ともすれば官能評価によって良否の判断をしていたが、今回は、このポップノイズをトランジェントメータという測定器でノイズレベルを測定、定量化し、規格化した。

2.4 機械的性能

スライドボリュームについては、動作力、レバーの破壊強度などを規定している。

プッシュボタンについては、動作力の他、動作力比（同一ロット内での動作力の最大値と最小値の比）を設定し、セット内でのスイッチ操作時のフィーリング感にバラツキがないようにしており、ユーザに対するきめ細かな配慮がなされている。

2.5 マイコンソフトウェア

各スイッチの持つ基本的な機能、たとえば、サーチ、マニュアルアップ、マニュアルダウン、プリセットなどの機能は、従来とほぼ同等である。

しかし、次の点は、従来の仕様とは、異なった特徴を持っている。

その一つは、全てのスイッチは指一本で操作できるようにするという点である。

「時計調整」を例にとると、今回の方式は、セット釦を押し、5秒以内にサーチ（またはスキャン）釦を押し、分調（または時調）する。

ところが、時計表示をしている場合でも、一時的に周波数表示になるという問題が、開発段階で判明したため、時計表示中にセット釦を押しながら、サーチ（またはスキャン）釦にて、分調（ま

たは時調）する方式を最終的に採用した。

もう一つの例は、スイッチが異常になった場合（たとえばスイッチが前面板にひっかかって常時押されている場合）のマイコン動作モードの考え方である。

従来は、こうした異常状態になることを考慮していないマイコンのソフトウェアであった。このため、スイッチが異常状態になった場合、全てのスイッチを受け付けず、電源スイッチすら切れない事態になる。

これに対して、デルコ社の考え方は、少なくとも電源スイッチだけは、他のスイッチの操作に関係なく、必ず、優先して働くというものである。

2.6 信頼性試験

従来の信頼性試験と比較すると、市場では起こることが極めてまれな条件をも配慮した試験もあり、総合的に見ると、今回の試験条件はかなり厳しいものとなっている。

特に、人体からの静電気による誤動作を確認する試験、砂漠での急激な温度変化を想定した試験、寒い屋外から暖い屋内に車を入れた時に生ずる結

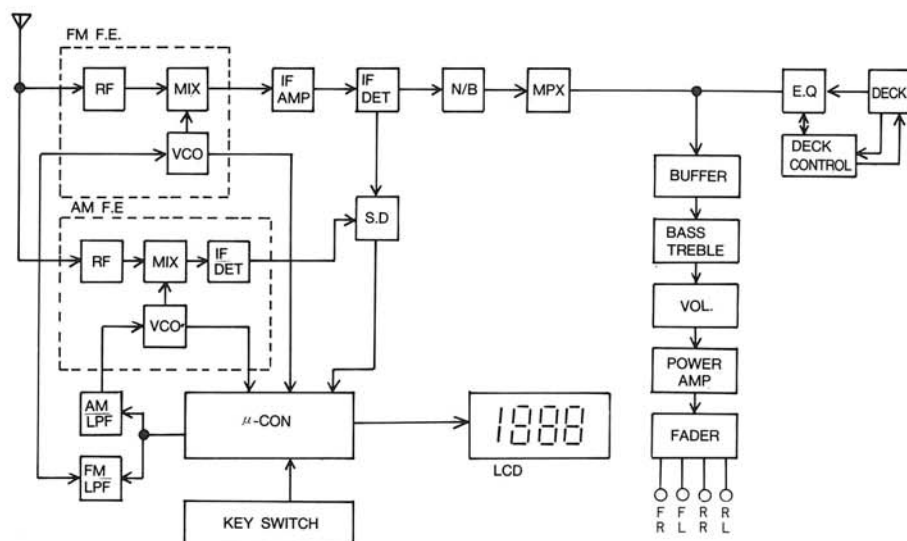


図-2 ブロックダイアグラム

Fig. 2 Block diagram.

露を想定した試験などがあり、開発段階から、コストを含めた対策に苦勞した。

以上の要求仕様に基づいて開発した機種の内、代表的な電子同調ラジオ付カセットプレーヤのブロックダイアグラムを、図-2に示す。

3. 照明および表示器について

3.1 照明の評価方法

3.1.1 定量化の検討

従来、カーオーディオにおいて、補助照明は夜間の操作性を改善させるための機能であったが、近年、夜間のデザインとしても重要視される様になってきた。これらの要求に対して、顧客の仕様は車両側のスピードメータなどの照明サンプル品を基準として指示されることが多い。サンプル品から顧客の要求する色あいは知ることができるが、照明方法や照明範囲などの違いにより、顧客仕様を完全に満たすことは意志の伝達上からも非常な努力が必要である。

例えば、仕様見本としてのサンプル品と試作セットを対比した場合、色あい、明るさ、ムラ、などがどこまで許容できるか、判断基準、意志の表現方法などが問題になってくる。

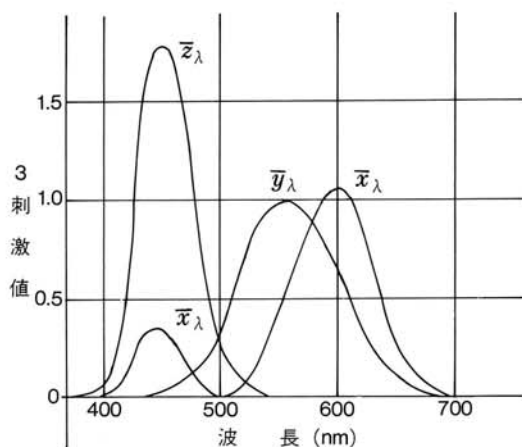


図-3 スペクトル3刺激値

Fig. 3 Spectral tristimulus values.

従来、このような場合、試作品を立合検討などによって許容レベルの再確認を行ってきた。

これらの問題を能率的に解決する方法として、色あい、明るさ、ムラなどを数値的に表わし、客観的なデータによってスペックを取りかわそうという提案が高まってきた。

そこで、今回のプロジェクトで、初めて照明の定量化を試行することにした。

照明の定量化として、照明色の色あいを xy 色度図の x 、 y 座標で表わし、明るさを輝度によって表わした。

3.1.2 CIE1931 xy 色度図

任意の色を物理量で表わす場合、CIEで定められたスペクトル3刺激値^{脚注3)}によって表わすことができる。すなわち、色の表示は、3刺激値 X 、 Y 、 Z の組み合わせによる次式の x 、 y 座標で表わすことができる。(図-3)

$$x = \frac{X}{X+Y+Z}, \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z}$$

この色座標 x 、 y を直角座標系にとったものが図-4に示すCIE1931 xy 色度図である。

3.1.3 対応策

実際の対応では、デルコ社の仕様^{脚注4)}に x 、 y 座標およびFL値が指示されており、これに基づき試作を行ない、確認は輝度計にて行った。しかし、最終的な承認はサンプル品によって、官能検査を

脚注 3) 任意の色は独立した3個の原色の一定比率の加法混色により等色することができる。この比率の定数を、任意の色の3刺激値とよび、波長 λ における一定エネルギーの単色光の3刺激値をスペクトル3刺激値とよぶ。

脚注 4) 一般的に明るさを表わすのに使っている単位である。これは、正確には輝度(cd/m^2)ではなく、光束密度(lm/m^2)を表わしている。アメリカなどでは(lm/ft^2)を単位とし、footlambert [FL] と呼んでいる。今回は輝度を測定し、換算式 $1\text{cd}/\text{m}^2 = 0.2919 \text{ lm}/\text{ft}^2$ でもとめた。

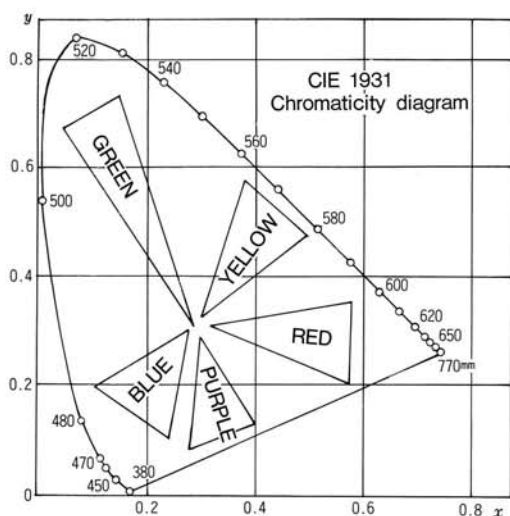


図-4 CIE 1931 xy 色度図

Fig. 4 CIE 1931 xy chromaticity diagram.

行い、また、量産での品質管理も、承認サンプルを基準として、官能検査を行なっている。

今回の照明の数値化は、仕様を確認するためのものにとどまり、量産での品質管理まではおぼなかった。量産で品質管理を行うためには、測定を簡素化し、測定のバラツキや製品のバラツキをふまえたスペックにする必要があると考える。

3.2 LCDの視認性改善

今回開発された電子同調ラジオ付カセットプレーヤにおいて、表示素子にLCDを使用しているが、開発当初は、昼間の視認性が十分ではなく、

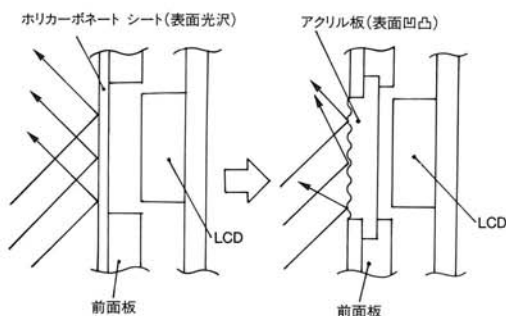


図-5 LCD開口部の表面反射対策

Fig. 5 Anti-reflection treatment of display surface.

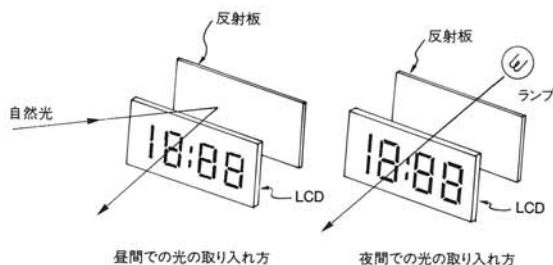


図-6 半透過形LCD

Fig. 6 Semi transmissive type LCD.

次の点を改善する必要があった。

- 1) LCD開口部の表面反射
- 2) 昼間の表示のコントラスト

3.2.1 表面反射の改善

セットを車に実装した際、ドライバの服やシートカバーが表示部の表面に写って、表示内容がわかりにくいという問題が発生した。これは、前面板の表面に光沢のあるポリカーボネイトを使用したためである。対応としては、LCD開口部を別ピースとし、その表面に細かな凹凸を作り、光沢を減らすようにした。(図-5)

3.2.2 昼間のLCDのコントラスト改善

今回の開発に使用したLCDはポジティブの透過型である。このため、夜間はランプによるバックライティングで、昼間は反射板による反射光にて動作時の表示が見えるしくみになっている。

(図-6)

LCD自体のコントラストを改善する方法の一つとして、偏光板の偏光度を増す方法がある。偏光度は次式で表わされる。

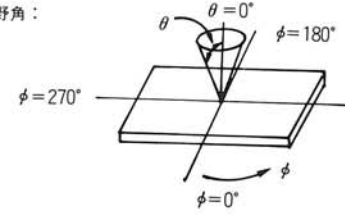
$$\text{偏光度} = \sqrt{(H_0 - H_{90}) / (H_0 + H_{90})} \times 100(\%)$$

H_0 : 平行透過率 H_{90} : 直交透過率

偏光板の単体透過率を低くすると、 H_0 、 H_{90} とも低くなり、 H_{90} が低くなると偏光度が高くなる。ただし、 H_0 も低くなるためLCD全体が暗くなる。

表-1 LCDのコントラスト

照明色		ブルー／グリーン				グリーン	
視野角		$\phi=180^\circ$		$\phi=120^\circ$		$\phi=180^\circ$	
LCD	反射板	透明方法	$\theta=0^\circ$	$\theta=15^\circ$	$\theta=30^\circ$	$\theta=0^\circ$	$\theta=15^\circ$
タイプ1	タイプA	透過	2.82	4.35	3.31	3.10	5.05
		反射	3.42	5.26	4.71	—	—
	タイプB	透過	2.67	4.76	2.86	3.40	5.18
		反射	3.87	7.35	5.95	—	—
タイプ2	タイプB	透過	2.69	6.25	5.26	3.45	7.25
		反射	4.31	9.61	10.5	—	—

LCD:タイプ1 偏光板単体透過率 43%
 タイプ2 // 35%
 反射板タイプA 現行品 (タイプBより反射効率が悪い)
 タイプB 日東樹脂製クレラックス No505-4
 視野角:

 (反射のコントラストについては直交透過率0%として測定)

また、昼間の視認性を改善する方法として、反射光の量を増すことも効果的である。このためには、反射板の反射効率を良くすることが必要であるが、副作用として、夜間でのランプの透過光が減少することにもなる。

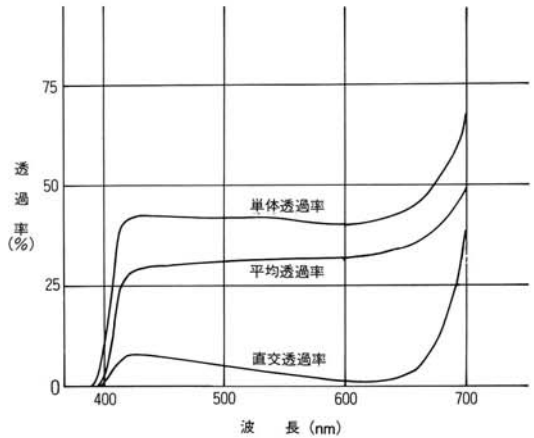


図-7 偏光板の透過率

Fig. 7 Transmittance of polarized light plate.

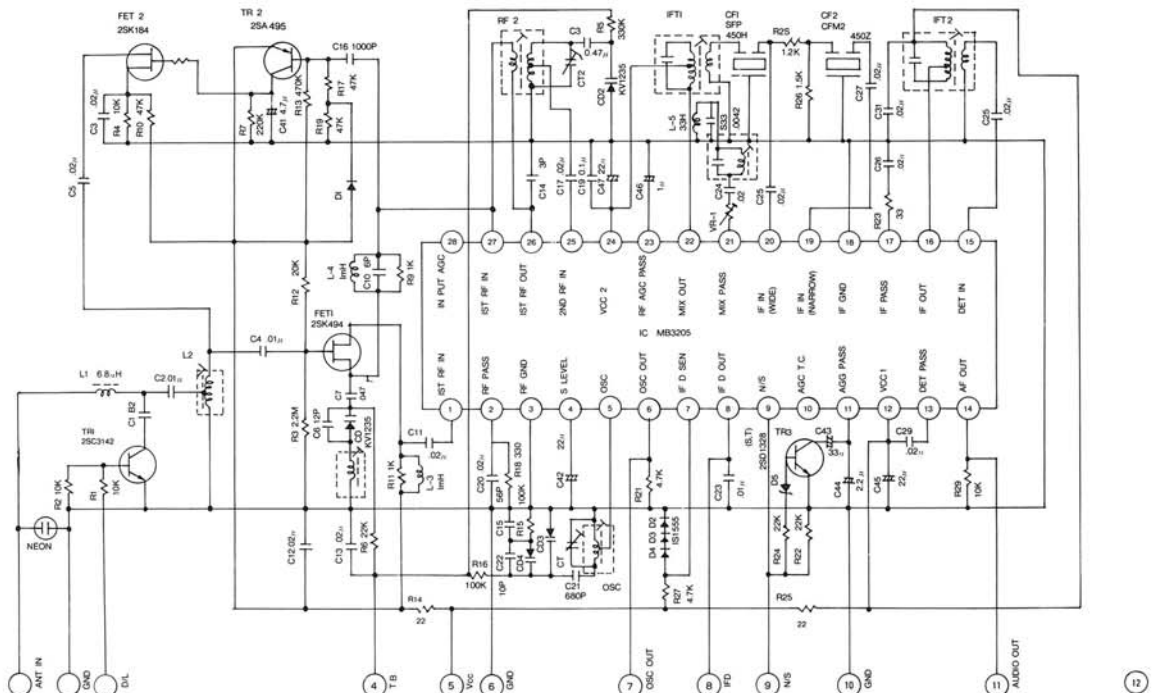


図-8 AMフロントエンド新回路

Fig. 8 A new AM front-end.

そこで、LCDと反射板の各パラメータを変化させて試作し、透過光および反射光でのコントラストを測定することにより最適状態を選択した。

最終的な組合せ検討例を表-1に示すが、この結果、LCDはタイプ2、反射板はタイプBを設定することが出来た。

また、図-7から、波長により偏光板の透過率

が変化していることがわかる。これは照明色にて、LCDのコントラストが異なることを意味している。照明色がブルー系よりグリーン系に、さらにオレンジ系になるほど偏光板の透過率が下がり、LCDのコントラストは良くなる。今回のLCDの照明色も、開発の最終段階でオレンジ色に変更した。

表-2 従来回路と新回路の電気的特性比較

仕 様 項 目	測 定 条 件		S P E C	従来回路	新 回 路
最 大 感 度	530kHz		21dB μ 以下	12.5dB μ	13dB μ
↑	600kHz		19dB μ 以下	14dB μ	11dB μ
	1000kHz		↑	13dB μ	12dB μ
	1400kHz		↑	19dB μ	14dB μ
	1620kHz		21dB μ 以下	29dB μ	19dB μ
信 号 対 雑 音 比	530kHz	20dB μ	12dB以上	15dB	18dB
↑	600kHz	↑	14dB以上	15.5dB	18dB
	1000kHz	↑	↑	17.5dB	19dB
	1400kHz	↑	↑	17dB	20dB
	1620kHz	↑	12dB以上	—	20dB
A G C	1000kHz	20dB μ	-6dB以内	-7dB	-2.4dB
↑	↑	10dB μ	-20dB以内	-18dB	-13dB
	↑	-6dB μ	-25dB以下	-37dB	-29dB
選 択 度	1000kHz	6dB	6~10kHz	8.3kHz	8kHz
	1000kHz	60dB	10~20kHz	24.4kHz	12kHz
I F 妨 害 比	600kHz		55dB以上	50dB	58dB
↑	1000kHz		65dB以上	68dB	73dB
	1400kHz		70dB以上	68dB	75dB
イ メ ー ジ 妨 害 比	600kHz		70dB以上	86dB	81dB
↑	1000kHz		60dB以上	85.5dB	79dB
	1400kHz		50dB以上	70dB	67dB
ビ ー ト 妨 害 比	900kHz	20~60dB μ	15dB以上	20dB	25dB
↑	900kHz	60~100dB μ	25dB以上	36.5dB	37dB
	1350kHz	26~60dB μ	19dB以上	21dB	26dB
	1350kHz	60~100dB μ	35dB以上	46dB	43dB
クロスモジュレーション	1000/1050kHz		92dB μ 以上	94.5dB	96dB
2 信 号 ミ キ シ ン グ	1400kHz, 600/800kHz		66dB μ 以上	130dB以上	79dB
ス プ リ ア ス 妨 害	1500kHz, 750kHz		60dB以上	65dB	65dB
↑	1500kHz, 上記以外		75dB以上	—	—
I M 妨 害	1000kHz, 1050/1100kHz		77dB μ 以上	130dB以上	82dB
F M 侵 害	1000kHz, 98.1/99.1MHz		99dB μ 以上	130dB以上	102dB
オーディオ I M 妨害	3 & 4 kHz, 40~100dB μ		30dB以上	36dB	37dB

4. 電 気 的 性 能

4.1 受信性能

4.1.1 AMバンド

当社カスタムIC、MB3205の性能を検討した結果、2章で述べたような仕様を、ほぼ満たしていた。

しかし、帯域内感度差、AGC特性、選択度などの特性を改善する必要があったため、周辺回路を見直し、図-8（31頁）に示す回路で、仕様を満たすことができた。この結果を次の表-2に示す。

改善例として、トラッキングを必要とする同調回路のトラッキングエラーにより発生している帯域内感度差は、RF回路の周波数変化比（530～1620 kHz）約3倍を、ローカルオシレータ回路に必要な変化比（980～2070 kHz）約2倍に圧縮しているため、低域、高域の変化比が抑えられることに起因している。

このため、今回は、ローカルオシレータ回路に圧縮されすぎた変化比を補正する可変容量素子を追

加し、従来よりトラッキングエラーを抑えている。

このほか、AGCについては、ミキサ段のゲインアップ、選択度については、狭帯域のセラミックフィルタを使用することで対応した。

4.1.2 FMバンド

AMバンドの場合と同様、FMバンドでは、今回の仕様をほぼ満たし、妨害特性にすぐれたキードAGC付きの内製フロントエンドを採用した。

しかし、リミッタ感度、小信号S/Nの項目では、さらに改善を必要としたため、周辺回路の定数の見直し、およびセット側のアース回りを最適にすることにより対応した。

この結果、表-3の通り、今回の仕様を満たすことができた。

4.2 ポップノイズ

開発当初は、経験的な官能検査によって評価していたが、開発途中から、官能検査と相関性のあるトランジェントメータを使用し、定量評価によってノイズ改善を進めた。

特に電源OFF時のポップノイズが大きかった

表-3 FM受信特性

(FM)	測定条件	SPEC	従来回路	新回路
リミッタ感度	98.1MHz	10dB μ 以下	14dB μ	6dB μ
信号対雑音比	98.1MHz 14dB μ	40dB以上	32dB	47dB
	40dB μ	50dB以上	51dB	57dB
	74dB μ	52dB以上	51dB	57dB
残留雑音比	98.1MHz	10～25dB	25.5dB	19dB
実効選択度	± 200 kHz	10dB以上	6.5dB	18dB
相互変調妨害比	20dB μ	80dB μ 以上	76/78dB	79/80dB
	30dB μ	91dB μ 以上	84.5/88dB	90/91dB
	40dB μ	99dB μ 以上	92.5/100.5dB	98/100dB
笛音除去比	96.3MHz 14dB μ	35dB以上	25.5dB	45dB
	40dB μ	45dB以上	47dB	54dB
	107MHz 14dB μ	35dB以上	23dB	46dB
	40dB μ	45dB以上	47dB	53dB
キードAGC特性	98.1/98.9MHz	78dB μ 以上	75dB	80dB
2信号IF妨害比	92.9MHz	94dB μ 以上	84dB	87dB
(FMステレオ)				
復調感度(点灯)	7.5%パイロット	10dB μ 以下	13dB	7.3dB

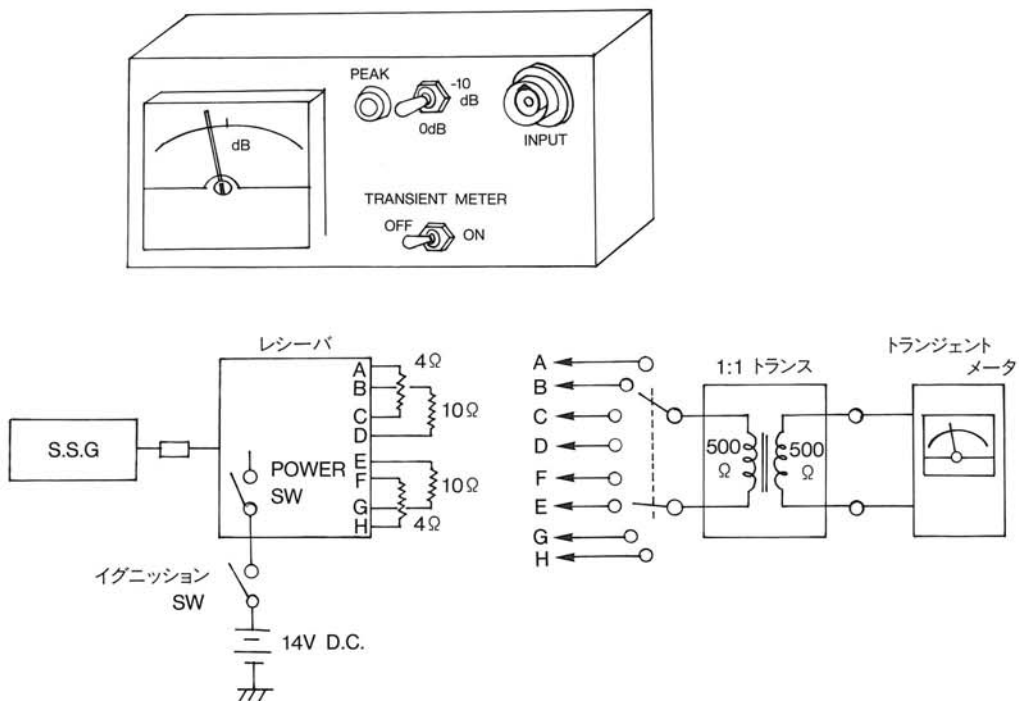


図-9 トランジェントメータの外観および測定回路

Fig. 9 Exterior view of transient meter and test circuit.

が、ミュート回路を追加し、改善をはかった。

このトランジェントメータの外観を図-9に、測定レベル例を表-4に示す。

5. あとがき

この度の製品は短期間の開発ではあったが、受信性能、デザイン、操作性など双方の固有技術を

投入することにより混血的の長所をもったカーオーディオとしてまとめることができた。

特にデルコ社の蓄積されたノウハウを素直に学び検討し得たことは有意義であり、今後の製品にも展開を図りたい。マイコンのソフトウェアについては長期間の開発を要するため必ずしも満足するものではなかったが、次の機会にはさらに仕様について協議を重ね、ユーザの満足感を一層充実させるような機器を開発したい。

表-4 ポップノイズの測定値

スペック：-20 dB以下

	イグニッション SW		レシーバ・パワー SW	
	ON	OFF	ON-OFF-ON	OFF-ON-OFF
AE-1010	-37	-37	-20	-37
AE-3080	-25	-35	-30	-32
CE-5330	-30	-20	-30	-32

(単位：dB)

参考文献

- 1) 大谷泰之ほか：『色』、照明工学、電気学会 P P. 21-27(1982)
- 2) 木佐貫徹：色の品質管理入門、ミノルタ