

新型シャレード用オーディオシステム

Audio System for New Charade

柴田 健一⁽¹⁾ 国枝 義弘⁽²⁾ 坂本 勇一⁽³⁾
Kenichi Shibata Yoshihiro Kunieda Yuichi Sakamoto

平野 恒忠⁽⁴⁾ 上坂 俊一⁽⁵⁾ 奥田 昌男⁽⁶⁾
Tsunetada Hirano Shunichi Uesaka Masao Okuda

要 旨

近年カーオーディオは、車載用としての基本性能である安全性、操作性が優れている電子制御化、車室内の音響特性向上、ホームオーディオ並みのコンポーネントシステムが望まれている。

今回、ダイハツ工業⁽¹⁾と開発したオーディオシステムは、車両との一体設計とコストパフォーマンスを追求することにより、システムユニットの電子制御化、音響特性、視認性向上を成し得た。

本稿では、主に普及型AM電子同調ラジオのVE設計、コンポーネントシステムの音質重視設計、液晶表示素子の視認性向上について報告する。

Inrecent years, a component system on a par with home audio equipment has been desired for car audio systems, which would have operational safety, a basic function for use in a vehicle, an electronic-controlled system with superior ease of operation and improved acoustic characteristics inside the car.

The audio system currently developed jointly with Daihatsu Motor Co., Ltd. has achieved an electronic-controlled system unit with improved acoustic characteristics and visibility by pursuing a design integrated with the car and cost performance. This paper reports mainly on the VE design of a universal AM electronic tuning radio, the design which gives top priority to tonal quality of the component system and improved visibility of the liquid crystal display device.

(1) ダイハツ工業株式会社

(2)~(6) 富士通テン^(株)第一オーディオ本部技術部

1. ま え が き

シャレードが1977年世界初の3気筒1ℓカーとしてデビューした当時、このクラス車では、AM押釦同調ラジオが主流で、主に情報源としての「ラジオ」であり、音を楽しむところまで至らなかった。

その後、1983年にFM放送の普及によりFM押釦同調ラジオを採用し、一步音を楽しむ領域に進んだ。

近年のカーオーディオは、ホームオーディオに匹敵する音響特性が必要であることと、それ以上に車のインテリアとしてのファッション性、安全性アップのための操作性が重要視され、かつユーザーニーズの多様化への対応が課題となっている。

これらの状況をふまえ、今回のシャレード用オ

ーディオシステムの開発では、安全性、操作性といった基本性能を重視した電子同調ラジオの採用、ニーズの多様化に対応した豊富なバリエーションのコンポーネントシステムの提供を、2つの柱とし、以下の点を設計のねらいとして開発した。

- 1) コストパフォーマンスの追求
- 2) より良い音の追求
- 3) 液晶表示素子による視認性向上

2. システムの概要

2.1 システムの基本構成

図-1(a)(b)、は今回開発した各ユニットの組合せシステムを示す。普及型AM電子同調ラジオから高音質デジタルサウンドのコンパクトデスクプレーヤーまで豊富なユニットは、車両とのバランスを重視した専用設計とした。

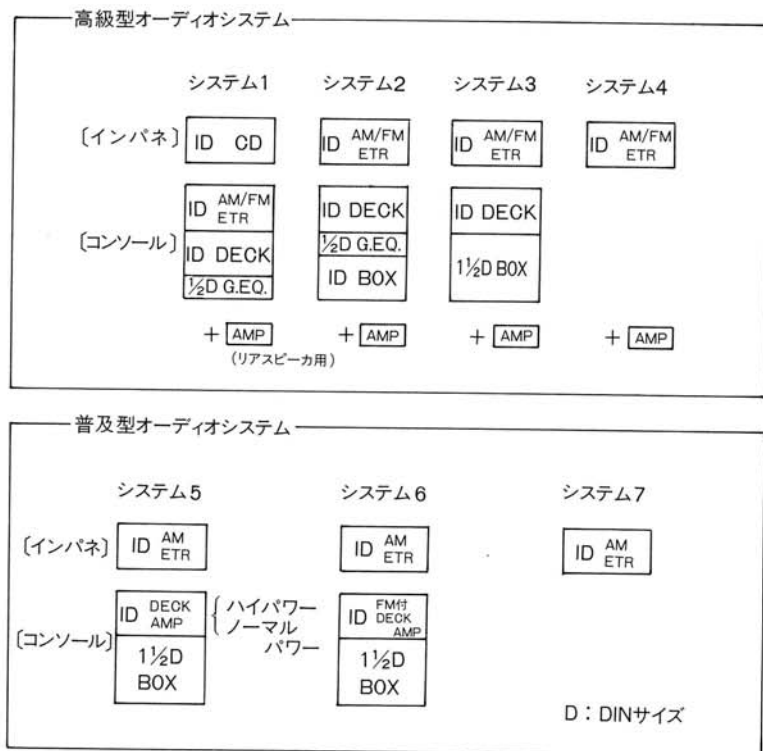


図-1(a) シャレード用オーディオシステム

Fig. 1(a) Audio system for new Charade.



図-1(b) シャレード用オーディオシステムと前面意匠
Fig. 1(b) Front panel design for new Charade.

表-1 押釦同調ラジオと電子同調ラジオの特徴比較

	項 目	押 釦 同 調 ラ ジ オ	電 子 同 調 ラ ジ オ
操 作 面	操 作 フ ィ ー リ ン グ	重 い (押す・回す)	軽 い (押すだけ)
	選 局 操 作 性	手 動	自 動
	記 憶 操 作 性	複 数 操 作 (引っぱる、押し込む)	ワ ン プ ッ シ ュ 操 作
	安 全 性 (ドライバ)	普 通	高 い
デ ザ イ ン	周 波 数 表 示 (見やすさ)	あ い ま い、見 当 を つ け る	直 読 表 示 数 値 で 放 送 局 が 判 る
	動 作 表 示	無：押したボタンは不明	有：押したボタンが判る
	前 面 周 辺	自 由 度 が 低 い	自 由 度 が 高 い
	受 け る イ メ ー ジ	安 っ ぽ い	高 級 感 が あ る
選 局 性 能	選 局 時 間	長 い	短 い
	選 局 精 度	悪 い：放 送 局 が 多 い と 微 調 が 取 り に く い	良 い：放 送 局 に 左 右 さ れ ず に 希 望 局 に 正 確 に 同 調 出 来 る
	選 局 (記 憶) 数	少 い	多 い
他	付 加 機 能 の 追 加	困 難	容 易
	コ ス ト	廉 価	高 価



図-2 押釦同調ラジオ（従来）と電子同調ラジオの外観

Fig. 2 Exterior view of push button tuning radio and electronic tuning radio.

2.2 システムの特徴

1) 電子同調化

表-1は押釦同調ラジオと電子同調ラジオを操作、デザイン、選局性能といった面から比較したものである。明らかに電子同調ラジオは、従来の押釦同調ラジオと比べ種々の面で優れている。またこれらの特長は安全性を重視した車載用として効果がある。（図-2）

しかし、電子同調ラジオの唯一の欠点は高価なことであった。今回徹底したVE設計により、普及型AMラジオまで電子同調化を行った。

2) 音質重視設計

AM/FM 電子同調ラジオを基本とする コンボ

ーネントシステムは、音質に重点を置き、ダイナミックレンジ、音響特性を十分考慮し、ホームオーディオ並みのシステムを実現した。

主な実施事項を以下に示す。

- 車室内音響特性を十分検討したベストチューニングのスピーカ設定
- ダイナミックレンジ、臨場感アップのため 100W ハイパワーサウンドの4スピーカシステムの設定
- 好みの音作りのための BASS/TREBLE コントロール及びグラフィックイコライザの設定
- ダイナミックレンジ対策の BASS/TR

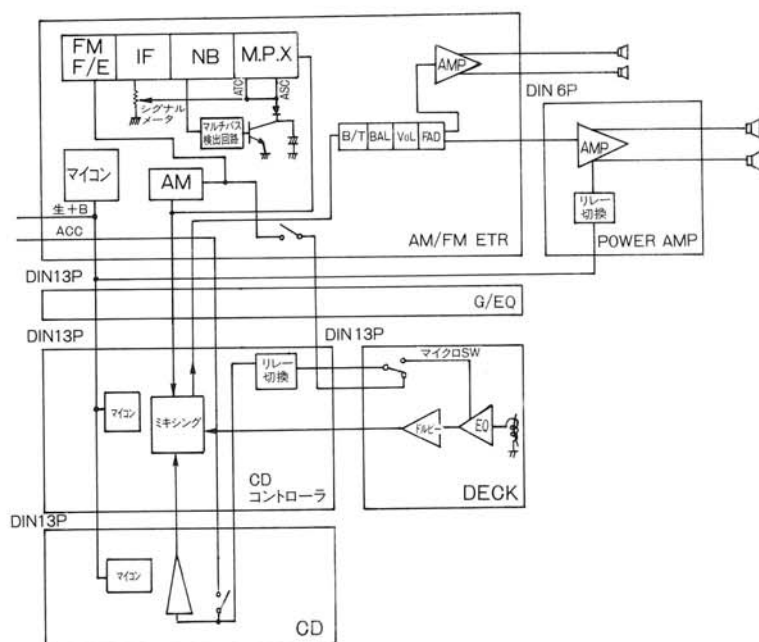


図-3 オーディオシステムブロック図

Fig. 3 Audio system block diagram.

EBLEキャンセル回路の設定

(グラフィックイコライザ装着時)

e) 音質に優れたデジタルサウンドのコンパクト

デスクプレーヤの設定

f) FM受信性能改善によるノイズ低減

3) システムアップが容易

図-3はコンポーネントシステムのブロック図で

ある。各ユニット間は、全てDINコネクタ(13P、6P)で接続できるシステムとし、極力余分なハーネスを削除して容易にシステムアップを可能とした。

4) 視認性、ファッション性向上

表-2 主 要 性 能

AM FM 電 子 チ ュ ー ナ	ラ ジ オ 部		AM		FM	
		受 信 周 波 数	522~1629 kHz		76~90 MHz	
		実 用 感 度	26 dB		7 dB	
		C/N	—		25 dB	
		リ ミ ッ タ 感 度	—		7 dB	
		自 動 同 調 感 度	35 dB		35 dB	
		A G C 感 度	56 dB		—	
	ア ン プ 部	バ	100 Hz : ±10 dB			
		ス				
		ト	10 kHz : ±10 dB			
		レ				
	カ セ ッ ト デ ッ キ	周 波 数 特 性	50 Hz~20 kHz			
		S/N	80 dB			
		トラ ッ ク 形 式	4トラック 2CH			
S/N		50 dB				
グ ラ フ イ ッ ク	N R 効 果	8 dB				
	ワ ウ フ ラ ッ タ	0.1%				
	素 子 数	9素子				
	レ ベ ル 可 変 範 囲	±10 dB				
パ ワ ー	テ ー プ 速 度	4.76cm/s				
	周 波 数 特 性	20 Hz~20 kHz				
C D	S/N	80 dB				
	分 離 度	70 dB				
共 通	外 形 寸 法 重 量	電 子 チ ュ ー ナ	W × H × D		180 × 50 × 130 mm 920 g	
		カセットデッキ			180 × 50 × 130 mm 1097 g	
		グラフィック			180 × 25 × 140 mm 620 g	
		パワーアンプ			189 × 35 × 97.6 mm 435 g	
		CD			180 × 50 × 165 mm 1630 g	
A M 電 子 チ ュ ー ナ	受 信 周 波 数	522~1629 kHz				
	実 用 感 度	26 dB				
	自 動 同 調 感 度	35 dB				
	A G C 感 度	56 dB				
	外 形 寸 法 重 量	W × H × D 180 × 50 × 80 mm 445 g				

ラジオ、コンパクトディスクプレーヤの表示装置には、見やすい大型のポジティブタイプ液晶表示素子を採用した。また、前面の機能表示文字部は、すべてイルミ連動の透過照明として夜間の視認性、ファッション性を大幅に向上させ、ライトブルー色の面照明により一層向上させた。

2.2 主要性能

主要性能を表-2に示す。

3. 主要技術

3.1 VE設計

普及型AMラジオを電子同調化するために、徹底したVE設計に取りくんだ。成果として「AM押釦同調ラジオ+時計」のコストで時計付AM電子同調ラジオを開発した。

表-3は普及型AM電子同調ラジオを開発するために大きくVE設計に寄与した項目である。

以下、その成果について述べる。

1) 構造簡略化と部品の低価格化

図-4は従来ラジオとの基板構造比較である。部品、回路の配置を変更することにより、基板の一枚化、片面化を図った。

2) 同機能回路の複合

チューナ部とPLLローパス回路のレギュレータ回路を複合した。これは両回路とも8Vレギュレータであること、本機がAM帯専用であることにより各回路間の干渉をなくせたことによる。

ブロック図を図-5に示す。

3) 回路の簡略化

図-6はイルミ電源フィルタ回路である。一般的に高周波ノイズフィルタと低周波ノイズフィルタで構成している。

本機は図-7の基板配置図のように電源回路と信号回路を分離配置することにより、低周波ノイズフィルタを削除した。

4) 加工費の削減

表-3 VE設計項目 (主要項目)

VE 方 策	具 現 化 項 目
ローコスト回路の検討 (部品の削除)	- AM専用マイコン使用 - ローパス回路の簡略化 - 電源フィルタ回路の簡略化
部品の低価格化	キバンの片面化
同機能回路の複合	RF部とローパス回路の電源の共用
他機種よりの部品流用	メカ部品の流用(金型代低減)
構造の簡略化	一枚キバン化構造
加工費の削減	自動化率アップ
付加機能の追加	時計機能の追加

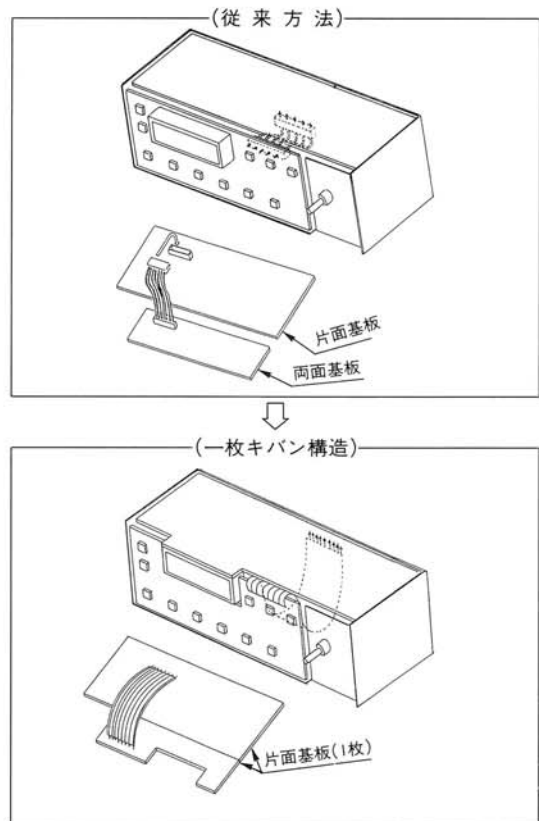


図-4 基板構造

Fig. 4 Construction of PC board.

基板の一枚化構造、回路の簡略化等の成果として、部品低減により自動化率アップがあり、大きく加工費の削減ができた。

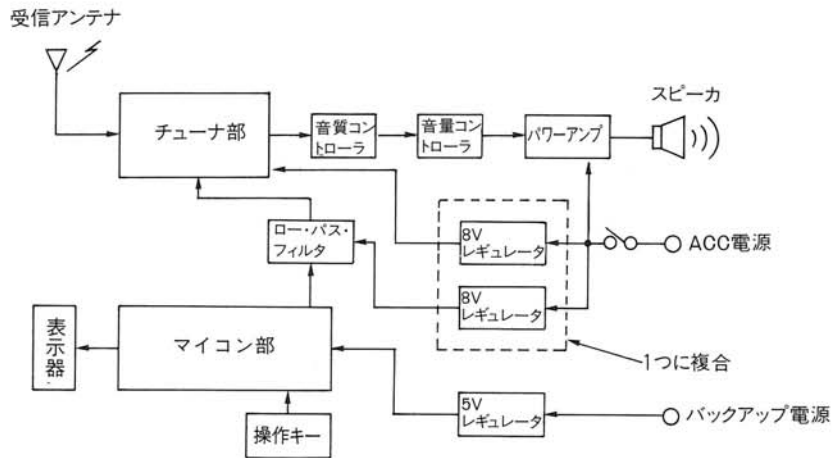


図-5 AM電子同調ラジオのブロック図

Fig. 5 Block diagram of AM electronic tuning radio.

5) 付加機能の追加

電子同調ラジオは、高精度な水晶発振子のクロックを基準にマイコンで正確に受信（同調）している。このクロックを利用して、時計用ソフトウェアを付加し受信周波数と時計を兼用表示することによりコストダウンを図った。

3. 2 音質重視設計

今回のシャレードシステムでは、音質重視の観

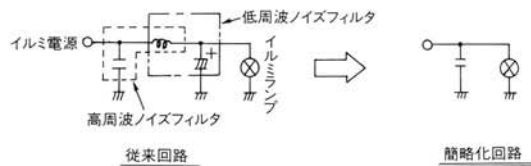


図-6 イルミ電源フィルタ回路

Fig. 6 Circuit of illumination ripple filter.

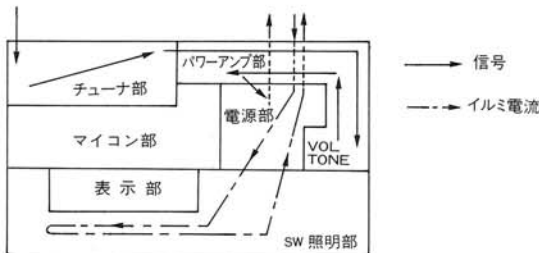


図-7 基板配置図

Fig. 7 PC board layout.

点から入力部としてFM受信性能向上、出力部としてスピーカの音響性能向上を実施し、さらに、本格的音場設計を実施した。

3. 2. 1 受信性能の向上

車載用ラジオはホームオーディオに比べ、電界

表-4 車載専用機能

機 能	従来ラジオ	電子同調ラジオ
1 ソフトミュー	出力 (dB) 対 ANT 入力。グラフは出力が徐々に減少する。	ソフトミュート量 $a > b$ 。出力 (dB) 対 ANT 入力。グラフは出力が急激に減少する。
2 ATC機能 (自動音質調整)	出力 (dB) 対 ANT 入力。ATC動作開始レベル A。4kHz 成分が強調される。	出力 (dB) 対 ANT 入力。ATC動作開始レベル B。ATC量 $a > b$ 。ATC動作開始レベル $A > B$ 。4kHz 成分が強調される。
3 ASC機能 (自動分離度調整)	分離度 (dB) 対 ANT 入力。グラフは分離度が徐々に増加する。	従来ラジオと同一。
4 ノイズブラン	車両雑音の低減。	従来ラジオと同一。
5 M-ASC機能 (マルチバス自動分離度調整)	—	IF シグナルメータ、NB、M-ASC、フィルタ、出力回路、C。M-ASC 機能は分離度を自動的に調整する。

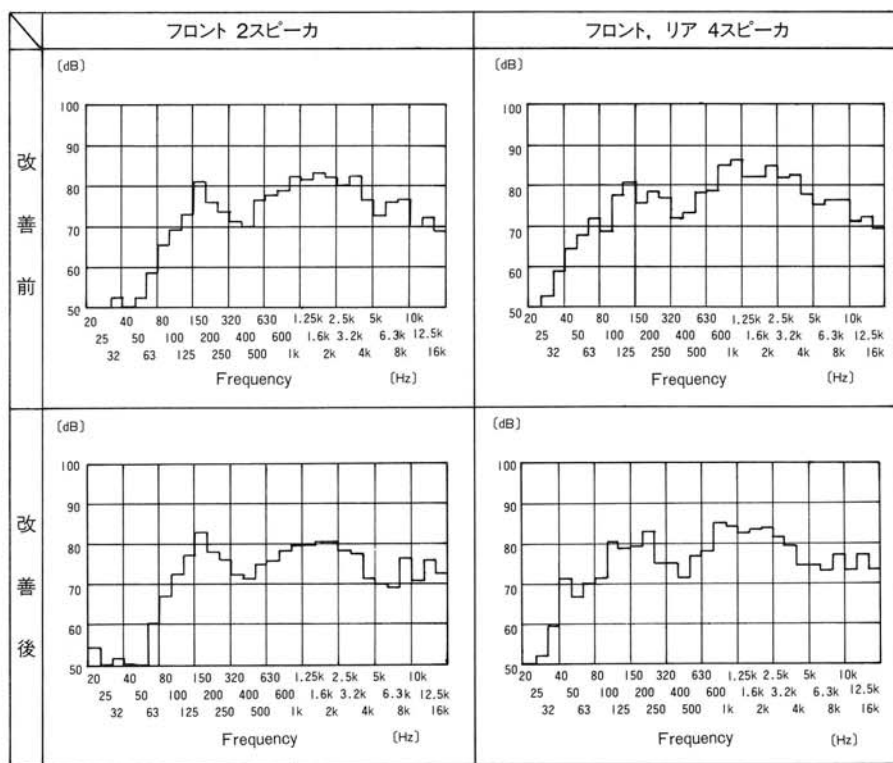


図-8 車室内周波数特性

Fig. 8 Frequency characteristics of car compartment.

が著しく変化するため、いろいろな雑音が発生する。この雑音を低減させるために車載専用機能、ソフトミュート、ATC機能、ASC機能、ノイズブランカ、M-ASC機能等を付加した。

表-4は専用機能の従来ラジオとの性能比較である。従来ラジオの性能は雑音の低減を主目的としたが、今回の開発に於いて、走行中の音質、^①音ゆれ^②等FM音質を重視した設計値とした。また、マルチパスノイズの対策として新しくM-ASC機能を追加した。

3.2.2 音響性能向上

従来のシャレードでは、定位ある音場設計までの開発に至らなかったが、今回のシャレードでは、4スピーカーシステムを基本とした音場設計を実施した。まず、大口径スピーカの採用、及びスピーカの最適位置の選定より初め、フロントスピーカに

ついては、前方定位、臨場感ある音場作りに重点を置き、リアスピーカについては、放射効率を高め、かつ低域を補正するために表-5に示すスピーカ口径、位置を決定し、音質を評価した。試作段階では、1～2 kHzの干渉ピーク音及び低域不足等の要改善点があったが、スピーカ設定軸線の変更、スピーカ周波数特性の変更にて解決し、最終的には図-8に示す車室内周波数特性を得た。これより、CD等のデジタルサウンドにも十分満足できる音質、音場特性を実現させることができた。

3.3 液晶表示素子の視認性改善

今回開発した電子同調ラジオの表示は、液晶表示素子（以下LCDと略す）で行っており、その形式はポジタイプの透過型とした。これは、夜間はLCD後方よりライティングを行い、昼間は反射板からの反射光で動作表示を認識できるタイプ

表-5 スピーカ設定仕様

	スピーカ口径、タイプ	設 定 位 置
フロント スピーカ	シングル コーン φ10cm、フルレンジ タイプ	インストルメント パネル 両サイド上向
リア スピーカ	ダブル コーン φ16cm、フルレンジ タイプ	リアパッケージ トレイ サイド上向

である。

LCDの視認性は、LCD文字部とそれ以外の所のコントラストをいかに上げるかによる。これは、ポジタイプの場合、LCDの文字部以外の明度をいかに上げるか、ということであり、周辺部品の差異、使用環境条件に大きく左右される。

今回の開発に当っては、ラジオおよび車両条件等、表-6に示す要因により視認性改善の必要が生じた。

そこで、今回視認性改善として、LCD文字部以外を明るくするため、次の点を検討・改善を行った。

- 1) 反射板の改善
- 2) LCD偏光板の改善

3. 3. 1 反射板の改善

反射板はLCDの裏側に位置し、夜間のバックライトを透過させ、かつ昼間の自然光を反射させるためのものである。(図-10)

一般的には、透明樹脂板に特殊印刷を施し、上記機能を付加させるが、今回は当初よりLCDホルダを白色処理(材料着色)し、反射板機能を兼用していた。そのため透過は問題ないが、昼間の自然光反射率が低く、これを改善する必要があった。

そこで(1)反射板の光沢粗面化(2)材料改善(ポリカーボネート系複合樹脂)を実施し、全反射方向で一般的に使用している反射板以上の面輝度を得た。(図-11)

表-6 LCD視認性影響要因

No.	要 因	理 由
1	車 両 側 事 情	助手席に白い服を着た人が乗ると、服の反射光がラジオ前面に写り、表示が目えにくくなる。
2	LCD バックライト色	夜間照明色の車両内統一に依り色がライトブルーに限定された。このライトブルー色は偏光板の直交透過率が高く、文字部分が明るくなってコントラストが低下する。(図-9)
3	時 計 付 ラ ジ オ	ラジオとしての周波数等の固定情報だけでなく時計という変化情報を提供するため視認頻度が高い

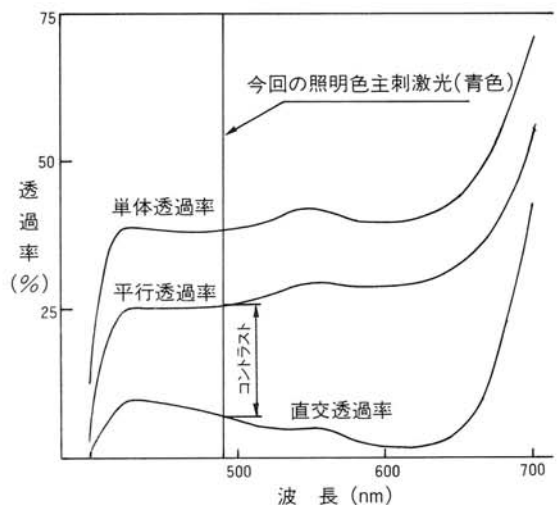


図-9 偏光板の透過率

Fig. 9 Transmissivity of polarizing plate.

3. 3. 2 LCD偏光板の検討

開発当初、LCDの視認性評価を行った際に、運転席から見た時と助手席から見た時とで、その視認性に差異が認められ、運転席からの視認性が助手席からの視認性に劣ることが判明した。

評価位置によって視認性に差異が生じる要因として、反射光に対する偏光板の性質が考えられる。

光が反射板(樹脂面)によって反射される際に図-12に示すように、入射時には全方向に振動し

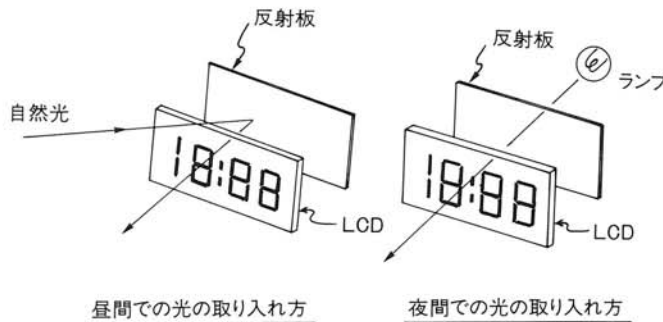


図-10 半透過形LCD

Fig. 10 Semi-transmission type LCD.

ていた光が、反射後はある一定方向に振動するようになる。そこで反射光に偏光板を重ねると、吸収軸方向がYの時、Xの時と比較して大幅に減光される。

したがって、LCD部の反射板からの反射光はLCDの偏光板によって、ある方向で弱められることになる。

前述のように、LCDのコントラストは、ポジタイプの場合、反射板からの反射量によって左右されるので、運転席からの視認性を向上させるには、その方向で見た場合の偏光板による反射光の

吸収を最小にするように偏光板を設定する必要がある。(図-12の吸収軸X方向)

図-13に反射板からの反射量を開発当初のLCDと対策後のLCDとを比較して示す。(測定方法は図-14)

この結果より運転席から見た反射量が、約2倍に増加していることがわかる。

実車においても、助手席からの視認性は若干低下したものの、運転席からの視認性向上をはかることができ、当初の目的を達成することができた。

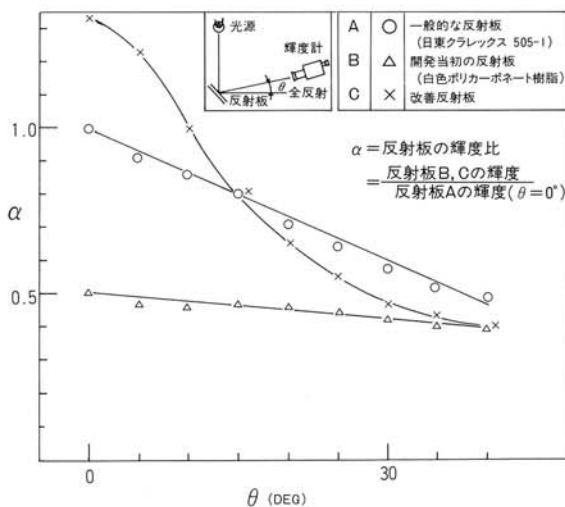


図-11 反射率の比較

Fig. 11 Comparison of reflectance ratio.

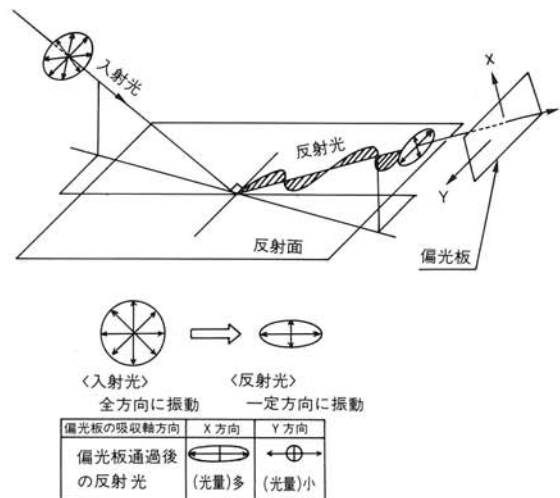


図-12 光の反射

Fig. 12 Light reflection.

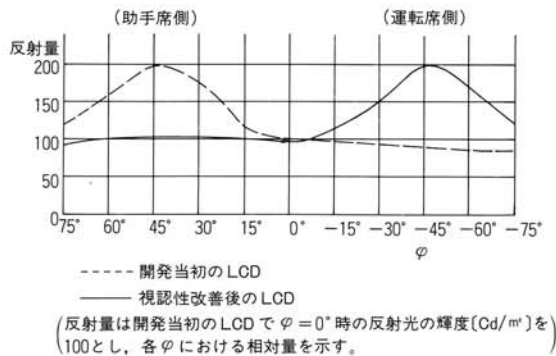


図-13 反射量測定結果
 Fig. 13 Reflection measuring results.

4. あとがき

以上が今回開発したオーディオシステムの概要である。車載機として必要な機能を持たせ、かつホームオーディオ並みのシステムが実現できた。

しかし、技術革新の激しい現代においてはユーザニーズの多様化、高級化はますます進むであろう。今後は車両と一体になった、ユーザニーズに即応した新製品の開発に務め、特に今回開発した普及型AM電子同調ラジオについては、普及型ラジオのベースとして、ますますのVE設計に努力していきたい。

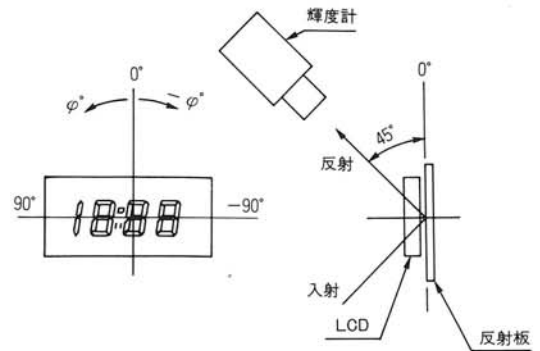


図-14 反射量測定方法
 Fig. 14 Reflection measuring method.

最後に、本システムの開発にあたり、絶大なご協力とご指示を賜った関係者各位に紙面を借りて厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 永田良：『偏光フィルムの応用』（株）シーエムシー（1986）
- 2) 佐々木昭夫：『液晶エレクトロニクスの基礎と応用』（株）オーム社（1979）