

海外向電子同調ラジオ付カセットプレーヤ“CE-4830”

A New Cassette Player with Electronic Tuner
Model “CE-4830” for overseas market釜井 隆夫⁽¹⁾ 山本 康彰⁽²⁾
Takao Kamai Yasuaki Yamamoto

要 旨

従来、カーオーディオは、ドライバへの情報提供を主目的としていたが、近年は、ドライブを楽しむための必需品となってきた。このため、カーオーディオに対するユーザーニーズは、デザイン、操作性、多機能、H i - F i 性等、多種多様にわたっている。

一方、欧米においては、小形、軽量、省スペース等、取付けを重視したラジオ付カセットプレーヤのニーズが強い。こうしたユーザーニーズを背景に、今回、電子同調ラジオ付カセットプレーヤCE-4830を開発した。

本機は、マルチディスプレイ、ハイパワー、プリアンプ端子等、エンターテインメント的要素を備え、迫力のあるサウンドを耳と目で感じることができる。本稿では、このCE-4830設計の要点について述べると共に、本機の特長をあわせて紹介する。

A car audio used to be an information system for a driver, but recently it has been an entertainment essential to enjoy driving. Therefore market demands has been multiplicated, such as easier operation, attractive cosmetic design, better high-fidelity characteristic, etc.

Furthermore, European and American market demands a radio-cassette combined unit of compact size, of light weight, and easy to install. These demands are fulfilled by the newly developed Model “CE-4830” which is a cassette player combined with an electronic tuner.

Special features of this unit are entertaining factors such as multi-function display, high power out-put, and pre-amplifier terminal, and car drivers can enjoy dynamic powerful sound visually as well as audibly. This paper presents key points of design, and also introduces characteristics of Model “CE-4830”.

(1), (2) 第三技術部

1. はじめに

カーオーディオに対する、ユーザーニーズは、近年、ますます多様化している。又、国内と海外とのユーザーニーズにも、大きな違いがある。

一般に、海外向カーオーディオに要求される条件は、次のとおりである。

- 1) セット寸法はDIN規格を満たすこと
- 2) デッキとラジオの一体型であること
- 3) 地域向け別の対応ができること
- 4) 表示及び照明が見易いこと
- 5) 迫力のあるサウンドがでること

欧米では、DIN規格により、どの車にもセットが取付けられる様に、インパネ部のスペース（開口部、奥行寸法）を標準化している。このため、当社の海外向けセットは、DIN規格（最大寸法182W×53H×160D）内に、設計されている。

このサイズでは、従来のコンポシステムの構成は不可能なため、デッキとラジオのコンビネーション型（以下一体機と言う）にする必要がある。

更に、表-1に示すように、地域により電波事情が異なる。この他、地域別に要求される機能としては、欧州のLW、中近東のSW、西独の交通情報、米国のAMステレオ等がある。従ってセット開発時には、どの地域でも適用できるようにするか、他の地域で使う場合の設計が容易に展開でき

るように考慮する必要がある。

近年、海外でも鮮明で見易い表示を好む傾向が強い。特に、夜間の操作性向上のため、夜間照明は不可欠である。

サウンドの嗜好にも地域差がある。欧米では、既存のアンプと組み合わせ、4スピーカで使用する事が多い。東南アジアでは、ハイパワー、重低音を好む。このため、こうしたシステム拡張が容易であるように、製品のラインアップを考えることが重要である。

2. CE-4830開発のねらい

今回、新しい一体機を開発するに当たって、1章で述べた条件のうち、(4)(5)項に着目した。その結果、パワーアンプ内蔵、プリアンプ出力端子、及び、ざん新な表示を付けることが、基本コンセプトとなった。

従来の一体機は、外部のパワーアンプと組合わせて使用する煩わしさがあった。この煩わしさを解消するため、新しい一体機は、パワーアンプ内蔵とした。また、プリアンプ出力端子を付けることにより、既存のアンプと組合わせて、手軽に4スピーカシステムが実現できるようにした。

しかも、電子同調ラジオとの一体機なので、高品質というイメージを損わないようにする必要がある。

以上の内容に加え、低コスト化をはかることが新しい一体機CE-4830開発のねらいである。このねらいを実現するために、次に示す手段を採

脚注 1) DIN規格

ドイツ工業規格の略。DIN75500は、自動車ラジオ用の取付け寸法を規定している。

表-1 各地域の電波事情

項 目	A M			F M			
	日本・欧州 豪州	米 国 I	米 国 II	日 本	米 国	欧 州	豪 州
受信周波数	522~1611 kHz	531~1620 kHz	530~1620 kHz	76.0~90.0 MHz	87.9~107.9 MHz	87.5~108.0 MHz	87.9~107.9 MHz
チャネル セパレーション	9 kHz	9 kHz	10 kHz	100 kHz	200 kHz	50 kHz	100 kHz
中間周波数	+450 kHz	+450 kHz	+450 kHz	-10.7 MHz	+10.7 MHz	+10.7 MHz	+10.7 MHz

た。

- 1) 構造の簡素化
- 2) 十分な放熱設計
- 3) 実装密度の向上

これらの詳細な説明は、第4章で行う。なお表示は、ざん新なマルチディスプレイとした。

3. CE-4830の概要

3. 1 概 要

CE-4830の外観を図-1に、ブロックダイアグラムを図-2に示す。本機は、チューナ部、オーディオ部、デッキ部から構成されている。

以下、簡単に各々の回路説明をする。

3. 2 チューナ部

チューナ部は、AM/FMチューナ回路と、チューナコントロール回路とに分かれる。

3. 2. 1 AM/FMチューナ回路

AM/FMチューナ回路は、それぞれ、AM変



図-1 CE-4830の外観

Fig. 1 Exterior view of CE-4830.

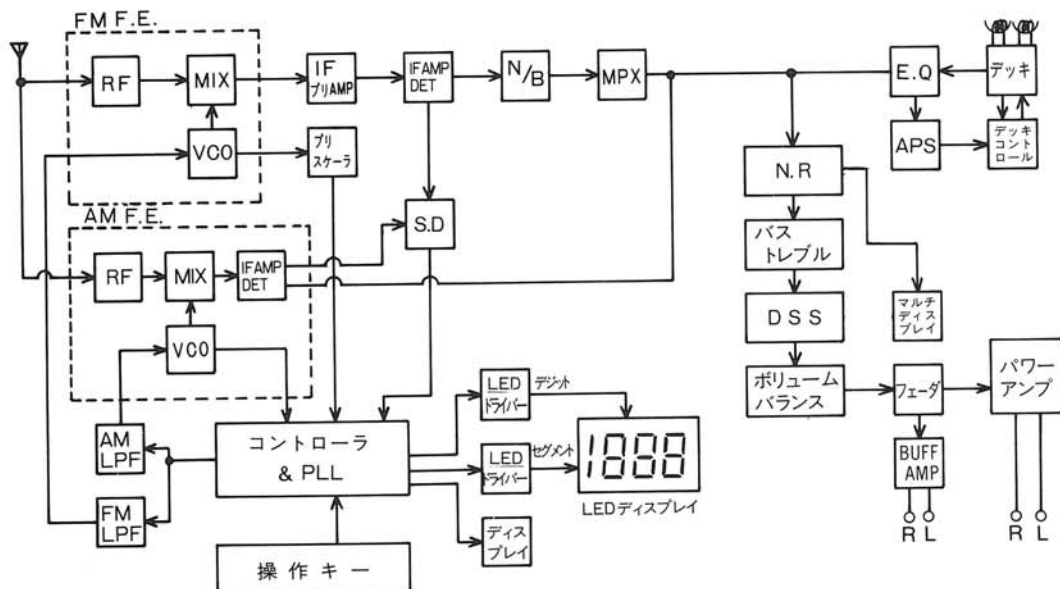


図-2 CE-4830 ブロックダイアグラム

Fig. 2 Block diagram of CE-4830.

調、FM変調された電波の中から、希望の電波を選択増幅し、オーディオ信号に復調する働きを持つ。AMチューナ回路は、省スペースのため、ユニット化した。FMチューナ回路は、デュアルMOS形FETによる高周波増幅、ノイズブランカASC回路、ATC回路の採用等により、受信性能の向上を図っている。

もともと、FM放送は雑音に強く、伝送帯域も広いので、Hi-Fi受信が楽しめる。しかし、ホームラジオと異なり、カーラジオは受信位置が固定されていないため、常に最良な受信が得られるとは限らない。現在、カーラジオのFMチューナにかかわる問題には、次のようなものがある。

- 1) イグニッションノイズの混入
- 2) スプリアス妨害
- 3) 弱入力時の雑音

イグニッションノイズに対しては、ノイズブランカを用いて、パルス雑音を抑圧している。これは、パルス幅が非常に狭いことに着目し、信号成分のうち、ノイズの入った部分を取除く方式である。図-3に、具体的な回路を示す。

IF段で復調された信号成分を、ローパスフィルタを介してゲート回路に入れる。これと同時に、信号成分はハイパスフィルタに入り、ここで、パルス雑音成分が検出される。この検出した雑音成分からパルスを作ってゲート回路をコントロールし、ノイズ成分を除去する。この時、波形歪が発

生するが、幅が非常に狭いため、聴感上は問題ない。

スプリアス妨害のうち相互変調は、高周波増幅用素子の非直線性が主に起因するので、本機は、直線性の良いデュアルMOS形FETを使っている。

弱入力時の受信対策としては、ASC回路、ATC回路がある。弱入力時、ステレオはモノに比べて、理論上、約21 dB S/Nが劣化する。このため入力レベルが小さい時は、L、Rチャンネルのノイズ成分を互いに打消して、ステレオ時のS/Nを改善するのが、ASC回路である。

ステレオ信号は、メイン信号(L+R)とサブ信号(L-R)から、

$$(L+R)+(L-R)=2L \rightarrow L \text{ 信号}$$

$$(L+R)-(L-R)=2R \rightarrow R \text{ 信号}$$

として、L、R信号を作っている。ノイズは、サブ信号に重畳するので、このノイズをNとすると上式は、

$$(L+R)+(L-R+N)=2L+N \rightarrow L \text{ 信号}$$

$$(L+R)-(L-R+N)=2R-N \rightarrow R \text{ 信号}$$

となる。そこで、LとRの信号を足し合わせればノイズは打消されるが、同時に、信号もL+Rとモノになる。従って、信号をそのままにして、ノイズだけを打ち消すため、L信号、R信号を、小容量コンデンサで結合すれば、高域のノイズは打消される。

ASC回路は、この動作を弱入力時のみ行うようにしたものである。

ATC回路は、弱入力時、人間の耳につきやすい高域成分を落とし、S/Nを改善している。

この他、マルチパス妨害があるが、これに対しては、決定的な対策がまだ見つかっていない。現在、ダイバシティシステムが一般的であるが、コスト高になるので、本機では採用していない。

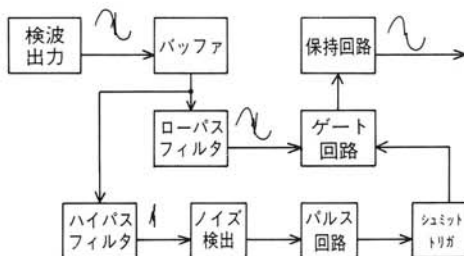


図-3 ノイズブランカの動作原理

Fig. 3 Principle of Noise Blanker.

3. 2. 2 チューナコントロール回路

チューナコントロール回路は、選局動作を電子的に行うと共に、キー入力のコントロール、表示のコントロールを行う。

チューナコントロール回路の主要部分を構成するのは、プリスケラ、PLLシンセサイザ、コントローラ、表示ドライバーである。本機では、PLLシンセサイザとコントローラとを1チップ化したLSI（以下マイコンICと呼ぶ）を使い、省スペース化をはかった。

このマイコンICの諸元を表-2に示す。

表-2 マイコンICの諸元

項 目	内 容
1. 外 形	28ピン DIP
2. 構 造	CMOS 4ビット
3. 機 能	
(1) 受信周波数	米国 AM 530~1620 kHz 9 kHz/10 kHz (10 kHzステップ) 切り換え可能 531~1602 kHz (9 kHzステップ) FM 87.9~107.9 MHz 日本 AM 531~1602 kHz FM 76.1~89.9 MHz
(2) 選局機能	オートチューニング (UP方向のみ、ノコギリ波モード) スキャン シーク マニュアルチューニング (ノコギリ波モード) マニュアルアップ マニュアルダウン プリセットメモリ AM/FM 各6局 ラストチャンネルメモリ
(3) 時 計	12時間表示 時、分、調整機能 時報合わせ機能
(4) そ の 他	リセット回路内蔵

3. 3 オーディオ部

オーディオ部は、オーディオ信号の雑音抑圧や信号増幅、周波数特性コントロール等の働きをする。本機のオーディオ部は、バス、トレブル、バランス、フェーダ、ラウドネス、ドルビノイズリダクション等の機能を有する。

3. 3. 1 マルチディスプレイ

本機のマルチディスプレイ機能を図-4に示す。

ラジオ動作時及びカセットプレイ時は、10点のレベルメータとして働く。カセットのFF、REW時は、右方向 (又は左方向) に、一定周期で、LEDが走行点灯をする。

図-5に、このマルチディスプレイの動作原理を示す。

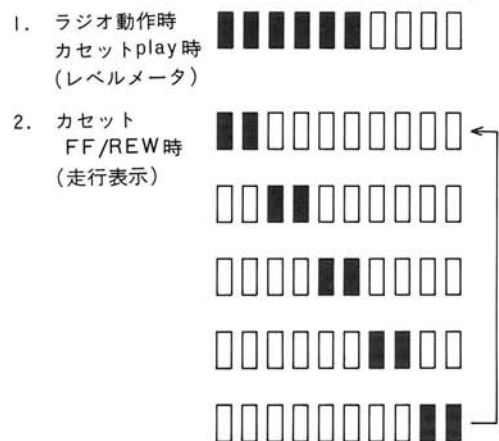


図-4 マルチディスプレイ機能
Fig. 4 Function of Multi Display.

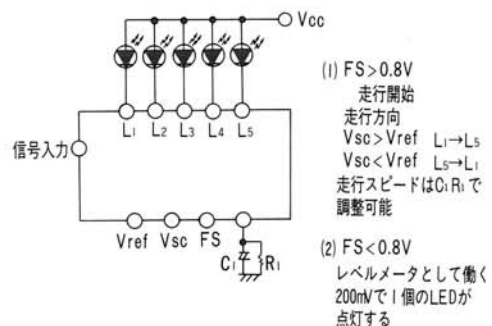


図-5 マルチディスプレイの動作原理
Fig. 5 Principle of Multi Display.

3.4 デッキ部

デッキ部は、カセットテープの再生に関連する機能を持つ。本章では、本機に使用したカセットデッキDK-55の特長について述べる。

3.4.1 テープ終端検知

テープ終端検知として、従来は、ホールICを使用していたが、DK-55では、磁気抵抗素子を使用した。そこで、この磁気抵抗素子について簡単に述べる。

初期の終端検知は、機械式スイッチにより行っていたが、接触不良が発生しやすかった。このため、スイッチを無接点化し、信頼性を向上する手段としてホールICが使われ、現在に至っている。

ホールICも、磁気抵抗素子も、基本的には磁界の変化を電気信号として取出している。ただ、ホールICがホール効果を利用しているのに対し、磁気抵抗素子は、磁界の強弱により、導体の比抵抗自体が変化する磁気抵抗効果を利用している。

磁気抵抗素子とホールICを比較した場合、ホールICの最低動作感度が220ガウスに対し、磁気抵抗素子の最低動作感度は100ガウスと高感度である。このため、磁石と素子との間隔が、ホールICでは、0.3~0.5mm必要なのに対して、磁気

抵抗素子は1.2mmと広くとれる。従って、磁気抵抗素子の方が、磁石と素子との間隔のバラツキによる動作不良を軽減できる。

表-3に磁気抵抗素子の特長を示す。

3.4.2 DK-55の特長

従来、メカ式デッキには、操作釦が重たいという問題があった。DK-55は、この点を改良し、軽い力で操作できるように設計されている。

表-4 DK-55の性能

No.	項目	仕様
1	構造	
	(1) カセット挿入方式	縦挿入式
	(2) 駆動方式	オートリバース
	(3) 操作方式	全釦とも押込方式
	(4) APS	一曲頭出し、 APS + FF 又は REW
	(5) 外形寸法	100W×33H×130D
	(6) 重量	600g以下
2	一般性能	
	(1) ワウフラッタ	0.09% wrms
	(2) テープスピード	3 kHz ± 3%
	(3) 周波数特性	ドルビ対応、10 kHzまでの周波数特性を保証
	(4) FF/REW時間	140 sec 以下
	(5) APS特性	曲間判定時間 2 sec 以上
	(6) 操作力/ストローク	EJECT 2kgf以下/8mm FF/REW 1kgf以下/8mm
	(7) カセット飛出量	25mm
	(8) 温度特性	-10~55°C ワウフラッタ 0.4% r.m.s 0.3% w.r.m.s テープスピード 初期値 ± 3%
3	その他	
	(1) テープ終端検知	磁石+磁気抵抗素子
	(2) ヘッド繰出方式	プランジャ吸引・保持式
	(3) 温度上昇	デッキ各部とも40°C以下

表-3 磁気抵抗素子の特長

	特長	理由
1	信頼性が高い	薄膜抵抗を使用した一体構造であり、接触部分がない
2	感度が高い	約30ガウス程度の磁界を検出できる
3	応答速度が速い	純抵抗素子であり、周波数特性が良い
4	消費電力が少ない	高抵抗の素子を使用しているため消費電力が少ない
5	小型・低価格	プラスチックモールドケースにより小型化、量産化に適している

また、使用部品点数の削減、使用部品の標準化等により、コストダウンを図っている。

表-4に、DK-55の性能、機能を示す。

4. 設計のポイント

4.1 構造の簡素化

DINサイズ一機は、限られた容積に多くの機能を有するため、構造的にプリント基板（以下基板と言う）枚数が多くなっていた。従って、接続コードが多く、複雑な線処理を必要とし、そのため線のかみこみ、断線等が発生しやすかった。

接続コードを、フレキシブル化すれば、線処理は容易であるが、メンテナンス、コスト等を考えると、根本的な解決とは言えない。

そこで、本機では、できるだけ接続コードを減

らすよう、次の点を重視して、設計した。

- 1) 基板枚数の削減
- 2) 機能の集約化
- 3) 接続コードの集約化

具体的には次の方法を用いた。

(i) デッキ下部（高さ8mm以下）には、チップ部品、小形電解コンデンサ等を使用し、背の高い部品を他の所に配置するようにし、できるだけ基板面積を広くとった。

(ii) FMフロントエンドやAM回路のユニット化を図った。

(iii) 前面のスイッチ基板に両面フレキシブル基板を使用し、基板側のパターン処理を簡単にした。

(iv) 基板間の接続コードの本数が最小になる

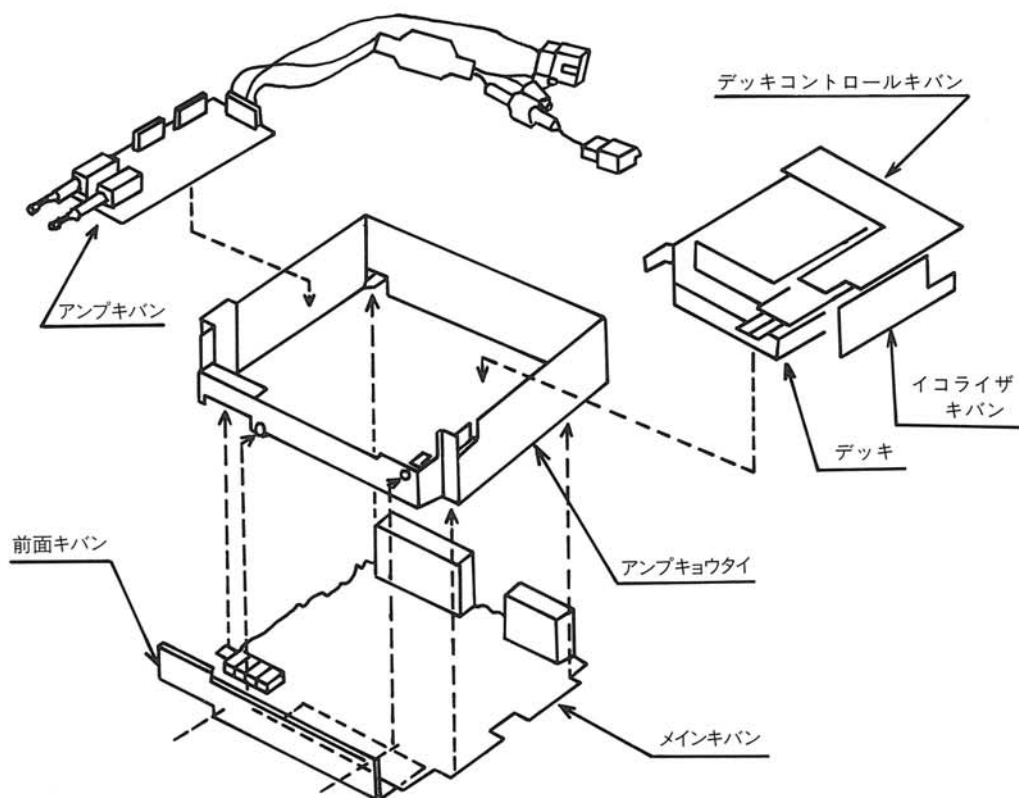


図-6 CE-4830の構造

Fig. 6 Structure of CE-4830.

表-5 各部の温度上昇

(°C)

実験項目 \ 測定箇所	パ ッ ク	プ ラ ン ジャ ー	きょう 体 面 側	きょう 体 面 上	I C 横 10mm	パ ッ ク 上 10mm
CE-4830 一次試作品	32.8	40.1	32.4	32.1	36.7	—
CE-4830 一次試作品 パワー部のみ動作	14.4	14.0	25.1	23.7	23.7	16.8
CE-4830 一次試作品 デッキ部のみ動作	16.3	26.1	5.3	6.1	9.2	14.1

ように、各基板の機能を決めた。

これらを実施した結果、図-6に示す構造となった。

これを、CE-4830と同等の機能を持った従来機種と比較すると、従来機種は、基板9枚、接続コード16本に対し、CE-4830は、基板5枚、接続コード3本と、大幅に減少している。

4.2 十分な放熱設計

前項で述べたように、一体機は、狭いスペースの中に、デッキ部、チューナ部、オーディオ部、スイッチ部と、多くのユニットを含んでいる。しかし、この中には、パワーアンプ、プランジャー、ランプ等、熱の発生源も含まれている。

特に、本機は、22W×2CHのハイパワーアンプを内蔵しており、デッキもプレイ時に熱を発生する構造である。このため、放熱設計を十分に行う必要があった。

熱に関して、一体機で特に問題になるのは、パ

ックの温度上昇である。

本機の試作品と、従来機種のバック温度上昇の比較を図-7に示す。図-7より、従来機種の温度上昇は、約22～23°Cである。そこで、放熱設計の目標を22°Cとした。

次に、本機試作品について、パワーIC、及びデッキのプランジャーが、バックに与えている影響を調査した。その結果を表-5に示す。

表-5より、デッキのプランジャーの影響が一番大きいことがわかる。これは、本機に使用しているデッキがAPS機能対応のため、ヘッドの前進、後退は、プランジャーで行なっており、プレイ時は常にプランジャーが作動しているためである。

これら熱源からの影響を最小限にするため、表-6のように、放熱効果を測定した。

この結果、コストと効果を考えて、項目①、②、③、④、⑥、⑧を採用した。そして、最終的に、

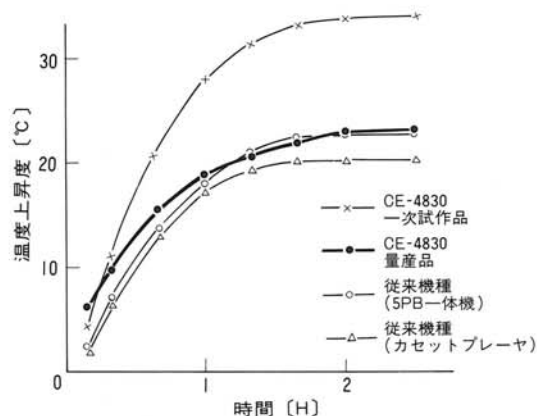


図-7 各セットのバック温度上昇特性

Fig. 7 Thermal characteristics.

表-6 各部の放熱効果

実 験 項 目	下降温度 (°C)
① 上蓋に穴をあける	1.5
② ICを左側面によせる	0.6
③ プランジャーに放熱板をつける	2.0
④ 左側面に放熱板をつける	1.8
⑤ 後面に放熱板をつける	1.0
⑥ 上蓋・放熱板を黒塗装する	2.5
⑦ プランジャーを低電流タイプにする	0
⑧ 上蓋を鉄板にする	1.9

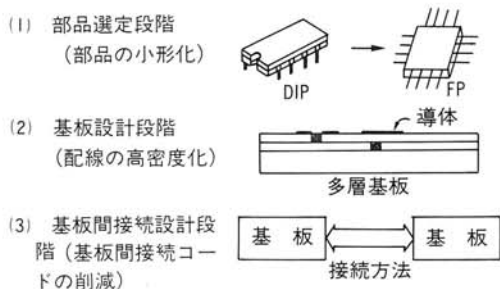


図-8 各段階における高密度実装技術

Fig. 8 Step of mount technique of high density.

本機のバック温度上昇は 22°C となり、目標をほぼ達成した。

4.3 実装密度の向上

実装密度の向上を考える場合、図-8に示す各段階における実装技術について考える必要がある。

前項で述べた、構造の簡素化は、図-8の(3)に相当する。

部品選定段階での高密度実装技術には、トランス、ポリウム等の小形化、抵抗、コンデンサ類のチップ化、回路のIC化、LSI化等がある。

また、IC化の場合も、パッケージがDIPよりもFP、更に、ICチップの直接ボンディングの方が、高密度化できるのは明らかである。

基板設計段階での高密度実装技術には、多層基板、ファインパターン、フレキシブル基板等が上げられる。チップの両面実装も、ここに含まれる。

従来のコントロール回路 (占有面積 約 1030mm^2) 本機のコントロール回路 (占有面積 約 420mm^2)

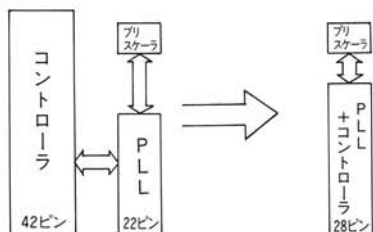
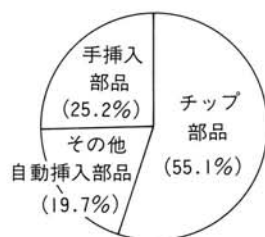


図-9 コントロール回路の比較

Fig. 9 Difference of Control circuit.



メイン基板(部品点数461点)



アンプ基板(部品点数147点)

図-10 各基板の部品自動装着率

Fig. 10 Automation ratio.

これらの高密度実装技術と低コスト化とは、相反するものが多い。例えば、両面基板は、片面基板の約3.5～4倍コスト高である。本機では、低コスト化を考え、次の方法を採用した。

- 1) チップ部品の採用
- 2) AM回路のユニット化
- 3) PLLとコントローラの1チップ化

コントロール回路の比較を、図-9に示す。

本機に使用した主な基板の部品自動装着率を、図-10に示す。メイン基板、アンプ基板、共にチップ化率は、50%を越えている。また、全体の部品自動装着率も70%を越え、低コスト化、高信頼性に寄与している。

5. 諸 元

本機の諸元を表-7に示す。

表-7 CE-4830の緒元

項目 内容	チューナ部	
	A M	F M
受信周波数	531~1602 kHz 530~1620 kHz	87.9~107.9 MHz
小入力 S/N	29 dB	45 dB
イメージ妨害比	60 dB	55 dB
電氣的忠実度	100 Hz: 0 dB 4 kHz: -16 dB	100 Hz: 0 dB 10 kHz: -15 dB
自動同調 動作感度	ディスタンス: 34 dB ディスタンス ローカル差: 25 dB	ディスタンス: 14 dB ディスタンス: 25 dB ローカル差:
最大感度	10μV	18 dBf (実用感度)
ステレオ分離度	—————	35 dB
	デッキ部	
S/N	55 dB	
ワウ・フラッタ	0.09% wrms	
周波数特性	1 kHz基準 63 Hz: -4 dB 10 kHz: 0 dB	
	共 通	
最大出力	22W×2CH	
最大消費電流	約3.9A	
外形寸法	178 ^W ×51 ^H ×135 ^L _{mm}	
重 量	約1.7Kg	
そ の 他	プリアンプ出力端子付 (2CH)	

6. む す び

以上が、今回開発した電子同調一体機の概要である。当初のねらいは達成したものの、幅広いユーザーニーズの対応には、まだ十分とはいえない。

技術革新の激しい現代においては、ユーザーニーズの多様化、高級化は、今後ますます進むであろう。こうしたユーザーニーズに答えるべく、今後共、新技術の開発を積極的に行う所存である。