

ファミリ設計による電子同調ラジオ付カセットプレーヤ —H シ リ ー ズ—

Combinations of Electronically-Tuned Radios and Cassette Players by Family Design "H Series"

三 好 一 秀⁽¹⁾ 前 山 清 利⁽²⁾
Kazuhide Miyoshi Kiyotoshi Maeyama

糸 嶺 直 樹⁽³⁾ 中 村 一 雄⁽⁴⁾
Naoki Itomine Kazuo Nakamura

要 旨

液晶表示素子用ワンチップマイコンが開発されてから、電子同調ラジオのコストは下がる傾向にある。また、市場ではコストの安い電子同調ラジオが要求されており、しかも、従来の5PB（プリセットボタン）やマニュアル同調ラジオに代わり、電子同調ラジオが主流になりつつある。

一方、機能に対する要求は多様化しており、仕向先により要求される機能は様々である。したがって、少量多品種化への対応が重要な課題となっている。

これらのユーザニーズに応え、コストの安い電子同調ラジオとテーブプレーヤの一体機を提供するため、短期間に多品種の設計と生産ができるように開発したのが、Hシリーズである。

Since one-chip microprocessor for LCD (Liquic Crystal Display) has been developed, the cost of electronically-tuned radios are decreasing year by year

And a demand in the market has grown for less expensive electronically-tuned radios, and the conventional mechanical push-button or manual tuning radios have been replaced by electronically-tuned radios more and more.

On the other hand, demand for functions has been diversified and requirements for functions are different in each countries. So a matter of importance is to design the product in consideration of "small quantity-large variation" capability.

The "H" serie are less expensive combination of electronically-tuned radios and cassette players which responed to the needs of users, and have been developed to be capable of large variation of design and production in a short period.

(1), (3), (4) 第二技術部

(2) 第二機構技術部

1. はじめに

近年、カーオーディオに対するユーザーズは、多様化しつつある。特に、輸出用の場合は向先が広範囲であり、自動車メーカ・OEM・一般輸出など、納入先も様々である。これらユーザーの個々の要望に応えるためには、少量多品種の生産が必要となる。

多品種に対応するには、設計思想を統一し、セットのシリーズ化を図り、構造・工程の共通化や金型の共通化などを考慮して、設計工数や設計費を低減する必要がある。また、輸出用汎用機の場合、益々コスト競争が厳しくなっているため、構造を簡素化し製造の自動化率を向上させ、製造工数を削減することも必要である。

Hシリーズでは、案画設計段階からこれらを考慮し、設計を進めてきた。その結果、初期生産から一年を経過したが、既にシリーズとしては14機種を数え、まだ伸びようとしている。

本論文では、このHシリーズの概要と、設計の過程について記述する。

2. 主要機能

CE-5131の外観を図-1に、ブロックダイアグラムを図-2に示す。

以下、簡単に各回路の説明をする。

2.1 A M 部

RF段から検波出力までをワンチップにまとめた実用的な新型ICを採用した。そして、従来機に比べ、混変調特性・S/N比などの改善を図った。

2.2 F M 部

フロントエンド部にバランス形ミキサ・AGCなどを備えたICとデュアルMOS型FETを使用し、相互変調・混変調などのスプリアス妨害特性を改善した。また、ノイズブランカ・ASC（自動分離度制御）・ATC（自動音質調整）・ソフトミュートなどの機能は実車走行テストを重ね、最適値に設定することにより、受信性能を向上させた。

2.3 カセットプレーヤ部

ドルビーBタイプノイズリダクション回路をスイッチレス化した。これは、市販されているミュージックテープの90%以上がドルビーBで録音されていることと、ホーム用でもドルビーB録音が一般化しているためである。これら市場調査の結果をもとに、テープ演奏時には常時ドルビーBがONとなるようにした。

2.4 コントロール部

フェーダコントロールによる4チャンネルスピーカ対応である。

図-2に示すCE-5131の場合はプリアンプ出力



図-1 CE-5131の外観図

Fig. 1 CE-5131.

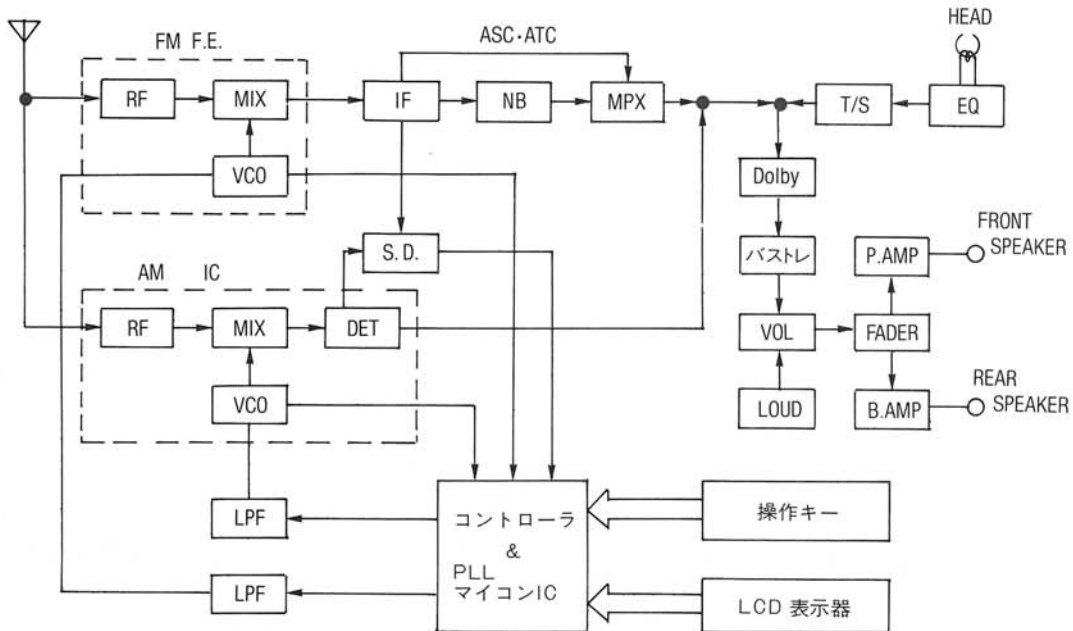


図-2 C E-5131のブロックダイヤグラム

Fig. 2 Block diagram of C-5131.

を有し、オプション販売のアンプと組合わせて4スピーカーへ拡張できるようになっている。

音場補正にはバス・トレブルコントロールとラウドネス回路を設定した。

2.5 操作部

広い視野角の液晶表示素子(以後LCDという)テープ演奏時とラジオ受信時で照明色の変わるOPTI-MI (Optical Mode Indicator)、操作ボタン・文字・カセット扉の照明など、操作性・視認性向上に十分配慮した。

3. 多品種化へのアプローチ

Hシリーズは基本母体から多品種へ展開することをねらいの一つとして開発を進めた。設計案画に際しては、多品種へ展開することによって発生する設計工数・金型費用などを最少限に押さえることを考慮した。この基本的な考え方について説明する。

3.1 基本的概念

Hシリーズのねらった商品レンジは中級の汎用機種である。このようなコンビネーション機(ラジオ・テーププレーヤー一体機)に必要なと予想される機能をすべて洗い出し、それらを分類することから始めた。機能を分類すると、セットの基本性能を決定する基本要素とユーザーからの要求によって変化する変動要素の二つに大きく分類される。これを特性要因図を用いて表すと、図-3のように分類することができる。これを電気設計と機構設計に分けて説明する。

3.2 電気的設計概念

図-3の基本要素のうち、デッキおよびオートリバース回路はまとめてユニット化した。そして残りのものをメイン基板に集めた。つまり、基本回路と表示・ボタンなど操作系を一つの基板に集結させたのである。このようにすれば、多品種に展開する場合、メイン基板はあまり手を加えなくてもよくなる。

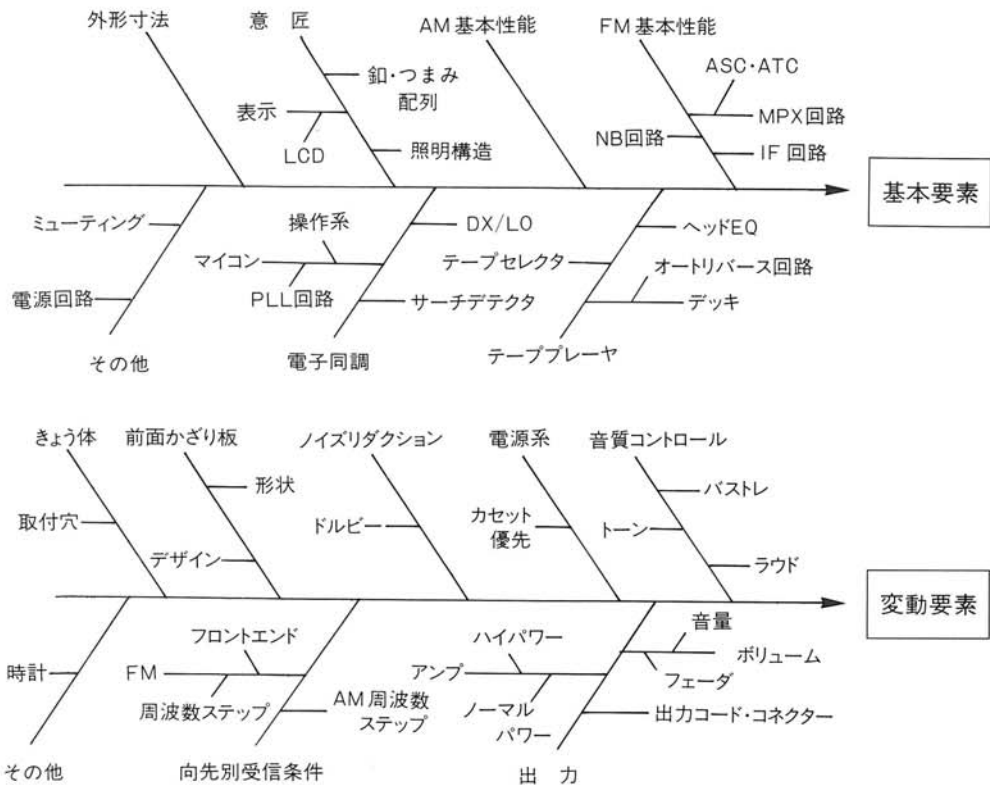


図-3 多品種化へのアプローチ

Fig. 3 An approach to "large variation".

次に、変動要素のうち、ノイズリダクション・音質コントロール・出力回路を一つの基板にまとめた。多品種への対応はこの部分の基板を変えることにより対応することが可能となった。

フロントエンドについては向け先別によって異なる受信条件を満足させる必要がある。すなわち、各国により、受信周波数範囲や局部発振周波数が異なる。また、性能面でも米国では特に、相互変調などの妨害特性が重視される。これらの理由で向け先ごとに受信仕様を変える必要がある。このためフロントエンド部はメイン基板にユニットとして取付け、ユニットごと取換えるようにした。

AMおよびFMの周波数変化ステップは地域別に切り換えが必要であるが、これらはマイコンのマ

トリックス回路にて対応するようになっている。したがって、メイン基板設計時にこれらを考慮した回路にし、部品の要・不要にて対応した。

このようにすることによって、メイン基板は全機種で金型を共通にすることができた。種類としては4種類あるが、パターン・レジスト・シルク印刷の一部を変えるだけで全機種に対応しており、金型費の重複を抑えている。また、製造工程においても基本的にメイン基板は共通であり、これらのチェック・調整工程が全て同様に行えるので、工数削減・設備の共用化にも有効であった。

3.3 機構設計概念

図-3より、変動要素としては前面飾り板の形状とデザインがある。形状はノーズピースタイプとフラットフェースタイプの二種類である。前面飾

り板の構成は図-5のように、目盛板と前面飾り板とカセット挿入扉を組合わせることによりユニット化し、多品種化へ対応している。つまり、前面飾り板の基本形状を、ノーズピースタイプとフラットフェイスタイプの二種類とし、これらの材料・印刷・塗装などを変えたものと、目盛板・扉のデザインを変えたものとの組合わせによりユニット品としている。納入先の違いにより生じるデザイン・メーカー名や型番の差異をそれぞれの印刷・塗装で対応し、基本形状は共通化を図っている。このようにすることで前面飾り板10種、目盛

板9種、扉11種によって14機種への対応を可能とした。この対応状況を図-4に示す。

もう一つの変動要素としてきょう体がある。詳しくは構造設計で述べるがきょう体構造は上フタ・下フタ・Eホルダにて構成されており、これらを設計する上での変動要素としては、セットを車両へ取付ける条件がある。前面飾り板の形状が二種類となるのも同じ理由による。この変動要素を上フタで対応するようにしたため、下フタは全機種共通となり、基板やデッキの取付けなどで加工が複雑なEホルダも二種類だけとなった。これも外

機種名	向 先	変 動 要 素										部 品											
		メ イ ン 基 板				アンプ基板						基板		きょう体		前 面 板 工 程							
		周波数ステップ		F	OP	C	時	ド	ラ	バ	ト	フ	メ	ア	E	上	金	材	塗	H	印	メ	ト
		F M	A M	E	T I	S	計	ル	ウ	ス・	レ	エ	イン	ン	ホル	蓋	型	料	装	スタン	刷	モリ	ビ
5130	一 般 輸 出	200 K	10 K	A	○			SW		○	A	A	A	A	A	N	A		A	A	A	A	
5131	↑	切替え 100 K	9 K	A	○			○	SW	○	A	A	B	A	A	N	A		A	E	B	B	
5132	カナダ・トヨタ	200 K	10 K	B	○	○		○	BI	○	B	B	C	B	B	F	B			B	C	C	
5133	国 内・トヨタ	100 K	9 K	C	○	○		○	BI	○	B	B	C	B	B	F	C	A		B	D	D	
5134	国 内・市 販	↑	↑	C	○	○		○	BI	○	B	B	C	B	C	F	D	B		B	E	E	
5135	豪 州・三 菱	↑	↑	A					BI	○	B	C	D	B	D	F	E		C	F	F	F	
5136	米 国・いすゞ	200 K	10 K	B	○	○			BI	○	B	E	A	A	N	A			B	C	G	G	
5137	↑	↑	↑	B	○	○			BI	○	B	E	A	A	N	A			B	C	G	G	
5138	↑	↑	↑	B	○	○		○	BI	○	B	B	F	A	E	N	A		B	D	G	H	
5139	豪 州・トヨタ	100 K	9 K	A		○			BI	○	B	G	B	B	F	B				G	H	I	
5140	↑	↑	↑	A		○			BI	○	B	B	H	B	B	F	B			B	H	J	
5141	米 国・いすゞ	200 K	10 K	B	○	○		○	BI	○	B	B	E	A	E	N	A		B	D	G	H	
5142	アルゼンチン ファーマール	↑	↑	A			○	SW		○	B	D	I	A	A	N	A		A	H	I	K	
5144	↑	↑	↑	A			○	SW		○	D	A	A	A	N	A			A	A	I	K	
品種				3							4	9	2	5	3	5	2	3	8	9	11		

A : 一般輸出
B : 米国仕様
C : 国内仕様

SW : スイッチ付
BI : ビルトイン

A : プリアンプフェーダ
B : 出力フェーダ

F : フラットフェイス
N : ノーズタイプ
F' : フラットフェイス
+ α

図-4 向先と機能と部品の共通化

Fig. 4 Common design for different variations.

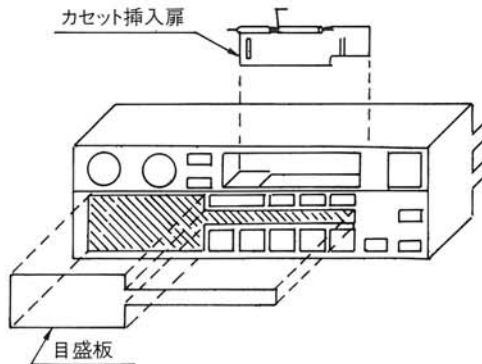


図-5 前面飾り板の構成

Fig. 5 Exploded view of front panel.

形・曲げ工程で見れば同じ部品と言える。

以上のように、多品種化対応の設計を進めて来た結果、シリーズ品として新機種を設計する場合には、きょう体構造・メイン基板など基本となるものはそのまま用いることができ、アンプ基板を新規に設計するだけで対応できるようになった。設計工数も削減できたため、案画を初めてから一年余りで14機種を生み出すことができた。

4. 構造設計

構造設計に関しては次の点を重視して行った。

- 1) 構成部品の削減
- 2) 組付け作業性の向上

図-6に本機の分解図を示す。

本機はメイン基板・アンプ基板・デッキユニット・Eホルダ（本体）・きょう体（上フタ・下フタ）から構成されている。デッキユニットはメカニズム部と、コントロール部で構成している。

本機の構造上の特長は、作業性・保守性の良いことである。具体的には次の二点がある。

- 1) Eホルダに基板とデッキユニットを実装すれば基本的な動作が確認できる。
- 2) 基板間の接続は全てコネクタ化し、組付け作業性の向上を図っている。

4. 1 構成部品の削減

電子同調ラジオや電子同調一体機の場合、表示素子・操作スイッチなどを配置するため前面基板が必要であった。さらに、前面板を保持するホルダが必要であった。

この前面基板は、表示系・操作スイッチなどの配線が複雑となり、片面基板では設計が困難なため両面基板を使用することが多かった。さらに、他の基板との接続も配線数が多くなり、フレキシブル基板を用いる必要が多く、コスト・作業性・保守性などに問題があった。

これらの問題点を解決するため、前面基板削除をねらって、次の項目を検討した。

4. 1. 1 ピンコネクタタイプLCD

LCDをメイン基板上に実装する方法としていろいろ考えられたが、最もシンプルなピンコネクタタイプに絞り、実用化への検討を行った。詳細については第5項に示す。

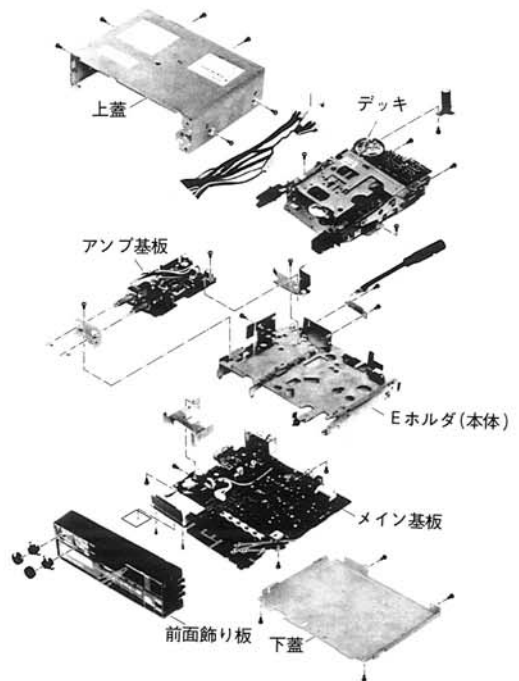
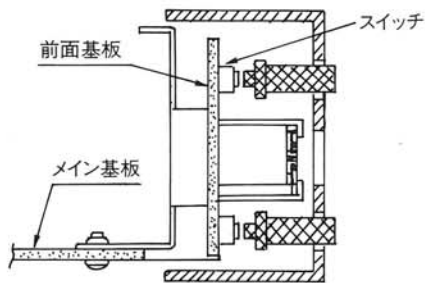
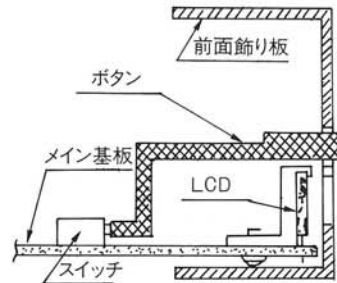


図-6 CE-5131の分解図

Fig. 6 Exploded view of CE-5131.



(a) 従来機種
(a) A previous model



(b) Hシリーズ
(b) H series

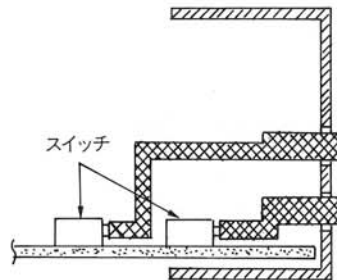
4. 1. 2 操作スイッチの配置

操作スイッチは釦形状を工夫することにより、メイン基板上に全て配置することができた。図-7に従来方法と本機種に用いた方法を示す。

以上の二点を実施することで、前面基板の削除を実現した。また、機能・接続コードの集約を図り、基板枚数・接続コード本数も削減できた。

4. 2 組付け作業性の向上

図-6に示すように、本体となるホルダはメイン基板上のAM部とアンプ基板のシールドおよび、メイン基板上の部品とデッキ可動部との干渉防止のため、きょう体中央に位置させた。その上下にデッキ・基板などを実装する構造なので、組付ける過程では、従来機種のように側面に障害物がなく、組付け作業が向上した。また、線処理も容易になり、線カミ・線ササリなども目視で確認できて信頼性も向上した。



(c) Hシリーズ
(c) H series

図-7 操作SWの位置と形状

Fig. 7 Function switches and buttons.

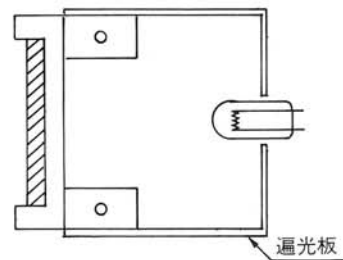


図-8 LCDのバックライト照明方法

Fig. 8 Lighting of LCD.

5. LCD設計

5. 1 概要

Hシリーズでは周波数表示・テープ走行表示のほか、全ての表示をLCDで行った。LCDはTN型で透過形のものを使用した。TN型を使用した理由は温度特性に優れ、コントラストが良く、ダイナミック駆動が可能で接続端子が少なくて済むことなどである。Hシリーズで用いたLCDは照明方法とプリント基板との接続方法に特徴があ

る。この二点について説明をする。

5. 2 LCD照明法

LCDはLEDのような自己発光体でないため

に、何らかの方法で照明が必要である。HシリーズではLCDに透過型を使用し、バックライト方式による照明を行った。図-8に概略を示す。

この方式はランプの光を反射板やプリント基板面で反射させ、偏光板を介して照明するものである。プリント基板面には白色のシルク印刷を施し反射率を良くするよう工夫した。このバックライト方式には色むらが少なく見栄えもよくさらに、ランプの発熱によるLCDの温度上昇が少ないという利点がある。

5.3 LCDとプリント基板の接続方法

LCDには図-9のように、ガラス面に印刷された電極がでている。従来はプリント基板との接続にゼブラゴムを用いていた。ゼブラゴムを 図-

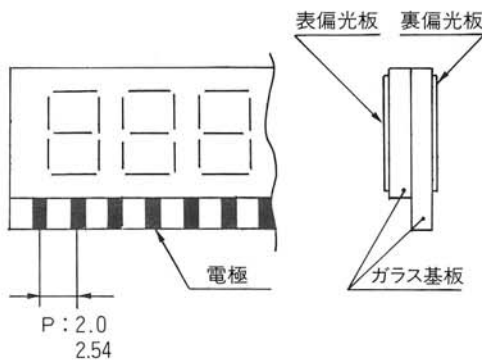


図-9 LCDの構造
Fig. 9 Construction of LCD.

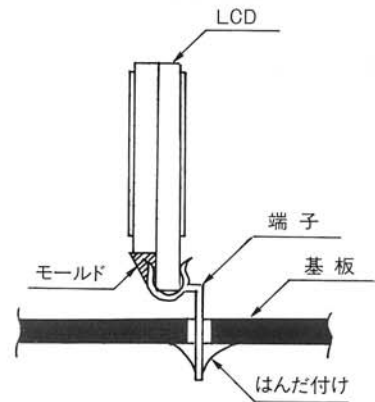


図-11 端子付LCD
Fig. 11 LCD with pin connection.

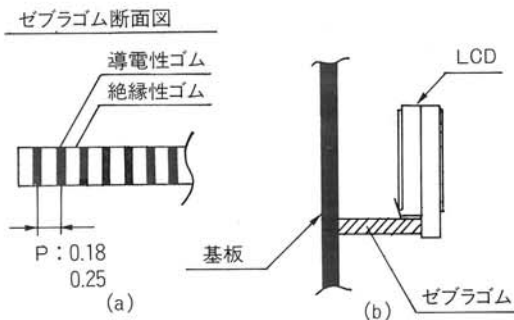


図-10 ゼブラゴムと使用例
Fig. 10 An example of LCD connection with Zebra Rubber.

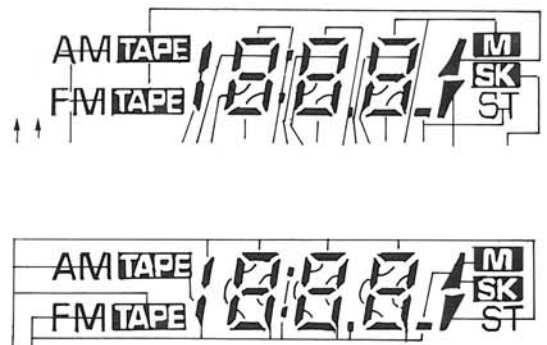


図-12 LCDの電極配列と配線パターン
Fig. 12 Electrode and pattern of LCD.

10(a)に示す。これは導電性ゴムと絶縁性ゴムが交互に配列されてり、導電性ゴムのピッチは 0.18mm 、 0.25mm などが用いられている。このゼブラゴムを 図-10(b)のように、LCDとプリント基板の間にはさみ込んで、LCD電極の導通をとるようにになっている。

これに対し、Hシリーズで採用した方法を 図-11に示す。端子をLCDの電極部にかしめ、これをモールドし、固定したものにした。したがって、プリント基板への接続は、端子のはんだ付け方式となっている。実際は、このままでは振動などが問題になるので種々の方法を検討した結果、図-8の偏光板を兼たホルダでLCDをプリント基板へ固定するようにした。

このようにLCDを端子付とすることによってコストメリットが非常に大きくなり、部品コスト・取付け工数が改善された。また接続不良によるLCDの誤動作も大幅に改善され、信頼性も向上させることができた。さらに、一番大きなメリットとなったのは前面基板が不要になったことである。従来のゼブラゴムを使用した方法では前面基板が必要であり、この場合メイン基板と前面基板との接続にフレキシブル基板が必要であった。今回はこの前面板・フレキシブル基板とも、不要となった。

図-12にLCDの電極配列と配線パターンを示す。

6. プリント基板設計

6.1 配線設計

本機はメイン基板・アンプ基板の2枚からなっている。この各基板の配線状態を、回路ブロック配置図として図-13に示す。図中の矢印は信号の

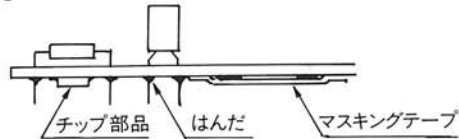
流れを示す。そのような基板構成にすることによるメリットに次の二点がある。

- 1) メイン基板だけで電子同調ラジオの全ての調整・チェックが可能である。
- 2) コネクタ化により各ユニット間の接続数が少

① クリームはんだ



② マスキングテープ貼付・部品マウント



③ FPIC のはんだ付け

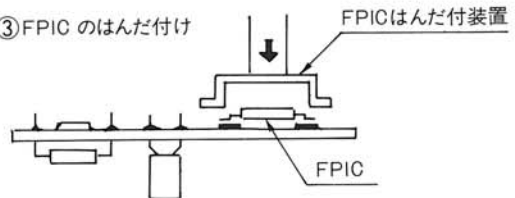


図-14 FPICの片面基板への実装方法
Fig. 14 Flat Pack IC mounting on a single sided P.C. Board.

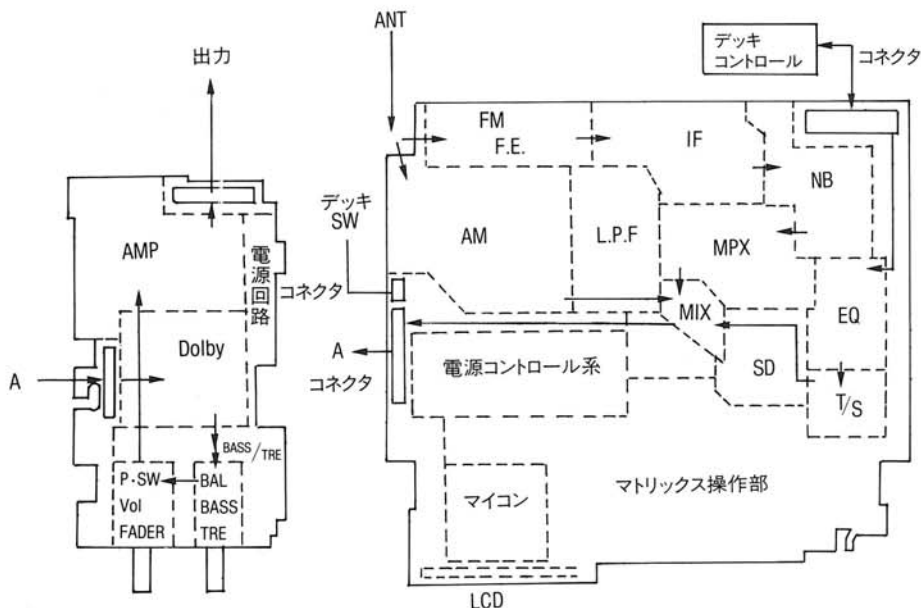


図-13 基板の回路配置図

Fig. 13 Arrangement of each circuit block on P.C. Board.

くすることができる。

これらのことから、配線作業など製造工数の低減および、基板枚数・構成部品の削減により、コストダウンを図ることができた。

6.2 フラットパッケージIC (FPIC) の片面基板への実装

FPICを基板へ実装する方法として従来は、FPICを実装する専用パターンにのみクリームはんだではんだメッキし、FPICを乗せて加圧しながら加熱し、はんだ付けをするという方法をとっている。

FPICを実装する基板は今までは両面基板が

主で、部品面側にFPICを実装するようになっていた。これは、はんだ槽ではんだ付けする際に予備加工したクリームはんだが溶けないようにするためである。

HシリーズではFPICを実装するメイン基板を片面基板にて設計した。そこで問題となったのがFPICの実装方法である。既存の設備を有効に使うために、はんだメッキ部分に耐熱性のマスキングテープを貼り、ディブソルダリング後これをはがして、従来方法で実装するようにした。これにより、片面基板へFPICを実装することを実現した。この工程を図-14に示す。

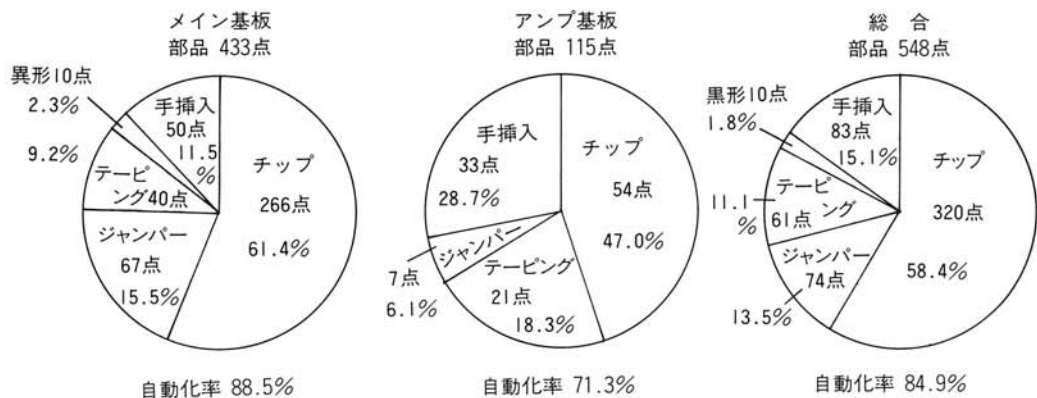


図-15 プリントキバン実装の自動化
Fig. 15 Automatic parts mouning and it's ratio.

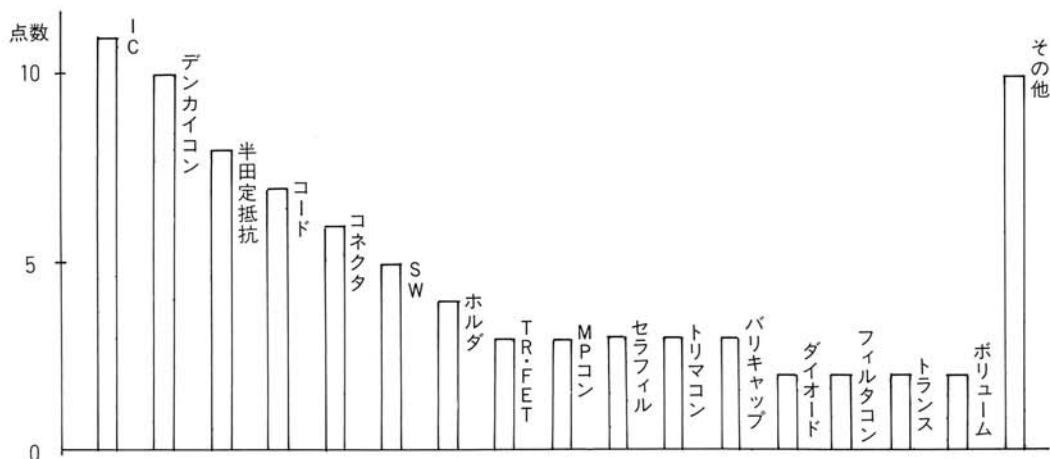


図-16 非自動化部品
Fig. 16 Non-automatic mounting parts.

6. 3 プリント基板実装の自動化

Hシリーズのメイン基板とパワーアンプ基板の部品の実装はチップ部品・テーピング部品などを駆使し、自動化率を向上させた。CE-5131の場合を図-15に示す。これに示すようにメイン基板では、自動化率88.5%、総合でも84.9%であり、部品実装の自動化率は高い。この図-15の中でチップ部品は主にテイクウ・ジキコン・トランジスタ・ダイオードである。テーピング部品は主に小形電解コン、異形部品はIFトランスやDIP形ICである。

このように自動化率を上げることにより、高信頼性を確保すると共に、工数の低減・コストダウンを図った。

7. む す び

以上述べて来たように、Hシリーズでは案画段階から、多品種への展開とコストダウンをねらいとして進めてきた。

多品種化へのアプローチとしては、まず、基本

要素を分類する。そして、基本要素はシリーズ品を増す時、設計工数が省けるように可能な限り共通化することである。

コストダウンとしては、シリーズ品の金型を共用化すること、基板の枚数を減らすことなど、構造の簡素化を図ることが必要となる。

以上の二点を実施することで、大きな成果をあげることができた。

今後の課題として、次のことが考えられる。

Hシリーズのようにコストを重視し、構造を簡単にしようとするれば、基板枚数を減らし高密度化を図る必要がある。このようになると、プリント基板完成品の質をいかに向上させるかが、重要な問題となってくる。この問題解決のためには、はんだ付け技術の向上・自動化の推進をさらに図る必要がある。自動化を推進するには、まず、図-16に示した非自動化部品の自動化対応と、より高密度な設計ができるように自動機の精度向上が望まれるところである。