

業界最小クラス携帯型無線機

(高性能400MHz帯 業務用携帯無線機)

Ultra Small Size and Multi-function 400MHz Band
Portable Radio

敬島 治 *Osamu Keishima*
長尾 孝司 *Koji Nagao*
田中 省吾 *Shogo Tanaka*
宮西 敦 *Atsushi Miyanishi*
鶴野 雄二 *Yuji Uno*
喜多 靖文 *Yasufumi Kita*



要 旨

企業活動の高度化に伴い、どこにいても迅速に情報を入手・伝達できることに対する要求が高まってきている。業務用無線においても、通信の主体は車から人に移りつつあり、その携帯機についても、小型化の要求が高まってきた。小型化実現のためには、小型回路モジュールの開発、高精度な実装技術、機構構造の見直しなどが必要となってくる。また一方では、DCS (Digital Code Squelch)、セレコール（選択呼出し）機能などの付加機能へのニーズも高まってきている。

今回、それらユーザの要望に応えるべく、サイズ的には業界最小クラスをねらいつつ、高機能化を図った76型携帯業務用無線機を開発した。

本稿では、小型化のために今回新規開発したベアチップ実装マルチチップモジュール、異材質成形ケース、効率的な運用のためのセレコール機能などの紹介を中心に、76型携帯無線機の特長、設計の要点について述べる。

Abstract

With the progress of the business activity, the needs of getting or sending information quickly at anywhere are increasing. The party of wireless communication for business use is changing from vehicles to men. On the portable radio for these applications, the needs of miniaturization are increasing. To achieve miniaturization, developing the small sized circuit modules, more accurate parts mounting technology and re-considering the mechanical structure are required. On the other hand, the needs of additional functions as DCS(Digital Code Squelch system) or Sele-Call(Selective Call Function) are increasing.

Now, Fujitsu Ten has developed Model 76 Series Two-way Portable Radio for business use which equips various effective functions with smaller size in the market, to meet such business users' request.

This paper describes features and design concepts of this new radio, such as the bare chip mounted Multi Chip Module which has been brand-new designed for space saving, heterogeneous material molding case, and Sele-Call function for efficient operation.

1. はじめに

近年、外勤職員の業務支援や物流・運輸業務の迅速化・効率化、緊急性を要する保安業務への対応等を目的として、移動通信に対するニーズが、主に中小規模事業者を中心に高まってきている。

現在、一般事業者が業務に使用できる移動通信システムには表-1に示すものがあるが、サービスエリア、通話の方法、従事者免許の有無、利用料金、などに違いがあり、ユーザの必要性に応じて選択されている。

中小規模事業者の必要とする移動通信システムの場合、サービスエリアが狭くてもよい場合が多く、通話内容も音声連絡で十分の場合が多い。さらに、費用負担が少ない、資格が不要、同報通信が可能などの理由から、簡易無線が広く用いられている。

しかし、簡易無線の割当周波数は、需要の多さに対して少く、複数のユーザで同一周波数を共用しているため、大都市部を中心に混信がひどく、無線局の使用に支障が出ている。

今回開発した76型シリーズ業務用携帯無線機は、簡易無線および各種業務用に対応している。前述の簡易無線の混信問題についても、従来からのトーンスケルチに加え、71型シリーズ業務用車載機から採用したデジタルスケルチと国内向け無線機として今回初採用のDCS(Digital Code Squelch)機能を標準で搭載し、軽減を図っている。

さらに、携帯機として小型化するため、構造・回路・

使用部品の全面的な見直しを行い、業界最小クラスのサイズを実現した。また、野外での使用を考慮し、小雨程度での使用では支障のない、防まつ構造（JIS C0920 保護等級4級）を実現した。

2. 装置の概要

本携帯無線機は、レジャー施設・イベント会場・港湾物流・警備などの使用に配慮して、従来機種に比べ約半分に小型・軽量化し、機能的には全機種にセレコール(選択呼出・通話)、DCSの標準装備、防水（防まつ）仕様等の充実を図り、信頼性については従来機以上としつつ、構造・部品の見直し等でコストは従来機より低く抑えた。

2. 1 特長

(1)小型化

- ・サイズ(H x W x D): 107 x 54 x 30mm (S^ハック装着時)
- 従来機容積比＝約45%、従来機重量比＝約55%

(2)高機能化

- ・セレコールの全機種標準装備
- ・DCSの全機種標準装備
- ・防まつ構造(JIS C0920, 4級)の採用

(3)調整・設定の電子化

- ・調整、および送受信周波数・諸機能は、すべてパソコンを使用して外部からシリアルデータで設定可能とし、調整・設定時の機器分解を不要とした。

(4)高信頼性設計

- ・アンテナ接栓に、圧入固定ネジ式SMAコネクタを採用し、アンテナコネクタ部のゆるみ、接触不良を改善
- ・温湿度環境試験、静電気耐圧試験、熱衝撃評価を繰り返し実施し、過酷な環境条件に耐える高信頼性を実証

(5)周辺アクセサリの充実

- ・リフレッシュ機能付き、2ポケット急速充電器の設定。(約1.2時間でフル充電可能、S^ハック時)
- ・5W機、1W機共通に使える、容量の違う2種類の充電式バッテリーパックの設定。(表-2)
- 内蔵セルには、5W送信時に大電流が取出せ、ニッケルカドミウム電池に比べ容量が大きく、環境にやさしいニッケル水素電池を使用。
- ・非常時に単3乾電池6本での運用を可能にする、乾電池パックの設定
- (7^{アル}乾電池使用時、1W機で約5.5時間使用可能)

表-1 業界用移動通信システムの比較

	自営通信			公衆通信
	簡易無線	各種業務用無線	MCA/JSMR	携帯／自動車電話
無線局数(万局) <94年度末比>	75 <+0.7%>	178 <+2.1%>	88 <+6.5%>	1,240 <+110.5%>
割当周波数	44波	—	2,040波	4,060波×2
通信内容	音声	音声/データ	音声/データ	音声/データ
サービスエリア	特定地域 (小)	特定地域 (小～中)	特定地域 (小～中) *制御局があること	全国 *制御局があること
通話対象	事業者内のみ	事業者内のみ	事業者内のみ	有線/無線 加入者すべて
混信の程度	中～大	小	なし	なし
通話の方法	一斉通話/ 個別通話 (単信)	一斉通話/ 個別通話 (単信)	一斉通話/ 個別通話 (単信)	電話番号指定による1対1通話 (復信)
無線従事者免許	不要	必要	不要	不要
無線局免許	要	要	要	ユーザは不要
利用料金	なし	なし	中	高
設備費	安	安～高	中～高	事業者からの リベートにより ユーザの負担低

(95年度末現在)

- ・本体と同じく防まつ構造を採用したスピーカの設定
 - ・運用時に邪魔にならない短縮タイプのアンテナの設定（一部周波数帯のみ）
 - ・その他、レザーケース、肩掛けベルト等を設定
- 以上周辺アクセサリについて、図-1に示す。

表-2 充電式バッテリーパックの仕様

	バッテリーパック L	バッテリーパック S
電池種別	ニッケル水素二次電池	
電圧 / 容量	7.2V / 1800mAh	7.2V / 850mAh
電池寿命	5W 機	約 11時間
	1W 機	約 5時間



図-1 76型携帯無線機と周辺アクセサリ
Fig.1 Model 76 portable radio and accessories

2. 2 機能

本無線機の機能を表-3に示す。本機では、セレコール機能を当社携帯機としては初めて簡易・各種業務用全機種標準装備とした。さらに、セレコール応答不可時に設定することにより、着信音報知・音声ミュート・着信経過時間表示を行うページャーモードも新たに採用した。

現在、大都市周辺で問題となっている簡易無線の混信問題については、従来からのトーンスケルチ機能に加え、規制緩和により使用可能となった、83種類のデジタルコードによりユーザを識別するDCS機能を当社国内向け無線機としては初めて採用した。

上述の各種シグナリング機能のうち、今回新設した簡易無線用セレコール、DCSについては、現行71型車載機

表-3 機能一覧表

項目	内 容	業務	簡易	備考
プレス時限機能	10～180秒 10秒単位に設定可能	○	○	
トーンスケルチ機能	ATーン、BTーン、クロストーン、 片トーン対応	○	○	
DCS機能	RCR規格83コード対応	○	○	☆
セレコール機能	個別呼出し、個別通話機能	○	○	★
	グループ呼出し機能	—	○	☆
ページャー機能	着信経過時間も表示	○	○	☆
デジタルスケルチ機能	地図コード=16、 ユーザコード=128	—	○	★
スケルチモック機能	解除項目を選択可能	○	○	
コンパンド機能		○	○	★
防水構造	JIS C0920 保護等級 4 級 防まつ構造	○	○	☆

☆は当社国内向け無線機初、★は当社携帯型無線機初を示す。

についてもマイナーチェンジを実施し、携帯機と車載機の互換性を確保した。

2. 3 定格

本無線機シリーズの中から、代表機種として各種業務用無線機FTP40-576AT, FTP40-176ATの定格と性能を表-4に示す。

表-4 FTP40-576AT, 176AT型無線機定格・性能

周 波 数 範 囲	360～470MHz
電 波 形 式	F3E、F2D
空 中 線 電 力	5W (FTP40-576AT) 1W (FTP40-176AT)
チャンネル数	最大 8チャンネル
空中線インピーダンス	50Ω
チャンネル幅	12.5kHz
通 信 方 式	単信通信方式
発 振 方 式	水晶発振器制御によるシンセサイザ方式
変 調 方 式	可変リアクタンス直接変調
周 波 数 偏 差	$\pm 3 \times 10^{-6}$
最大周波数偏移	$\pm 2.5\text{kHz}$ 以内
送 信 S / N	28dB以上 (1kHz、60%変調時)
標準変調入力	-46dBm (1kHz、60%変調時)
受 信 方 式	ダブルスーパーヘテロダイン方式
受 信 感 度	-5dBμV以下 (12dB SINAD)
隣接チャンネル選択度	60dB以上
スプリアス感度	55dB以上
受 信 S / N	30dB以上
受信最大音声出力	0.5W以上
電 源 電 圧	DC 7.2V-10%
消 費 電 流 (電源電圧DC7.2V時)	送信時：3.0A以下 (5W機) 1.5A以下 (1W機) 受信時：200mA以下 (定格出力時) 待受時：70mA以下
電 池 寿 命 (送信：受信：待受け＝ 1:1:18の条件時)	L ⁺ パック装着時： 約11時間 (5W機)、約17時間 (1W機) S ⁺ パック装着時： 約5時間 (5W機)、約8時間 (1W機)
使用温度範囲	-10～+50℃
外 形 寸 法	54×107×30mm (S ⁺ パック装着時)
重 量	約280g (S ⁺ パック装着時)

3. 設計の要点

3. 1 小型化

本無線機の小型化にあたっての設計ポイントを以下に述べる。

(1)マルチチップモジュールの採用

小型化を推進するために、送受信オーディオ回路、MSKモデム回路、電子ポリウム、D/Aコンバータを1モジュール化し、占有面積については、従来回路比約40%を実現した。

本モジュール詳細については、3.2節で述べる。

(2)多層プリント基板の採用

本携帯機のメイン基板には、板厚1.2mmの6層プリント基板を採用し、高密度実装を実現。

また、前面操作部にはポリイミド系フレキシブル基板を用い、操作部、表示部、メイン基板との接続部、送受信オーディオ回路の一部を、一体化して相互接続のためのデッドスペースを最小限とした。

(3)小型表面実装部品の採用

本携帯機では、小型化および製造の自動化を推進するために、従来機に比べ大幅に部品の表面実装化率を上げた。それと共に、TCXO、ヘリカルフィルタ、MCFなど従来占有面積の大きかった部品についても、新たに小型表面実装タイプのものを採用した。さらに、今回新規開発したマルチチップモジュールについても、表面実装コネクタを新規開発し、表面実装化している。

本機のメイン基板外観を図-2に示す。

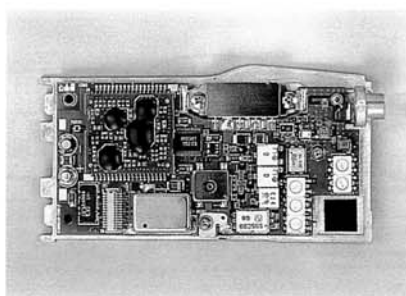


図-2 メイン基板外観

Fig.2 Outside view of main PC board

現在、プリント基板上部品の自動実装率は、約97%まで上がってきている。

(4)回路の見直し・簡素化

従来、送信部のAPC(Automatic Power Control)回路では、トランジスタで構成された送信電力増幅回路のコレクタ

電流を制御して、送信出力の制御を行っていた。しかし、この方法では、電流制御用に比較的許容損失の大きなトランジスタが必要で、小型化の障害となっていた。そこで、本機では、MOS-FETタイプの高周波電力増幅モジュールを採用し、そのゲート電圧で送信電力を制御する様にし、回路の簡素化・小型化を図っている。

また、電池電圧低下警告回路についても、従来は低電圧検知ICなどを使用していたが、本機では、A/Dコンバータ内臓の1チップマイコンを使用し、ソフトウェアで検知するようにし、部品点数を削減している。

(5)異材質成形ケースの採用

本携帯機では、部品点数削減による内部部品実装スペースの増大をねらって、異材質成形ケースを採用した。

また、本ケースの設計において、小型化のみでなく防まつ構造、低コスト化を実現することを基本コンセプトとしており、これら詳細については、3.4節で述べる。

3. 2 マルチチップモジュール

3. 2. 1 特長

本モジュールは、ベアチップ実装技術の採用により従来工法比40%のサイズ縮小化を実現した。また各材料および生産条件の最適化により携帯無線機器および車載機器での使用環境に耐えうる高信頼性を確保した。表面実装タイプのコネクタを内製開発し工程の簡素化と部品コスト低減を達成。以上、内製化にて市販モジュールの15%コスト低減を実現した。

3. 2. 2 仕様

本モジュールの主な仕様を表-5に、ブロックダイヤを図-3に、外観を図-4に示す。

表-5 通信機用マルチチップモジュールの主な仕様

サイズ	28×28×5 (mm)		
内臓回路	送受信オーディオ回路部等		
実装部品	ベアチップ4点, QFP 1点 その他チップ部品51点, コネクタ2点		
基板	4層, 板厚 0.8mm, 電解金メッキ 最小パターンの幅0.15mm		
信頼性	熱衝撃	-40℃/125℃	1000サイクル以上
	高温高湿ハイズ	85℃/85%	1000時間以上
	PCT	121℃/2atm	96時間以上

3. 2. 3 要素技術

以下に主要な要素技術について述べる。

①樹脂基板上での高信頼性ベアチップ実装

セラミック基板に比べ比較的安価な樹脂基板を採用し、

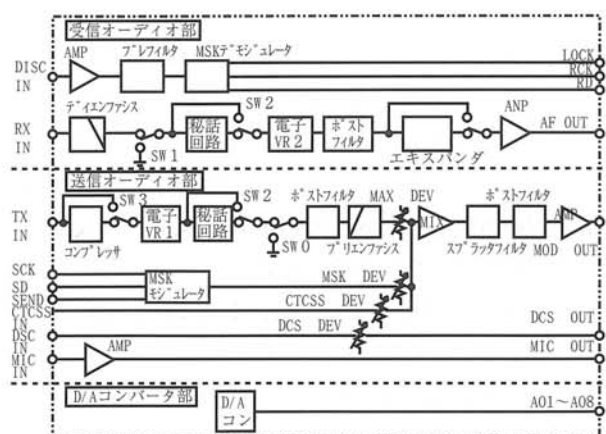


図-3 通信機用マルチチップモジュールのブロックダイヤ
Fig.3 Block-diagram of multi chip module for two-way radio

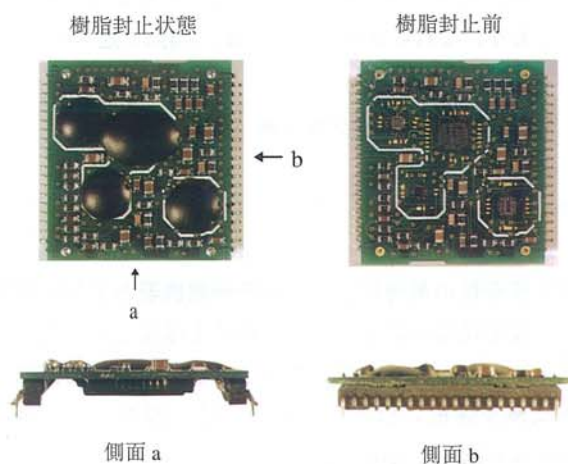
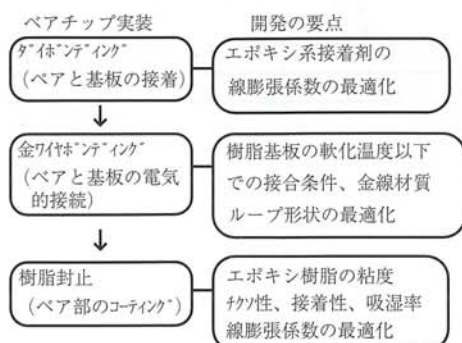


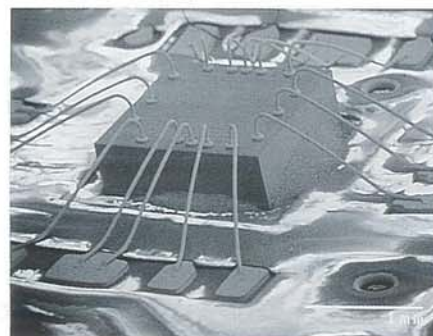
図-4 通信機用マルチチップモジュールの外観
Fig.4 Outside view of chip module for two-way radio

なおかつ車載機器搭載も考慮した高信頼性を確保した。高信頼性を確保するため、樹脂基板とベアチップ間の各部の接合性を高めるよう以下をフロー中の開発の要点に示す最適化を図った。

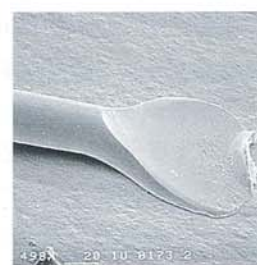
ベアチップ実装状態と接合部を図-5に示す。



SEM写真
全体



ベアチップ側



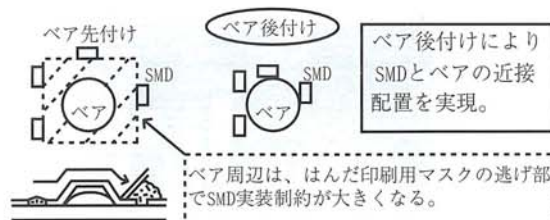
基板側

図-5 ベアチップ実装状態と接合部

Fig.5 State of bare chip mounting and bonding point

②ベアチップ後付けによる表面実装部品との混載

表面実装部品 (SMD) とベアチップの高密度実装を実現した。工法には、ベアチップ実装後にSMDを実装する (ベア先付け) 工法と、SMD実装後にベアチップを実装する (ベア後付け) 工法がある。今回、高密度化の点で有利な“ベア後付け”技術を開発し量産化した。ベア後付け工法については、図-6に示す。



[ベア後付け技術開発の要点]

課題	開発内容
ボンディングパットの汚染防止	はんだ材料の改良 リフロー条件、洗浄条件の最適化
樹脂封止精度の確保	材料の粘度、チクソ性の最適化 吐出機の開発、吐出条件の最適化

図-6 ベア後付け工法

Fig.6 Bare chip post-mounting method

③コネクタの内製化・一括リフローはんだ付け

今回開発のモジュールに適合する表面実装タイプのコネクタを開発、内製化した。その仕様、外観を図-7に示す。

またコネクタ両端の貫通穴挿入用リード部を、周辺SMDと同時に、一括リフローはんだ付けを行い工程の簡素化を図った。

[内製コネクタ仕様]

材料	リン青銅端子 PPSホルダ*
ピッチ	1.27mm
コパナリティ	0.15mm

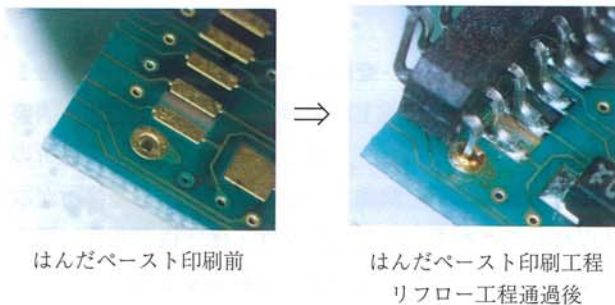
[外観]



[特徴]

- ・位置決めリード付 ・自立タイプ
- ・上下対称形状 ・リフロー耐熱品
- ・インサート成形、リードのフォーミング及び切断を内製化

[リード部の一括リフローはんだ付け]



はんだペースト印刷前

はんだペースト印刷工程
リフロー工程通過後

図-7 表面実装用内製コネクタ
Fig.7 Connector for surface mounting

3. 3 構造

携帯型無線機で小型化を実現するためには、構造を簡素化することが不可欠である。その反面、PLL回路のハウリング問題、送信回路の発振・RFフィードバック問題を発生させず、安定した性能を確保するためには機械的な堅牢性、確実なシールド構造が要求される。

本携帯機では、アルミダイキャストのシャーシを採用し、プリント基板上の部品配置・固定方法の検討、シャーシ自身にシールドケース構造を設けるなどにより、簡素な構造で安定した性能を得ることに成功している。

また、フレキシブル基板固定ホルダにシールド機能を持たせ、ボリウム固定方法の改善などにより、従来機にくらべ格段に簡素な構造となり、ネジ数で見ても、従来

機の46本/台から8本/台に激減している。操作部構造に関わる前面ケースについては、3.4節にて詳細を説明する。

さらに、保守性についても考慮しており、万が一故障した場合でも、ドライバだけで、メイン基板、およびフレキシブル基板の交換が可能となっている。

3. 4 異材質成形ケース

本携帯機の設計基本コンセプトである、小型化・防まつ構造・ローコストを実現させるために必要不可欠となったのが、硬質樹脂と熱可塑性エラストマを一体成形した、異材質成形ケースである。

異材質成形とは、ABSやポリカーボネイトなどの硬質樹脂と、ゴム弾性を有する熱可塑性エラストマーとを、金型内で熱融着・一体成形する方法である。この工法によれば、各材料が有する特性を一つの部品の中の機能として生かすことができる。

射出成形機を用いて異材質成形を行う方法には、インサート成形と、二色成形の2種類がある。本携帯機は、金型構造的に自由度の高い、インサート成形による方法とした。この理由は、設計基本コンセプトに加え、外観グリップ部をエラストマーで形成（すべり止め効果や手触り感覚を向上）する必要があり、この場合、二色成形だと金型構造が複雑となるためである。本携帯機に採用した異材質成形ケースの概略構造を図-8に示す。

斜線部分と、断面図において黒く塗りつぶしてある部分が、熱可塑性エラストマーの部分である。また、その他の部分は、硬質樹脂の部分である。

小型化・防まつ性能を満足させるため、ボタン部、外周パッキン部はもとより、スピーカ部、マイク部、LCD開口部、ボリューム部、アンテナ部の各周辺に至るまで、従来、形状が複雑化していた箇所全てに、熱可塑性エラストマを張り巡らせる構造とした。

従来構造の場合の部品点数が最低でも12点必要であるのに対し、本構造を採用したことにより、1点の部品に全部品の機能が集約され、著しい部品点数の削減を図ることができた。また、その結果、内部部品実装スペースを格段に多く確保することが可能となった。

以降、本携帯機の設計基本コンセプトに対し、異材質成形ケースを採用したことによる効果を照らし合わせて述べる。

(1)小型化

操作ボタン部については、従来製品では、別ピースの部品を用いていた。別ピース部品を用いたことにより各

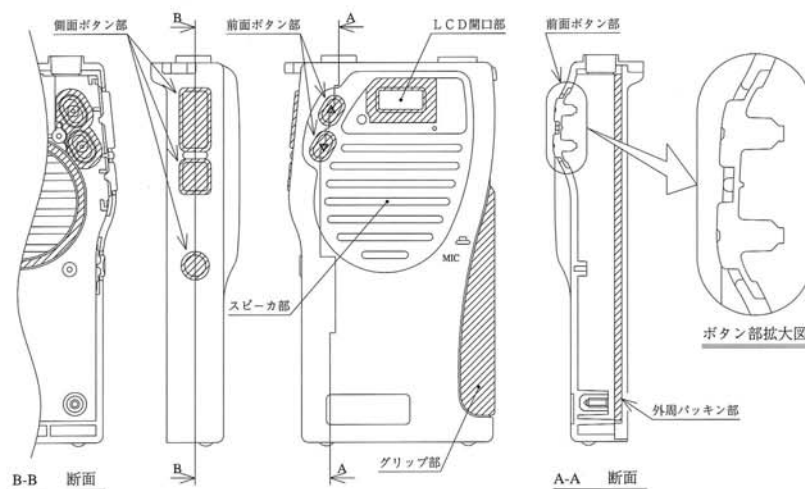


図-8 異材質成形ケース

Fig.8 Heterogeneous material molding case

部品をかん合させるための構造が必要となり、必然的に構造が複雑となっていた。また、防まつ構造の実現のために、ボタンの周りにパッキン構造を用いていた。当然ながら、部品点数が多く、内部構造は複雑であり、そのまま小型化しても、回路部品を組み込むスペースが確保できない。

そこで、本構造では、ボタン自身と、上下運動に必要なヒンジの部分に熱可塑性エラストマーで成形した。それにより、融着部分の肉厚は、硬質樹脂と合わせても約2mmであり、薄型化を図ることに成功した。このことは、LCD開口部やスピーカー部、マイク部も同様である。

外周パッキン部についても、従来は、別ピースのパッキンを用いていたため、ケースに、パッキンをはめ込むための溝を設ける必要があり、小型化の実現は困難であった。今回、ケースとパッキンの一体化によって、内部部品の実装スペースを大きく確保することに成功し、小型化を実現することができた。

(2)防まつ構造 (JIS C 0920 保護等級4)

通常、防まつ構造を実現する場合、別パーツとしてシリコンゴム等により形成されたパッキンを用いることが多いが、組み立て工程でのばらつきによって、性能もばらつくという問題点があった。本ケースのパッキン部は、射出成形時に硬質樹脂と熱融着されるため、ばらつきが非常に少なく、安定した性能の確保が可能となった。

(3)ローコスト

上述したように、部品点数を最大限に削減できたことにより、トータルの金型費・部品費の低減と、組み立

て工数の削減による加工費の低減を図ることができ、コスト面でも大きな効果を挙げることができた。

3.5 調整の電子化

従来の無線機では、変調度調整、送信電力調整などを行うために、内部基板上に半固定抵抗などを設けて調整を行うようにしていた。しかし、携帯機ではその場所の確保も難しく、また調整しづらいところに調整箇所が設けられることが多く、製造作業性・保守性が非常に悪かった。さらに、調整素子自体に可動部分もあるため、経年変化、信頼性などに問題があった。

本機では、表-6に示す調整項目について調整の電子化を図った。調整は、携帯機のケースを完全に閉めた状態で、携帯機の外部スピーカ/マイク端子に接続したパソコンからのデータで行える。今回、Widows 95上で動作し、画面を見ながら各種設定・調整が行えるソフトウェアも併せて開発した。

表-6 電子調整項目と調整値設定方法

調整項目	調整値設定方法
音声最大変調度	電子ボリューム (0.5dB/ステップ)
トーンスケルチ変調度	
DCS変調度	
DCSバランス調整	
MSK変調度	
送受信周波数調整	D/Aコンバータ (20mV/ステップ)
送信電力調整	
受信ノイズスケルチ深度調整	

本調整回路により、保守性は格段に向上し、また、調整・設定時にケースを開ける必要がなくなるため、小型携帯機の分解時に発生する二次的な障害を未然に防止することができる。

さらに、調整素子の可動部分も無いため、経年変化安定性・信頼性も向上する。

3. 6 簡易無線用セレコール

効率的な通信を行うために、特定の移動局を報知音で呼出したり、特定の移動局またはグループのみと通話ができるセレコール機能に対するニーズは高まってきている。

以前、簡易無線では音声通話しか認められていなかったが、1991年の簡易無線局ATIS(Automatic Transmitter Identification System)信号送出の義務づけ、1993年の規制緩和でそのATIS付加データを必要に応じて自由に可変できるようになったことで、簡易無線においてもセレコールが実現できるようになった。

図-9 に76型簡易無線機のATIS信号のデータフォーマットを示す。

従来から採用しているデジタルスケルチも、同じATIS付加ビットを使用しているため、セレコール機能とデジタルスケルチ機能は二者択一となる。

本簡易無線用セレコールでは、個別呼出し、個別通話、グループ通話、一斉通話、呼出し取消しなどの機能を有している。また、システム収容容量については、簡易無線局ユーザの規模を考慮し、基地局を含め100局とした。グループについては、後からの増局に対しても柔軟に対応できるように、1～15までを任意に割当てられる仕様とした。

現行の71型簡易無線車載機についても、本セレコールに対応するようマイナーチェンジをすでに実施している。呼出・通話移動局を選択するセレコール制御機を71型車

載機と組み合わせることにより、携帯機・車載機を含めた多機能セレコールシステムを手軽に構築することができる。

3. 7 DCS

簡易無線では、割当て周波数を複数のユーザで共用するため、従来よりトーンスケルチを用いて他のユーザの通話が聞こえないようにしてきた。しかし、最近都市部では33種類のトーン周波数では、他のユーザとトーン周波数が重複してしまい、混信問題が深刻化してきている。

そこで本機では、混信問題を緩和するために、従来のトーンスケルチに加え、最近簡易無線局での使用が認められたDCS(Digital Code Squelch)を標準装備とした。

DCSは、23ビットのNRZデータで構成される83種類の循環デジタルコードで、ユーザを区別するシステムである。

図-10に、本機のDCSエンコーダ回路のブロックダイヤを示す。

DCSエンコーダ部では、そのコード構成より、最低約10Hzの矩形波まで、変調をかける必要があるが、現在広く用いられているPLLシンセサイザ方式の無線機においては、VCO（電圧制御発振器）に変調をかけただけでは、そのPLLループ応答特性により低域成分の変調がかからない。逆に、PLLループ外の基準発振器に変調をかけた場合には、高域成分がかからないという問題が発生する。

そこで本機では、PLLループ内外の両方に変調をかけて、両者のバランスを調整し、所望の変調度、変調波形を得るようにしている。

DCSデコーダ回路は、受信部ディスクリミネータ出力を、DCS成分のみに帯域制限し、コンパレータ回路を通した後、マイコンに入力してコード判定を行い、受信音声出力のミュート制御を行っている。

本機のDCS機能は、RCR規格（財団法人 電波産業会規



図-9 ATIS信号のフォーマット

Fig.9 Format of ATIS (Automatic Transmitter Identification System) signal

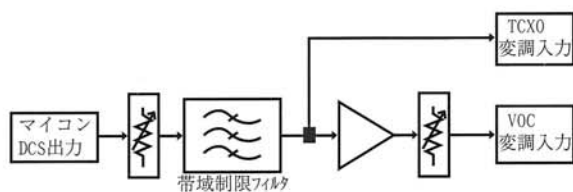


図-10 DCSエンコーダ回路

Fig.10 DCS(Digital Code Squelch system) encoding circuit

格)に準拠しており、従来からのトーンスケルチ機能と合わせると、1チャンネルあたり116種類のユーザを区別することが可能となり、都市部での混信問題も十分緩和されると考える。

4. おわりに

マルチチップモジュールの新規開発・内製化をはじめとして、本無線機には従来無線機にない新技術が投入され、技術開発力、各種評価力、生産・製造技術力をはじめとする、富士通テンの総合力が十分発揮されていると考える。

発売直後より、道路公団、レジャー施設（スキー場、テーマパークなど）、および港湾流通、警備関係に多数導入いただき、好評を得ている。

今後さらに多くのユーザに本携帯無線機を使用していただくことに期待している。

今後、ITS(Intelligent Transport System)事業を推進する上で、移動体通信は不可欠の要素技術と考える。現在までの移動通信関連機器開発のノウハウを活かし、取組んでいきたいと考える。

[参考文献]

- (1)郵政省編集：通信白書（平成7年度版），大蔵省印刷局（1995）
- (2)増田ほか：“小型・高性能400MHz帯業務用車載無線機”，富士通テン技報，Vol.12 No.1(1994)
- (3)Mark Nadir：“Digitally coded squelch: What makes it work - or fail”，Mobile Radio Technology(November 1990)

筆者紹介



敬島 治（けいしま おさむ）

1984年入社。以来陸上移動無線機の開発に従事。現在AVC本部情報通信技術部第二技術課在籍。



長尾 孝司（ながお こうじ）

1985年入社。以来陸上移動無線機の開発に従事。現在AVC本部情報通信技術部第二技術課在籍。



田中 省吾（たなか しょうご）

1988年入社。以来無線通信機器、車載用AV機器の開発に従事。現在AVC本部機構技術部第二技術課在籍。



宮西 敦（みやにし あつし）

1987年入社。以来車載用AVC機器の高密度実装企画開発に従事。現在AVC本部要素技術開発部第1開発課在籍。



鵜野 雄二（うの ゆうじ）

1984年入社。以来、自動車用電子機器の高密度実装技術開発に従事。現在モータロニクス本部開発部第二開発課在籍。



喜多 靖文（きた やすふみ）

1978年入社。以来陸上移動無線機の開発に従事。現在AVC本部情報通信技術部次長。

