

セルラー携帯電話機

Hand Held Cellular Phones

移動体を公衆通信網に取り込む方法として、セルラー電話システムが登場した。システムのスタート当初は、車両を対象とする自動車電話機が主体であったが、現在では小形・軽量化の技術が進み、携帯電話機の市場比率はしだいに高まってきている。

移動通信への究極のニーズは、「いつでも」、「どこでも」、「だれとでも」通信できることであり、小形で軽い携帯電話機の実現が強く望まれている。

このようなニーズにこたえて、携帯電話機CR-2000シリーズを発売した。CR-2000シリーズは体積400 cc、重さ600 gである。通話時間は、3分通話の33回分、100分を確保した。

桑本良知* *Yoshitomo Kuwamoto*
 萩谷真一* *Shin'ichi Hagiya*
 石田喜勝* *Yoshikatsu Ishida*
 高原保明** *Yasuaki Takahara*
 木村英史*** *Hidefumi Kimura*

1 緒 言

海外のセルラー電話システムは、1983年にアメリカでサービスが開始された。以来急速に主要諸国で普及しつつある。

セルラー電話システムは、加入者数および通話量の増大に応じて基地局の配置を細分化し、収容台数能力を増やすことのできるシステムである。現在でも、普及の進んでいる都市地域では基地局配置の細分化が相当に進み、携帯電話機(送信電力は0.6 Wに規定されている。)でも十分使用に耐えられる通話品質が得られる状況となってきた。

携帯電話機は、無線機、電話機、電池およびアンテナが一体化されている。現在のところ、小形化と軽量化が市場からの最も強い要求である。

第1世代の携帯電話機であるCR-2000シリーズは、1988年から市場に投入してきた。現行のCR-2000シリーズの外観を図1に示す。市場の要求である小形・軽量、低消費電力化のためにベースバンド系カスタムLSI、無線系SAW¹⁾(Surface Acoustic Wave: 弾性表面波)フィルタなどを開発し採用している。以下、技術の概要と構成について述べる。

2 セルラー電話システム規格の概略

国外および国内のセルラーシステムの概略を表1に示す。

これら5方式のうち、NMT(Nordic Mobile Telephone System)方式(北欧系)および日本電信電話株式会社(以下、NTTと言う。)方式(NTT系)はおのこの独自の通信制御プロトコルを持ち、相当異なったハード構成が必要である。

これにひきかえ、残る方式はAMPS(Advanced Mobile



図1 携帯電話機CR-2000の外観 片手で容易に操作可能な小形形状である。空中線は、使用しない場合は装置内に押し込むことができる。

* 日立製作所 東海工場 ** 日立製作所 家電研究所 *** 日立ビデオエンジニアリング株式会社

表1 主なセルラー電話システム 世界のセルラー電話システムは、ほぼこれらの方式に統一されている。

システム略称		AMPS	TACS	NMT-900	NTT	J-TACS
無線周波数	送信	824~849 MHz	872~905 MHz	890~915 MHz	925~940 MHz	915~925 MHz
	受信	869~894 MHz	917~950 MHz	935~960 MHz	870~885 MHz	860~870 MHz
チャンネル間隔		30 kHz	25 kHz	25 kHz	12.5 kHz	25 kHz
チャンネル数		832チャンネル	1,320チャンネル	1,999チャンネル	1,000チャンネル	400チャンネル
制御データおよび伝送速度形式		10 kビット/s NRZ	8 kビット/s NRZ	1,200バンド FSK 1,200/1,800	2,400および 100ビット/s	8 kビット/s NRZ
送信電力およびクラス数		3 W 1.6 W 0.6 W 3クラス	10 W 4 W 1.6 W 0.6 W 4クラス	6 W 1 W 2クラス	5 W 1 W 2クラス	4 W 1.6 W 0.6 W 3クラス
要求環境条件		-30~+60 °C	-10~+55 °C	-25~+55 °C	-20~+60 °C	-20~+60 °C
主な採用国・地域		米国 カナダ オーストラリア ニュージーランド 台湾 ホンコン シンガポール タイ	英国 ホンコン マレーシア イタリア スペイン アラブ首長国連邦	ノルウェー デンマーク フィンランド スウェーデン スイス オランダ	日 本	
					NTT IDO	DDI

注：略語説明 AMPS(Advanced Mobile Phone System), TACS(Total Access Communications System), NMT(Nordic Mobile Telephone System), NTT(日本電信電話株式会社), J-TACS(Total Access Communications System for Japan), NRZ(Non Return to Zero)

Phone Service)方式をベースに設定された方式であることより、通信制御プロトコルおよび電氣的仕様ともに多くの共通点を持ち、容易に設計の共通化が可能である。

CR-2000はAMPS方式向けモデルをベースに、現在では、TACS(Total Access Communications System)方式、NMT-900方式、J-TACS(TACS for Japan)方式までのラインアップが製品として整備されている。

3 携帯電話機の構成

携帯電話機は、電話機を含む本体と電池で構成している。アンテナは装置に内蔵し、使用時に引き出して使用することにした。性能的には電氣的に遮へいされた筐(きょう)体内に給電部の一部が位置するため、やや不利な点があるが、使用時の簡便性を優先している。

市場からの最大の要求である小形・軽量化を実現するためには、単純な部品の改良と高密度化だけでなく、熱処理の問題を合わせて解決する必要がある。具体的には、いかに内部消費電力を低減するかが大きな課題となる。これを実現することによって内部発熱の低減と、装置の中で最も質量の重い電池の軽量化、小形化を達成することができる。以下に、その小形化技術の概略について述べる。

3.1 携帯電話機本体の構成

携帯電話機は、無線送信部、無線受信部、キー入力と表示器および電話機インタフェースと論理制御部の4枚の印刷配

線板で構成した。無線送信部と無線受信部は部品面を対向させ、部品の凹凸を合致させて最大の実装効率を得ている。これらの状況を図2に示す。

3.1.1 無線機部の構成と特長

無線機部は性能と品質の安定化、および各機能間の相互の影響を少なくする目的で、主要機能ごとにモジュール化されている。モジュールの構造は部品実装高さを低くする目的で表面実装化の傾向も見受けられるが、すべてのモジュールを

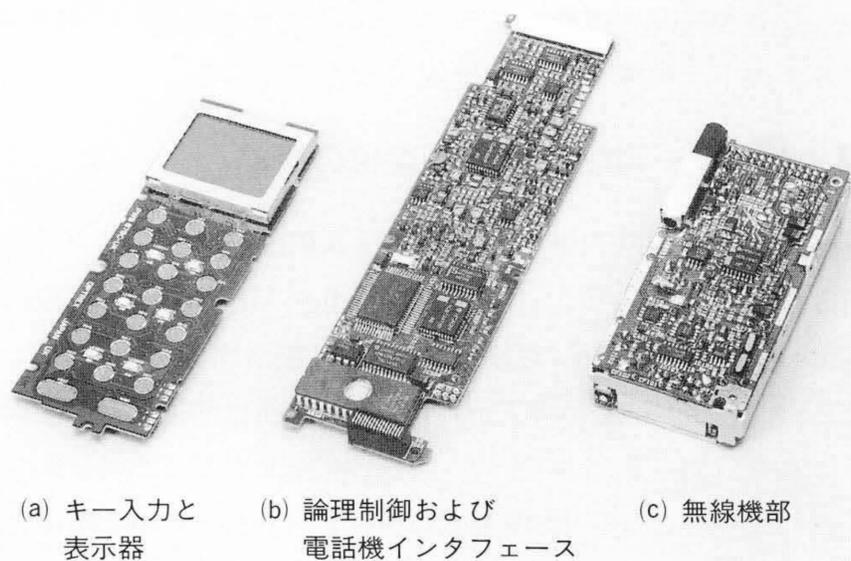
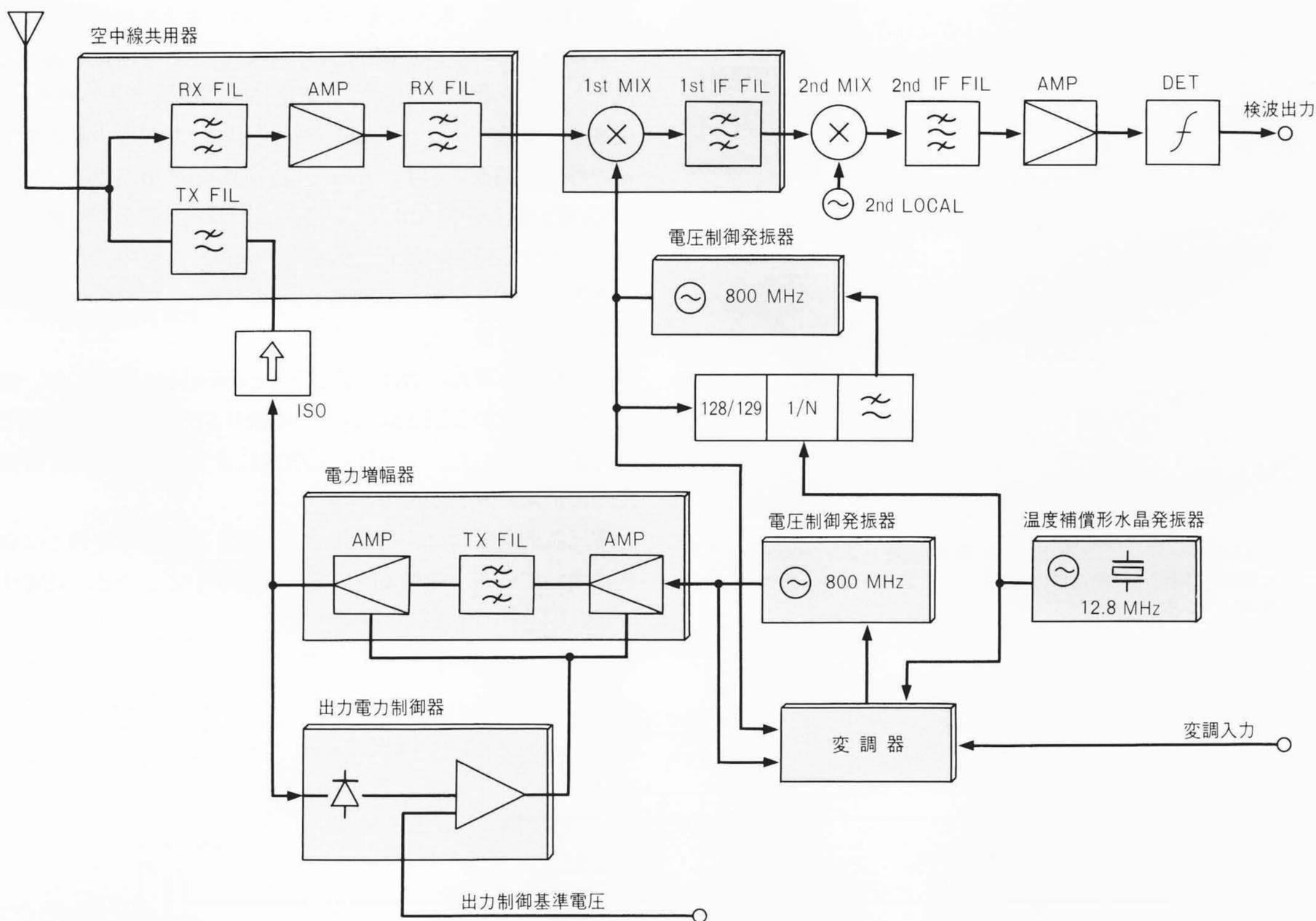


図2 携帯電話機本体に収められている印刷配線板 無線機部は、送信部と受信部の部品面を対向させ、部品の凹凸を合致させて最大の実装効率を得ている。



注：略語説明 RX FIL (Receive Filter), AMP (Amplifier), 1st MIX (1st Mixer), 1st IF FIL (1st IF Filter)
DET (Detector), ISO (Isolator), TX FIL (Transmit Filter)

図3 携帯電話機無線部の構成ブロック図 無線部は主機能ごとにモジュール化されている。

同じ高さで統一しなければその効果は生かせない。CR-2000シリーズは、現在の部品状況に合わせ縦形構造モジュールでまとめた。

無線機部全体の電気的構成を図3に示す。同図中で立体的に描いたものがモジュール化部分である。以下に、主なモジュールおよび構成の特長について述べる。

空中線共用器および受信前置増幅器は、信号の処理上一体化することが望ましい。これらを一体化した外観を図4に示す。空中線共用器部の主構成要素である800 MHz帯濾波器は一般的に誘電体濾波器が主流となっているが、ここでは非常に小形で良好な特性が得られるSAW濾波器を用いることとした。さらに受信前置増幅器までを含めCu系厚膜技術²⁾を用いたセラミック印刷基板に実装し、大きな小形化効果を得ている。

電力増幅器は携帯電話機の中で最も多くの電流を消費する部分であり、この効率によってほぼ連続通話時間が決定される。従来はSiバイポーラ素子を用いた電力増幅器が主流であったが、ここでは低電圧動作が可能で高性能なバイポーラパ

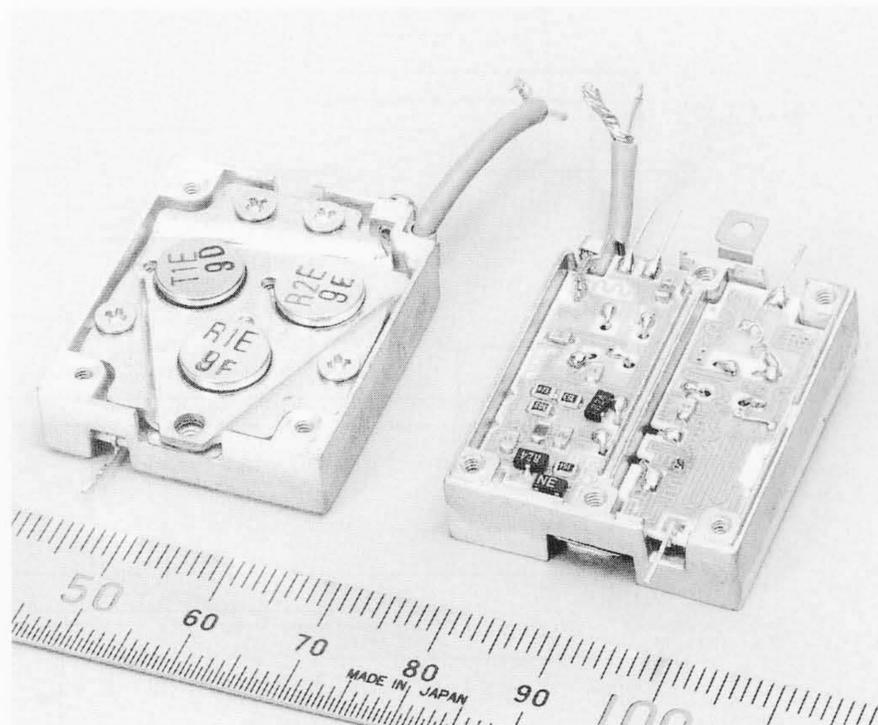


図4 空中線共用器と受信前置増幅器を一体化したモジュール
800 MHz帯濾波器は、空中線共用器を含み全SAW (Surface Acoustic Wave) 化されている。

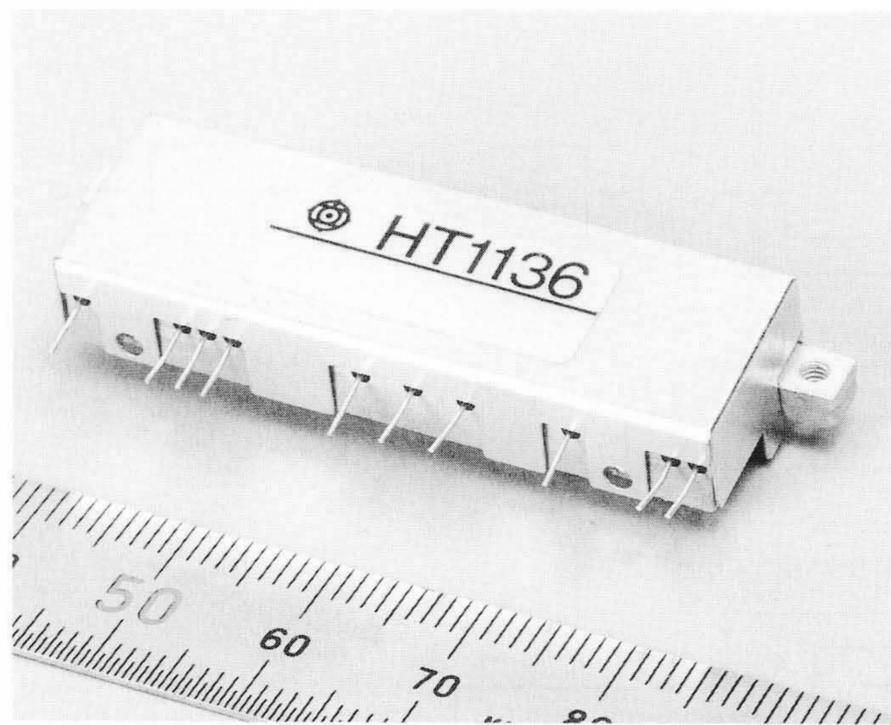
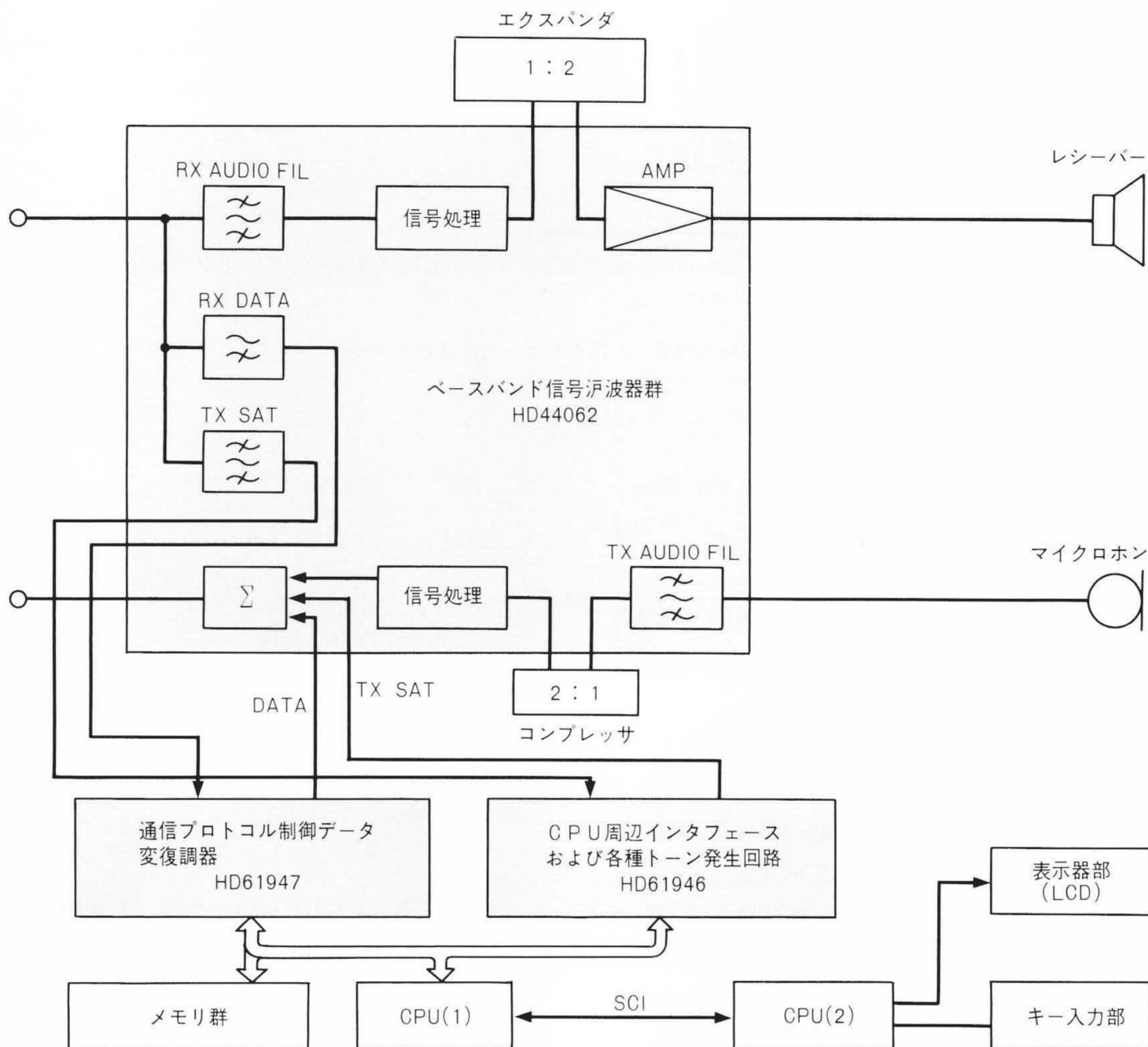


図5 パイポーラ パワーMOS-FET(電界効果トランジスタ)素子を用いた電力増幅器 増幅器の中間にSAW濾波器を入れ、受信機への妨害を軽減している。

ワーMOS-FET(電界効果トランジスタ)素子を用いた電流効率の良い電力増幅器を使用した。これによって消費電流の低減とともに使用電源電圧の7.2 V化(Ni-Cd電池6セル構成)を達成し、電池パックの小形化が可能となった。この電力増幅器の外観を図5に示す。なお、電力増幅器の中間段には簡単なSAW濾波器が挿入されている。この目的は電力増幅器から発生する受信帯域内雑音を低減し、前述した空中線共用器の濾波器への規格配分を軽減している。以下、無線機の構成の概要について述べる。

受信機の間中周波数は、45 MHzと455 kHzを採用した。第一中間周波数45 MHzは、送信周波数および受信周波数の差と同じ値に選定した。これは、送信波による各種妨害の許容値配分の低減に効果がある。

電圧制御発振器は、受信第一局発用と送信波発生用とは個別に用いている。発振周波決定用共振素子としては、誘電体



注：略語説明など RX AUDIO (Receive Audio)
 RX DATA (Receive Data)
 TX SAT (Transmit Supervisory Audio Tone：回線監視トーン)
 SCI (Serial Communication Interface)

図6 論理制御部および電話機インタフェースブロック図 図中の□囲みで表示した新規専用LSIの開発で大きく小形化が進んだ。

共振器を使用し高いQ値によってCN比(Carrier-to-Noise Ratio)特性の良い搬送波を得ている。

基準周波数源としては12.8 MHzの温度補償形水晶発振器を用い、これによって全環境条件で±2.5 ppmの周波数安定度を確保している。

3.1.2 論理制御部および電話機部の構成

論理制御部および電話機インタフェース部は、4層印刷配線板に実装した。携帯電話機を小形化するためには、LSIなどの部品点数の低減が最も効果がある。CPU周辺回路(HD-61946)、通信プロトコル制御用データ変・復調回路(HD-61947)、およびベースバンド信号濾波器群(HD-44062)が主な開発LSIである。これらの外観を先の図2に、ブロック構成を図6に示す。

消費電流低減のためにCPUのクロック切替を行っている。携帯電話の動作モードは、(1)発呼または着呼待ち受けモード、(2)最寄りの基地局の捕捉(そく)と基地局への位置登録処理モード、(3)通話モード、の3モードに大別される。各モードで必要とするCPUの処理量は大きく異なる。特に携帯電話の使用状態で最も長い時間を占めているのは発呼または着呼待ち受けモードであり、このモードでは受信データ処理だけでなく、低速クロックで十分動作可能である。発呼または着呼待ち受け時は、このCPUクロックの低速化とともに、無線機部の動作不要部をスリープ状態に持ち込み、消費電流の大幅低減を行った。これによって、連続待ち受け時間16時間を達成した。

メモリ群には、メインプログラム用に256 kビットのEPROM

(Erasable and Programmable Read Only Memory)、プログラム遂行および装置内動作データ記録用としてリチウム電池で電源をバックアップしたRAM16 kビット、電話番号書き込み用EE-PROM(Electric Erasable and Programmable Read Only Memory)、および製造番号書き込み用のOTP-ROM(One Time Programmable Read Only Memory)が用いられている。

3.2 電池パック

現在、携帯電話機に最も適した電池は、信頼性および安全性の面からNi-Cd電池と言われている。この携帯電話機では1,000 mAhのNi-Cd電池6セルを使用し、7.2 Vで動作させている。論理系で使用している一般の半導体は、電源電圧5 Vで動作可能であるが、電力増幅器では800 MHzの出力電力1.2 W以上が必要であることから、7.2 Vで設定することとした。

4 主な機能とオプション機器

携帯電話機CR-2000に組み込まれている主な機能を以下に列記する。

- (1) 電源投入ごとに動作チェックを実施し、ユーザーに正常であることを知らせる。
- (2) 他人の無断使用を防止する電子ロック機能
- (3) 受信電界強度の表示
- (4) 名前付けダイヤルメモリとそのサーチ機能
- (5) 自局電話番号表示
- (6) 累積通話時間および単通話時間の表示
- (7) 各種の発呼制限の任意設定

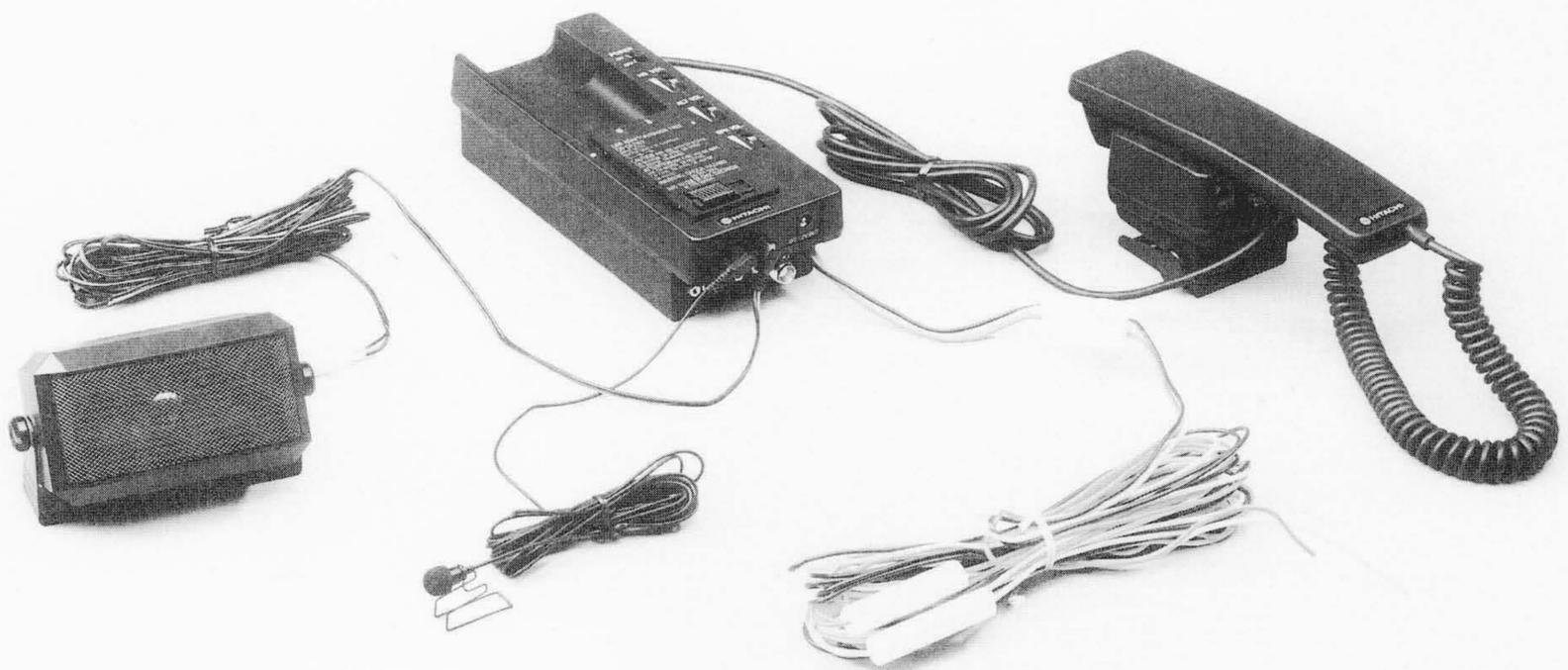


図7 スタンドカーキット 携帯電話機を車両内で使用するものである。車外アンテナの使用を可能とし、同時にハンズフリー機能が付加されている。

- (8) 不在時の着信の有無を表示する機能
 (9) 各種端末機を遠隔制御するためのDTMF (Dual Tone Multi Frequency) 送出機能
 (10) 通話中の電池切れ予告機能

主なオプション機器を以下に述べる。

充電器としては8時間標準充電器と1.5時間急速充電器を家庭用交流電源用および車の電池用としておのこの準備した。

携帯電話機を車内で使用するオプション機器としては、シガレットライターアダプタ、シンプルカーキットおよびスタンダードカーキットを準備した。シガレットライターアダプタは、簡単に車のシガレットライタープラグから電源を取り動作させるアダプタで、車の中の配線工事はまったく不要である。シンプルカーキットは車の電池から電源を取ると同時に、車外アンテナへのアンテナ延長機能を持つ。スタンダードカーキットは、上記にハンズフリー機能を追加したもので、さらに3Wパワーブースタと外部電話機への延長も可能になっている。スタンダードカーキットを図7に示す。

5 性能仕様

携帯電話機CR-2000のTACS方式の主な仕様を表2に示す。携帯電話機の性能は送信電力仕様を除き、車載用の自動車電話機と同一である。しかし、前記スタンダードカーキットおよび3Wパワーブースタを組み合わせ使用することによって、ほぼ自動車電話機と同じ性能を持たせることができる。

6 結 言

以上、携帯電話機CR-2000シリーズのオプション機器を含めた構成と特長、および小形・軽量化を目指した新技術開発の状況について述べた。セルラー電話機の普及は国内、国外を

表2 携帯電話機の主な電氣的性能仕様 自動車電話機の場合、最大送信出力は4W、送信電力制御は8段階となる。

項 目	仕 様	
無線周波数	送 信	872~905 MHz
	受 信	917~950 MHz
周 波 数 偏 差		おのこの±2.5 ppm以下
送・受信間隔		45 MHz
チャネル数		1,320チャネル
チャネル間隔		25 kHz
最大送信出力		0.6 W +2/-4 dB
送信電力制御		4 dBステップ6段階
最低受信感度		-113 dBm 20 dB SINAD
動作温度範囲		-10~+55 °C
空中線利得		0 dB±1 dB
音 圧 感 度		送話系: 89 dB SPL, 受話系: 84 dB SPL
電池電圧		7.2 V
消費電流		最大電力で通話時600 mA以下
最大概略外形寸法		幅56×奥行き38×高さ196(mm)
重さ(本体および電池)		600 g

合わせると総加入数は500万台を超え、伸び率もさらに上昇方向にある。この傾向はよりいっそう小形で使い勝手の良い携帯電話機の市場投入によって拡大していくものと期待される。今後これらの新技術を導入し、いっそう小形・軽量でユーザーにとって使い勝手の良い製品開発を継続していく考えである。

参考文献

- 1) M. Hikita, et al. : Miniature SAW Antenna Duplexer for 800 MHz Portable Telephone Used in Cellular Radio System. IEEE Trans Microwave Theory and Techniques Vol.36, No.6, June 1988
- 2) 小川, 外 : Cu系厚膜材料の高周波系ハイブリッドICへの応用, 電子材料(1988年5月号)