

# コードレス電話機

Cordless Phones

UDC 621.395.6/7

田中昌樹  
隅元一洋  
前田幸一  
小池一幸

Masaki Tanaka  
Kazuhiro Kumamoto  
Kouichi Maeda  
Kazuyuki Koike

情報通信事業本部 端末機器事業部 第1技術部  
情報通信事業本部 端末機器事業部 第1技術部  
情報通信事業本部 端末機器事業部 第1技術部  
CIS本部 技術情報システム部 ソフト技術課

## 1 はじめに

コードレス方式の利便性から電話機市場でコードレス機能が必須となったため、アナログ方式、およびデジタル方式の親機で使用するRF (Radio Frequency) 部を開発した。RF部は、コードレス電話機システムの親機と子機間を無線接続し、無線状態を監視し、通話路をコントロールするユニットである。

コードレス電話機の親機に組み込むため、始めに一般に普及していたアナログRF部を開発した。これは通話路を1本持った方式である。

次に、秘匿性と通話品質で優位なデジタルコードレスの普及が予想されたため、1スロット対応のRF部を開発した。RF部を構成する部品が安価に推移してきたため、これをベースに内線、転送時の機能および操作性の向上を設計方針として、2スロット、4スロットのRF部を順次開発した。2スロット対応RF部は表示機能を拡張した子機に対応した。また、4スロットのRF部は無線通話路を3本持ち子機 - 子機間内線通話や3台の子機での同時利用などを可能とした。

## 2 開発方針

各方式の仕様概要を表1に示す。

### 2.1 アナログRF部

アナログRF部のシステム構成を図1に示す。

本RF部は、無線路を1本持ち、制御チャンネルと通話チャンネルの2つのチャンネルを切り替えて使用する。同時に使用できる子機は1台とし、子機使用中に、他の子機に対して使用中表示等のシステム状態を送信することはできない。なお、登録可

能な子機は4台とする。

### 2.2 デジタルRF部

アナログ方式は同時通話可能チャンネル数が1でかつ送信、受信合わせて2つの周波数を必要とする。これに対して、デジタル方式はTDMA-TDD (Time Division Multiple Access - Time Division Duplex) 方式とし、最大同時通話可能チャンネルが4チ

表1 RF部システム仕様概要  
Summary of RF part system

	アナログ	デジタル		
		1スロット対応	2スロット対応	4スロット対応
無線方式	アナログ	デジタル TDMA-TDD 1スロット	デジタル TDMA-TDD 2スロット <sup>*1</sup>	デジタル TDMA-TDD 4スロット <sup>*1</sup>
同時通話可能な子機の数	1	1	1	3
接続子機	アナログ専用子機 4台	デジタルコードレス子機4台	デジタルコードレス子機または専用子機2台	デジタルコードレス子機または専用子機3台
子機通話中の通話していない子機への制御信号の送信	×	×		
子機 - 子機間の内線通話	×	×	×	

\*1 スロットの内、1つのスロットを制御スロットとして使用

\*2 専用子機は本開発のRF部に対応した表示を拡張した子機である。

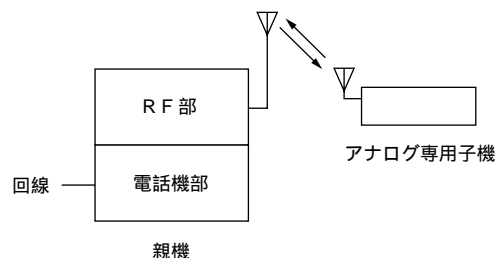
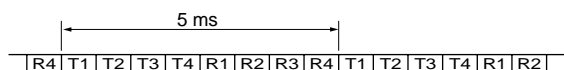


図1 アナログRF部のシステム構成  
System composition of Analog RF part

チャンネルであり、かつ1チャンネルに対して送受信とも同じキャリアを使用する。時分割の方式（スロット構成）を図2に示す。第1スロットの場合はT1（transmit 1）、R1（receive 1）は同じキャリアとなる。送信に1スロット、受信に1スロットのみを使用する方式を「1スロット対応RF部」、送信に2スロット、受信に2スロット使用する方式を「2スロット対応RF部」、また、送信に4スロット、受信に4スロット使用する方式を「4スロット対応RF部」と呼ぶ。

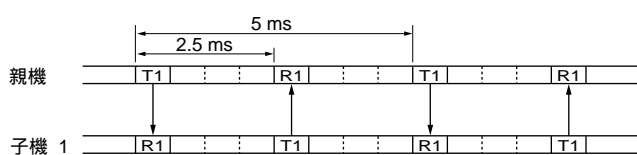
### 2.2.1 1スロット対応RF部

1スロット対応RF部の第一スロットを使用したスロット配置例を図3に、システム構成を図4に示す。親機のT1から子機1のR1への通話路および、子機1のT1から親機のR1への通話路で双方向通話を実現する。子機と通話する場合は、通話チャンネルを通し、論理制御チャンネル（スーパーフレーム）を停止するものとする。登録可能な子機は4台とし、同時通話できる子機は1台とする。子機1で通話を行なう場合、通話を行



T1: 送信第1スロット R1: 受信第1スロット  
 T2: 送信第2スロット R2: 受信第2スロット  
 T3: 送信第3スロット R3: 受信第3スロット  
 T4: 送信第4スロット R4: 受信第4スロット

図2 デジタルRF部のスロット構成  
 Slot composition of Digital RF part



第1スロット(T1 R1): 通話または制御スロット(親機 子機1)

図3 デジタル1スロットRF部のスロット配置例  
 Sample slot arrangement of Digital one-slot RF part

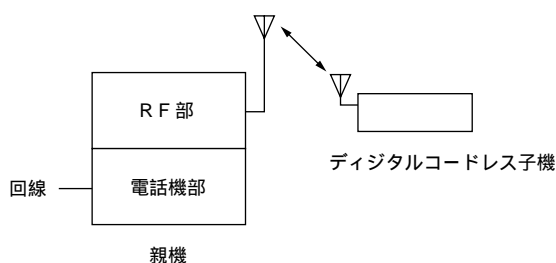


図4 デジタル1スロットRF部のシステム構成  
 System composition of Digital one-slot RF part

なっていない子機2, 3, 4はシステム状態を受信できないため圏外表示となる。

### 2.2.2 2スロット対応RF部

2スロット対応RF部のスロット配置例を図5に、システム構成を図6に示す。子機との通話スロットを1スロットとし、残りの1スロットは制御スロット専用とする。実際の制御スロットは間欠送信となるが、図5では送信可能な全スロットを示している。

同時通話できる子機は1台であるが、子機1が通話中の場合も、通話を行っていない子機2に対して外線使用中等のシステム状態の送信を可能とする。

### 2.2.3 4スロット対応RF部

子機3台で同時通話中のスロット配置例を図7に、システム

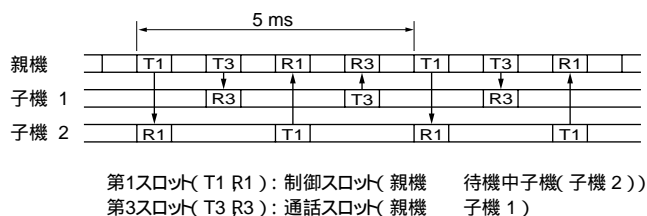


図5 デジタル2スロットRF部のスロット配置例  
 Sample slot arrangement of Digital two-slot RF part

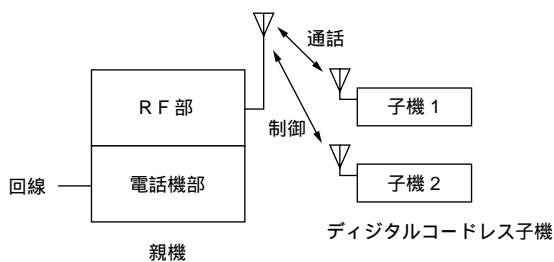
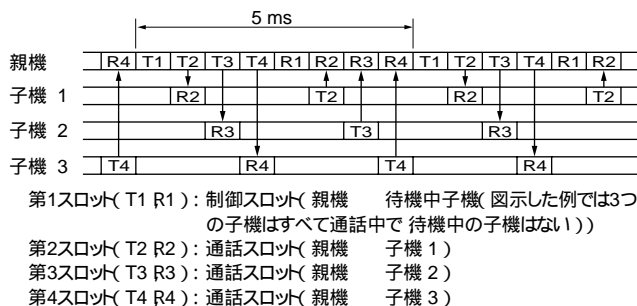


図6 デジタル2スロットRF部のシステム構成  
 System composition of Digital two-slot RF part



第1スロット(T1 R1): 制御スロット(親機 待機中子機(図示した例では3つの子機はすべて通話中で待機中の子機はない))  
 第2スロット(T2 R2): 通話スロット(親機 子機1)  
 第3スロット(T3 R3): 通話スロット(親機 子機2)  
 第4スロット(T4 R4): 通話スロット(親機 子機3)

図7 デジタル4スロットRF部のスロット配置例  
 Sample slot arrangement of Digital four-slot RF part

構成を図8に示す。子機との通話スロットを3スロットとし、残りの1スロットを制御スロット専用とする。

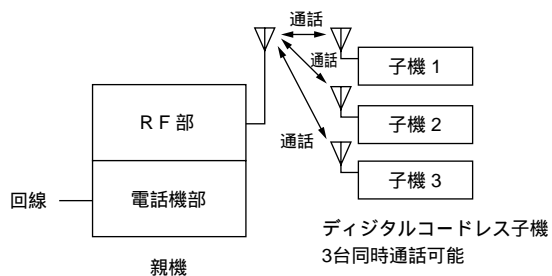


図8 デジタル4スロットRF部のシステム構成  
System composition of Digital four-slot RF part

最大3台の子機にて外線および内線の同時通話が可能であり、通話中の場合も、通話を行っていない子機に対するシステム状態の送信を可能とする。

### 3 各方式の構成

#### 3.1 アナログRF部

アナログRF部は250MHz / 380MHz帯コードレス電話の無線局の無線設備標準規格RCR STD - 13に準拠した。

##### 3.1.1 ハードウェア

ハードウェアの構成を図9に示す。

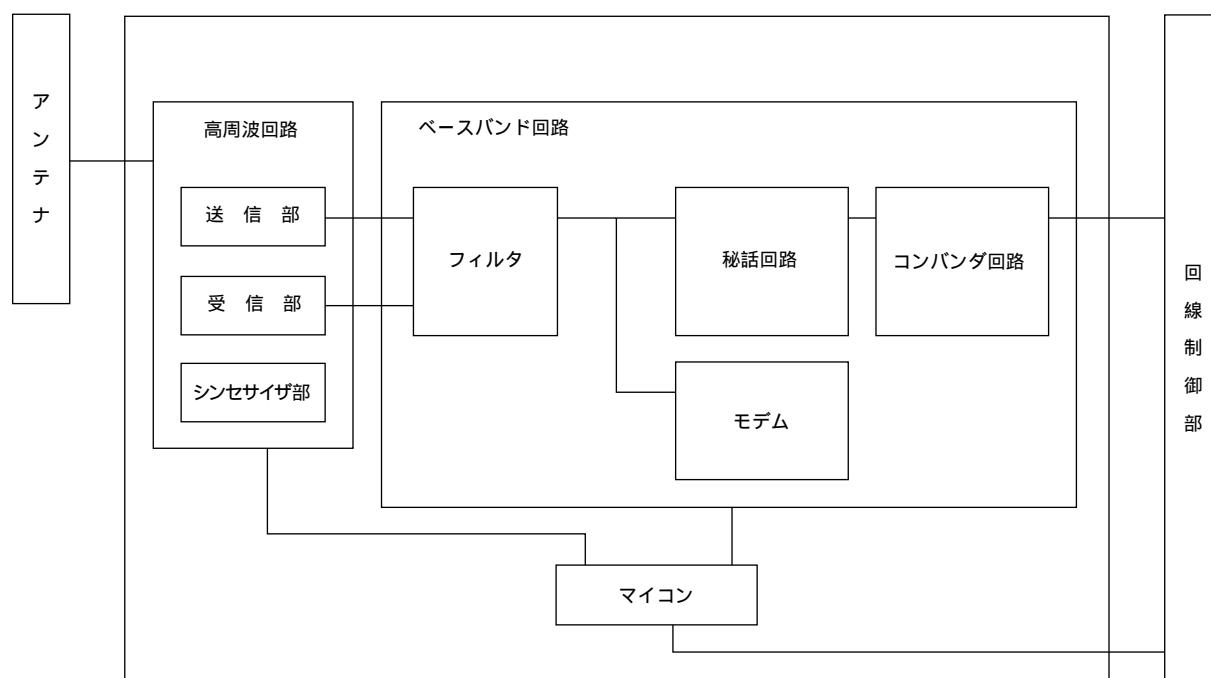


図9 アナログRF部構成図  
Composition diagram of Analog RF part

#### (1) ベースバンド回路

主にフィルタにより構成し、音声の帯域制限を行う。また、秘話回路、コンパンド回路、モデムを内蔵し、各処理を行う。  
コンパンド回路：音声のレベルのダイナミックレンジの拡大  
モデム：親子間制御データの送受信

#### (2) 高周波回路

送信部はベースバンド回路の送信信号をアップコンバートし、搬送波に乗せる。受信部は受信信号をダウンコンバートし、ベースバンド回路に供給する。

#### 3.1.2 ソフトウェア

ソフトウェアは回線接続、転送、切断の制御を行なう。一例として、子機から発信した場合の回線接続手順について述べる。接続手順のシーケンスを図10に示す。子機は制御チャンネルで着信待ち受け（キャリアセンス）を行い、一定時間（約2秒）毎に通話チャンネルの使用状態を監視（キャリアセンス）している。子機側から発呼操作が行われた場合、親機へ接続要求・通話チャンネル指定を送信する。親機は自局IDの検出を行い、IDが一致すると、制御チャンネルから未使用の通話チャンネルに切り替え、親機は制御信号応答を送出する。子機からはダイヤル等のデータを送り通話を行なう。

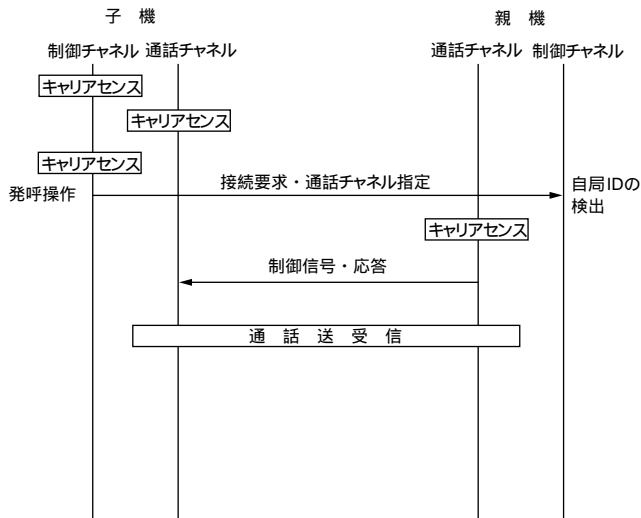


図10 アナログRF部回線接続手順図  
Procedures of Analog- RF- part line connection

### 3.2 デジタルRF部

デジタルRF部は第二世代コードレス電話システム標準規格RCR STD - 28に準拠した。

#### 3.2.1 ハードウェア

##### (1) 1スロット対応RF部

ハードウェアの構成を図11に示す。

##### (a) ADPCM CODEC

第二世代コードレス電話システムの音声符号化方式は32kbit/sADPCMであるため、本回路ブロックにより回線部に

対して音声、非制限デジタル情報などをPCMで送受信可能とする。ただし、有線系がアナログ信号の場合は、ADC/DACを内蔵するADPCM CODECを使用した。

##### (b) バーストモード・コントローラ

チャンネルコーデック部、タイミング・ロジック部、プロセッサI/F部、ADPCM I/F部、RFモジュールI/F部から成る。

##### ・チャンネルコーデック部

TDMA-TDD処理を行う他、チャンネルエンコード時には、プリアンブル付加、制御用スロットと通信用スロットの識別のためUW付加、秘匿操作、CRCデータの生成、スクランブルを行ない、チャンネルデコード時にはUW検出、デスクランブル、CRC判定、子機とのID判定、秘匿解除を行なう。

##### ・タイミング・ロジック部

バーストモード・コントローラのビット・タイミングを生成する。1/4シフトQPSK MODEM、RFモジュールの制御信号は、このビット・タイミングを使用してつくり、送受信データに対して正確なタイミングでの送受信動作を行う。

##### (c) 1/4シフトQPSK MODEM

変調部は、デジタルフィルタ、DACにより、送信データを直交信号(I,Q信号)に変換する。

復調部は、遅延検波回路、ビット同期回路により、受信入力からクロック再生し、デジタルデータとする。

##### (d) RFモジュール

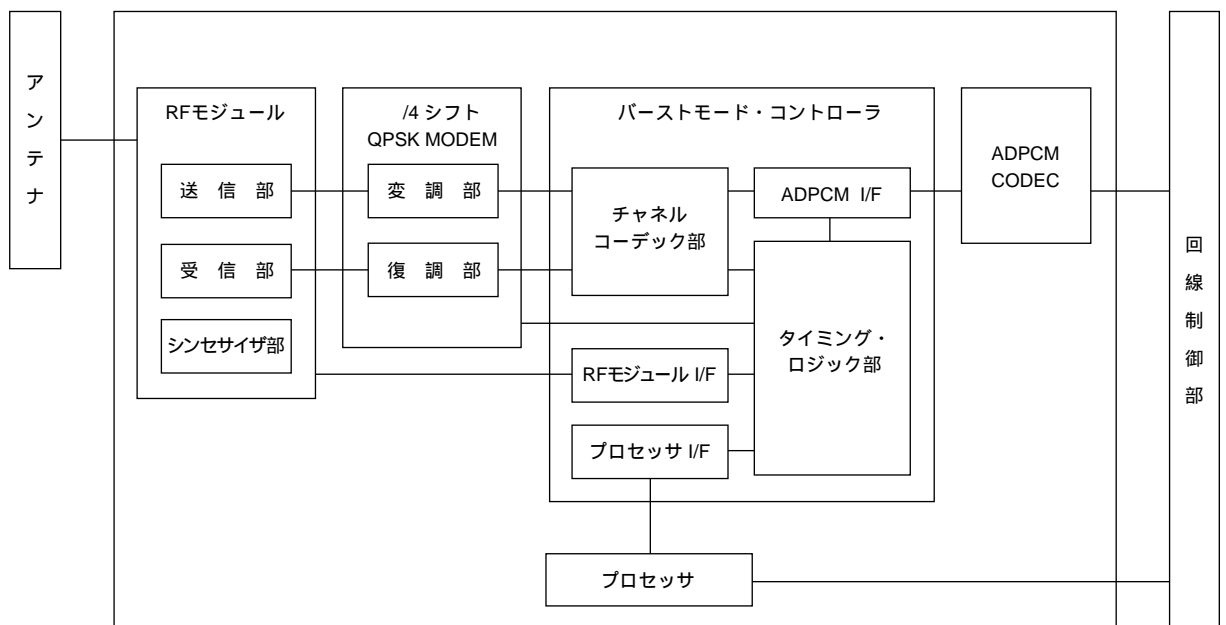


図11 デジタル1スロットRF部の構成  
Composition of Digital one-slot RF part

送信部は、入力されるI,Q信号から変調波を生成し、RFにアップコンバートする。

受信部は、受信信号を固定の周波数にダウンコンバートし、 $1/4$ シフトQPSK MODEMに供給する。

シンセサイザ部は、300kHzステップで周波数を選択でき、送受信キャリア周波数選択に対応している。

(2) 2スロット対応RF部

構成はデジタル1スロット対応RF部と同一である。ただし、通話中に、通話していない子機に対して制御信号の送受信を続けるため、バーストモード・コントローラはRF信号2ch多重(TDMA)可能とし、 $1/4$ シフトQPSKモデムについては、変調部は1系統で2ch対応可能だが、復調部は受信品質を保つため2系統とした。

(3) 4スロット対応RF部

構成はデジタル1スロット対応RF部と同一である。ただし、ADPCMコーデックは3系統とした。バーストモード・コントローラは、RF信号4ch多重(TDMA)可能とし、 $1/4$ シフトQPSKモデムは、復調部を4系統とした。また、連続するRFスロットを使用する場合があるので、RFモジュールはロックアップタイム(数百 $\mu$ s)のシンセサイザ回路を2系統とし

た。これにより、連続するRFスロットを使用する場合には、2系統のシンセサイザ回路うち、一方を使用中にもう一方をデータ設定し後続するスロットで安定に出力することを可能とした。制御例を図12に示す。

3.2.2 ソフトウェア

(1) 1スロット対応RF部

(a) ソフトウェアの構成

ソフトウェアの構成は、リアルタイムモニタで制御されるマルチタスク方式とした。ソフトウェアの構成図を図13に示す。各部の動作概要は以下である。

・APIは第二世代コードレス電話システム標準規格 RCR STD - 28の無線区間インタフェースを以下のタスクにより実現する。

チャンネル管理タスク：チャンネル割当て

無線管理タスク：通話チャンネル切替等の無線制御

LAPDC (Link Access Procedure for Digital Cordless) タスク

：LAYER2としてのリンクアクセス

手順の制御

LAYER3タスク：LAYER3としての呼制御と

移動管理

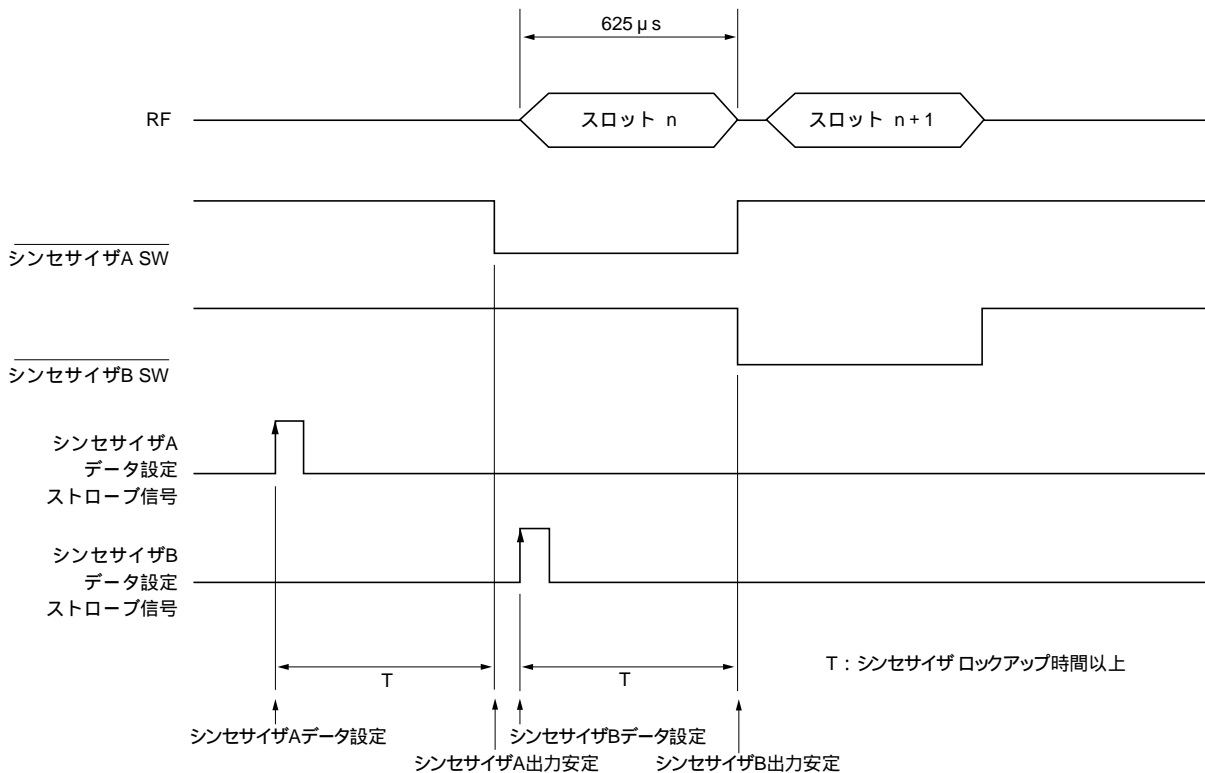


図12 連続するRFスロットを使用する場合のシンセサイザ制御例  
Sample of synthesizer control using continuous RF-slot

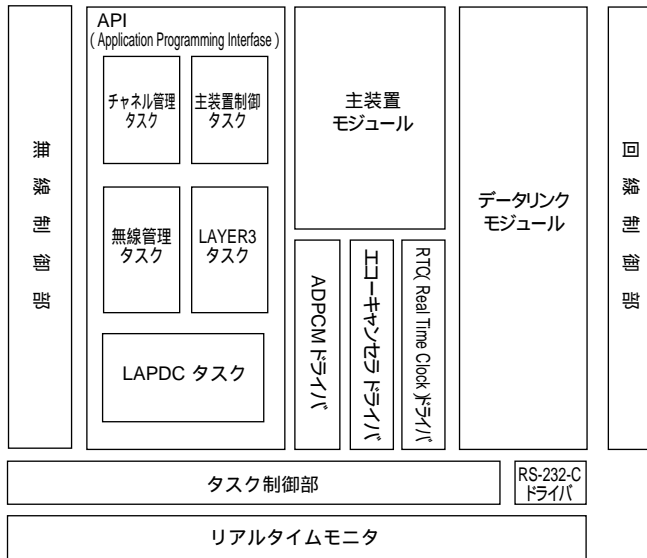


図13 ソフトウェア構成部  
Composition of software

**主装置制御タスク** : 主装置モジュールとのメッセージ送受信

- ・主装置モジュールは内線、外線の呼制御を行なう。
- ・データリンクモジュールは主装置と回線制御部との間のシリアル通信の制御を行なう。

(b) 論理制御チャンネル (LCCH : Logical Control Channel)

親機から子機へのLCCHの構成例を図14に示す。1フレームは送信4スロット、受信4スロットの5msであり、26フレーム毎の8個の間欠送信スロットで構成される。

スーパーフレームの構成を表2に示す。1スロットRF部が子機と通信スロットで通信する場合は、スーパーフレームを

表2 RF部のスーパーフレームの構成  
Composition of superframe of RF part

RF部スロット	1スロット	2スロット	4スロット
LCCHインターバル値 n	26 (130 ms)	26 (130 ms)	26 (130 ms)
着信群分ファクタ n group	4	4	4
一斉呼出エリア長 n p	1	1	1
同一着信群数 n sg	1	1	1
バッテリーセービング数 n bs	1	1	1
オプション n offset	0	0	0
PCH数 n pch	1	1	1
フレーム基本単位長 n sub	2	2	2
オプション	11	11	11
報知状態指示	0	2	7
上りLCCHタイミング	3	3	3
グローバル定義パターン	1	2	2

送信停止するものとする。子機との通信終了後スーパーフレームの送信を再開する。

(C) 回線接続手順

外線発信の手順を図15に示す。待機中の子機はシステム状態を受けるため親機から送られるスーパーフレームを常時間欠受信している。子機はオフフックされると親機にリンク確立要求を送出し、親機はリンク割当てを返す。その後、同期パーストを用いて、周波数およびタイミングの同期を取り、SABM (Set Asynchronous Balanced Mode), UA (Unnumbered

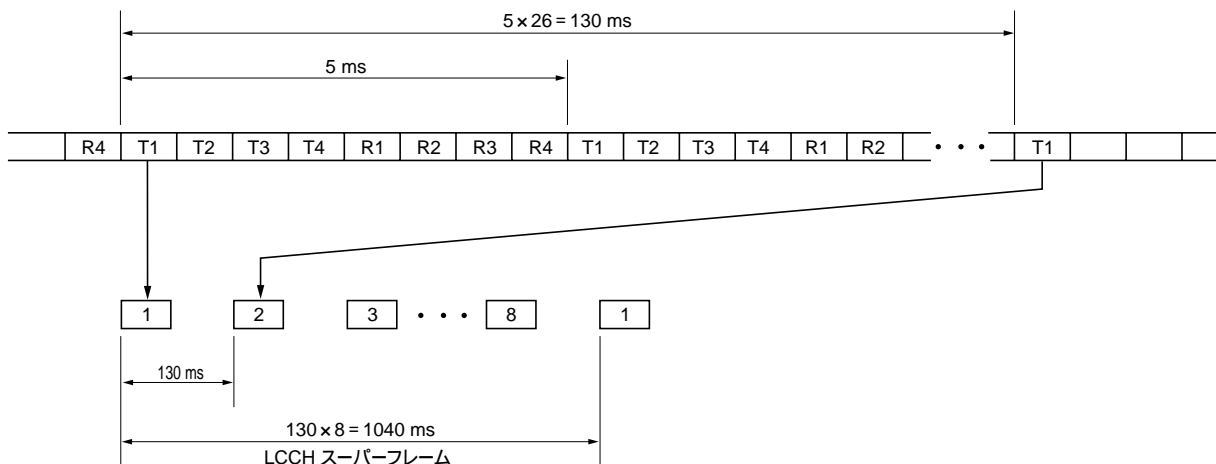


図14 論理制御チャンネル(LCCH)の構成例  
Sample composition of logic control

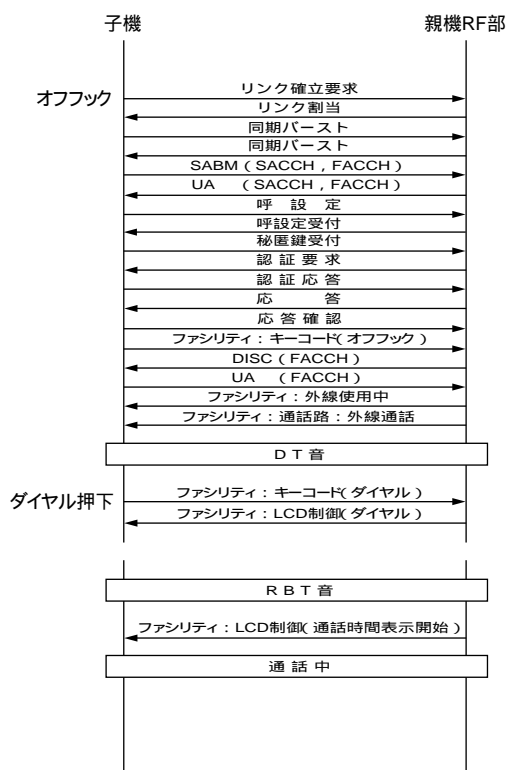


図15 デジタルRF部外線発信手順図  
Procedures of external line sending of digital RF part

Information) にて、呼接続および通信中に使用するメッセージを乗せるチャネルである SACCH (Slow Associated Control Channel), FACCH (Fast Associated Control Channel) の非同期平行モードを設定し、呼設定、秘匿鍵を送受信する。認証は親機が認証乱数を発生し認証要求メッセージで子機に送信する。子機は子機が持つ認証鍵を用いて受信した認証乱数を演算し、演算結果を認証応答で親機に返す。親機も親機自身が持つ認証鍵で同様の演算を行ない、子機から送られた演算結果との一致を判定する。判定がOKの場合、呼接続を継続し、判定がNGの場合、呼を解放する。子機からオフフックボタン押下のキーコードを、付加サービス要求、確認に使用されるファシリティメッセージにユーザ情報として乗せ送信する。DISC (Disconnect), UA で FACCH を切断する。子機からの無

線通話路が確立してからは、音声通話路で外線網のDT (Dial Tone), RBT (Ring Back Tone) 音等を聞かせると共にキーコード (ダイヤル), LCD 制御等の制御情報を送受信して、外線通話中の状態とする。

#### (2) 2スロット対応RF部

ソフトウェアの基本的な構成は1スロット対応と同様である。以下異なる点を述べる。子機との通話スロットは1スロットのみで残りの1スロットはスーパーフレーム専用とする。また、TDMA - TDD4スロットの内、隣接しない2スロットを使用し、スーパーフレームの送信停止は行なわない。スーパーフレームの構成を表2に示す。

#### (3) 4スロット対応RF部

ソフトウェアの基本的な構成は2スロット対応と同様である。子機との通話スロットは3スロットで残りの1スロットはスーパーフレーム専用とする。スーパーフレームの構成を表2に示す。

## 4 むすび

アナログ式に始まったコードレス電話用RF部は、デジタル4スロット対応RF部まで開発が進み、アナログ式RF部及び、デジタル2スロット対応RF部については、製品に適用し量産している。電話網を利用した情報通信サービス用の端末は、今後もさらに多種、多様化が進むことが予測される。その中でも、デジタルコードレス応用端末については、高品質な音声、高速データ通信などの特長により、家庭やSOHO市場での応用が期待できる。

こうした市場の要求に対応し、コードレス技術を生かした製品をタイムリに開発していく。

#### 参考文献

- 1) RCR STD-13 「250MHz/380MHz帯コードレス電話の無線局の無線設備標準規格」
- 2) RCR STD-28 「第二世代コードレス電話システム標準規格」