

携帯電話 (RF / IF 部)

- 技術委員会監修 -

はじめに

携帯電話の歴史はまだ浅く日本では 1987 年第 1 世代の携帯電話サービスが開始しました。表 1 に携帯電話サービスの世代とサービスを示します。この第 1 世代は音声通信中心のアナログ方式から始まり、現在では世界共通で使えるマルチメディア通信が可能な第 3 世代に移行しています。音声から、データ通信、eメール、カメラ付携帯電話、TV電話、eコマースなど無線ネットワークを使った様々なサービスが広がってきています。携帯電話のアプリケーションの進歩はその普及もさることながら技術が進化し、第 3 世代 W - CDMA 方式の携帯電話は第 2 世代と比較しても遜色のない、通話時間、待ち受け時間、端末サイズ、重さを提供できるようになりました。これは携帯電話に使用されるデバイスが高集積化、低消費電力化など、その電子部品の進化にも注目できるところと思います。そこで今回は最新アプリケーション解説として携帯電話の無線(RF / IF)部について解説いたします。

表 1 携帯電話サービスの世代とサービス

世代	第1世代	第2世代	第3世代	
方式	AMPS	PDC	W-CDMA	CDMA2000
アクセス方式	FDMA	TDMA	DS-CDMA	MC-CDMA
通信速度	~ 8kbps	28.8kbps 9600bps	384kbps	144kbps
特徴	・回線交換 ・音声通信	・バケット/回線交換 ・音声/データ通信 ・デジタル変復調 ・音声符号化	・高品質音声通信 ・バケット/回線交換 ・マルチメディア通信 ・グローバルローミング	

FDMA: Frequency Division Multiple Access (周波数分割多元接続)

TDMA: Time Division Multiple Access (時分割多元接続)

DS-CDMA: Direct Spread Code Division Multiple Access (直接拡散符号分割多元接続)

MC-CDMA: Multi-Carrier Code Division Multiple Access (マルチキャリア符号分割多元接続)

W - CDMA 方式エアインターフェース

第 3 世代の携帯電話は ITU-R (International Telecommunication Union Radio communication sector:国際電気通信連合無線通信部門)において、1985 年から標準化作業を行い、第 3 世代の移動通信システム MT - 2000(International Telecommunication -2000)として標準化にあたりました。本来、単一規格にする予定でしたが、5 つの方式が ITU - R より勧告され、日本は W - CDMA(IMT-DS: Direct Spread)及び cdma2000(IMT-MC: Multi Carrier)の 2 方式が採用されています。

今回はその中で国内の代表的な W - CDMA 方式の携帯電話 RF / IF 部を例に第 3 世代無線部を紹介します。尚、表 2 に W - CDMA の無線区間インターフェースの仕様を示します。

表 2. W - CDMA 方式の基本仕様

周波数	送信	1,920 ~ 1,980 MHz	送信電力制御		1dBステップ
	受信	2,110 ~ 2,170 MHz	送信電力	音声	0.125W
拡散方式		直接拡散		データ	0.25W (64kbps ~ 384kbps)
送受周波数間隔		190MHz	情報伝送速度		32kbps ~ 384kbps
周波数帯域幅		5MHz/キャリア	チップレート		3.84Mcps
シンボルレート		15 ~ 960ksps	データ変調		下りQPSK 上りBPSK
			拡散変調		下りQPSK 上りHPSK

W - CDMA の周波数帯は 2GHz、帯域幅は 5MHz で同一周波数の使用による干渉を常に考慮しています。これは干渉電力に対する希望の受信信号電力の比が常に一定になるように高速電力制御を実施しています。また、RAKE 受信機能によりデータ信号を拡散する拡散率を変化させることにより、帯域幅を一定に保ちながら情報レートを柔軟に変更できるマルチレート伝送などが W - CDMA 方式の特徴です。

無線部(RF部)基本方式

第 2 世代携帯電話までの無線方式は受信電波の周波数を中間周波数に変えてから増幅・検波する受信方式で一次中間周波数、二次中間周波数と 2 回実施する方式、いわゆるダブルスーパーヘテロダイン方式でした。この方式は雑音特性や安定性に優れているものの、回路規模が大きくなる欠点もあり、第 3 世代からはダイレクトコンバージョン方式に移行しました。ダイレクトコンバージョン方式は送受信電波の搬送波周波数の無線信号から、ベースバンド信号へ直接変換する方式で、受信部の IF (中間周波数) 段が不要になり、IF フィルター、IF ミキサーが削減され部品点数を大幅に減らせるメリットがあります。

図 1 にダイレクトコンバージョン方式の W - CDMA 携帯電話 無線部ブロック構成図(例)を示します。無線部はアンテナ、直交復調器、直交変調器で構成され直交信号でベースバンドに接続されます。信部はベースバンド部からの拡散された送信ベースバンド信号を直交変調部にて 2GHz の送信搬送波周波数の直交変調された送信 RF 信号に変換し、BPF(Band Pass Filter)で送信搬送波帯域に帯域制限後、PA(Power Amp:電力増幅器)により所定の送信電力に増幅します。

高周波部品

RF - IC

図 1 に W - CDMA の無線部ブロック構成図(例)に示している、直交変調回路、直交復調回路、PLL ブロックが既に 1 チップの IC 化になってきています。およそ 7mm 角以下の小型のパッケージに封印されており、低消費電力化のため CMOS プロセスのデバイスとなっております。

用語解説

搬送波周波数とは

携帯電話と携帯電話基地局間で通信する無線区間の周波数をいい、キャリア周波数ともいう。W - CDMA 携帯電話では送信周波数 1,920 ~ 1,980MHz、受信周波数 2,110 ~ 2,170MHz に割り当てられており、送信周波数と受信周波数は必ず 190MHz はなれた周波数の関係が約束されている。搬送波周波数を中心に 5MHz の帯域幅の無線信号である。

インターフェースは 1MHz 程度の直交信号でベースバンドと接続されます。このように、高周波部品の統合、IC が一層進むものと思われます。

BPF (Band Pass Filter)

高周波回路では不要な周波数成分を除去するため BPF が送受信の段間に挿入されます。W - CDMA では帯域幅が 5MHz のキャリアを 5 つ使用するため 25MHz 帯域幅の SAW フィルターが一般的に使用されています。

デュプレクサ (Duplexer)

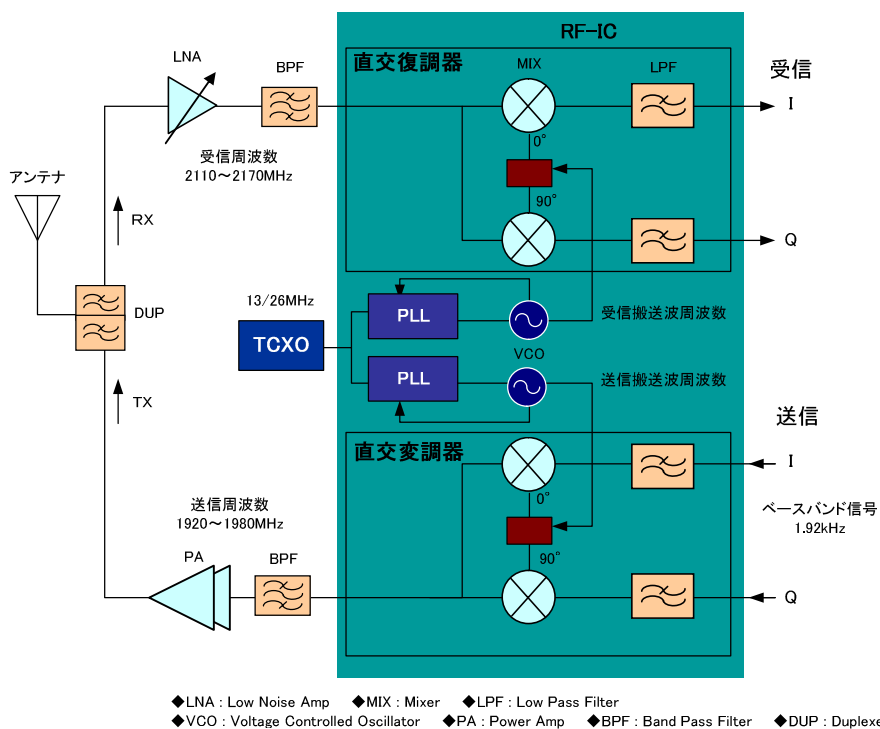
同時に送受信を行うため、アンテナから入出力される送信周波数、受信周波数を分離する為に使用されます。従来は誘電体フィルターが使われていましたが、最近では SAW デバイスの低損失・高減衰化が実現されたことにより SAW デュプレクサが使われ始め、小型化を実現しています。

PA (Power Amplifier)

パワーアンプは従来 GaAs FET から InGaP をエミッタ層にもつヘテロ接合バイポーラトランジスタを持つことで単一電源動作を可能となりました。ベースバイアス回路により温度特性に優れた高周波特性になっています。このように直線性の優れた利得制御アンプ、単一電源動作が主流になってきています。

TCXO (Temperature Compensated Crystal Oscillators)

無線信号の基準として温度補償水晶発振器が従来どおり使用されております。周波数は無線回路システムによっても異なりますが、W - CDMA では 13MHz、26MHz などが使われています。また、一層の小型化が進み 3225 サイズの TCXO モジュールが主流で、近年は 2 ポート出力や温度センサ内蔵など多機能化も進んでいます。今後は 2520 サイズなど更に小型化の方向であり、さらには部品点数削減のため、TCXO の周波数信号はベースバンド部でも使用されてきています。



むすび

今後の展開として第4世代の携帯電話システムが現在検討され、通信方式はOFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing :直交周波数分割多重方式)、伝送速度100M~1Gbps、周波数帯は3~5GHz帯を候補として研究開発されています。一層電子部品に対する要求は高性能、小型化、省電力化など高まることと思います。

(日本電波工業株式会社 若松俊一)