

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6396412号
(P6396412)

(45) 発行日 平成30年9月26日(2018.9.26)

(24) 登録日 平成30年9月7日(2018.9.7)

(51) Int.Cl.

H03L 7/00 (2006.01)
H04B 1/26 (2006.01)

F 1

H03L 7/00
H04B 1/26

C

請求項の数 15 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2016-500874 (P2016-500874)
 (86) (22) 出願日 平成26年3月7日 (2014.3.7)
 (65) 公表番号 特表2016-512412 (P2016-512412A)
 (43) 公表日 平成28年4月25日 (2016.4.25)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2014/021891
 (87) 國際公開番号 WO2014/159083
 (87) 國際公開日 平成26年10月2日 (2014.10.2)
 審査請求日 平成29年2月9日 (2017.2.9)
 (31) 優先権主張番号 13/829,232
 (32) 優先日 平成25年3月14日 (2013.3.14)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 595020643
 クアアルコム・インコーポレイテッド
 QUALCOMM INCORPORATED
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
 121-1714、サン・ディエゴ、モア
 ハウス・ドライブ 5775
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 100158805
 弁理士 井関 守三
 (74) 代理人 100194814
 弁理士 奥村 元宏

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】不連続的な方法で動作する局部発振器ジェネレータの位相検出および修正

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

局部発振器(L.O.)信号を生成する方法であって、
 周期的に電源オンおよびオフされるL.O.ジェネレータで、周波数変換に使用されるL.O.
 信号を生成することと、
 前記L.O.ジェネレータが電源オンされると前記L.O.信号の位相を検出することと、前記
 検出された前記L.O.信号の位相は、前記L.O.信号の位相不連続性を識別するために使用
 される、

前記L.O.ジェネレータが電源オンされると前記L.O.信号の前記位相を検出するために使
 用されるシングルトーン信号をシングルトーン信号ジェネレータで生成することと、ここ
において、前記L.O.ジェネレータと前記シングルトーン信号ジェネレータは同じ参照信号
で動作する、

周波数コンバートされた信号を得るために前記シングルトーン信号を前記L.O.信号で周
 波数コンバートすることと、ここにおいて、前記L.O.信号の前記位相を前記検出すること
 は、前記周波数コンバートされた信号に基づいて前記L.O.信号の前記位相を検出すること
 を備える、

を備える、方法。

【請求項 2】

前記周波数変換は、ダウンコンバートされた信号を取得するために前記シングルトーン
 信号を前記L.O.信号でダウンコンバートすることであり、および、ここにおいて、前記L

O 信号の前記位相を前記検出することは、前記ダウンコンバートされた信号に基づいて前記 L O 信号の前記位相を検出することを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記ダウンコンバートされた信号に基づいて前記 L O 信号の前記位相を前記検出することは、

90 度位相が異なる 4 つの信号を備えるフィルタされた信号を取得するために前記ダウンコンバートされた信号をフィルタすることと、

前記 L O 信号のターゲット位相が既知である参照時間において前記 4 つの信号の位相を検出することと、および、

前記参照時間において前記検出された前記 4 つの信号の位相に基づいて前記 L O 信号の前記位相を決定することと、

を備える、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

キャリブレーションモードにおいて前記シングルトーン信号を前記 L O 信号でダウンコンバートすることと、および、

受信モードにおいて増幅された無線周波数 (RF) 信号を前記 L O 信号でダウンコンバートすることと、

をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 L O 信号は 90 度位相が異なる 4 つの信号を備え、前記方法は、

20

前記 L O 信号の位相不連続性を修正するために前記 L O 信号の前記 4 つの信号をスワップすることをさらに備える、

請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

ダウンコンバートされた信号を取得するために増幅された無線周波数 (RF) 信号を前記 L O 信号でダウンコンバートすることと、

前記ダウンコンバートされた信号に基づいて同相 (I) および直交 (Q) サンプルを生成することと、および、

前記 L O 信号の位相不連続性を修正するために前記 I および Q サンプルを回転させることと、

30

をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

ダウンリンク受信のための時間間隔より前に前記 L O ジェネレータを電源オンすることと、および、

アップリンク送信のための時間間隔のうちの少なくとも一部の間に前記 L O ジェネレータを電源オフすることと、

をさらに備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

ワイヤレス通信のための装置であって、

周波数変換に使用される局部発振器 (LO) 信号を生成するための手段と、生成するための前記手段は、周期的に電源オンおよびオフされる、

40

生成するための前記手段が電源オンされる時に前記 L O 信号の位相を検出するための手段と、前記検出された前記 L O 信号の位相は、前記 L O 信号の位相不連続性を識別するために使用される、

生成するための前記手段が電源オンされると前記 L O 信号の前記位相を検出するために使用されるシングルトーン信号を生成するための手段と、ここにおいて、局部発振器 (LO) 信号を生成するための前記手段とシングルトーン信号を生成するための前記手段は同じ参照信号で動作する、

周波数コンバートされた信号を得るために前記シングルトーン信号を前記 L O 信号で周波数コンバートするための手段と、ここにおいて、前記 L O 信号の前記位相を前記検出す

50

ることは、前記周波数コンバートされた信号に基づいて前記 L O 信号の前記位相を検出することを備える、

を備える、装置。

【請求項 9】

周波数変換のための前記手段は、ダウンコンバートされた信号を取得するために前記シングルトーン信号を前記 L O 信号でダウンコンバートするための手段を備え、および、ここにおいて、前記 L O 信号の前記位相を検出するための前記手段は、前記ダウンコンバートされた信号に基づいて前記 L O 信号の前記位相を検出するための手段を備える、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記ダウンコンバートされた信号に基づいて前記 L O 信号の前記位相を検出するための前記手段は、

90 度位相が異なる 4 つの信号を備えるフィルタされた信号を取得するために前記ダウンコンバートされた信号をフィルタするための手段と、

前記 L O 信号のターゲット位相が既知である参照時間において前記 4 つの信号の位相を検出するための手段と、および、

前記参照時間において前記検出された前記 4 つの信号の位相に基づいて前記 L O 信号の前記位相を決定するための手段と、

を備える、請求項 9 に記載の装置。

【請求項 11】

キャリブレーションモードにおいて前記シングルトーン信号を前記 L O 信号でダウンコンバートし、および、受信モードにおいて増幅された無線周波数 (R F) 信号を前記 L O 信号でダウンコンバートするための手段を、さらに備える、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 12】

前記検出された前記 L O 信号の位相に基づいて前記 L O 信号の位相不連続性を修正するための手段を、さらに備える、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 13】

ダウンリンク受信のための時間間隔より前に、周波数変換に使用される局部発振器 (L O) 信号を生成するための前記手段を電源オンするための手段と、および、

アップリンク送信のための時間間隔のうちの少なくとも一部の間に、周波数変換に使用される局部発振器 (L O) 信号を生成するための前記手段を電源オフするための手段と、をさらに備える、請求項 8 に記載の装置。

【請求項 14】

位相を検出するための前記手段は、

第 2 の測定間隔のためのデジタルサンプルに対して第 1 の測定間隔のためのデジタルサンプルを相互に関連し、ここにおいて、前記第 2 の測定間隔は現在の位相測定間隔であり、前記第 1 の測定間隔は以前の位相測定間隔である、および、

相互関連の結果に基づいて前記第 1 の測定間隔と第 2 の測定間隔との間の位相変化を決定するように構成される、

請求項 8 に記載の装置。

【請求項 15】

少なくとも 1 つのプロセッサに、請求項 1 乃至 7 のうちのいずれか 1 項に記載のステップを実行させるためのコードを備える、非一時的なコンピュータ可読媒体。

【発明の詳細な説明】

【優先権の主張】

【0001】

[0001] 本願は、2013年3月14日に出願された米国特許出願番号第 13 / 829 , 232 号の利益を主張し、参照によってその全体が本明細書に組み込まれている。

【技術分野】

【0002】

10

20

30

40

50

[0002] 本開示は、一般に、エレクトロニクスに関し、より具体的には、周波数変換に使用される局部発振器（L O）信号を生成する技術に関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

[0003] ワイヤレスデバイス（例えば、セルラ電話またはスマートフォン）は、ワイヤレス通信システムで双方向通信ためのデータを送信および受信し得る。ワイヤレスデバイスは、データ送信用の送信機と、データ受信用の受信機とを含み得る。データ送信では、送信機は、変調された無線周波数（R F）信号を取得するために送信L O信号をデータで変調し、適正な送信電力レベルを有する出力R F信号を取得するために変調されたR F信号を增幅し、アンテナを介して出力R F信号を基地局に送信し得る。データ受信では、受信機は、アンテナを介して受信されたR F信号を取得し、受信されたR F信号を受信L O信号でダウンコンバートおよび增幅し、基地局によって送られたデータを回復するためにダウンコンバートされた信号を処理し得る。L O信号は、ターゲット周波数において周期的な信号（例えば、正弦波信号または方形波信号）であり、周波数変換に使用され得る。10

【0 0 0 4】

[0004] ワイヤレスデバイスは、送信機用の送信L O信号および受信機用のL O信号を生成するL Oジェネレータを含み得る。L Oジェネレータは、不連続的に動作され得、消費電力を減らすのに必要とされる場合にのみL O信号を生成するため電源オンされ得る。L Oジェネレータの不連続的な動作をサポートすることが望ましい。20

【発明の概要】

【0 0 0 5】

[0005] 周期的に電源オンおよびオフされるL Oジェネレータによって生成されるL O信号の位相不連続性を検出し、修正するための技術が本明細書に開示されている。L Oジェネレータは、受信機において使用され得、周期的に、データ受信のための時間間隔の間に電源オンされ、バッテリ電力を節約するために残りの時間間隔の間に電源オフされ得る。L Oジェネレータを周期的に電源オンおよびオフすることは、不連続的な位相を有するL O信号をもたらし得る。20

【0 0 0 6】

[0006] 本開示の一態様において、L OジェネレータからのL O信号の位相は、L Oジェネレータが電源オンされると検出され得る。検出されたL O信号の位相不連続性は、L O信号のための連続的な位相を獲得するために修正され得る。30

【0 0 0 7】

[0007] 一設計において、ワイヤレスデバイスは、L Oジェネレータおよび位相検出器を含み得る。L Oジェネレータは、周波数変換に使用されるL O信号を生成し得、周期的に電源オンおよびオフされ得る。位相検出器は、L Oジェネレータが電源オンされると、L O信号の位相を検出し得る。検出されたL O信号の位相は、L O信号の位相不連続性を識別するために使用され得る。ワイヤレスデバイスは、ダウンコンバータ、シングルトーンジェネレータ、および位相修正器をさらに含み得る。シングルトーンジェネレータは、L Oジェネレータが電源オンされると、L O信号の位相を検出するために使用されるシングルトーン信号を生成し得る。ダウンコンバータは、シングルトーン信号をL O信号でダウンコンバートし、ダウンコンバートされた信号を提供し得る。位相検出器は、ダウンコンバートされた信号に基づいてL O信号の位相を検出し得る。40

【0 0 0 8】

[0008] 一設計において、位相検出器は、少なくとも1つのローパスフィルタおよび位相検出回路を含み得る。（単数または複数の）ローパスフィルタは、ダウンコンバートされた信号を受信し、90度位相が異なる4つの信号を備えるフィルタされた信号を提供し得る。位相検出回路は、4つの信号の位相を検出し得、検出された4つの信号の位相に基づいてL O信号の位相を決定し得る。位相修正器は、（i）L O信号の同相（I）および直交（Q）信号をスワップすること（swapping）および／または反転させること（inverting）によってアナログ領域において、または（ii）ダウンコンバートされた信号から取50

得された I および Q サンプルを回転させること (rotating) によってデジタル領域において、L O 信号の位相不連続性を修正し得る。

【0009】

[0009] 本開示の様々な態様および特徴が、以下でより詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図 1】[0010] 図 1 は、異なるワイヤレスシステムと通信するワイヤレスデバイスを示す。

【図 2】[0011] 図 2 は、図 1 におけるワイヤレスデバイスのブロック図を示す。

【図 3】[0012] 図 3 は、電源オンのときの不連続的な位相を有する L O 信号を示す。 10

【図 4】[0013] 図 4 は、L O 信号の位相不連続性を検出する回路を示す。

【図 5】[0014] 図 5 は、図 1 におけるワイヤレスデバイス内の受信機の設計を示す。

【図 6 A】[0015] 図 6 A および図 6 B は、L O 信号の位相を検出する例を示す。

【図 6 B】[0015] 図 6 A および図 6 B は、L O 信号の位相を検出する例を示す。

【図 7 A】[0016] 図 7 A および図 7 B は、2 つの典型的なフレーム構造を示す。

【図 7 B】[0016] 図 7 A および図 7 B は、2 つの典型的なフレーム構造を示す。

【図 8 A】[0017] 図 8 A および図 8 B は、2 つの典型的な位相キャリブレーションのタイムラインを示す。 20

【図 8 B】[0017] 図 8 A および図 8 B は、2 つの典型的な位相キャリブレーションのタイムラインを示す。

【図 9】[0018] 図 9 は、L O 信号を生成するためのプロセスを示す。

【図 10】[0019] 図 10 は、シングルトーンジェネレータを使用する L O 信号の位相を決定するためのプロセスを示す。

【詳細な説明】

【0011】

[0020] 以下に記載される詳細な説明は、本開示の典型的な設計の説明として意図され、本開示が実施されることができる唯一の設計を表すようには意図されない。「典型的」という用語は、本明細書で「例、実例、または例示を提供する」という意味で用いられる。本明細書で「典型的」であると説明される任意の設計は、他の設計に対して、必ずしも好みしいまたは有利であるようには解釈されるべきでない。詳細な説明は、本開示の典型的な設計の完全な理解を提供することを目的とした特定の詳細を含む。本明細書で説明される典型的な設計がこれらの特定の詳細なしで実施され得ることは、当業者には明らかであろう。いくつかの事例では、周知の構造およびデバイスが、本明細書で提示される典型的な設計の新規性を曖昧にすることを避けるために、ブロック図の形式で示される。 30

【0012】

[0021] 不連続的な L O ジェネレータによって生成された L O 信号の位相不連続性を検出し、修正するための技術が本明細書に開示されている。これら技術は、ワイヤレス通信デバイスのような様々なタイプの電子デバイスに使用され得る。

【0013】

[0022] 図 1 は、異なるワイヤレス通信システム 120 および 122 と通信することが可能なワイヤレスデバイス 110 を示す。ワイヤレスシステム 120 および 122 は、それぞれ、ロングタームエボリューション (LTE) システム、符号分割多元接続 (CDMA) システム、移動通信のためのグローバル (GSM (登録商標)) システム、無線ローカルエリアネットワーク (WLAN) システム、または他の何らかのワイヤレスシステムであり得る。CDMA システムは、広帯域 CDMA (WCDMA (登録商標))、CDMA 1X、時分割同期符号分割多元接続 (TD-SCDMA)、または他の何らかのバージョンの CDMA を実現し得る。TD-SCDMA は、ユニバーサル地上無線アクセス (UTRA) 時分割二重 (TDD) 1.28Mcps オプションまたはローチップレート (LCR) とも称される。LTE は、周波数分割二重 (FDD) および時分割二重 (TDD) の両方をサポートする。例えば、ワイヤレスシステム 120 は、LTE システムであり 40

、ワイヤレスシステム 122 は、TD-SCDMA システムであり得る。簡単化のために、図 1 は、1 つの基地局 130 および 1 つのシステムコントローラ 140 を含む無線システム 120 と、1 つの基地局 132 および 1 つのシステムコントローラ 142 を含む無線システム 122 とを示す。概して、各無線システムは、任意の数の基地局および任意のセットのネットワークエンティティを含み得る。各基地局は、そのカバレッジ内のワイヤレスデバイスのための通信をサポートし得る。

【0014】

[0023] ワイヤレスデバイス 110 は、ユーザ機器 (UE)、移動局、端末、アクセスマシン、加入者ユニット、局、等とも称され得る。ワイヤレスデバイス 110 は、セルラ電話、スマートフォン、タブレット、ワイヤレスモデム、携帯情報端末 (PDA)、ハンドヘルドデバイス、ラップトップコンピュータ、スマートブック、ネットブック、コードレス電話、ワイヤレスローカルループ局、Blue tooth (登録商標) デバイス、等であり得る。ワイヤレスデバイス 110 は、ワイヤレスシステム 120 および / または 122 と通信することが可能であり得る。ワイヤレスデバイス 110 はまた、放送局 (例えば、放送局 134) からの信号、1 つ以上のグローバルナビゲーション衛星システム (GNSS) における衛星 (例えば、衛星 150) からの信号、等を受信することが可能であり得る。ワイヤレスデバイス 110 は、LTE、TD-SCDMA、WCDMA、CDMA 1X、GSM、802.11、等のような、ワイヤレス通信のための 1 つ以上の無線技術をサポートし得る。

【0015】

[0024] 図 2 は、図 1 におけるワイヤレスデバイス 110 の典型的な設計のブロック図を示す。簡単化のために、図 2 は、1 つのアンテナ 210 のための 1 つの受信機 220 および 1 つの送信機 280 を含むワイヤレスデバイス 110 を示す。概して、ワイヤレスデバイス 110 は、任意の数の無線技術および任意の数の周波数帯域のための通信をサポートするために、任意の数の送信機、任意の数の受信機、および任意の数のアンテナを含み得る。

【0016】

[0025] 受信機または送信機は、スーパーへテロダインアーキテクチャまたは直接変換アーキテクチャで実現され得る。スーパーへテロダインアーキテクチャにおいて、信号は、例えば、1 つのステージにおいて RF から中間周波数 (IF) に、および、そして、受信機のための別のステージにおいて IF からベースバンドに、のように、複数のステージにおいて RF とベースバンドとの間で周波数コンバートされる。ゼロ IF (ZIF) アーキテクチャとも称される直接変換アーキテクチャでは、信号は、1 つのステージにおいて RF とベースバンドとの間で周波数コンバートされる。

【0017】

スーパーへテロダインおよび直接変換アーキテクチャは、異なる回路ブロックを使用し得る、および / または異なる要件を有し得る。図 2 において示される典型的な設計では、送信機 220 および受信機 280 は、直接変換アーキテクチャで実現される。本明細書で説明される技術は、直接変換アーキテクチャおよびスーパーへテロダインアーキテクチャの両方に使用され得る。

【0018】

[0026] 受信経路では、アンテナ 210 は、基地局および / または他の送信機局からダウンリンク信号を受信し、アンテナ出力信号をアンテナインターフェース回路 212 に提供する。アンテナインターフェース回路 212 は、アンテナ出力信号をルーティング (場合によってはフィルタ) し、受信された RF 信号 (RXin) を受信機 220 に提供する。アンテナインターフェース回路 212 は、スイッチ、デュプレクサ、ダイプレクサ、フィルタ、整合回路、等を含み得る。

【0019】

[0027] 受信機 220 内で、低雑音増幅器 (LNA) 222 は、受信された RF 信号を增幅し、結合回路 224 を介してダウンコンバータ 230 に増幅された RF 信号を提供す

10

20

30

40

50

る。ダウンコンバータ 230 は、LO ジェネレータ 260 からの LO 信号で増幅された RF 信号を RF からベースバンドにダウンコンバートし、I および Q ダウンコンバートされた信号 (I d c および Q d c) を提供する。LO 信号は、同相 LO 信号 (I L O) および直交 LO 信号 (Q L O) を備え、Q L O 信号は I L O 信号に対して 90 度位相が異なる。受信回路 240 は、I および Q ダウンコンバートされた信号を増幅およびフィルタし、I および Q 入力ベースバンド信号 (I i n および Q i n) をデータプロセッサおよび / コントローラ 290 に提供する。受信回路 240 は、フィルタ、増幅器、整合回路、等を含み得る。プロセッサ 290 は、I および Q サンプルを取得するために I および Q 入力ベースバンド信号をデジタル化し、ワイヤレスデバイス 110 に送られたデータを回復するためにサンプルをさらに処理する。受信機 220 内のいくつかの信号は、以下に説明されるように、差分信号 (differential signals) であり得る。

【0020】

[0028] LO ジェネレータ 260 は、ダウンコンバータ 230 のために LO 信号を生成する。LO ジェネレータ 260 は、1 つ以上の電圧制御発振器 (VCO)、位相ロックループ (PLL)、参照発振器、分周器、バッファ、等を含み得る。位相修正器 266 が存在し得、連続的な位相を有する位相修正された I L O および Q L O 信号を取得するために、必要であれば、I L O および Q L O 信号を LO ジェネレータ 260 から受信し、該信号をスワップおよび / または反転させる。シングルトーンジェネレータ 270 は、ターゲット周波数においてシングルトーン信号を生成する。シングルトーン信号は、データ変調のない周期的な信号であり、ターゲット周波数における基本的な信号コンポーネント、および、ターゲット周波数の整数倍における場合による高調波 (harmonics) を含む。以下に説明されるように、シングルトーン信号は、LO 信号の位相不連続性を検出するために使用され得る。シングルトーン信号は、結合回路 224 または LNA 222 に提供され得る。位相検出器 250 は、ダウンコンバータ 230 から I および Q ダウンコンバートされた信号を受信し、LO 信号の位相を検出し、検出された位相を提供する。参照信号ジェネレータ 262 は、参照周波数において参照信号を生成し、参照信号をデータプロセッサ 290、LO ジェネレータ 260、および / または他の回路に提供し得る。

【0021】

[0029] 送信経路では、データプロセッサ 290 は、送信されるデータを処理し、I および Q 出力ベースバンド信号を送信機 280 に提供する。送信機 280 内で、送信回路 282 は、I および Q 出力ベースバンド信号を増幅およびフィルタし、I および Q 調整されたベースバンド信号を提供する。送信回路 282 は、増幅器、フィルタ、整合回路、等を含み得る。アップコンバータ 284 は、LO ジェネレータ 288 からの送信 (TX) LO 信号に基づいて、I および Q 調整されたベースバンド信号をベースバンドから RF にアップコンバートし、変調された RF 信号を提供する。電力増幅器 (PA) 286 は、変調された RF 信号を増幅し、適切な送信電力レベルを有する出力 RF 信号を提供する。出力 RF 信号は、アンテナインターフェース回路 212 を通してルーティングされ、アンテナ 210 を介して送信される。

【0022】

[0030] 図 2 は、受信機 220 および送信機 280 の典型的な設計を示す。送信機および受信機は、フィルタ、整合回路、等のような、図 2 に示されていない他の回路をも含み得る。図 2 はまた、1 つの受信機 220 および 1 つの送信機 280 を含むワイヤレスデバイス 110 を示す。概して、ワイヤレスデバイスは、任意の数の周波数帯域、任意の数のアンテナ、および任意の数の無線技術をサポートするために、任意の数の受信機および任意の数の送信機を含み得る。例えば、ワイヤレスデバイス 110 は、1000 メガヘルツ (MHz) よりも低い周波数をカバーする低帯域、1000 MHz から 2300 MHz の周波数をカバーする中間帯域、および / または 2300 MHz よりも高い周波数をカバーする高帯域、の各々に対して 1 つ以上の受信機および 1 つ以上の送信機を含み得る。受信機 220 および送信機 280 の一部あるいは全ては、1 つ以上の RF IC (RFIC)、アナログ集積回路 (IC)、混合信号 IC、等で実現され得る。例えば、受信機 220

10

20

30

40

50

内の回路の全ては、R F I Cで実現され得る。

【0023】

[0031] データプロセッサ／コントローラ290は、ワイヤレスデバイス110のための様々な機能を実行し得る。例えば、データプロセッサ290は、受信機220を介して受信されているデータおよび送信機280を介して送信されているデータの処理を実行し得る。データプロセッサ290は、L O信号の位相不連続性に対処するために(to account for)、検出されたL O信号の位相に基づいてIおよびQサンプルを処理し、位相修正されたIおよびQサンプルを提供することができる位相修正器294を含み得る。コントローラ290は、受信機220および送信機280内の様々な回路の動作を制御し得る。メモリ292は、データプロセッサ／コントローラ290のためのプログラムコードおよびデータを記憶し得る。データプロセッサ／コントローラ290は、1つ以上の特定用途向け集積回路(A S I C)および／または他のI Cで実現され得る。10

【0024】

[0032] ワイヤレスデバイス110は、ダウンリンクおよびアップリンクを介してワイヤレスシステムにおける基地局と通信し得る。ダウンリンク(または順方向リンク)は、基地局からワイヤレスデバイスまでの通信リンクを指し、アップリンク(または逆方向リンク)は、ワイヤレスデバイスから基地局までの通信リンクを指す。

【0025】

[0033] ワイヤレスデバイス110は、T D Dおよび／またはF D Dを利用するワイヤレスシステムとの通信をサポートし得る。T D Dについて、ダウンリンクおよびアップリンクは、同じ周波数を共有し、ダウンリンク送信およびアップリンク送信は、異なる時間期間において同じ周波数上で送られ得る。F D Dについて、ダウンリンクおよびアップリンクは、別々の周波数を割り当てられ得る。ダウンリンク送信は、ある1つの周波数上で送られ、アップリンク送信は、別の周波数上で送られ得る。いくつかの典型的な無線技術は、L T E T D D、T D - S C D M A、およびG S Mを含むT D Dを利用する。いくつかの典型的な無線技術は、L T E F D D、W C D M A、およびC D M A 1 Xを含むF D Dを利用する。20

【0026】

[0034] T D Dを利用するワイヤレスシステムと通信する場合、ワイヤレスデバイス110は、受信(R X)時間中のみ受信機220における回路を電源オンにし、バッテリ電力を節約するために、非R X時間中に受信機回路を電源オフにし得る。R X時間は、ダウンリンクに指定された時間期間をカバーし得る(および、ダウンリンク信号を受信するためにワイヤレスデバイス110が必要とする適切な(just)時間期間をカバーし得る)。非R X時間は、R X時間の一部ではない残りの時間期間をすべてカバーし得る。例えば、ワイヤレスデバイス110は、R X時間中にL Oジェネレータ260を電源オンにし、非R X時間中にL Oジェネレータ260を電源オフにし得る。よって、L Oジェネレータ260は、不連続的な方法で動作し得る。30

【0027】

[0035] L Oジェネレータ260は、(i)適切なR F周波数においてV C O信号を生成する周波数シンセサイザ、および(ii)V C O信号を周波数において分周し、I L O信号およびQ L O信号を備えるL O信号を提供する周波数分周器を含み得る。周波数シンセサイザは、参照周波数において連続的な位相を有する参照信号にロック(locked to)され得る。よって、たとえ周波数シンセサイザが連続的に電源オンおよびオフされようと、周波数シンセサイザは、連続的な位相を有するV C O信号を生成し得る。しかしながら、分周器は、可能な状態のセットのうちの1つにおいて電源アップ(power up)し得る。例えば、2分周器(a divide-by-2 divider)は、電源オンされると、「0」または「1」のいずれかの状態で起動し得る。分周器は、「0」の状態で起動した場合に第1の位相を有するI L OおよびQ L O信号を生成し、「1」の状態で起動した場合に第2の位相を有するI L OおよびQ L O信号を生成し得る。I L OおよびQ L O信号は、望ましくない、または許容できない不連続的な位相を有する可能性がある。4050

【0028】

[0036] 図3は、電源アップされたときに異なるVCO遷移エッジ（例えば、立ち上がりエッジおよび立ち下がりエッジ）に対応する異なる状態で起動する分周器による不連続的な位相を有するLO信号を含む複数の信号を示す。連続的な位相を有する参照信号は、図3の上部に示され、常時電源オンされ得る図2における参照信号ジェネレータ262によって生成され得る。連続的なVCO信号は、常時電源オンされる第1の周波数シンセサイザによって生成され得る。ゲートされたVCO信号は、周期的に電源オンおよびオフされる第2の周波数シンセサイザによって生成され得る。ゲートされたVCO信号は、第2の周波数シンセサイザが連続的な位相を有する参照信号にロックされた場合、連続的な位相を有し得る。

10

【0029】

[0037] 連続的なLO信号は、連続的なVCO信号を分周することによって生成され、連続的な位相を有し得る。ゲートされたLO信号は、ゲートされたVCO信号を周波数において分周するゲートされた分周器によって生成され得る。ゲートされた分周器は、時間T1において電源オフされる前に第1状態（例えば、状態「0」）で動作し得、時間T2において電源オンされた後に第2の状態（例えば、状態「1」）で動作し得る。ゲートされた分周器の異なる状態は、IL0およびQL0信号の異なるI-Q関係に関連付けられ得る。その後、ゲートされたLO信号は、ゲートされた分周器が時間T2において異なる状態にあることにより、時間T2において不連続的であり得る。具体的には、ゲートされたLO信号は、時間T1より前に第1の位相および時間T2の後に第2の位相を有することができ、第2の位相は第1の位相とは異なる。2分周器では、この位相不連続性は、IL0信号の180度の位相回転に対応する。

20

【0030】

[0038] ダウンコンバータ230に提供されたLO信号は、RF信号を適切にダウンコンバートするために、ある時間にわたって連続的な位相を有する（すなわち、位相不連続性を有さない）べきである。位相連續性は、周波数シンセサイザおよび分周器を常時電源オンにすることで獲得され得る。しかしながら、LO信号の位相連續性を維持するためだけに、周波数シンセサイザおよび分周器がアップリンクサブフレーム中のデータ受信に必要とされないときでさえ、それらを電源オンにすることで、著しいバッテリ電力が消耗され得る。

30

【0031】

[0039] 本開示の一態様において、LO信号の位相は、シングルトーンジェネレータを使用して検出され、検出されたLO信号の位相の不連続性が修正され得る。これは、バッテリ電力を節約するために電源オンおよびオフされることができる分周器および周波数シンセサイザでLO信号が生成されることを可能にし得る。LO信号の位相を検出し、修正するための技術は、受信機用のLOジェネレータ並びに送信機用のLOジェネレータに使用され得る。明確さのために、受信機220用のLOジェネレータ260について、位相検出および修正の様々な詳細が、以下に説明される。

【0032】

[0040] 図4は、LO信号の位相不連続性を検出することができる回路400の設計を示す。LOジェネレータ460は、周波数シンセサイザ462および分周器464を含む。周波数シンセサイザ462は、周波数シンセサイザ462が電源オンされる場合はいつでも、参照周波数において参照信号を受信し、VCO信号を生成する。分周器464は、VCO信号を周波数において分周し、LO信号をダウンコンバータ430に提供する。周波数シンセサイザ462および分周器464は、On/Off制御信号に基づいて電源オンまたはオフされ得る。

40

【0033】

[0041] シングルトーンジェネレータ470は、シングルトーンジェネレータ470が電源オンされる場合はいつでも、参照信号を受信し、連続的な位相を有するシングルトーン信号を生成する。ダウンコンバータ430は、シングルトーン信号をLO信号でダウン

50

コンバートし、ダウンコンバートされた信号を提供する。位相検出器 450 は、ダウンコンバートされた信号に基づいて LO 信号の位相を検出する。位相検出器 450 内で、ローパスフィルタ 452 は、ダウンコンバートされた信号をフィルタし、フィルタされた信号を提供する。位相検出回路 454 は、フィルタされた信号を受信し、フィルタされた信号の位相を検出する。シングルトーン信号は連続的な位相を有しているので、検出されたダウンコンバートされた信号の位相は、LO ジェネレータ 460 からの LO 信号の位相を示す。

【 0 0 3 4 】

[0042] 周波数シンセサイザ 462 は、 $N * f_{L_0}$ の周波数において VCO 信号を生成し、分周器 464 は、 f_{L_0} の周波数において LO 信号を提供し、ここで、 f_{L_0} は、任意の適切な周波数であることができ、N は、分周器 464 の分周比 (divider ratio) である。シングルトーンジェネレータ 460 は、 f_{S_T} の周波数においてシングルトーン信号を生成し、これは、 f_{L_0} とは異なるものである。例えば、VCO 信号は、2 ギガヘルツ (GHz) であり、LO 信号は、1 GHz であり、シングルトーン信号は、999 メガヘルツ (MHz) であり得る。ダウンコンバートされた信号は、 $f_{L_0} - f_{S_T}$ の差周波数における第 1 の信号コンポーネントと、 $f_{L_0} + f_{S_T}$ の和周波数における第 2 の信号コンポーネントを含む。上の例において、ダウンコンバートされた信号は、1 MHz における第 1 の信号コンポーネントおよび 1.999 MHz における第 2 の信号コンポーネントを含む。ローパスフィルタ 452 は、第 1 の信号コンポーネントをパスする、および、第 2 の信号コンポーネントを減衰させるためにダウンコンバートされた信号をフィルタする。ローパスフィルタ 452 はまた、ダウンコンバートされた信号に利得を提供し得る。位相検出回路 454 は、以下に説明されるように、フィルタされた信号の位相を検出する。

【 0 0 3 5 】

[0043] 一設計において、所望のベースバンド周波数においてダウンコンバートされた信号を取得するために、シングルトーン信号が固定周波数において生成され得る。別の設計において、異なるベースバンド周波数においてダウンコンバートされた信号を取得するために、シングルトーン信号が異なる周波数において生成され得る。例えば、シングルトーン信号は、ダウンコンバートされた信号がキロヘルツ (kHz) から MHz (例えば、10 kHz から 9.6 MHz) の間を変動するように、生成され得る。

【 0 0 3 6 】

[0044] 図 5 は、図 2 におけるワイヤレスデバイス 110 内の受信機 220 の設計のブロック図を示す。LO ジェネレータ 260 は、LNA 222 からの増幅された RF 信号をダウンコンバートするためにダウンコンバータ 230 によって使用される LO 信号を生成する。LO ジェネレータ 260 は、(i) 所望の周波数において VCO 信号を生成する周波数シンセサイザ 262、および (ii) VCO 信号を周波数において分周し、LO 信号を提供する分周器 264 を含む。LO 信号は、同相 LO 信号 (ILO) および直交 LO 信号 (QLO) を備える。ILo および QLo 信号は、それぞれ、(接尾語「p」で示される) 非反転信号および (接尾語「n」で示される) 反転信号を備える差分信号であり得る。例えば、ILo 信号は、180 度位相が異なる ILo p および ILo n 信号を備え得る。QLo 信号は、180 度位相が異なる QLo p および QLo n 信号を備え得る。

【 0 0 3 7 】

[0045] 図 5 で示される設計では、周波数シンセサイザ 262 は、PLL 582、VCO 584、およびバッファ (Buff) 586 を含む。周波数シンセサイザ 262 が電源オンされると、VCO 584 は、PLL 582 から制御信号を受信し、制御信号によって決定された周波数において発振器信号を生成する。PLL 582 は、参照信号および VCO 584 からの発振器信号を受信し、参照信号の位相に対して発振器信号の位相を比較し、発振器信号の位相が参照信号の位相にロックされるように、VCO 584 のための制御信号を生成する。参照信号は連続的な位相を有するので、発振器信号もまた、連続的な位相を有する。バッファ 586 は、VCO 584 から発振器信号を受信し、VCO 信号を分周

10

20

30

40

50

器 264 に提供する。

【0038】

[0046] 分周器 264 は、N という因数によって VCO 信号を周波数において分周し、ここで、N は、2、3、4、または他の何らかの値と等しくあり得る。分周器 264 は、ILO および QLO 信号を提供する。図 5 に示される第 1 の設計において、位相修正器 266 は、分周器 262 から ILO および QLO 信号を受信し、連続的な位相を有する位相修正された ILO および QLO 信号を取得するために、必要であれば、信号をスワップおよび／または反転させる。位相修正器 266 は、その後、位相修正された ILO および QLO 信号をダウンコンバータ 230 に提供する。第 2 の設計において、分周器 264 は、不連続的な位相を有する ILO および QLO 信号をダウンコンバータ 230 に提供する。
10 第 2 の設計において、ILO および QLO 信号の位相不連続性は、デジタル処理で説明され得る。

【0039】

[0047] 図 5 で示される設計では、シングルトーンジェネレータ 270 は、PLL572、VCO574、およびバッファ 576 を含む。分周器によってもたらされる位相不連続性を避けるために、VCO574 はバッファ 576 を直接的に駆動し、VCO574 とバッファ 576 との間に分周器は存在しない。VCO574 は、PLL572 から制御信号を受信し、制御信号によって決定された周波数において発振器信号を生成する。PLL572 は、参照信号および VCO574 からの発振器信号を受信し、参照信号の位相に対して発振器信号の位相を比較し、発振器信号の位相が参照信号の位相にロックされるよう 20 に、VCO574 のための制御信号を生成する。バッファ 576 は、VCO574 から発振器信号を受信し、シングルトーン信号を結合回路 224 に提供する。バッファ 576 は、シングルトーン信号の振幅を調整するための減衰器を含み得る。

【0040】

[0048] 図 5 で示される設計では、受信回路 240 は、ローパスフィルタ 542 および増幅器 (Amps) 544 を含む。ローパスフィルタ 542 は、I および Q ダウンコンバートされた信号を受信およびフィルタし、I および Q フィルタされた信号を提供する。増幅器 544 は、I および Q フィルタされた信号を増幅し、データプロセッサ 290 に I および Q ベースバンド信号を提供する。ローパスフィルタ 542 は、I ダウンコンバートされた信号に対してある 1 つのローパスフィルタを含み、Q ダウンコンバートされた信号に対して別のローパスフィルタを含み得る。同様に、増幅器 544 は、I フィルタされた信号に対してある 1 つの増幅器を含み、Q フィルタされた信号に対して別の増幅器を含み得る。受信回路 240 はまた、他の回路を含み得る。
30

【0041】

[0049] 図 5 で示される設計では、データプロセッサ 290 は、アナログデジタル変換器 (ADC) 592 および位相修正器 294 を含む。ADC592 は、受信回路 240 からの I および Q ベースバンド信号をデジタル化し、I および Q サンプルを提供する。位相修正器 294 は、LO 信号の位相不連続性に対処するために、検出された LO 信号の位相に基づいて I および Q サンプルを処理し、位相修正された I および Q サンプルを提供する。位相修正器 294 はまた、別個の位相検出器 250 がない場合は、位相検出機能を含み得る。位相修正器 294 は、位相修正器 266 が存在し、ダウンコンバータ 230 に位相修正された ILO および QLO 信号を提供する場合は省略され得る。データプロセッサ 290 は、ワイヤレスデバイス 110 に送られたデータを回復するために位相修正された I および Q サンプルを処理する他の回路を含み得る。
40

【0042】

[0050] 一設計において、受信機 220 は、任意の時点において受信モードまたはキャリブレーションモードで動作し得る。受信モードでは、LNA222 はイネーブルされ、ダウンコンバータ 230 に増幅された RF 信号を提供する。バッファ 576 はディスエーブルされ、シングルトーン信号を提供しない。全シングルトーンジェネレータ 270 はまた、受信モードにおいてディスエーブルされ得る。ダウンコンバータ 230 は、増幅さ
50

れた R F 信号を L O ジェネレータ 2 6 0 からの L O 信号でダウンコンバートし、 I および Q のダウンコンバートされた信号を受信回路 2 4 0 に提供する。

【 0 0 4 3 】

[0051] キャリブレーションモードでは、シングルトーンジェネレータ 2 7 0 およびバッファ 5 7 6 がイネーブルとなり、結合回路 2 2 4 を介してシングルトーン信号をダウンコンバータ 2 3 0 に提供し得る。結合回路 2 2 4 は、図 5 に示されるように、 L N A 2 2 2 とダウンコンバータ 2 3 0 との間に位置し得る。この場合は、 L N A 2 2 2 がディスエーブルとなり、キャリブレーションモードでは増幅された R F 信号を提供しない。あるいは、シングルトーン信号は、図 5 においてシングルトーンジェネレータ 2 7 0 から L N A 2 2 2 への破線によって示されるように、スイッチを介して L N A 2 2 2 の入力に提供され得る。(図 5 に示されていない)スイッチは、入力 R F 信号をシングルトーン信号から分離し得る。いずれにしても、ダウンコンバータ 2 3 0 は、シングルトーン信号を L O ジェネレータ 2 6 0 からの L O 信号でダウンコンバートし、 I および Q のダウンコンバートされた信号を位相回路 2 5 0 に提供する。

【 0 0 4 4 】

[0052] 図 5 で示される設計では、位相検出器 2 5 0 は、ローパスフィルタ 5 5 2 a と 5 5 2 b 、並びに位相検出回路 5 5 4 を含む。ローパスフィルタ 5 5 2 a は、 I ダウンコンバートされた信号をフィルタし、 I p および I n 信号を備える差分 I フィルタされた信号を提供する。ローパスフィルタ 5 5 2 b は、 Q ダウンコンバートされた信号をフィルタし、 Q p および Q n 信号を備える差分 Q フィルタされた信号を提供する。ローパスフィルタ 5 5 2 は、位相検出回路 5 5 4 が適切に動作できるように、十分な利得を提供し得る。一設計において、ローパスフィルタ 5 5 2 a および 5 5 2 b は、受信回路 5 4 0 におけるローパスフィルタ 5 4 2 と類似した特性(例えば、類似した帯域幅)を有する。別の設計において、ローパスフィルタ 5 5 2 a および 5 5 2 b は、ローパスフィルタ 5 4 2 とは異なる特性(例えば、異なる帯域幅)を有する。位相検出回路 5 5 4 は、参照信号と差分 I および Q フィルタされた信号を受信し、参照時間において I p 、 I n 、 Q p 、および Q n 信号の位相を検出する。位相検出回路 5 5 4 は、以下に説明されるように、検出された I p 、 I n 、 Q p 、および Q n 信号の位相に基づいて参照時間において L O 信号の位相を決定する。位相検出回路 5 5 4 は、検出された L O 信号の位相をデータプロセッサ 2 9 0 に提供する。

【 0 0 4 5 】

[0053] 位相修正器 2 9 4 が存在しない場合、位相検出器 2 5 0 が、位相修正器 2 6 6 を制御するように使用され得る。あるいは、位相修正器 2 9 4 は位相検出機能を含むことができ、位相検出器 2 5 0 および位相検出器 2 6 6 の両方が省略され得る。

【 0 0 4 6 】

[0054] 分周器(例えば、2分周器)は、不連続的に動作し、イネーブル信号によってイネーブルとなり得る。分周器のために同期されたイネーブル信号を生成する高速同期回路を動作するのに余分なバッテリ電力が消費されるので、イネーブル信号は、分周器に提供された V C O 信号と同期されない。分周器のイネーブル信号が V C O 信号の第 1 の立ち上がりエッジと時間整列された(またはそれよりも少し前)場合、 I L O 位相は、 V C O 信号と同相であると考えられ得る。しかしながら、イネーブル信号が V C O 信号の第 1 の立ち上がりエッジよりも遅いが、 V C O 信号の第 2 の立ち上がりエッジと時間整列された(またはそれよりも少し前)場合、 V C O 信号の位相が 360 度遅延させられる、これは 0 度にラップアラウンド(wrap around)する、のに対して、分周器からの I L O 信号の位相は 180 度遅延させられる。分周器のイネーブル信号が V C O 信号と同期しない限り、分周器からの I L O 信号は、 0 または 180 度のいずれかの位相を有し得る。概して、同期されたイネーブル信号を有さない2分周器では、分周器からの出力信号の位相は、ランダムに、 0 , 2 / N , . . . , 2 * (N - 1) / N ラジアンであり得る。

【 0 0 4 7 】

[0055] 概して、分周器が起動するときは、 I および Q ダウンコンバートされた信号の

10

20

30

40

50

位相に影響を及ぼし得る。IおよびQダウンコンバートされた信号の位相は、既知の参照時間において検出され得る。LO信号の位相不連続性は、既知の参照時間における検出されたIおよびQダウンコンバートされた信号の位相に基づいて決定され得る。

【0048】

[0056] 図6Aおよび6Bが、2つの可能な状態で2分周器の位相検出を実行する設計を示す。ローパスフィルタ552aおよび552bからのIp、In、Qp、およびQn信号の位相は、ダウンリンクサブフレームの開始より前に適切な時間であり得る既知の参照時間において検出され得る。キャリブレーションモードにおいて、LOジェネレータ260およびシングルトーンジェネレータ270は、両方とも参照信号にロックされており、LO信号およびシングルトーン信号の周波数は既知である。ダウンコンバートされたIおよびQ信号は、先に述べたように、 $f_{LO} + f_{ST}$ の和周波数および $f_{LO} - f_{ST}$ の差周波数におけるコンポーネントを含む。ローパスフィルタ552aおよび552bは、差周波数における信号コンポーネントをパスし、和周波数における信号コンポーネントを減衰させる。よって、フィルタされたIおよびQ信号は、 $f_{LO} - f_{ST}$ の差周波数における信号コンポーネントを含む。連続する2つの参照時間の間の差周波数においてフィルタされたIおよびQ信号のサイクルの整数が存在するように、シングルトーン信号の周波数が選択され得る。この場合、フィルタされたIおよびQ信号は、LO信号において位相不連続性がない場合、各参照時間において同じ位相を有するべきである。

【0049】

[0057] 図6Aは、参照時間T1において第1の状態にある2分周器に対応する実例1を示す。位相検出回路554に提供されたIp、In、Qp、およびQn信号並びにこれら信号に対応するデジタルサンプルは、図6Aに示される。各信号では、対応するデジタルサンプルが「0」から「1」へと変化する場合、(ゼロクロスとも称され得る)リーディング/立ち上がり遷移(leading/rising transition)が生じる。各信号の位相は、参照時間から参照時間後の信号の第1のリーディング遷移までの時間により与えられる。各信号の位相は、参照信号のサイクルの整数により与えられ得る。図6Aに示される例において、Ip信号は $I_p = 1$ の位相を有し、Qp信号は $Q_p = 3$ の位相を有し、In信号は $I_n = 6$ の位相を有し、Qn信号は $Q_n = 8$ の位相を有する。実例1では、Ip信号はQp信号をリードし、In信号はQn信号をリードし、 $I_p < Q_p < I_n < Q_n$ である。

【0050】

[0058] 図6Bは、参照時間T2において第2の状態にある2分周器に対応する実例2を示す。位相検出回路554に提供されたIp、In、Qp、およびQn信号並びにこれら信号に対応するデジタルサンプルは、図6Bに示される。図6Bに示される例において、In信号は $I_n = 1$ の位相を有し、Qn信号は $Q_n = 3$ の位相を有し、Ip信号は $I_p = 6$ の位相を有し、Qp信号は $Q_p = 8$ の位相を有する。実例2では、In信号はIp信号をリードし、Qn信号はQp信号をリードし、 $I_n < Q_n < I_p < Q_p$ である。IpおよびIn信号が、(例えば、図5における位相修正器266によって)スワップされ、QpおよびQn信号もまた、スワップされ得る。実例2においてスワップされたIp、In、Qp、およびQn信号は、実例1におけるIp、In、Qp、およびQn信号と似ている。

【0051】

[0059] 図6Aおよび図6Bは、2分周器の位相不連続性によるIおよびQフィルタされた信号の異なる位相を例示するタイミングブロック図を示す。N分周器は、2つ以上の実例を含み、各実例は、異なる分周器の状態に対応する。各実例は、IおよびQ信号のための異なる位相のセットに関連付けられる。IおよびQ信号の位相は、参照時間に関連して決定され、LO信号の位相を検出するために使用され得る。

【0052】

[0060] 一設計において、位相推定は、現在の位相測定間隔のためのデジタルサンプル(または現在のSTGトーンサンプル)に対して以前の位相測定間隔のためのデジタルサ

10

20

30

40

50

ンプル（または以前の S T G トーンサンプル）を相互相關することによって実行され得る。以前および現在の位相測定間隔は、位相推定が実行される 2 つのダウンリンク間隔（例えば、タイムスロットまたはサブフレーム）に対応し得る。以前および現在の位相測定間隔の間の位相変化は、相互相關の結果に基づいて推定され得る。位相変化は、(i) 分周器が以前および現在の位相測定間隔において異なる状態にあることによる位相不連続性、および(ii) 回路におけるドリフト (drift) および / または他の現象による位相変化を含み得る。位相変化は、0 から 2 ラジアンの範囲内にあり得る。推定された位相変化は、位相連續性を維持するためにアナログ領域またはデジタル領域において補償され得る。

【 0 0 5 3 】

[0061] 図 5 を参照すると、位相検出器 250 は、例えば、図 6 A および図 6 B について先に述べたように、ダウンコンバータ 230 からの I および Q ダウンコンバートされた信号に基づいて LO 信号の位相を検出する。位相検出器 250 は、検出された LO 信号の位相をデータプロセッサ 290 および / または受信機 220 における他の回路に提供する。検出された位相は、LO ジェネレータ 260 からの ILO および QLO 信号に関する関連位相情報を示し得る。 10

【 0 0 5 4 】

[0062] 一設計において、位相修正器 266 は、分周器 264 による LO 信号の位相不連続性に対処するために ILO および QLO 信号をスワップし得る。別の設計において、位相修正回路 294 は、分周器 264 による LO 信号の位相不連続性に対処するために ADC 592 からの I および Q サンプルを回転（例えば、スワップおよび / または反転）させ得る。さらに別の設計において、位相修正回路 294 は、推定された位相変化を補償することができ、これは、0 から 2 ラジアンの範囲内にあり得る。例えば、位相修正回路 294 は、位相補償のための任意の所望量によって複素信号の位相を回転させることができるコーディック回転装置 / プロセッサ / 乗算器を実現し得る。LO 信号の位相不連続性はまた、他の方法で説明され得る。現在のサブフレームにおけるダウンコンバートされた信号の位相は、必要であれば、回転させられ、それにより、これは以前のサブフレームにおけるダウンコンバートされた信号の位相と連続している（例えば、位相は、以前のサブフレームにおけるものと同じである）。これは、位相連續性を維持し、スループットを改善する。 20

【 0 0 5 5 】

[0063] シングルトーン信号を使用して LO 信号の位相を検出するための技術は、TDD を利用する様々なワイヤレスシステムと通信するワイヤレスデバイスに使用され得る。 30

【 0 0 5 6 】

例えば、該技術は、LTE TDD システム、TDD - SC DMA システム、等、におけるワイヤレスデバイスに使用され得る。TDD をサポートするために異なるワイヤレスシステムが異なるフレーム構造を利用し得る。

【 0 0 5 7 】

[0064] 図 7 A は、TDD - SC DMA のための典型的なフレーム構造 700 を示す。送信タイムラインは、フレームに分割され、各フレームは、システムフレーム番号 (S FN) によって識別される。各フレームは 10 ミリ秒 (ms) の持続時間を有し、2 つのサブフレーム 1 および 2 に分割される。各サブフレームは、5 ms の持続時間を有し、0 ~ 6 の 7 個のタイムスロット、ダウンリンクパイロットタイムスロット (DWPTS)、アップリンクパイロットタイムスロット (UPPTS)、およびガード期間 (GP) に分割される。DWPTS、ガード期間、および UPPTS は、タイムスロット 0 の後に位置する。タイムスロット 0 はダウンリンクに使用され、タイムスロット 1 はアップリンクに使用され、タイムスロット 2 ~ 6 は、切り換えポイントによって決定されるように、それぞれ、ダウンリンクまたはアップリンクに使用され得る。各タイムスロットは 675 マイクロ秒 (μ s) の持続時間（または 864 チップ）を有する。DWPTS は、75 μ s の持続時間（または 96 チップ）を有し、UPPTS は 125 μ s の持続時間（または 160 チップ）を有する。ガード期間は、DWPTS と UPPTS との間に位置し、75 μ s の持 40

50

続時間（または 96 チップ）を有する。

【0058】

[0065] TD-SCDMA では、各タイムスロットは、第1のデータ部分、ミッドアンブル（midamble）、第2のデータ部分、およびガード期間を含む。各データ部分は、27.5 μs の持続時間（または 35.2 チップ）を有し、ミッドアンブルは 112.5 μs の持続時間（または 144 チップ）を有する。ガード期間は、タイムスロットの末端に位置し、12.5 μs の持続時間（または 16 チップ）を有する。各タイムスロットは、データ送信のために 1 つまたは複数のユーザに割り当てられ得る。

【0059】

[0066] 図 7B は、LTE TDD のための典型的なフレーム構造 750 を示す。送信 10 タイムラインは、無線フレームの単位に分割され、各無線フレームは、10ms の持続時間を有する。各無線フレームは、0 ~ 9 のインデックスを有する 10 個のサブフレームに分割される。LTE は、TDD のためのいくつかのアップリンク - ダウンリンク構成をサポートする。すべてのアップリンク - ダウンリンク構成のために、サブフレーム 0 および 5 はダウンリンクに使用され、サブフレーム 2 はアップリンクに使用される。サブフレーム 3、4、7、8、および 9 は、それぞれ、アップリンク - ダウンリンク構成に応じてダウンリンクまたはアップリンクに使用され得る。サブフレーム 1 は、ダウンリンク制御チャネルおよびデータ送信に使用される DwPTS、送信のないガード期間（GP）、およびランダムアクセスチャネル（RACH）またはサウンディング参照信号（SRS）のいずれかに使用される UpPTS から成る 3 つの特殊フィールドを含む。サブフレーム 6 は、アップリンク - ダウンリンク構成に応じて、DwPTS のみ、または 3 つの特殊フィールドすべて、またはダウンリンクサブフレームを含み得る。DwPTS、ガード期間、および UpPTS は、異なるサブフレーム構成に対して異なる持続時間を有し得る。DwPTS は、214 と 857 μs との間の持続時間を有し得る。UpPTS は、71 と 142 μs との間の持続時間を有し得る。ガード期間は、71 と 714 μs との間の持続時間を有し得る。

【0060】

[0067] 図 7A および図 7B に示されるように、TD-SCDMA システムおよび LTE TDD システムは、ダウンリンクタイムスロットとアップリンクタイムスロットとの間の高速切り換えを有する。例えば、図 7A に示される TD-SCDMA システムにおけるサブフレーム内では、タイムスロット 0 の後の 75 μs ガード期間内でダウンリンクからアップリンクへの遷移が生じ、タイムスロットの末端における 12.5 μs ガード期間内でアップリンクからダウンリンクへの遷移が生じ得る。

【0061】

[0068] 概して、TDD システムにおいて、いくつかのサブフレームは、ダウンリンクに使用されることができ、ダウンリンクサブフレームとも称され得る。残りのサブフレームは、アップリンクに使用されることができ、アップリンクサブフレームとも称され得る。ワイヤレスデバイス 110 は、バッテリ電力を節約するためにアップリンクサブフレーム中に可能な限り受信機回路をディスエーブルにし得る。ワイヤレスデバイス 110 はまた、バッテリ電力を節約するためにダウンリンクサブフレーム中に可能な限り送信機回路をディスエーブルにし得る。

【0062】

[0069] 図 7A および図 7B に示されるように、受信機は、いくつかの時間間隔の間のみアクティブであることができ、送信機は、TDD を利用するワイヤレスシステムとの通信のための他のいくつかの時間間隔の間アクティブであり得る。具体的には、受信機は、TD-SCDMA システムにおけるダウンリンクタイムスロットまたは LTE TDD システムにおけるダウンリンクサブフレーム中にアクティブであり得る。送信機は、TD-SCDMA システムにおけるアップリンクタイムスロットまたは LTE TDD システムにおけるアップリンクサブフレーム中にアクティブであり得る。バッテリ電力を節約するために、場合によってはパフォーマンスを改善するために、周波数シンセサイザ 262 は

10

20

30

40

50

、受信機がアクティブである場合にのみイネーブルとなり、他の時間においてディスエーブルとなり得る。

【0063】

[0070] 図8Aは、TD-SCDMAのための図2のワイヤレスデバイス110におけるRX LOジェネレータ260およびTX LOジェネレータ288の典型的な電源オンおよび位相キャリブレーションのタイムライン800を示す。アップリンク上のデータ送信では、TX LOジェネレータは、(i)時間T1におけるDwPTSの開始においてイネーブルとなり、(ii)時間T5におけるアップリンクのためのタイムスロット1の終わりにおいてディスエーブルとなる。送信機280は、(i)時間T2におけるタイムスロット1の開始前にイネーブルとなり、(ii)時間T5におけるアップリンクのためのタイムスロット1の終わりにおいてディスエーブルとなる。
10

【0064】

[0071] ダウンリンク上のデータ受信では、RX LOジェネレータ260は、(i)時間T1におけるダウンリンクのためのタイムスロット0の終わりにおいてディスエーブルとなり、(ii)時間T3におけるダウンリンクのためのタイムスロット2の開始前にイネーブルとなる。シングルトーンジェネレータ270は、(i)時間T3においてイネーブルとなり、(ii)時間T5におけるダウンリンクのためのタイムスロット2の開始においてディスエーブルとなる。ダウンコンバータ230はまた、時間T3においてイネーブルとなる。RX LOジェネレータ260内のPLL582は、時間T3において開始する参照信号にロックし、時間T4においてロックを獲得することを試みる。一度、PLLロックがRX LOジェネレータ260のために獲得されると、位相検出および修正が時間T4において開始して実行される。RX LOジェネレータ260からのLO信号の位相が検出され、(もしあれば)位相不連続性が、T5より前に図5における位相修正器266または位相修正回路294によって修正される。受信機220は、(i)時間T1におけるダウンリンクのためのタイムスロット0の終わりにおいてディスエーブルとなり、(ii)時間T5におけるダウンリンクのためのタイムスロット2の開始前にイネーブルとなる。
20

【0065】

[0072] 図8Bは、LTEのための図2のワイヤレスデバイス110におけるRX LOジェネレータ260およびTX LOジェネレータ288の典型的な電源オンおよび位相キャリブレーションのタイムライン810を示す。アップリンク上のデータ送信では、TX LOジェネレータ288は、(i)データ送信のためにスケジュールされた(例えば、時間T5における)最初のアップリンクサブフレームより前に十分早くにイネーブルとなり、(ii)データ送信のためにスケジュールされた(例えば、時間T4における)最後のアップリンクサブフレームの終わりにおいてディスエーブルとなる。送信機280は、(i)(例えば、時間T6における)最初のアップリンクサブフレームの開始においてイネーブルとなり、(ii)(例えば、時間T4における)最後のアップリンクサブフレームの終わりにおいてディスエーブルとなる。
30

【0066】

[0073] ダウンリンク上のデータ受信では、RX LOジェネレータ260は、(i)データ送信のためにスケジュールされた(例えば、時間T1における)最初のダウンリンクサブフレームより前に十分早くにイネーブルとなり、(ii)データ送信のためにスケジュールされた(例えば、時間T5における)最後のダウンリンクサブフレームの終わりにおいてディスエーブルとなる。シングルトーンジェネレータ270は、(i)(例えば、時間T2における)最初のダウンリンクサブフレームの開始より前に十分早くにイネーブルとなり、(ii)(例えば、時間T4における)最初のダウンリンクの開始においてディスエーブルとなる。ダウンコンバータ230はまた、時間T2においてイネーブルとなる。RX LOジェネレータ260内のPLL582は、時間T2において開始する参照信号にロックし、時間T3においてロックを獲得することを試みる。一度、PLLロックがRX LOジェネレータ260のために獲得されると、位相検出および修正が時間T3にお
40
50

いて開始して実行される。RX LOジェネレータ260からのLO信号の位相が検出され、(もしあれば)位相不連続性が、時間T4より前に図5における位相修正器266または位相修正回路294によって修正される。受信機220は、(i)(例えば、時間T4における)最初のダウンリンクサブフレームの開始より前にイネーブルとなり、(ii)(例えば、時間T5における)最後のダウンリンクサブフレームの終わりにおいてディスエーブルとなる。

【0067】

[0074] 図8Aおよび図8Bに示されるように、RX LOジェネレータ260および分周器264は、データ受信のためのLO信号を生成するために、ダウンリンク間隔(例えば、タイムスロットまたはサブフレーム)の間に電源オンされ得る。RX LOジェネレータ260および分周器264は、アップリンク間隔(例えば、タイムスロットまたはサブフレーム)の間に電源オフされ得る。10

【0068】

[0075] 図8Aおよび図8Bに示される設計において、位相検出および修正/キャリブレーションは、アップリンクタイムスロットまたはサブフレーム中に実行される。シングルトーン信号270は、RX LOジェネレータ260からのLO信号の位相検出およびLO経路の位相キャリブレーションをアシストするために、ダウンコンバータ230のためのRF信号源として使用される。シングルトーンジェネレータ270およびRX LOジェネレータ260内のPLL582は、位相検出および修正のための最初のダウンリンクタイムスロットまたはサブフレームより前にイネーブルとなり、位相検出および修正が完了した後はディスエーブルとなる。20

【0069】

[0076] 図8Aおよび図8Bは、それぞれ、TD-SCDMAおよびLTEのための電源オンおよび位相キャリブレーションのタイムラインの2つの典型的な設計を示す。概して、位相キャリブレーションは、LOジェネレータからのLO信号が必要とされる指定された時間より前にLOジェネレータのために実行され得る。LOジェネレータおよびシングルトーンジェネレータは、(i)LOジェネレータ内のPLLがロックを獲得できるようにする、および(ii)位相検出器がLO信号の位相を決定することができるようにするために、十分な時間によって指定された時間より前にイネーブルとなり得る。位相修正は、指定された時間より前に、(例えば、ILOおよびQLO信号をスワップすることおよび/または反転させることによって)アナログ領域または(例えば、IおよびQサンプルを回転させることによって)デジタル領域において実行され得る。30

【0070】

[0077] 典型的な設計では、装置(例えば、ワイヤレスデバイス、I C、回路モジュール、等)は、LOジェネレータおよび位相検出器を含み得る。LOジェネレータ(例えば、図2および5におけるLOジェネレータ260)は、周波数変換に使用されるLO信号を生成し、周期的に電源オンおよびオフされ得る。例えば、LOジェネレータは、(例えば、図8Aおよび図8Bに示されるような)ダウンリンク受信のための時間間隔より前に電源オンされ、アップリンク送信のための時間間隔のうちの少なくとも一部の間に電源オフされ得る。よって、LOジェネレータは、頻繁に電源オンまたはオフされるが、必ずしも固定スケジュールに基づかない。位相検出器(例えば、図2および5における位相検出器250)は、LOジェネレータが電源オンされると、LO信号の位相を検出し得る。検出されたLO信号の位相は、LO信号の位相不連続性を識別するために使用され得る。40

【0071】

[0078] 装置は、シングルトーンジェネレータ(例えば、図2および5におけるシングルトーンジェネレータ270)をさらに含み、これは、LOジェネレータが電源オンされると、LO信号の位相を検出するために使用されるシングルトーン信号を生成し得る。LO信号は、不連続的な位相を有し、シングルトーン信号は、連続的な位相を有し得る。一設計において、シングルトーンジェネレータは、発振器およびPLLを含み得る。発振器(例えば、図5におけるVCO574)は、シングルトーン信号を導出するために使用さ50

れる発振器信号を生成し得る。PLL（例えば、図5におけるPLL572）は、参照信号と発振器信号を受信し、発振器のための制御信号を生成し得る。LOジェネレータは、第1の周波数においてLO信号を生成し、これは、受信されるダウンリンク信号に依存し得る。シングルトーンジェネレータは、第1の周波数とは異なる第2の周波数においてシングルトーン信号を生成し得る。

【0072】

[0079] 一設計において、LOジェネレータは、周波数シンセサイザおよび分周器を含み得る。周波数シンセサイザ（例えば、図5における周波数シンセサイザ262）は、参照信号を受信し、発振器信号を提供し得る。分周器（例えば、図5における分周器264）は、発振器信号を周波数において分周し、LO信号を提供し得る。分周器は、電源オンされたときに発振器信号の異なる遷移エッジに対応する異なる状態で動作し得る。分周器が電源オンされるときは、発振器信号の立ち上がり（または立ち下がり）エッジと同期されない。LO信号の位相は、発振器信号の同じ立ち上がり（または立ち下がり）エッジに時間整列されない。位相検出および修正は、異なる起動時間における異なる分周器の状態に対処することができる。
10

【0073】

[0080] 装置は、ダウンコンバータ（例えば、図2および3におけるダウンコンバータ230）をさらに含み得る。ダウンコンバータは、受信モードにおいてLNAからの増幅されたRF信号をLO信号でダウンコンバートし得る。ダウンコンバータは、キャリブレーションモードにおいて、シングルトーン信号をLO信号でダウンコンバートし、ダウンコンバートされた信号を提供し得る。位相検出器は、ダウンコンバートされた信号に基づいてLO信号の位相を検出し得る。
20

【0074】

[0081] 一設計において、位相検出器は、少なくとも1つのローパスフィルタおよび位相検出回路を含み得る。少なくとも1つのローパスフィルタ（例えば、図5におけるローパスフィルタ552aおよび552b）は、ダウンコンバータからダウンコンバートされた信号を受信し、90度位相が異なる4つの信号を備えるフィルタされた信号を提供し得る。位相検出回路（例えば、図5における位相検出回路554）は、（例えば、図6Aおよび図6Bに示されるような）4つの信号の位相を検出し、検出された4つの信号の位相に基づいてLO信号の位相を決定し得る。位相検出は、LO信号のターゲット位相が既知である場合、参照時間において実行され得る。
30

【0075】

[0082] 装置は、検出されたLO信号の位相に基づいてLO信号の位相不連続性を修正し得る位相修正器をさらに含み得る。LOジェネレータからのLO信号は、90度位相が異なる4つの信号（例えば、ILOp、ILOn、QLOp、およびQLOn信号）を備え得る。一設計において、位相修正器（例えば、図5における位相修正器266）は、LO信号の位相不連続性を修正するためにLO信号の4つの信号をスワップおよび／または反転させ得る。別の設計において、位相修正器（例えば、図5における位相修正器294）は、LO信号の位相不連続性を修正するためにダウンコンバートされた信号から取得されたIおよびQサンプルを回転させ得る。さらに別の設計において、位相検出器は、2つの時間間隔の間の位相変化を検出し得る。位相修正器は、LO信号の任意の位相不連続性を修正するために検出された位相変化を補償し得る。
40

【0076】

[0083] 図9は、LO信号を生成するためのプロセス900の典型的な設計を示す。

【0077】

周波数変換に使用されるLO信号は、周期的に電源オンおよびオフされるLOジェネレータで生成され得る（ブロック912）。LOジェネレータが電源オンされると、LO信号の位相が検出され、検出されたLO信号の位相は、LO信号の位相不連続性を識別するために使用され得る（ブロック914）。LO信号の位相不連続性が修正され得る（ブロック916）。
50

【0078】

[0084] 図10は、図9におけるブロック914の典型的な設計を示す。シングルトーン信号はLO信号の位相を検出するために使用され得、LOジェネレータが電源オンされると生成され得る（ブロック1012）。シングルトーン信号は、例えば、キャリブレーションモードにおいて、ダウンコンバートされた信号を取得するためにLO信号でダウンコンバートされ得る（ブロック1014）。LO信号の位相は、ダウンコンバートされた信号に基づいて検出され得る。一設計において、ダウンコンバートされた信号は、90度位相が異なる4つの信号を備えるフィルタされた信号を取得するためにフィルタされ得る（ブロック1016）。4つの信号の位相は、LO信号のターゲット位相が既知である参照時間において検出され得る（ブロック1018）。LO信号の位相は、参照時間において検出された4つの信号の位相に基づいて決定され得る（ブロック1020）。

【0079】

[0085] 図9を参照すると、ブロック916の一設計において、90度位相が異なる4つの信号は、LO信号のために取得され得、LO信号の位相不連続性を修正するためにスワップされ得る。ブロック916の別の設計において、IおよびQサンプルは、（例えば、受信モードにおいて）増幅されたRF信号をLO信号でダウンコンバートすることで取得され得、LO信号の位相不連続性を修正するために回転させられ得る。

【0080】

[0086] 当業者であれば、情報および信号が、様々な異なる技術および技法のうちのいずれかを使用して表され得ることを理解するであろう。例えば、上記説明の全体にわたって参照され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、およびチップは、電圧、電流、電磁波、磁場または磁性粒子、光場または光粒子、あるいはこれらの任意の組み合わせによって表され得る。

20

【0081】

[0087] 当業者はさらに、本明細書における開示に関連して説明された様々な例示的な論理ブロック、モジュール、回路、およびアルゴリズムステップが、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、または両方の組み合わせとして実現され得ることを理解するであろう。ハードウェアとソフトウェアとのこの互換性を明確に例示するために、様々な例示的なコンポーネント、ブロック、モジュール、回路、およびステップが、それらの機能の観点から一般的に上述されている。そのような機能が、ハードウェアとして実現されるか、あるいはソフトウェアとして実現されるかは、特定のアプリケーションおよびシステム全体に課せられる設計制約に依存する。当業者は、説明された機能を特定のアプリケーションごとに様々な方法で実現し得るが、そのような実現の決定は、本開示の範囲からの逸脱を生じるものとして解釈されるべきではない。

30

【0082】

[0088] 本明細書の開示に関連して説明された様々な例示的な論理ブロック、モジュール、および回路は、本明細書で説明された機能を実行するように設計された汎用プロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ（DSP）、特定用途向け集積回路（ASIC）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、または他のプログラマブル論理デバイス、離散ゲートまたはトランジスタ論理、離散ハードウェア・コンポーネント、またはそれらの任意の組み合わせを用いて、実現または実行され得る。汎用プロセッサは、マイクロプロセッサであり得るが、代替において、このプロセッサは、任意の従来のプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、またはステートマシン（state machine）であり得る。プロセッサはまた、例えば、DSPとマイクロプロセッサの組み合わせ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連結した1つ以上のマイクロプロセッサ、または任意の他のそのような構成のような、コンピューティングデバイスの組み合わせとして実現され得る。

40

【0083】

[0089] 本明細書の開示に関連して説明された方法またはアルゴリズムのステップは、ハードウェアで直接的に、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールで、ま

50

たはその2つの組み合わせで、具現化され得る。ソフトウェアモジュールは、RAMメモリ、フラッシュメモリ、ROMメモリ、EPROMメモリ、EEPROM(登録商標)メモリ、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD-ROM、または当該技術で周知の任意の他の形態の記憶媒体内に存在し得る。典型的な記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み取り、かつ記憶媒体に情報を書き込むことができるよう、プロセッサに結合される。代替において、記憶媒体はプロセッサに一体化され得る。プロセッサおよび記憶媒体はASIC内に存在し得る。ASICは、ユーザ端末内に存在し得る。代替において、プロセッサおよび記憶媒体は、ユーザ端末内の離散コンポーネントとして存在し得る。

【0084】

10

[0090] 1つ以上の例示的な設計において、説明された機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組み合わせで実現され得る。ソフトウェアで実現された場合、その機能は、コンピュータ可読媒体上の1つ以上の命令またはコードとして記憶または送信され得る。コンピュータ可読媒体は、1つの場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を容易にする任意の媒体を含むコンピュータ記憶媒体と通信媒体の両方を含む。記憶媒体は、汎用または専用コンピュータによってアクセスされることができる任意の入手可能な媒体であり得る。限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読媒体は、RAM、ROM、EEPROM、CD-ROM、または他の光ディスク記憶装置、磁気ディスク記憶装置、または他の磁気記憶デバイス、または、命令またはデータ構造の形態で所望のプログラムコード手段を搬送または記憶するために使用されることができ、かつ、汎用または専用コンピュータ、または汎用または専用プロセッサによってアクセスされることができる、任意の他の媒体を備えることができる。また、任意の接続は、厳密にはコンピュータ可読媒体と呼ばれる。例えば、ソフトウェアが、同軸ケーブル、光ファイバーケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線(DSL)、または赤外線、無線、およびマイクロ波のようなワイヤレス技術を使用して、ウェブサイト、サーバ、または他の遠隔ソースから送信される場合、この同軸ケーブル、光ファイバーケーブル、ツイストペア、DSL、または赤外線、無線、およびマイクロ波のようなワイヤレス技術は、媒体の定義に含まれる。ディスク(disk)およびディスク(disc)は、本明細書で使用される場合、コンパクトディスク(disc)(CD)、レーザーディスク(登録商標)(disc)、光ディスク(disc)、デジタル多用途ディスク(disc)(DVD)、フロッピー(登録商標)ディスク(disk)、およびブルーレイ(登録商標)ディスク(disc)を含み、ディスク(disk)は通常、磁気的にデータを再生するが、ディスク(disc)は、レーザーを用いて光学的にデータを再生する。上記の組み合わせもまた、コンピュータ可読媒体の範囲内に含まれるべきである。

20

【0085】

30

[0091] 本開示の先の説明は、本開示を製造または使用することをいずれの当業者にも可能にさせるために提供される。本開示に対するさまざまな変更は、当業者に容易に理解され、本明細書において定義された一般的な原理は、本開示の精神または範囲から逸脱せずに、他の変形例に適用され得る。したがって、本開示は、本明細書で説明された例および設計に限定されるように意図されたものではなく、本明細書で開示された原理および新規な特徴と一致する最も広い範囲が付与されるべきである。

40

以下に、出願当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[C1]

装置であつて、

周波数変換に使用される局部発振器(LO)信号を生成するように構成されるLOジェネレータと、前記LOジェネレータは、周期的に電源オンおよびオフされる、および、前記LOジェネレータが電源オンされると前記LO信号の位相を検出するように構成された位相検出器と、前記検出された前記LO信号の位相は、前記LO信号の位相不連続性を識別するために使用される、

を備える、装置。

50

[C 2]

前記 L O ジェネレータが電源オンされると前記 L O 信号の前記位相を検出するために使用されるシングルトーン信号を生成するように構成されたシングルトーンジェネレータをさらに備える、C 1 に記載の装置。

[C 3]

前記シングルトーンジェネレータは、
前記シングルトーン信号を導出するために使用される発振器信号を生成するように構成された発振器と、および、
参照信号と前記発振器信号を受信し、および、前記発振器のための制御信号を生成するように構成された位相ロックループ（PLL）と、
10 を備える、
C 2 に記載の装置。

[C 4]

前記 L O ジェネレータは第 1 の周波数において前記 L O 信号を生成するように構成され、および、前記シングルトーンジェネレータは前記第 1 の周波数とは異なる第 2 の周波数において前記シングルトーン信号を生成するように構成される、

C 2 に記載の装置。

[C 5]

前記 L O ジェネレータは第 1 の周波数において前記 L O 信号を生成するように構成され、および、前記シングルトーンジェネレータは前記第 1 の周波数とは異なる複数の周波数において前記シングルトーン信号を生成するように構成される、

C 2 に記載の装置。

[C 6]

前記 L O ジェネレータは、
参照信号を受信し、発振器信号を提供するように構成された周波数シンセサイザと、および、

前記発振器信号を周波数において分周し、および、前記 L O 信号を提供するように構成された分周器と、

を備える、

C 1 に記載の装置。

30

[C 7]

前記分周器は、電源オンされると複数の可能な状態のうちの 1 つにあり、および、前記分周器の前記複数の可能な状態は、前記 L O 信号の異なる位相に関連付けられる、

C 6 に記載の装置。

[C 8]

前記シングルトーン信号を前記 L O 信号でダウンコンバートし、および、ダウンコンバートされた信号を提供するように構成されたダウンコンバータ、前記位相検出器は、前記ダウンコンバートされた信号に基づいて前記 L O 信号の前記位相を検出するように構成されている、をさらに備える、C 2 に記載の装置。

[C 9]

前記ダウンコンバータは、キャリブレーションモードにおいて前記シングルトーン信号を前記 L O 信号でダウンコンバートするように、および、受信モードにおいて低雑音増幅器（LNA）からの増幅された無線周波数（RF）信号を前記 L O 信号でダウンコンバートするように構成されている、

C 8 に記載の装置。

40

[C 10]

前記位相検出器は、
前記ダウンコンバータから前記ダウンコンバートされた信号を受信し、90 度位相が異なる 4 つの信号を備えるフィルタされた信号を提供するように構成された少なくとも 1 つのローパスフィルタと、および、

50

前記 4 つの信号の前記位相を検出し、前記 L O 信号の前記位相を決定するように構成された位相検出回路と、

を備える、

C 8 に記載の装置。

[C 1 1]

前記位相検出回路は、前記 L O 信号のターゲット位相が既知である参照時間において前記 4 つの信号の前記位相を検出するように構成される、C 1 0 に記載の装置。

[C 1 2]

前記位相検出器は、

第 2 の測定間隔のためのデジタルサンプルに対して第 1 の測定間隔のためのデジタルサンプルを相互に関連し、および、

10

相互関連の結果に基づいて前記第 1 の測定間隔と第 2 の測定間隔との間の位相変化を決定するように構成される、

C 1 に記載の装置。

[C 1 3]

前記検出された前記 L O 信号の位相は、0 ~ 2 ラジアンの範囲内にある、C 1 に記載の装置。

[C 1 4]

前記検出された前記 L O 信号の位相に基づいて前記 L O 信号の位相不連続性を修正するように構成された位相修正器をさらに備える、C 1 に記載の装置。

20

[C 1 5]

前記 L O 信号は、90 度位相が異なる 4 つの信号を備え、前記位相修正器は、前記 L O 信号の位相不連続性を修正するために前記 L O 信号の前記 4 つの信号をスワップするように構成される、C 1 4 に記載の装置。

[C 1 6]

前記位相修正器は、前記 L O 信号の位相不連続性を修正するためにダウンコンバートされた信号から取得された同相 (I) および直交 (Q) サンプルを回転させるように構成される、C 1 4 に記載の装置。

[C 1 7]

前記位相検出器は、2 つの時間間隔の間の位相変化を検出するように構成され、および、前記位相修正器は、前記 L O 信号の位相不連続性を修正するために前記検出された位相変化を補償するように構成される、C 1 4 に記載の装置。

30

[C 1 8]

前記 L O ジェネレータは、ダウンリンク受信のための時間間隔より前に電源オンされ、および、アップリンク送信のための時間間隔のうちの少なくとも一部の間に電源オフされる、C 1 に記載の装置。

[C 1 9]

前記シングルトーンジェネレータは、前記 L O ジェネレータのキャリブレーション中にイネーブルとなり、キャリブレーションが完了するとディスエーブルとなる、C 2 に記載の装置。

40

[C 2 0]

局部発振器 (L O) 信号を生成する方法であって、

周期的に電源オンおよびオフされる L O ジェネレータで、周波数変換に使用される L O 信号を生成することと、および、

前記 L O ジェネレータが電源オンされると前記 L O 信号の位相を検出することと、前記検出された前記 L O 信号の位相は、前記 L O 信号の位相不連続性を識別するために使用される、

を備える、方法。

[C 2 1]

前記 L O ジェネレータが電源オンされると前記 L O 信号の前記位相を検出するために使

50

用されるシングルトーン信号を生成することをさらに備える、C 2 0 に記載の方法。

[C 2 2]

ダウンコンバートされた信号を取得するために前記シングルトーン信号を前記 L O 信号でダウンコンバートすること、および、ここにおいて、前記 L O 信号の前記位相を前記検出することは、前記ダウンコンバートされた信号に基づいて前記 L O 信号の前記位相を検出することを備える、

をさらに備える、C 2 1 に記載の方法。

[C 2 3]

前記ダウンコンバートされた信号に基づいて前記 L O 信号の前記位相を前記検出することは、

10

90 度位相が異なる 4 つの信号を備えるフィルタされた信号を取得するために前記ダウンコンバートされた信号をフィルタすることと、

参照時間において前記 4 つの信号の位相を検出することと、および、

前記参照時間において前記検出された前記 4 つの信号の位相に基づいて前記 L O 信号の前記位相を決定することと、

を備える、

C 2 2 に記載の方法。

[C 2 4]

キャリブレーションモードにおいて前記シングルトーン信号を前記 L O 信号でダウンコンバートすることと、および、

20

受信モードにおいて増幅された無線周波数 (R F) 信号を前記 L O 信号でダウンコンバートすることと、

をさらに備える、C 2 1 に記載の方法。

[C 2 5]

前記 L O 信号は 90 度位相が異なる 4 つの信号を備え、前記方法は、

前記 L O 信号の位相不連続性を修正するために前記 L O 信号の前記 4 つの信号をスワップすることをさらに備える、

C 2 0 に記載の方法。

[C 2 6]

ダウンコンバートされた信号を取得するために増幅された無線周波数 (R F) 信号を前記 L O 信号でダウンコンバートすることと、

30

前記ダウンコンバートされた信号に基づいて同相 (I) および直交 (Q) サンプルを生成することと、および、

前記 L O 信号の位相不連続性を修正するために前記 I および Q サンプルを回転させることと、

をさらに備える、C 2 0 に記載の方法。

[C 2 7]

ダウンリンク受信のための時間間隔より前に前記 L O ジェネレータを電源オンすることと、および、

アップリンク送信のための時間間隔のうちの少なくとも一部の間に前記 L O ジェネレータを電源オフすることと、

40

をさらに備える、C 2 0 に記載の方法。

[C 2 8]

ワイヤレス通信のための装置であって、

周波数変換に使用される局部発振器 (L O) 信号を生成するための手段と、生成するための前記手段は、周期的に電源オンおよびオフされる、および、

生成するための前記手段が電源オンされると前記 L O 信号の位相を検出するための手段と、前記検出された前記 L O 信号の位相は、前記 L O 信号の位相不連続性を識別するため使用される、

を備える、装置。

50

[C 2 9]

生成するための前記手段が電源オンされると前記 L O 信号の前記位相を検出するために使用されるシングルトーン信号を生成するための手段をさらに備える、C 2 8 に記載の装置。

[C 3 0]

ダウンコンバートされた信号を取得するために前記シングルトーン信号を前記 L O 信号でダウンコンバートするための手段、および、ここにおいて、前記 L O 信号の前記位相を検出するための前記手段は、前記ダウンコンバートされた信号に基づいて前記 L O 信号の前記位相を検出するための手段を備える、

をさらに備える、C 2 9 に記載の装置。

10

[C 3 1]

前記ダウンコンバートされた信号に基づいて前記 L O 信号の前記位相を検出するための前記手段は、

90 度位相が異なる 4 つの信号を備えるフィルタされた信号を取得するために前記ダウンコンバートされた信号をフィルタするための手段と、

参照時間において前記 4 つの信号の位相を検出するための手段と、および、

前記参照時間において前記検出された前記 4 つの信号の位相に基づいて前記 L O 信号の前記位相を決定するための手段と、

を備える、

C 3 0 に記載の装置。

20

[C 3 2]

キャリブレーションモードにおいて前記シングルトーン信号を前記 L O 信号でダウンコンバートし、および、受信モードにおいて増幅された無線周波数 (R F) 信号を前記 L O 信号でダウンコンバートするための手段を、さらに備える、C 2 9 に記載の装置。

[C 3 3]

前記検出された前記 L O 信号の位相に基づいて前記 L O 信号の位相不連続性を修正するための手段を、さらに備える、C 2 8 に記載の装置。

[C 3 4]

ダウンリンク受信のための時間間隔より前に、生成するための前記手段を電源オンするための手段と、および、

アップリンク送信のための時間間隔のうちの少なくとも一部の間に、生成するための前記手段を電源オフするための手段と、

をさらに備える、C 2 8 に記載の装置。

30

[C 3 5]

コンピュータプログラム製品であって、

少なくとも 1 つのプロセッサに、周期的に電源オンおよびオフされる L O ジェネレータによる、周波数変換に使用される局部発振器 (L O) 信号の生成を、指示させるためのコードと、および、

前記少なくとも 1 つのプロセッサに、前記 L O ジェネレータが電源オンされると前記 L O 信号の位相の検出を、指示させるためのコードと、前記検出された前記 L O 信号の位相は、前記 L O 信号の位相不連続性を識別するために使用される、

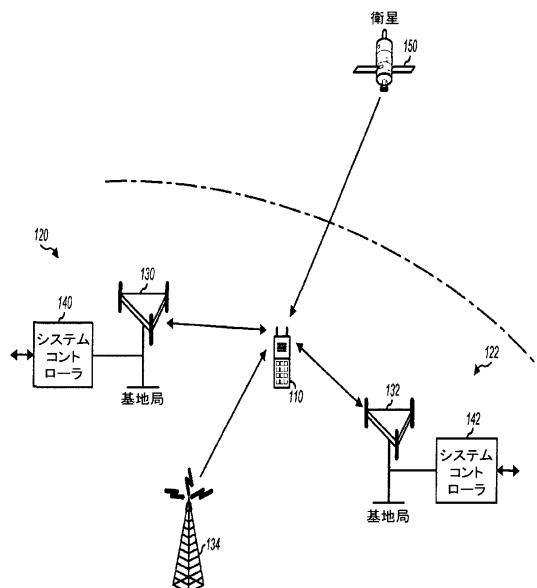
を備える、非一時的なコンピュータ可読媒体、

を備える、コンピュータプログラム製品。

40

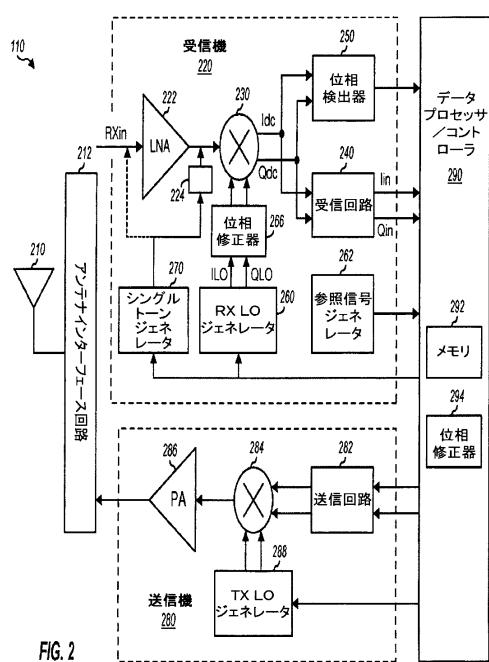
【図1】

図1



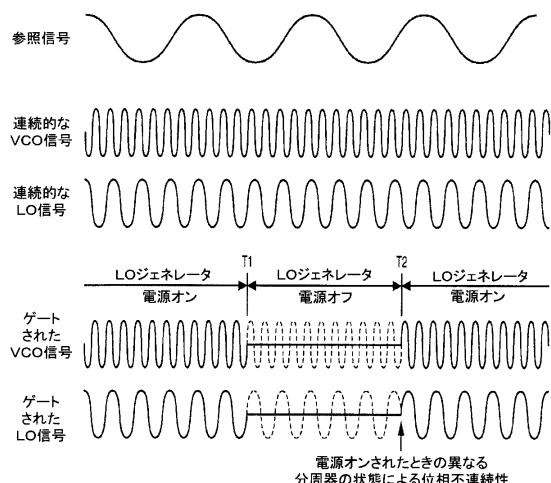
【図2】

図2



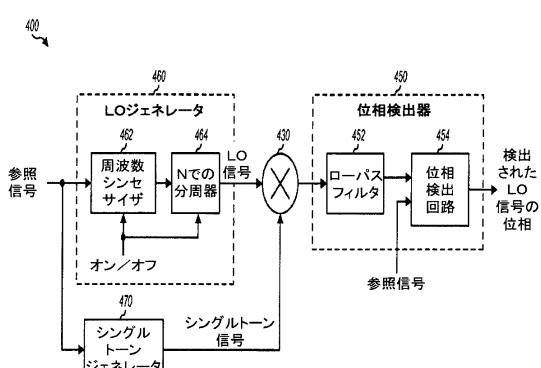
【図3】

図3



【図4】

図4



【図5】

【 図 6 A 】

义 5

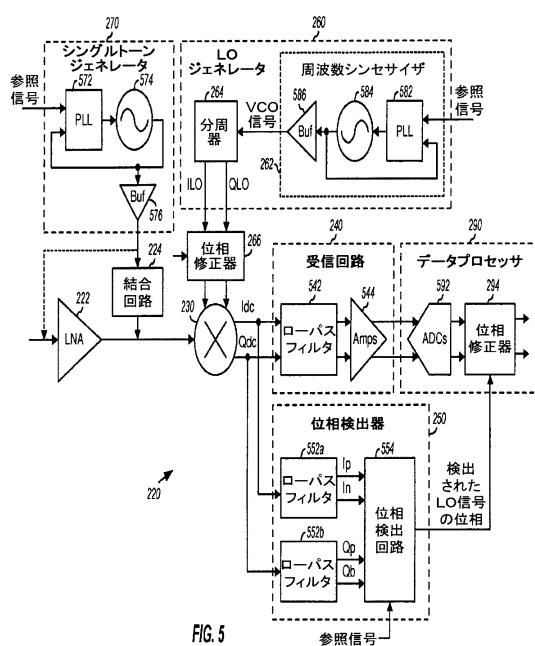


FIG. 5

【図 6 B】

6B

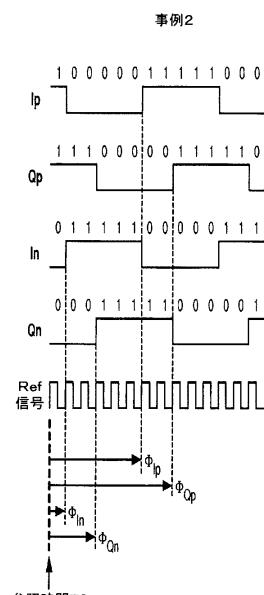


FIG. 6B

【図7A】

図 7A

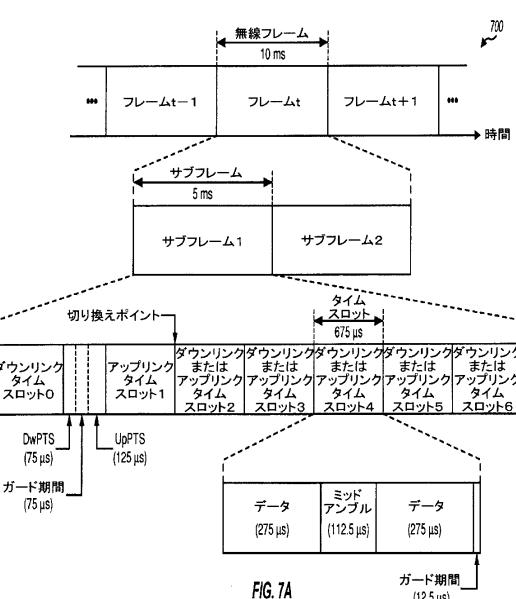


FIG. 7A

【図7B】

図7B

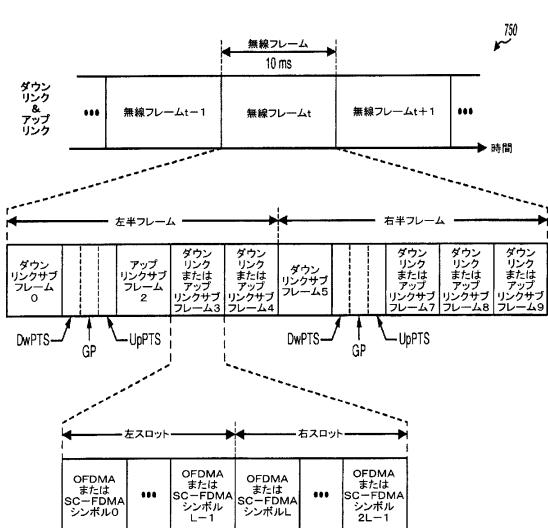


FIG. 7B

【図8A】

図8A

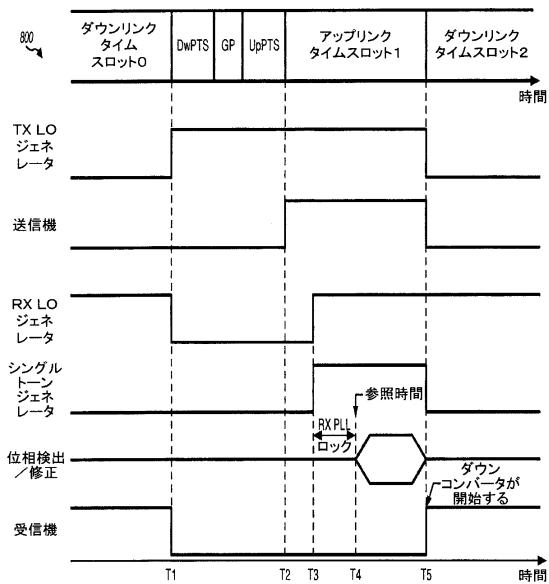


FIG. 8A

【図8B】

図8B

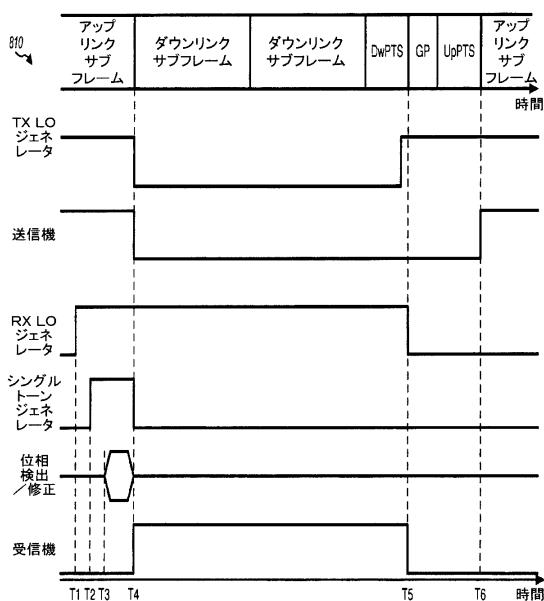


FIG. 8B

【図9】

図9

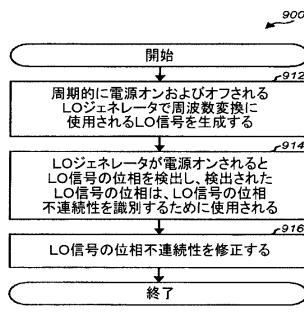


FIG. 9

【図10】

図10

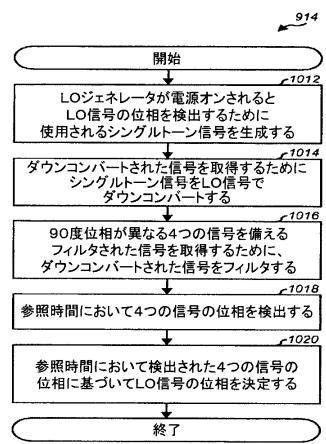


FIG. 10

フロントページの続き

- (72)発明者 リウ、リ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75
- (72)発明者 サンパス、プラビーン - クマー
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75
- (72)発明者 レウン、ライ・カン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75
- (72)発明者 ナラソング、チューチャーン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75
- (72)発明者 ル、ソン - セン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75
- (72)発明者 ハムナバドカー、ケタン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75
- (72)発明者 チャッラ、ラグー・ナラヤン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75
- (72)発明者 ゴッドボール、デバプラタ・バサント
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75

審査官 石田 昌敏

- (56)参考文献 特開2008-160487(JP,A)
特開昭61-093727(JP,A)
特開2009-177341(JP,A)
特表2010-518773(JP,A)
特開2006-025425(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 03 L	7 / 00 -	7 / 24
H 04 B	1 / 26 -	1 / 28
H 04 B	1 / 38 -	1 / 58
H 04 B	1 / 06	
H 04 B	1 / 16	
H 04 B	1 / 18 -	1 / 24
H 04 B	1 / 02 -	1 / 04