

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6250679号

(P6250679)

(45) 発行日 平成29年12月20日 (2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日 (2017.12.1)

(51) Int. Cl.	F I
H O 4 B 1/18 (2006.01)	H O 4 B 1/18 C
H O 4 B 1/26 (2006.01)	H O 4 B 1/18 J
H O 4 B 7/04 (2017.01)	H O 4 B 1/26 B
	H O 4 B 7/04

請求項の数 15 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2015-531338 (P2015-531338)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成25年9月11日 (2013.9.11)		クゥアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2015-531563 (P2015-531563A)		Q U A L C O M M I N C O R P O R A T E D
(43) 公表日	平成27年11月2日 (2015.11.2)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(86) 国際出願番号	PCT/US2013/059308		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開番号	W02014/043270		ハウス・ドライブ 5775
(87) 国際公開日	平成26年3月20日 (2014.3.20)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成28年8月18日 (2016.8.18)		弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	13/609,532	(74) 代理人	100109830
(32) 優先日	平成24年9月11日 (2012.9.11)		弁理士 福原 淑弘
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(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】 受信機アーキテクチャ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の入力および複数の出力を備え、前記複数の入力のうちの少なくとも1つによって少なくとも1つの入力無線周波数 (RF) 信号を受信し、前記少なくとも1つの入力 RF 信号を増幅し、前記複数の出力のうちの少なくとも1つによって少なくとも1つの増幅された RF 信号を提供するように構成された、増幅するための手段と、

前記増幅するための手段に結合され、前記少なくとも1つの増幅された RF 信号を受信およびルーティングするように構成された、ルーティングするための手段と、

共通のローカル発振器 (LO) ジェネレータに、および前記ルーティングするための手段に直接結合された、ダウンコンバートするための1対の手段と、前記1対の手段の各手段は、前記少なくとも1つの増幅された RF 信号を共通の LO 信号を用いて同時にダウンコンバートするように構成され、前記ダウンコンバートするための手段は、複数のアンテナに結合するために構成され、前記増幅するための手段は、フロントエンドモジュール上に実装され、前記ダウンコンバートするための手段は、バックエンドモジュール上に実装される、

を備える、装置。

【請求項 2】

前記少なくとも1つの増幅された RF 信号は、第1から第4の増幅された RF 信号を備え、前記ダウンコンバートするための手段は、

前記第1の増幅された RF 信号をダウンコンバートして、第1のセットのキャリアに

関する第 1 のアンテナについての第 1 のダウンコンバートされた信号を取得するための手段と、

前記第 2 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、前記第 1 のセットのキャリアに関する第 2 のアンテナについての第 2 のダウンコンバートされた信号を取得するための手段と、

前記第 3 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、第 2 のセットのキャリアに関する前記第 1 のアンテナについての第 3 のダウンコンバートされた信号を取得するための手段と、

前記第 4 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、前記第 2 のセットのキャリアに関する前記第 2 のアンテナについての第 4 のダウンコンバートされた信号を取得する 10
ための手段と

を備える、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記増幅するための手段は、複数の低雑音増幅器 (L N A) であり、

前記ルーティングするための手段は、前記複数の L N A の出力に結合された複数のスイッチであり、

前記ダウンコンバートするための手段は、前記複数のスイッチに結合された少なくとも 1 つのダウンコンバータである

請求項 1 に記載の装置。

【請求項 4】

20

前記複数の L N A は、

第 1 のアンテナに関する第 1 のセットの L N A と、

第 2 のアンテナに関する第 2 のセットの L N A と

を備える、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記第 1 のセットの L N A は、少なくとも 2 つの帯域グループに関する少なくとも 2 つの L N A を含み、前記第 2 のセットの L N A は、前記少なくとも 2 つの帯域グループに関する少なくとも 2 つの追加的な L N A を含み、および／または、前記少なくとも 1 つのダ 30
ウンコンバータは、

前記複数のスイッチの第 1 のサブセットを介して前記第 1 のセットの L N A に結合された第 1 のダウンコンバータと、

前記複数のスイッチの第 2 のサブセットを介して前記第 2 のセットの L N A に結合された第 2 のダウンコンバータと

を備え、および／または、前記複数の L N A の各々は、第 1 のおよび第 2 の出力を備え、前記少なくとも 1 つのダウンコンバータは、

前記複数のスイッチの第 1 のサブセットを介して前記第 1 のセットの L N A の第 1 の出力に結合された第 1 のダウンコンバータと、

前記複数のスイッチの第 2 のサブセットを介して前記第 2 のセットの L N A の第 1 の出力に結合された第 2 のダウンコンバータと、

前記複数のスイッチの第 3 のサブセットを介して前記第 1 のセットの L N A の第 2 の 40
出力に結合された第 3 のダウンコンバータと、

前記複数のスイッチの第 4 のサブセットを介して前記第 2 のセットの L N A の第 2 の出力に結合された第 4 のダウンコンバータと

を備える、請求項 4 に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 1 のおよび第 2 のダウンコンバータに結合された第 1 のローカル発振器 (L O) ジェネレータと、

前記第 3 のおよび第 4 のダウンコンバータに結合された第 2 の L O ジェネレータと

をさらに備え、および／または、前記第 1 のおよび第 2 のダウンコンバータが、前記第 2 のセットの L N A よりも前記第 1 のセットの L N A の近くに位置付けられ、および／ま 50

たは、前記第 1 のダウンコンバータが、前記第 1 の L O ジェネレータから前記第 1 のおよび第 2 のダウンコンバータへの信号ルーティングを低減するために、前記第 2 のダウンコンバータの所定の距離内に位置付けられる、請求項 5 に記載の装置。

【請求項 7】

少なくとも 1 つのスイッチをさらに備え、各スイッチは、前記複数の L N A のうちの 2 つの間で結合される、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 8】

前記複数の L N A の各々は、M 個の出力を備え、M 個までの出力から M 個までの増幅された R F 信号を提供するように構成され、ここで M は 1 より大きい整数である、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 9】

前記複数の L N A の各 L N A は、

複数の利得回路と、各利得回路は前記利得回路の入力と出力の間に結合された利得トランジスタを備える、

前記 L N A に関する前記複数の利得回路と複数の負荷回路の間に結合された複数のカスコードトランジスタと

を備える、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 10】

前記複数の L N A の各 L N A は、

複数の利得回路と、各利得回路は前記利得回路の入力と第 1 のおよび第 2 の出力の間に結合された第 1 のおよび第 2 の利得トランジスタを備える、

前記 L N A に関する複数の負荷回路と前記複数の利得回路の前記第 1 のおよび第 2 の出力の間に結合された複数のカスコードトランジスタと

を備える、請求項 3 の装置。

【請求項 11】

前記バックエンドモジュールは、好ましくは、前記複数のスイッチをさらに備える、請求項 3 に記載の装置。

【請求項 12】

複数の入力および複数の出力を備え、前記複数の入力のうちの少なくとも 1 つによって少なくとも 1 つの入力無線周波数 (R F) 信号を受信し、前記少なくとも 1 つの入力 R F 信号を増幅し、前記複数の出力のうちの少なくとも 1 つによって少なくとも 1 つの増幅された R F 信号を提供するように構成された、増幅するための手段と、

前記増幅するための手段に結合され、前記少なくとも 1 つの増幅された R F 信号を受信およびルーティングするように構成された、ルーティングするための手段と、

共通のローカル発振器 (L O) ジェネレータに、および前記ルーティングするための手段に直接結合された、ダウンコンバートするための 1 対の手段と、前記 1 対の手段の各手段は、前記少なくとも 1 つの増幅された R F 信号を共通の L O 信号を用いて同時にダウンコンバートするように構成され、前記ダウンコンバートするための手段は、複数のアンテナに結合するために構成され、前記増幅するための手段、前記ルーティングするための手段、および前記ダウンコンバートするための手段は、バックエンドモジュール上に実装される、

を備える、装置。

【請求項 13】

前記増幅するための手段は、複数の低雑音増幅器 (L N A) であり、

前記ルーティングするための手段は、前記複数の L N A の出力に結合された複数のスイッチであり、

前記ダウンコンバートするための手段は、前記複数のスイッチに結合された少なくとも 1 つのダウンコンバータであり、

前記複数の L N A は、第 1 のセットの L N A および第 2 のセットの L N A を備え、前記少なくとも 1 つのダウンコンバータは、第 1 のセットのダウンコンバータおよび第 2 のセ

10

20

30

40

50

ットのダウンコンバータを備え、前記第1のセットのLNAおよび前記第1のセットのダウンコンバータは前記バックエンドモジュールの第1の半分上に実装され、並びに前記第2のセットのLNAおよび前記第2のセットのダウンコンバータは、前記バックエンドモジュールの第2の半分上に実装される、請求項12に記載の装置。

【請求項14】

複数の低雑音増幅器（LNA）のうちの少なくとも1つを用いて少なくとも1つの入力無線周波数（RF）信号を増幅して、少なくとも1つの増幅されたRF信号を取得することと、

前記複数のLNAの出力に結合された複数のスイッチのうちの少なくとも1つを介して前記少なくとも1つの増幅されたRF信号をルーティングすることと、

10

共通のローカル発振器（LO）ジェネレータに、および前記複数のスイッチに直接結合された少なくとも1つのダウンコンバータの対を用いて前記少なくとも1つの増幅されたRF信号をダウンコンバートすることと、前記少なくとも1つのダウンコンバータの対の各ダウンコンバータは、前記少なくとも1つの増幅されたRF信号を共通のLO信号を用いて同時にダウンコンバートするように構成され、前記少なくとも1つのダウンコンバータの対は、複数のアンテナに結合するために構成され、前記複数のLNA、前記複数のスイッチ、および前記少なくとも1つのダウンコンバータの対は、バックエンドモジュール上に実装される、

を備える方法。

【請求項15】

20

前記複数のLNAは、第1のアンテナに関する第1のセットのLNAおよび第2のアンテナに関する第2のセットのLNAを備え、各LNAは、第1のおよび第2の出力を備え、前記少なくとも1つの増幅されたRF信号は、第1から第4の増幅されたRF信号を備え、前記ダウンコンバートすることは、

前記複数のスイッチの第1のサブセットを介して前記第1のセットのLNAの第1の出力に結合された第1のダウンコンバータを用いて前記第1の増幅されたRF信号をダウンコンバートして、第1のセットのキャリアに関する前記第1のアンテナについての第1のダウンコンバートされた信号を取得することと、

前記複数のスイッチの第2のサブセットを介して前記第2のセットのLNAの第1の出力に結合された第2のダウンコンバータを用いて前記第2の増幅されたRF信号をダウンコンバートして、前記第1のセットのキャリアに関する前記第2のアンテナについての第2のダウンコンバートされた信号を取得することと、

30

前記複数のスイッチの第3のサブセットを介して前記第1のセットのLNAの第2の出力に結合された第3のダウンコンバータを用いて前記第3の増幅されたRF信号をダウンコンバートして、第2のセットのキャリアに関する前記第1のアンテナについての第3のダウンコンバートされた信号を取得することと、

前記複数のスイッチの第4のサブセットを介して前記第2のセットのLNAの第2の出力に結合された第4のダウンコンバータを用いて第4の増幅されたRF信号をダウンコンバートして、前記第2のセットのキャリアに関する前記第2のアンテナについての第4のダウンコンバートされた信号を取得することと

40

を備える、請求項14に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 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、ワイヤレスデバイスのための受信機アーキテクチャに関する。

【背景技術】

【0002】

[0002] ワイヤレス通信システムにおけるワイヤレスデバイス（例えば、セルラーフォンまたはスマートフォン）は、双方向通信のためにデータを送信および受信し得る。ワイヤ

50

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。データ送信の場合、送信機は、無線周波数（R F：radio frequency）キャリア信号をデータで変調して変調されたR F信号を取得し、変調されたR F信号を増幅して適正な出力電力レベルを有する出力R F信号を取得し、アンテナを介して出力R F信号を基地局へ送信し得る。データ受信の場合、受信機はアンテナを介して受信されたR F信号を取得し得、受信されたR F信号を増幅および処理して基地局によって送られたデータを回復し得る。

【0003】

[0003] ワイヤレスデバイスは、複数のキャリア上での同時の動作である、キャリアアグリゲーション（carrier aggregation）をサポートし得る。キャリアは、通信に使用される周波数の範囲（a range）を指し得、ある特定の特性に関連し得る。例えば、キャリアは、そのキャリア上の動作を説明するシステム情報と関連し得る。キャリアはまた、コンポーネントキャリア（C C）、周波数チャネル、セル等とも称され得る。キャリアアグリゲーションをワイヤレスデバイスによって効率的にサポートすることが望まれる。

10

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図1】図1は、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2A】図2Aは、キャリアアグリゲーション（C A）の一例を示す。

【図2B】図2Bは、キャリアアグリゲーション（C A）の一例を示す。

【図2C】図2Cは、キャリアアグリゲーション（C A）の一例を示す。

【図2D】図2Dは、キャリアアグリゲーション（C A）の一例を示す。

20

【図3】図3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4A】図4Aは、ワイヤレスデバイス内のフロントエンドおよびバックエンドモジュールのある例示的な設計を示す。

【図4B】図4Bは、ワイヤレスデバイス内のフロントエンドおよびバックエンドモジュールのある例示的な設計を示す。

【図5】図5は、ワイヤレスデバイス内のフロントエンドおよびバックエンドモジュールのある例示的な設計を示す。

【図6】図6は、ワイヤレスデバイス内のフロントエンドおよびバックエンドモジュールのある例示的な設計を示す。

【図7】図7は、多入力多出力（M I M O）低雑音増幅器（L N A）の1つの例示的な設計を示す。

30

【図8】図8は、多入力多出力（M I M O）低雑音増幅器（L N A）の1つの例示的な設計を示す。

【図9】図9は、1対のダウンコンバータの例示的な設計を示す。

【図10】図10は、ワイヤレスシステムにおいて送信を受信するためのプロセスを示す。

【詳細な説明】

【0005】

[0011] 以下に記載される詳細な説明は、本開示の例示的な設計の説明として意図されたものであり、本開示が実現されることができるとする唯一の設計を表すように意図されてはいない。「例示的な（exemplary）」という用語は、ここで「例、実例、または例示を提供する」という意味で使用される。ここで「例示的」とであるとして説明される何れの設計も、必ずしも、他の設計よりも好ましいまたは有利であると解釈されるべきではない。詳細な説明は、本開示の例示的な設計の完全な理解を提供するために特定の詳細を含む。ここに説明される例示的な設計がこれらの特定の詳細なしで実現され得ることは、当業者には明らかであろう。いくつかの場合には、周知の構造およびデバイスが、ここに提示される例示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。

40

【0006】

[0012] キャリアアグリゲーションに適し、様々な利点を有する受信機アーキテクチャがここに開示される。受信機アーキテクチャは、ワイヤレス通信デバイスのような様々なタ

50

イプの電子デバイスのために使用され得る。

【0007】

[0013] 図1は、ワイヤレス通信システム120と通信することが可能であるワイヤレスデバイス100を示す。ワイヤレスシステム120は、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、移動体通信のためのグローバルシステム（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、または何らかの他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））、時分割同期CDMA（TD-SCDMA）、cdma2000、およびCDMAの何らかの他のバージョンを実現し得る。簡潔さのために、図1は、2つの基地局130および132と1つのシステムコントローラ140を含むワイヤレスシステム120を示す。一般に、ワイヤレスシステムは、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。

10

【0008】

[0014] ワイヤレスデバイス110はまた、ユーザ装置（UE）、モバイル局、端末、アクセス端末、加入者ユニット、局等とも呼ばれ得る。ワイヤレスデバイス110は、セルラーフォン、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（WLL）ループ局、Bluetooth（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、cdma2000、WCDMA、TD-SCDMA、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。

20

【0009】

[0015] ワイヤレスデバイス110は、複数のキャリア上での動作である、キャリアアグリゲーションをサポートし得る。キャリアアグリゲーションは、マルチキャリア動作とも称され得る。ワイヤレスデバイス110は、698から960メガヘルツ（MHz）の低帯域（low-band）、1475から2170MHzの中帯域（mid-band）および／または、2300から2690MHz並びに3400から3800MHzの高帯域（high-band）で動作することが可能であり得る。低帯域、中帯域および高帯域は、3つの帯域のグループ（または帯域グループ）を指し、各帯域グループは、いくつかの周波数帯域（または、単に「帯域」）を含む。各帯域は、200MHzまでをカバーし得、1つ以上のキャリアを含み得る。各キャリアは、LTEでは20MHzまでをカバーし得る。LTEリリース11（LTE Release 11）は、35の帯域をサポートし、それらはLTE/UMTS帯域とも称され、3GPP TS 36.101に記載されている。ワイヤレスデバイス110は、LTEリリース11では、1つまたは2つの帯域における5つまでのキャリアで構成され得る。

30

【0010】

[0016] 一般的に、キャリアアグリゲーション（CA）は、2つのタイプ—帯域内CA（intra-band CA）および帯域間CA（inter-band CA）、に分類され得る。帯域内CAは、同一帯域内の複数のキャリア上での動作を指す。帯域間CAは、異なる帯域における複数のキャリア上での動作を指す。

40

【0011】

[0017] 図2Aは、隣接する帯域内CAの例を示す。図2Aに示される例では、ワイヤレスデバイス110は、低帯域中の帯域である、同一帯域における4つの隣接する（contiguous）キャリアで構成される。ワイヤレスデバイス110は、同一帯域内の複数の隣接するキャリア上で送信を送り得るおよび／または受信し得る。

【0012】

50

[0018] 図2Bは、隣接しない(non-contiguous)帯域内CAの例を示す。図2Bに示される例では、ワイヤレスデバイス110は、低帯域中の帯域である、同一帯域における4つの隣接しないキャリアによって構成される。キャリアは、5MHz、10MHz、または何らかの他の量で区切られる(separated by)ことができる。ワイヤレスデバイス110は、同一帯域内の複数の隣接しないキャリア上で送信を送り得るおよび／または受信し得る。

【0013】

[0019] 図2Cは、同一帯域グループにおける帯域間CAの例を示す。図2Cに示される例では、ワイヤレスデバイス110は、低帯域である、同一帯域グループ中の2つの帯域における4つのキャリアで構成される。ワイヤレスデバイス110は、同一帯域グループ(例えば、図2Cでは低帯域)中の異なる帯域における複数のキャリア上で送信を送り得るおよび／または受信し得る。

10

【0014】

[0020] 図2Dは、異なる帯域グループにおける帯域間CAの例を示す。図2Dに示される例では、ワイヤレスデバイス110は、異なる帯域グループ中の2つの帯域における4つのキャリアで構成され、それらは低帯域中の1つの帯域における2つのキャリア、および中帯域中の別の帯域における2つの追加的なキャリアを含む。ワイヤレスデバイス110は、異なる帯域グループ(例えば、図2Dでは低帯域および中帯域)中の異なる帯域における複数のキャリア上で送信を送り得るおよび／または受信し得る。

20

【0015】

[0021] 図2Aから図2Dは、キャリアアグリゲーション(CA)の4つの例を示す。キャリアアグリゲーションはまた、帯域および帯域グループの他の組み合わせに関してもサポートされ得る。例えば、キャリアアグリゲーションは、低帯域および高帯域、中帯域および高帯域、高帯域および高帯域等に関してサポートされ得る。

【0016】

[0022] 図3は、図1におけるワイヤレスデバイス110の例示的な設計のブロック図を示す。この例示的な設計では、ワイヤレスデバイス110は、一次アンテナ310に結合されたフロントエンドモジュール320、二次アンテナ312に結合されたフロントエンドモジュール322、バックエンドモジュール370、およびデータプロセッサ／コントローラ380を含む。

30

【0017】

[0023] 図3に示される例示的な設計では、フロントエンドモジュール320は、複数の帯域、キャリアアグリゲーション、複数の無線技術等をサポートするために、アンテナインタフェース回路324、複数の(K個の)電力増幅器(PA)330aから330k、複数の(K個の)MIMO LNA340paから340pkを含む。フロントエンドモジュール322は、複数の帯域、キャリアアグリゲーション、複数の無線技術、受信ダイバーシチ、複数の送信アンテナから複数の受信アンテナへのMIMO送信等をサポートするために、アンテナインタフェース回路326および複数の(L個の)MIMO LNA340saから340slを含む。

【0018】

40

[0024] アンテナインタフェース回路324は、アンテナ310から受信されたRF信号を取得し得、1つ以上のMIMO LNA340へ1つ以上の入力RF信号を提供し得る。アンテナインタフェース回路324はまた、1つの電力増幅器330から出力RF信号を受信し得、その出力RF信号をアンテナ310へ提供し得る。アンテナインタフェース回路324は、スイッチ、デュプレクサ、送信フィルタ、受信フィルタ、整合回路等を含み得る。アンテナインタフェース回路326は、アンテナ312から受信されたRF信号を取得し得、1つ以上の入力RF信号を1つ以上のMIMO LNA340へ提供し得る。アンテナインタフェース回路326は、スイッチ、受信フィルタ、整合回路等を含み得る。

【0019】

50

[0025] 各MIMO LNA 340は、(i)アンテナインタフェース回路324または326からのN個までの入力RF信号を受信することができるN個の入力、(ii)バックエンドモジュール370へM個までの増幅されたRF信号を提供することができるM個の出力を含み、ここで、 $N > 1$ および $M > 1$ である。MIMO LNA 340 paから340 pk、およびMIMO LNA 340 saから340 slは、同じまたは異なる数の入力を含み得、また同じまたは異なる数の出力を含み得る。したがって、NおよびMは、全てのMIMO LNA 340に対して同じであるか、または異なるMIMO LNA 340に対して異なったものであり得る。N個の入力とM個の出力を備えるMIMO LNAは、 $N \times M$ MIMO LNAと称され得る。

【0020】

10

[0026] MIMO LNA 340は、異なる周波数における複数のキャリア上での送信を受信するために使用され得る。MIMO LNAは、複数の送信アンテナから複数の受信アンテナへ送られるMIMO送信を受信するために使用されるLNAとは異なる。MIMO送信のためのLNAは、典型的に(i)1つの受信アンテナから1つの入力RF信号を受信する1つの入力、および(ii)1つの増幅されたRF信号を提供する1つの出力を有する。MIMO LNAの複数の出力はしたがって、MIMO送信のために使用されるLNAの出力が空間次元(spatial dimension)をカバーするのに対して、周波数次元(frequency dimension)をカバーする。

【0021】

[0027] 各MIMO LNA 340は、任意の所与の時点に、単一出力モード、帯域内CAモード、帯域間の同一帯域グループCAモード(an inter-band same band group CA mode)、または帯域間の異なる帯域グループCAモード(an inter-band different band groups CA mode)で動作し得る。単一出力モードは、キャリアアグリゲーションなしで単一キャリア上で送られた送信、またはキャリアアグリゲーションを用いて複数のキャリア上で送られた送信を受信するために使用され得る。単一出力モードまたは帯域間の異なる帯域グループCAモードにおいて、MIMO LNAは 1×1 構成で動作し、1つの帯域中の1つのセットのキャリア上での1つ以上の送信を備える1つの入力RF信号を受信し、1つの増幅されたRF信号を提供する。帯域内CAモードでは、MIMO LNAは $1 \times M$ 構成で動作し、同一帯域中のM個のセットのキャリア上での複数の送信を備える1つの入力RF信号を受信し、M個のセットのキャリアに関するM個の増幅されたRF信号を提供する。帯域間の同一帯域グループCAモードでは、MIMO LNAは、 $N \times M$ 構成で動作し、N個までの帯域中のM個のセットのキャリア上での複数の送信を備えるN個の入力RF信号を受信し、M個のセットのキャリアに関するM個の増幅されたRF信号を提供する。キャリアの各セットは、1つ以上のキャリアを含み得る。各キャリアは、LTEでは1.4、3、5、10、15または20MHzの帯域幅を有し得る。

20

30

【0022】

[0028] バックエンドモジュール370は、増幅器、フィルタ、アップコンバータ、整合回路、発振器、ローカル発振器(LO)ジェネレータ、位相ロックループ(PLL)等のような、アンテナ310を介した送信のために信号を調整する(condition)ための様々な回路を含む。バックエンドモジュール370はまた、ダウンコンバータ、フィルタ、増幅器、整合回路、発振器、LOジェネレータ、PLL等のような、アンテナ310および312を介して受信された信号を調整するための様々な回路を含む。バックエンドモジュール370はまた、以下に説明されるように、バックエンドモジュール370内でMIMO LNA 340とダウンコンバータとを相互接続するためのスイッチおよび信号トレースを含む。バックエンドモジュール370はまた、トランシーバモジュールとも称され得る。

40

【0023】

[0029] フロントエンドモジュール320および322、並びにバックエンドモジュール370は、様々な方法で実装され得る。1つの例示的な設計では、モジュール320、322および370は各々、1つ以上のアナログ集積回路(ICs)、RF IC(RFI

50

C s)、混合信号 I C、回路モジュール等上に実装され得る。例えば、モジュール 3 2 0、3 2 2 および 3 7 0 は各々、別々の R F I C または回路モジュール上に実装され得る。アンテナインタフェース回路 3 2 4 および 3 2 6 は、(i) P A 3 3 0 および L N A 3 4 0 のような同じ I C または回路モジュール、または (i i) 別々の I C または回路モジュール上に実装され得る。フロントエンドモジュール 3 2 0 および 3 2 2、並びにバックエンドモジュール 3 7 0 はまた、他の方法でも実装され得る。

【0024】

[0030] データプロセッサ／コントローラ 3 8 0 は、ワイヤレスデバイス 1 1 0 のための様々な機能を実施し得る。例えば、データプロセッサ 3 8 0 は、ワイヤレスデバイス 1 1 0 によって受信されるデータおよびワイヤレスデバイス 1 1 0 によって送信されるデータの 10 ための処理を実施し得る。コントローラ 3 8 0 は、フロントエンドモジュール 3 2 0 および 3 2 2、並びにバックエンドモジュール 3 7 0 における様々な回路の動作を制御し得る。メモリ 3 8 2 は、データプロセッサ／コントローラ 3 8 0 のためのデータおよびプログラムコードを記憶し得る。データプロセッサ／コントローラ 3 8 0 は、1 つ以上の特定用途向け集積回路 (A S I C) および／またはその他の I C 上に実装され得る。

【0025】

[0031] ワイヤレスデバイス 1 1 0 は、いくつかの帯域をサポートし得、またキャリアアグリゲーションもサポートし得る。したがって、アンテナインタフェース回路 3 2 4 および 3 2 4 は、全てのサポートされた帯域に関するおよびキャリアアグリゲーションに関する 20 多数の入力 R F 信号を提供し得る。アンテナインタフェース回路 3 2 4 および M I M O L N A 3 4 0 p a から 3 4 0 p k を、同じフロントエンドモジュール 3 2 0 上に一緒に実装することは、アンテナインタフェース回路 3 2 4 と M I M O L N A 3 4 0 の間の R F 相互接続が必要になることを避け得る。同様に、アンテナインタフェース回路 3 2 6 および M I M O L N A 3 4 0 s a から 3 4 0 s k を同じフロントエンドモジュール 3 2 2 上に一緒に実装することは、アンテナインタフェース回路 3 2 6 と M I M O L N A 3 4 0 の間の R F 相互接続が必要となることを避け得る。

【0026】

[0032] しかしながら、バックエンドモジュール 3 7 ではなくフロントエンドモジュール 3 2 0 および 3 2 2 中に M I M O L N A 3 4 0 を含めることによって、フロントエンドモジュール 3 2 0 および 3 2 2 と、バックエンドモジュール 3 7 0 の間に、あるいはより 30 具体的には、M I M O L N A 3 4 0 とバックエンドモジュール 3 7 0 の間に、多数の R F 相互接続が存在し得る。するとこれは、フロントエンドモジュール 3 2 0 および 3 2 2 とバックエンドモジュール 3 7 0 上に多数の入力／出力 (I / O) ピンを必要とし得る。I / O ピンの数は、アンテナインタフェース回路 3 2 4 および 3 2 6 とインタフェースをとっている (interfacing with) L N A の数に比例して増加し得る。結果的に、フロントエンドモジュール 3 2 0 および 3 2 2 のパッケージ面積、バックエンドモジュール 3 7 0 のダイ面積、および、フロントエンドモジュール 3 2 0 および 3 2 2 とバックエンドモジュール 3 7 0 を含むプリント回路基板 (P C B) の配線領域 (routing area) は、著しく増加し得る。

【0027】

[0033] ここに説明されるキャリアアグリゲーション受信機アーキテクチャは、様々な利点を提供し得る。第 1 に、この受信機アーキテクチャは、フロントエンドモジュール 3 2 2 および 3 2 2 とバックエンドモジュール 3 7 0 の間の R F 相互接続の数を低減し得、するとそれは、モジュール 3 2 0、3 2 2 および 3 7 0 上の I / O ピンの数を低減し得る。第 2 に、この受信機アーキテクチャは、フロントエンドモジュール 3 2 0 および 3 2 2 のパッケージ面積、バックエンドモジュール 3 7 0 のダイ面積、並びにモジュール 3 2 0、3 2 2 および 3 7 0 を含む P C B の配線領域を低減し得る。

【0028】

[0034] ある例示的な設計では、ワイヤレスデバイス 1 1 0 は、2 つまでの帯域グループ中の 2 つまでのセットのキャリア上での送信を同時に受信し得る。各セットのキャリアは 50

、ワイヤレスデバイス110へ送信が送られることができる1つ以上のキャリアを含み得る。ワイヤレスデバイス110は、ワイヤレスデバイス110へ送信が送られる各セットのキャリアに関して、別々にダウンコンバージョンを実施し得る。さらに、ワイヤレスデバイス110は、各アンテナに関して別々にダウンコンバージョンを実施し得る。例えば、ワイヤレスデバイス110は、2つのアンテナ310および312を介して2つのセットのキャリア上での送信を受信し得る。ワイヤレスデバイス110は次に、(i)一次アンテナ310に関する第1のセットのキャリア、(ii)二次アンテナ312に関する第1のセットのキャリア、(iii)一次アンテナ310に関する第2のセットのキャリア、および(iv)二次アンテナ312に関する第2のセットのキャリアに対して、別々にダウンコンバージョンを実施し得る。ワイヤレスデバイス110は、第1のセットにおけるキャリアの中心周波数に基づいて決定され得る第1の周波数でLO信号を使用して(using LO signals at a first frequency)、アンテナ310および312の両方に関する第1のセットのキャリアに対してダウンコンバージョンを実施し得る。ワイヤレスデバイス110は、第2のセットにおけるキャリアの中心周波数に基づいて決定され得る第2の周波数でLO信号を使用して、アンテナ310および312の両方に関する第2のセットのキャリアに対してダウンコンバージョンを実施し得る。

10

【0029】

[0035] 図4Aは、図3におけるフロントエンドモジュール320および322、並びにバックエンドモジュール370の1つの例示的な設計である、フロントエンドモジュール320aおよび322a、並びにバックエンドモジュール370aの概略図を示す。図4Aに示される例示的な設計では、フロントエンドモジュール320aは、それぞれ低帯域、中帯域および高帯域についての、一次アンテナ320に関する3つのMIMO LNA 440pa、440pbおよび440pcを含む。フロントエンドモジュール322aは、それぞれ低帯域、中帯域および高帯域についての、二次アンテナ322に関する3つのMIMO LNA 440sa、440sbおよび440scを含む。MIMO LNA 440は、図3におけるMIMO LNA 340の1つの例示的な設計である。

20

【0030】

[0036] 図4Aに示される例示的な設計では、MIMO LNA 440paは、4つの入力および2つの出力を備える4×2 MIMO LNAである。MIMO LNA 440paは、4つの利得回路442aから442d、8つのカスコードトランジスタ444aから444dおよび446aから446d、並びに2つの負荷回路448aから448bを含む。各利得回路442は、入力RF信号を受信するゲート、回路グラウンド(circuit ground)に直接的にまたはソースデジェネレーションインダクタ(source degeneration inductor)を介して結合されたソース、および利得回路の出力に結合されたドレインを有するトランジスタを用いて実装され得る。利得回路442aから442dは、低帯域中の4つの帯域のために使用され得、1つまたは2つの入力RF信号を利得回路442aから442dのうちの1つまたは2つに提供し得るアンテナインタフェース回路324内の4つのデュプレクサまたは整合回路に結合され得る。カスコードトランジスタ444aから444dは、利得回路442aから442dの出力にそれぞれ結合されたソース、および負荷回路448aに結合されたドレインを有する。カスコードトランジスタ446aから446dは、利得回路442aから442dの出力にそれぞれ結合されたソース、および負荷回路448bに結合されたドレインを有する。カスコードトランジスタ444aから444dおよび446aから446dは、異なる制御信号を受信し、各カスコードトランジスタ444または446は、その制御信号に基づいて、オンに、またはオフにされ得る。負荷回路448aは、低帯域中の第1のセットのキャリアに関する第1の増幅されたRF信号を提供する。負荷回路448bは、低帯域中の第2のセットのキャリアに関する第2の増幅されたRF信号を提供する。

30

40

【0031】

[0037] 図4AにおけるMIMO LNA 440paは、様々な利点を提供し得る。第1に、各キャリアのセットに関するカスコードトランジスタを組み合わせることによって、

50

LNA出力の数は、8つから2つに大幅に低減され得る。これは、フロントエンドモジュール320および322とバックエンドモジュール370とのインタフェースをとるために必要とされるI/Oピンの数を大幅に低減し得る。第2に、図4Aにおける各MIMO

LNA440は、別のフロントエンドモジュールではなくバックエンドモジュール370へその出力を提供し得る。これは、性能を改善し得る。

【0032】

[0038] 図4Aは、 4×2 MIMO LNA440paの例示的な設計を示す。一般に、N個の入力およびM個の出力を備える $N \times M$ MIMO LNAは、N個の利得回路、 $N \times M$ 個までのカスコードトランジスタ、およびM個の負荷回路を用いて実装され得る。カスコードトランジスタは、N個の利得回路をM個の負荷回路に相互接続するために使用され得る。完全な相互接続は、 $N \times M$ 個のカスコードトランジスタを使用して各利得回路を各負荷回路へ接続することによって取得され得る。部分的な相互接続は、(N個の利得回路全てではなく) 利得回路のサブセットを各負荷回路へ接続することによって取得され得る。

10

【0033】

[0039] MIMO LNA440pb、440pc、440sa、440sbおよび440scは、図4AにおけるMIMO LNA440paと同様の方法で実装され得る。各MIMO LNA440の $N \times M$ の範囲(dimension)は、各帯域グループ中でサポートされている帯域の数、送信がワイヤレスデバイス100に同時に送られ得るキャリアのセットの数、利用可能なI/Oピンの数等のような様々なファクタに依存し得る。1つの例示的な設計では、MIMO LNA440pa、440pc、440saおよび440scは、 4×2 MIMO LNAであり、MIMO LNA440pbおよび440sbは、 6×2 MIMO LNAである。MIMO LNA440はまた、他の範囲(dimension)も有し得る。

20

【0034】

[0040] 図4Aに示される例示的な設計では、バックエンドモジュール370aは、6つのMIMO LNA440に関する6つの対のスイッチ468を含む。スイッチ468a1、468b1および468c1は、ノードA1に結合された1つのエンドと、MIMO LNA440pa、440pbおよび440pcの第1の出力にそれぞれ結合された他のエンドを有する。スイッチ468a2、468b2および468c2は、ノードA2に結合された1つのエンドと、MIMO LNA440pa、440pbおよび440pcの第2の出力にそれぞれ結合された他のエンドを有する。スイッチ468d1、468e1および468f1は、ノードB1に結合された1つのエンドと、MIMO LNA440sa、440sbおよび440scの第1の出力にそれぞれ結合された他のエンドを有する。スイッチ468d2、468e2および468f2は、ノードB2に結合された1つのエンドと、MIMO LNA440sa、440sbおよび440sc第2の出力にそれぞれ結合された他のエンドを有する。

30

【0035】

[0041] 図4Aに示される例示的な設計では、スイッチ468は、バックエンドモジュール370a上に実装され得る。例えば、50オーム(ohm)の伝送経路(transmission line)がフロントエンドモジュール320および322とバックエンドモジュール370aの間で使用される場合、スイッチはフロントエンドモジュール320および322とバックエンドモジュール370aの間のインピーダンス整合に役立つので、バックエンドモジュール370a上にスイッチ468を実装することが望ましい。フロントエンドモジュール320および322の出力は、50オーム(ohm)の出力として設計され得る。

40

【0036】

[0042] 別の例示的な設計では、スイッチ468は、(バックエンドモジュール370ではなく) フロントエンドモジュール320および322上に実装される。これは、フロントエンドモジュール320および322とバックエンドモジュール370の間のRF相互接続の数を低減し得る。例えば、フロントエンドモジュール320および322とバック

50

エンドモジュール 370 の間の RF 接続の数は、フロントエンドモジュール 320 および 322 上でスイッチ 468 を実装することによって、12（図 4A に示されるように）から 4（図 4A に示されていない）に低減され得る。

【0037】

[0043] 図 4A に示される例示的な設計では、バックエンドモジュール 370 a は、2 つの対のダウンコンバータをさらに含み、それは第 1 のセットのキャリア（または第 1 のキャリアのセット）に関する第 1 の対のダウンコンバータ 470 a 1 および 470 b 1、並びに第 2 のセットのキャリア（または第 2 のキャリアのセット）に関する第 2 の対のダウンコンバータ 470 a 2 および 470 b 2 を含む。各対のダウンコンバータは、一次アンテナ 310 に関する 1 つのダウンコンバータ 470 a および二次アンテナ 312 に関する別のダウンコンバータ 470 b を含む。ワイヤレスデバイス 110 は、2 つまでの帯域グループ中の 2 つまでのセットのキャリア上での送信を同時に受信し得る。2 つまでの対のダウンコンバータ 470 は、2 つまでのセットのキャリアに対してダウンコンバージョンを実施するために使用され得、1 つの対のダウンコンバータ 470 は各セットのキャリアに対して使用される。各使用可能な対のダウンコンバータ 470 は、2 つのアンテナ 310 および 312 に結合された 2 つの MIMO LNA 440 から 2 つの増幅された RF 信号を受信し、同一の周波数で 2 つの LO 信号を用いて 2 つの増幅された RF 信号を別々にダウンコンバートする。

10

【0038】

[0044] ダウンコンバータ 470 a 1 および 470 b 1 は、低帯域、中帯域または高帯域中の第 1 のキャリアのセットに対してダウンコンバージョンを実施する。スイッチ 468 a 1、468 b 1 または 468 c 1 は、増幅された RF 信号を MIMO LNA 440 p a、440 p b または 440 p c の第 1 の出力からダウンコンバータ 470 a 1 ヘルパーティングするために閉じられる（closed）。スイッチ 468 d 1、468 e 1 または 468 f 1 は、増幅された RF 信号を MIMO LNA 440 s a、440 s b または 440 s c の第 1 の出力からダウンコンバータ 470 b 1 ヘルパーティングするために閉じられる。ダウンコンバータ 470 a 2 および 470 b 2 は、低帯域、中帯域または高帯域中の第 2 のキャリアのセットに対してダウンコンバージョンを実施する。スイッチ 468 a 2、468 b 2 または 468 c 2 は、増幅された RF 信号を MIMO LNA 440 p a、440 p b または 440 p c の第 2 の出力からダウンコンバータ 470 a 2 ヘルパーティングするために閉じられる。スイッチ 468 d 2、468 e 2 または 468 f 2 は、増幅された RF 信号を MIMO LNA 440 s a、440 s b または 440 s c の第 2 の出力からダウンコンバータ 470 b 2 ヘルパーティングするために閉じられる。

20

30

【0039】

[0045] 図 4A に示される例示的な設計では、バックエンドモジュール 370 a は、（i）第 1 のキャリアのセットに関するダウンコンバータ 470 a 1 および 470 b 1 のためのローパスフィルタ 472 a 1 および 472 b 1、並びに（ii）第 2 のキャリアのセットに関するダウンコンバータ 470 a 2 および 470 b 2 のためのローパスフィルタ 472 a 2 および 472 b 2 をさらに含む。ローパスフィルタ 472 a は、ダウンコンバータ 470 a 1 からのダウンコンバートされた信号を受信およびフィルタし、一次アンテナ 310 に関する第 1 のキャリアのセットについての出力ベースバンド信号を提供する。ローパスフィルタ 472 b は、ダウンコンバータ 470 b 1 からのダウンコンバートされた信号を受信およびフィルタし、二次アンテナ 312 に関する第 1 のキャリアのセットについての出力ベースバンド信号を提供する。ローパスフィルタ 472 a 2 は、ダウンコンバータ 470 a 2 からのダウンコンバートされた信号を受信およびフィルタし、一次アンテナ 310 に関する第 2 のキャリアのセットについての出力ベースバンド信号を提供する。ローパスフィルタ 472 b 2 は、ダウンコンバータ 470 b 2 からのダウンコンバートされた信号を受信およびフィルタし、二次アンテナ 312 に関する第 2 のキャリアのセットについての出力ベースバンド信号を提供する。ローパスフィルタ 472 a 1 および 472 b 1 は、第 1 のキャリアのセットにおける複数のキャリアの帯域幅に依存し得る設定可能な

40

50

帯域幅または固定帯域幅を有し得る。ローパスフィルタ472a2および472b2はまた、第2のキャリアのセットにおける複数のキャリアの帯域幅に依存し得る設定可能な帯域幅または固定帯域幅を有し得る。

【0040】

[0046] 図4Aに示される例示的な設計では、バックエンドモジュール370aは、(i)第1のキャリアのセットに関するLOジェネレータ484a、電圧制御発振器(VCO)482aおよびPLL480a、並びに(ii)第2のキャリアのセットに関するLOジェネレータ484b、VCO482b、およびPLL480bをさらに含む。各PLL480は、位相周波数検出器、位相ポンプ、ループフィルタ、分周器(frequency divider)等を含み得る。各LOジェネレータ484は、分周器、バッファ等を含み得る。

10

【0041】

[0047] VCO482aは、第1のキャリアのセットにおける複数のキャリアの周波数に基づいて決定され得る、第1のVCO周波数で第1のVCO信号を生成する。PLL480aは、第1のVCO周波数が第1のキャリアのセットに関する目標周波数であるように、VCO482aの発振周波数(oscillation frequency)を調整(adjust)するために第1の制御信号を提供する。この目標周波数は、第1のキャリアのセットにおける複数のキャリアの周波数に依存し得、それは同じく、第1のキャリアのセットが低帯域、中帯域または高帯域のいずれにあるのかに依存し得る。LOジェネレータ484aは、VCO482aから第1のVCO信号を受信し、ダウンコンバータ470a1および470b1へLO信号を提供する。

20

【0042】

[0048] 同様に、VCO482bは、第2のキャリアのセットにおける複数のキャリアの周波数に基づいて決定され得る、第2のVCO周波数で第2のVCO信号を生成する。PLL480bは、第2のVCO周波数が第2のキャリアのセットに関する目標周波数であるように、VCO482bの発振周波数を調整するために第2の制御信号を提供する。この目標周波数は、第2のキャリアのセットにおける複数のキャリアの周波数に依存し得、それは同じく、第2のキャリアのセットが低帯域、中帯域または高帯域のいずれにあるのかに依存し得る。LOジェネレータ484bは、VCO482bから第2のVCO信号を受信し、ダウンコンバータ470a2および470b2へLO信号を提供する。

30

【0043】

[0049] 図4Aに示される例示的な設計では、各ダウンコンバータの対は、1つの帯域における1つのキャリアのセットに関する、2つのアンテナ310および312についての2つのダウンコンバータ470を含む。各対における2つのダウンコンバータ470は、関連するLOジェネレータ484から同一の周波数でLO信号を受信する。各対における2つのダウンコンバータ470は、関連するLOジェネレータ484からのLO信号のルーティングを短くするために、すぐ近くに配置される。各対における2つのダウンコンバータ470は、2つのMIMO LNA440から2つの増幅されたRF信号を受信する。各ダウンコンバータの対に関する1つまたは両方の増幅されたRF信号は、ダウンコンバータに達する(reach)ために、比較的長い信号トレースを通してルーティング(route d via)され得る。例えば、ダウンコンバータ470a1および470b1は、第1のキャリアのセットのためのものであり、LOジェネレータ484aからダウンコンバータ470a1および470b1への信号トレースを短くするためにすぐ近くに配置される。一次アンテナ310に関するMIMO LNA440paからの第1の増幅されたRF信号は、ダウンコンバータ470a1へ比較的長い信号トレースによってルーティングされ得る。二次アンテナ312に関するMIMO LNA440saからの第2の増幅されたRF信号は、ダウンコンバータ470b1へ比較的短い信号トレースによってルーティングされ得る。

40

【0044】

[0050] 各対における2つのダウンコンバータ470の近さは、様々な方法で定量化され得る(quantified)。1つの例示的な設計では、各対における2つのダウンコンバータ4

50

70は、優れた性能、例えば、L Oジェネレータ484に関する十分に低い電力消費、を得るために選択され得る所定の距離よりも近くに配置され得る。別の例示的な設計では、各対のダウンコンバータに関して、L OジェネレータからダウンコンバータへのL O信号のルーティング距離 d_{LO} は、(i) その対における第1のダウンコンバータへ提供される第1の増幅されたRF信号のルーティング距離 d_{SIG1} 、および/または(ii) その対における第2のダウンコンバータへ提供される第2の増幅されたRF信号のルーティング距離 d_{SIG2} 、よりも短い可能性がある。各対における2つのダウンコンバータ470の近さはまた、他の方法でも定量化され得る。

【0045】

[0051] 同じL Oジェネレータ484を共有している各対のダウンコンバータ470を、互いに近くに配置することは、L Oジェネレータ484からダウンコンバータ470へのL O信号のための信号トレースを低減し得る。L O信号のためのより短い信号トレースは、L Oジェネレータ484の低減された電力消費、L O信号のより少ない放射(radiation)等のような様々な利点を提供し得る。

【0046】

[0052] 図4Aに示される例示的な設計では、バックエンドモジュール370aは、ラインXYに対して対称(symmetric about)である。バックエンドモジュール370a内の回路は、ICダイ上に作られ得る(fabricated on)。ICダイ全体は、2つのアンテナでキャリアアグリゲーションをサポートするワイヤレスデバイスのために使用され得る。ICダイは、ラインXYにおいて分かれて(split at)いてもよい。ICダイの各半分は、受信ダイバーシチなしで単一のアンテナを介して動作をサポートすることができる。ICダイの各半分は、受信ダイバーシチをサポートしていないワイヤレスデバイスのために使用され得る。

【0047】

[0053] 図4Bは、図3におけるフロントエンドモジュール320および322の別の例示的な設計である、フロントエンドモジュール320bおよび322bの概略図を示す。フロントエンドモジュール320bは、それぞれ低帯域、中帯域および高帯域についての、一次アンテナ310に関する3つのMIMO LNA440pa、440pbおよび440pcを含む。フロントエンドモジュール322bは、それぞれ低帯域、中帯域および高帯域についての、二次アンテナ312に関する3つのMIMO LNA440sa、440sbおよび440scを含む。低帯域に関するMIMO LNA440paは、図4Aに関して上述されたように結合されている、4つの利得回路442aから442d、8つのカスコードトランジスタ444aから444dおよび446aから446d、並びに2つの負荷回路448aから448bを含む。

【0048】

[0054] 中帯域についてのMIMO LNA440pbは、N個の利得回路452aから452n、2N個のカスコードトランジスタ454aから454nおよび456aから456n、並びに2つの負荷回路458aおよび458bを含み、この場合、一般に $N > 1$ であり、1つの例示的な設計では $N = 6$ である。利得回路452aから452nは、1つまたは2つの入力RF信号を利得回路452aから452nのうちの1つまたは2つに提供し得る、アンテナインタフェース回路324内のN個のデュプレクサまたは整合回路に結合され得る。カスコードトランジスタ454aから454nは、利得回路452aから452nの出力にそれぞれ結合されたソース、および負荷回路458aに結合されたドレインを有する。カスコードトランジスタ456aから456nは、利得回路452aから452nの出力にそれぞれ結合されたソース、および負荷回路458bに結合されたドレインを有する。カスコードトランジスタ454aから454nおよび456aから456nは、異なる制御信号を受信し、各カスコードトランジスタ454または456は、その制御信号に基づいて、オンに、またはオフにされ得る。負荷回路458aは、中帯域中の少なくとも1つのキャリアの第1のセットに関する第1の増幅されたRF信号を提供する。負荷回路458bは、中帯域中の少なくとも1つのキャリアの第2のセットに関する第

2の増幅されたRF信号を提供する。

【0049】

[0055] 図4Bに示される例示的な設計では、カスコードトランジスタ460aは、MIMO LNA 440pb内の利得回路452aの出力に結合されたソース、制御信号を受信するゲート、およびMIMO LNA 440pa内の負荷回路448aに結合されたドレインを有する。カスコードトランジスタ460は、RF信号を、中帯域に関するMIMO LNA 440pbから低帯域に関するMIMO LNA 440paへルーティングすることができるポートエクスパンダスイッチ (port expander switch) として機能する。MIMO LNA 440pb内の利得回路452aは、低帯域で動作し得、その増幅されたRF信号を、カスコードトランジスタ460aを介してMIMO LNA 440pa内の負荷回路448aへ提供し得る。低帯域に関するナンバーポート (number port) は、ポートエクスパンダ (port expander) を使って4つから5つへ効率的に増加させられ得る。カスコードトランジスタ460bは、MIMO LNA 440saと440sbの間で接続され得、MIMO LNA 460saに関するポートエクスパンダとして働く。

【0050】

[0056] 一般に、1つ以上のポートエクスパンダは、いずれの対のMIMO LNAの間でも使用され得る。各ポートエクスパンダは、1つのMIMO LNAにおける利得回路と、別のMIMO LNA内の負荷回路との間で接続され得る。MIMO LNAのポートの数を効率的に増加させるために、より多くのポートエクスパンダが使用され得る。

【0051】

[0057] 図5は、図3におけるバックエンドモジュール370の別の例示的な設計である、バックエンドモジュール370bの概略図を示す。図5に示される例示的な設計では、バックエンドモジュール370bは、以下の6つの対のダウンコンバータ (DC) 470を含む。

- ・低帯域中の第1のキャリアのセットに関する、第1の対のダウンコンバータ470a1および470b1、
- ・中帯域中の第1のキャリアのセットに関する、第2の対のダウンコンバータ470c1および470d1、
- ・高帯域中の第1のキャリアのセットに関する、第3の対のダウンコンバータ470e1および470f1、
- ・低帯域中の第2のキャリアのセットに関する、第4の対のダウンコンバータ470a2および470b2、
- ・中帯域中の第2のキャリアのセットに関する、第5の対のダウンコンバータ470c2および470d2、および
- ・高帯域中の第2のキャリアのセットに関する、第6の対のダウンコンバータ470e2および470f2。

【0052】

[0058] ダウンコンバータ470a1、470c1および470e1は、それぞれ低帯域、中帯域および高帯域に関する一次アンテナ310用であり、ローパスフィルタ472a1の入力と一緒に結合された出力を有する。同様に、ダウンコンバータ470b1、470d1および470f1は、それぞれ低帯域、中帯域および高帯域に関する二次アンテナ312用であり、ローパスフィルタ472b1の入力と一緒に結合された出力を有する。ローパスフィルタ472a1は、ダウンコンバータ470a1、470c1または470e1からのダウンコンバートされた信号を受信およびフィルタし、一次アンテナ310に関する第1のキャリアのセットについての出力ベースバンド信号を提供する。同様に、ローパスフィルタ472b1は、ダウンコンバータ470b1、470d1または470f1からのダウンコンバートされた信号を受信およびフィルタし、二次アンテナ312に関する第1のキャリアのセットについての出力ベースバンド信号を提供する。各ローパスフィルタ472は、第1のキャリアのセットにおける複数のキャリアの帯域幅に依存し得る設定可能な帯域幅または固定帯域幅を有し得る。ローパスフィルタ472a2および47

2 b 2 は、ローパスフィルタ 4 7 2 a 1 および 4 7 2 b 1 がダウンコンバータ 4 7 0 a 1 から 4 7 0 f 1 に結合されているのと同じように、ダウンコンバータ 4 7 0 a 2 から 4 7 0 f 2 に結合されている。ローパスフィルタ 4 7 2 a 2 は、ダウンコンバータ 4 7 0 a 2 、 4 7 0 c 2 または 4 7 0 e 2 からのダウンコンバートされた信号を受信およびフィルタし、一次アンテナ 3 1 0 に関する第 2 のキャリアのセットについての出力ベースバンド信号を提供する。同様に、ローパスフィルタ 4 7 2 b 2 は、ダウンコンバータ 4 7 0 b 2 、 4 7 0 d 2 または 4 7 0 f 2 からのダウンコンバートされた信号を受信およびフィルタし、二次アンテナ 3 1 2 に関する第 2 のキャリアのセットについての出力ベースバンド信号を提供する。

【0053】

[0059] VCO 4 8 2 a は、第 1 の VCO 周波数で第 1 の VCO 信号を生成し、PLL 4 8 0 a によって制御される。LO ジェネレータ 4 8 4 a 1 は、ダウンコンバータ 4 7 0 a 1 および 4 7 0 b 1 のために第 1 の周波数で LO 信号を生成する。LO ジェネレータ 4 8 4 b 1 は、ダウンコンバータ 4 7 0 c 1 および 4 7 0 d 1 のために第 2 の周波数で LO 信号を生成する。LO ジェネレータ 4 8 4 c 1 は、ダウンコンバータ 4 7 0 e 1 および 4 7 0 f 1 のために第 3 の周波数で LO 信号を生成する。VCO 4 8 2 b は、第 2 の VCO 周波数で第 2 の VCO 信号を生成し、PLL 4 8 0 b によって制御される。LO ジェネレータ 4 8 4 a 2 は、ダウンコンバータ 4 7 0 a 2 および 4 7 0 b 2 のために第 4 の周波数で LO 信号を生成する。LO ジェネレータ 4 8 4 b 2 は、ダウンコンバータ 4 7 0 c 2 および 4 7 0 d 2 のために第 5 の周波数で LO 信号を生成する。LO ジェネレータ 4 8 4 c 2 は、ダウンコンバータ 4 7 0 e 2 および 4 7 0 f 2 のために第 6 の周波数で LO 信号を生成する。

【0054】

[0060] 図 6 は、バックエンドモジュール 3 7 2 の例示的な設計の概略図を示す。この例示的な設計では、バックエンドモジュール 3 7 2 は、図 4 A における MIMO LNA 4 4 0 p a 、 4 4 0 p b 、 4 4 0 p c 、 4 4 0 s a 、 4 4 0 s b および 4 4 0 s c 、スイッチ 4 6 8 、およびバックエンドモジュール 3 7 0 a 中の全ての回路を含む。MIMO LNA 4 4 0 とダウンコンバータ 4 7 0 とを同じバックエンドモジュール 3 7 2 (例えば、同じ IC ダイ) 内に統合することは、改善された性能、高レベルの統合 (higher level of integration) 、低コスト等のようなある特定の利点を提供し得る。バックエンドモジュール 3 7 2 は、1 つ以上のフロントエンドモジュールに結合され得る。1 つの例示的な設計では、バックエンドモジュール 3 7 2 は、(i) 一次アンテナに関する電力増幅器およびアンテナインタフェース回路を含む第 1 のフロントエンドモジュール、および (i i) 二次アンテナに関するアンテナインタフェース回路を含む第 2 のフロントエンドモジュールに結合され得る。別の例示的な設計では、バックエンドモジュール 3 7 2 は、電力増幅器、並びに一次および二次アンテナの両方に関するアンテナインタフェース回路を含む単一のフロントエンドモジュールに結合され得る。

【0055】

[0061] 図 6 に示される例示的な設計では、バックエンドモジュール 3 7 2 は、ライン X Y に対して対称であり得る。バックエンドモジュール 3 7 2 内の回路は、IC ダイ上に作られ得る。IC ダイは、ライン X Y において分かれていてもよい。IC ダイの各半分は、MIMO LNA の 1 方の半分と、ダウンコンバータの 1 方の半分を含み得る。IC ダイの各半分は、受信ダイバシティなしで単一のアンテナを介して動作をサポートすることができる。バックエンドモジュール 3 7 2 のこの対称的レイアウトは、優れた先行投資計画 (good upfront planning) に基づいた開発期間の短縮 (faster to time to market) と設計努力の節約 (savings in design effort) のような、ある特定の利点を提供し得る。

【0056】

[0062] 図 3 から図 5 は、MIMO LNA がフロントエンドモジュール上に実装される例示的な設計を示す。図 6 は、MIMO LNA がバックエンドモジュール上に実装される例示的な設計を示す。この例示的な設計は、各 MIMO LNA の入力の数および出力

の数に応じて、フロントエンドモジュールとバックエンドモジュールの間のより多くの R F ルーティングをもたらす得る (result in more RF routing)。バックエンドモジュール内で、M I M O L N A の出力は、以下に説明される利点を得るために、図 4 A、4 B、5 または 6 に示されるようにダウンコンバータに結合され得る。

【0057】

[0063] 図 7 は、スプリットカスコードアーキテクチャ (split cascode architecture) に基づいた、 $N \times 2$ M I M O L N A 440 x の例示的な設計の概略図を示す。M I M O L N A 440 x は、図 4 A から 6 における M I M O L N A 440 の各々に関して使用され得る。M I M O L N A 440 x は、 N 個の L N A 入力に結合された N 個の利得回路 742 a から 742 n、 $2N$ 個のカスコードトランジスタ 744 a から 744 n および 746 a から 746 n、および 2 つの L N A 出力に結合された 2 つの負荷回路 748 a および 748 b を含む。利得回路 742 a は、1 つの L N A 入力によって第 1 の入力 R F 信号 (R F i n 1) を受信するゲート、およびソースデジェネレーションインダクタ 752 a の 1 つのエンドに結合されたソースを有する、 N 型金属酸化膜半導体 (N M O S : N-channel metal oxide semiconductor) トランジスタ 754 a を含む。インダクタ 752 a のもう一つのエンドは、回路グラウンド (circuit ground) に結合される。2 つのカスコードトランジスタ 744 a および 746 a は、利得回路 742 a と負荷回路 748 a および 748 b の間で結合される。カスコードトランジスタ 744 a および 746 a は、利得トランジスタ 754 a のドレインに結合されたソース、制御信号 V c t r l 11 および V c t r l 12 をそれぞれ受信するゲート、並びに負荷回路 748 a および 748 b にそれぞれ結合されたドレインを有する。利得回路 742 b から 742 n、およびカスコードトランジスタ 744 b から 744 n、並びに 746 b から 746 n は、利得トランジスタ 742 a とカスコードトランジスタ 744 a および 746 a と同様の方法で結合される。

【0058】

[0064] 図 7 に示される例示的な設計では、負荷回路 748 a は、(i) 電源 V D D (power supply, VDD) とカスコードトランジスタ 744 a から 744 n のドレインの間で結合された一次コイル 764 a、および (i i) 差動の第 1 の増幅された R F 信号 (differential first amplified RF signal) (R F a m p 1) を提供する二次コイル 766 a を備える変圧器 762 a を含む。負荷回路 748 b は、(i) V D D 電源 (VDD supply) とカスコードトランジスタ 746 a から 746 n のドレインの間で結合された一次コイル 764 b、および (i i) 差動の第 2 の増幅された R F 信号 (R F a m p 2) を提供する二次コイル 766 b を有する変圧器 762 b を含む。

【0059】

[0065] 負荷回路 748 は、他の方式でも実装されることができる。別の例示的な設計では、負荷回路は、インダクタ、および場合によっては、カスコードトランジスタのドレインと V D D 電源との間で結合されたキャパシタ (capacitor) を含み得る。カスコードトランジスタは、それらのドレインにおいて増幅された R F 信号を提供し得る。さらに別の例示的な設計では、負荷回路は、V D D 電源に結合されたソースと、カスコードトランジスタのドレインに結合されたドレインとを有する P 型金属酸化膜半導体 (P M O S : P-channel metal oxide semiconductor) トランジスタを含み得る。P M O S トランジスタは、1 つ以上のカスコードトランジスタに対する能動負荷 (active load) を提供し得る。

【0060】

[0066] M I M O L N A 440 x は、単一出力モード、帯域内 C A モード、同一帯域グループに関する帯域間 C A モード、および異なる帯域グループに関する帯域間 C A モードをサポートし得る。異なる帯域グループに関する帯域間 C A モードおよび単一出力モードでは、単一の入力 R F 信号は、 N 個の L N A 入力のうちの 1 つを介して受信され得、単一の利得回路 742 に印加される (applied to)。この利得回路 742 は、単一のカスコードトランジスタ 744 または 746 を介して単一の負荷回路 748 に結合される。1 つのセットのキャリアに関する単一の増幅された R F 信号は、1 つの L N A 出力へ、単一の負荷回路 748 によって提供される。M I M O L N A 440 x は、単一出力モードを、お

よびN個の利得回路742のいずれか1つに印加される入力RF信号で帯域間CAモードを、サポートすることができる。

【0061】

[0067] 帯域内CAモードでは、単一の入力RF信号は、N個のLNA入力のうちの1つを介して受信され得、単一の利得回路742に印加され得る。この利得回路742は、利得回路に結合された2つのカスコードトランジスタ744および746を介して負荷回路748aおよび748bの両方に結合される。2つのセットのキャリアに関する2つの増幅されたRF信号は、2つのLNA出力へ2つの負荷回路748aおよび748bによって提供される。MIMO LNA440xは、入力RF信号が、任意の利得回路742に印加され、任意の負荷回路748にルーティングされることを可能にすることができる。

10

【0062】

[0068] 同一帯域グループに関する帯域間CAモードでは、2つの帯域に関する2つの入力RF信号は、N個のLNA入力のうちの2つを介して受信され、2つの利得回路742へ印加される。1つの利得回路742は、1つのカスコードトランジスタ744を介して1つの負荷回路748に結合される。他の利得回路742は、別のカスコードトランジスタ746を介して他の負荷回路748に結合される。2つのセットのキャリアに関する2つの増幅されたRF信号は、2つのLNA出力へ2つの負荷回路748aおよび748bによって提供される。

【0063】

[0069] 図8は、スプリットgmアーキテクチャ(split gm architecture)に基づいてN×2 MIMO LNA440yの例示的な設計の概略図を示す。MIMO LNA440yは、図4Aから6におけるMIMO LNA440の各々のために使用され得る。MIMO LNA440yは、N個のLNA入力に結合されたN個の利得回路842aから842n、2N個のカスコードトランジスタ844aから844nおよび846aから846n、並びに2つのLNA出力に結合された2つの負荷回路848aおよび848bを含む。利得回路842aは、1つのLNA入力を介して第1の入力RF信号(RFin1)を受信するゲート、およびソースデジェネレーションインダクタ852aの1つのエンドに結合されたソースを有する2つのNMOSTランジスタ854aおよび856aを含む。インダクタ852aのもう一つのエンドは、回路グラウンドに結合される。2つのカスコードトランジスタ844aおよび846aは、それぞれ、利得回路842aと負荷回路848aおよび848bの間で結合される。カスコードトランジスタ844aおよび846aは、利得トランジスタ854aおよび856aのドレインにそれぞれ結合されたソース、制御信号Vctrl1およびVctrl2をそれぞれ受信するゲート、負荷回路848aおよび848bにそれぞれ結合されたドレインを有する。利得回路842bから842n、並びにカスコードトランジスタ844bから844nおよび846bから846nは、利得トランジスタ842a、並びにカスコードトランジスタ844aおよび846aと同様の方法で結合される。MIMO LNA440yは、図7におけるMIMO LNA440xに関して上述された、単一出力モード、帯域内CAモード、同一帯域グループに関する帯域間CAモード、および異なる帯域グループに関する帯域間CAモードをサポートし得る。

20

30

40

【0064】

[0070] 図7および図8は、MIMO LNAの2つの例示的な設計を示す。MIMO LNAはまた、他の方法でも実装され得る。例えば、MIMO LNA内の利得回路は、ソースデジェネレーションインダクタにではなく回路グラウンドへ直接的に結合されたソースを有する利得トランジスタを含み得る。

【0065】

[0071] 図9は、図4Aから図6における任意の対のダウンコンバータ470および関連するローパスフィルタ472のために使用され得る、1対のダウンコンバータ470aおよび470b、並びにローパスフィルタ472aおよび472bの例示的な設計を示す。

【0066】

50

[0072] ダウンコンバータ470aは、一次アンテナ310に関するMIMO LNAからの増幅されたRF信号(RFamp p)に対して直交ダウンコンバージョン(quadrature downconversion)を実施する、1対のミキサ972aおよび974aを含む。ミキサ972aは、RFamp p信号およびLOジェネレータ484からの同相LO信号(an inphase LO signal)(ILOa)を受信し、ILOa信号でRFamp p信号をダウンコンバートし、同相(I)のダウンコンバートされた信号(inphase (I) downconverted signal)を提供する。ミキサ974aは、RFamp p信号および直交LO信号(a quadrature LO signal)(QLOa)を受信し、QLOa信号でRFamp p信号をダウンコンバートし、直交(Q)のダウンコンバートされた信号(quadrature (Q) downconverted signal)を提供する。ローパスフィルタ472aは、Iパス(I path)に関する第1のローパスフィルタ982aおよびQパス(Q path)に関する第2のローパスフィルタ984aを含む。フィルタ982aおよび984aは、それぞれミキサ972aおよび974aからのIおよびQのダウンコンバートされた信号を受信およびフィルタし、一次アンテナ310に関する1つのセットのキャリアについてのIおよびQのベースバンド出力信号を提供する。

10

【0067】

[0073] ダウンコンバータ470bは、二次アンテナ312に関するMIMO LNAからの増幅されたRF信号(RFamp s)に対して直交ダウンコンバージョンを実施する、1対のミキサ972bおよび974bを含む。ミキサ972bおよび974bは、LOジェネレータ484からの同相および直交LO信号(ILObおよびQLOb)でそれぞれRFamp s信号を受信および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それぞれ提供する。ローパスフィルタ472b内のローパスフィルタ982bおよび984bは、ミキサ972bおよび974bからのIおよびQのダウンコンバートされた信号をそれぞれ受信およびフィルタし、二次アンテナ312に関する1つのセットのキャリアについてのIおよびQのベースバンド出力信号を提供する。

20

【0068】

[0074] 図9はまた、分周器990およびバッファ992a、992b、994aおよび994bを含む、LOジェネレータ484の例示的な設計を示す。分周器990は、VCO482からVCO信号を受信し、整数または非整数比(an integer or non-integer ratio)によって周波数においてVCO信号を分配(divide)し、受信される1つのセットのキャリアに関する目標周波数でIおよびQのLO信号を提供する。IのLO信号は、目標周波数で90°分、QのLO信号からオフセットされている(offset from)。IのLO信号は、バッファ992aおよび992bによってバッファされ、ダウンコンバータ472aおよび472b内のミキサ972aおよび972bに関するILOaおよびILOb信号をそれぞれ生成する。QのLO信号は、バッファ994aおよび994bによってバッファされ、ダウンコンバータ472aおよび472b内のミキサ974aおよび974bに関するQLOaおよびQLOb信号をそれぞれ生成する。

30

【0069】

[0075] ここに開示されたキャリアアグリゲーション受信機アーキテクチャは、様々な利点を提供し得る。第1に、この受信機アーキテクチャは、受信ダイバーシチを備える図2Aから2Dに示される全てのCAスキームをサポートし得る。この受信機アーキテクチャは、フロントエンドモジュール320および322とバックエンドモジュール370の間の比較的少ない数のRF相互接続を使用し得る。これは、バックエンドモジュール370に関するより小さいダイ面積、フロントエンドモジュール320および322に関するより小さいパッケージ面積、およびフロントエンドモジュール320および322、並びにバックエンドモジュール370を含むPCB上の低減された配線領域をもたらし得る。第2に、各MIMO LNAは、フロントエンドモジュール320および322上の出力ピンの数を増加させることなく、任意の数の帯域に関する任意の数の利得回路を含み得る。これは、複数の帯域を同時にサポートするワイヤレスデバイスに、特に望ましい可能性がある。

40

50

【0070】

[0076] 第3に、L Oジェネレータの電力消費は、(i) 各対のダウンコンバータ470とそれの関連するL Oジェネレータ484とをすぐ近くに(close together)配置すること、および(i i) L Oジェネレータからダウンコンバータへの短い信号トレースを走行する(run)ことによって低減され得る。第4に、バックエンドモジュールは、例えば、図4Aおよび図6に示されるように2つのセットのキャリアに関して同一の(identical)回路を含み得る。バックエンドモジュールのI Cダイは、物理的に2つに分かれている可能性があり、各半分は、2つのアンテナを介して1つのセットのキャリア上の動作(すなわち、キャリアアグリゲーションなし)をサポートするためのワイヤレスデバイスのために使用され得る。これは、キャリアアグリゲーションをサポートしていないワイヤレスデバイスを再設計する必要なしに達成され得る。第5に、フロントエンドモジュール320内のM I M O L N A 440は、フロントエンドモジュール322内のM I M O L N A 440と同様または同一であり得る。結果的に、単一のセットのキャリア上での動作に関して、M I M O L N A 440の出力ポートは、(2つのセットのキャリアに関する増幅されたR F信号ではなく)一次アンテナ310および二次アンテナ312に関する増幅されたR F信号を提供し得る。したがって、M I M O L N A 440は、2つのセットのキャリア上でのキャリアアグリゲーションの代わりに、2つのアンテナ用いて受信ダイバーシチをサポートするために再使用され得る。

10

【0071】

[0077] ある例示的な設計では、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、複数のL N A、複数のスイッチ、および少なくとも1つのダウンコンバータを含み得る。複数のL N A(例えば、図4AにおけるL N A 440)は、少なくとも1つの入力R F信号を受信および増幅し、少なくとも1つの増幅されたR F信号を提供し得る。複数のスイッチ(例えば、スイッチ468)は、複数のL N Aの出力に結合され得る。少なくとも1つのダウンコンバータ(例えば、ダウンコンバータ470)は、複数のスイッチに結合され得、少なくとも1つの増幅されたR F信号をダウンコンバートし、少なくとも1つのダウンコンバートされた信号を提供し得る。スイッチは、例えば、図4Aと図6との比較によって示される、複数の受信アンテナを介した複数のセットのキャリア上での送信の受信をサポートするために必要なダウンコンバータの数を、低減し得る。

20

【0072】

[0078] ある例示的な設計では、複数のL N Aは、(i) 第1のアンテナ(例えば、一次アンテナ310)に関する第1のセットのL N A(例えば、L N A 440 p a、440 p bおよび440 p c)、並びに(i i) 二次アンテナ(例えば、第2のアンテナ312)に関する第2のセットのL N A(例えば、L N A 440 s a、440 s bおよび440 s c)を含み得る。第1のセットのL N Aは、少なくとも2つの帯域グループに関する少なくとも2つのL N A、例えば、低帯域、中帯域および高帯域の3つの帯域グループに関する3つのL N A 440 p a、440 p bおよび440 p cを含み得る。第2のセットのL N Aは、少なくとも2つの帯域グループに関する少なくとも2つの追加的なL N A、例えば、低帯域、中帯域および高帯域の3つの帯域グループに関する3つのL N A 440 s a、440 s bおよび440 s cを含み得る。

30

【0073】

[0079] ある例示的な設計では、複数のL N Aの各々は、M個の出力を含み得、M個までの出力からのM個までの増幅されたR F信号を提供し得、この場合、Mは任意の1より大きい整数であり得る。例えば、各L N Aは、2つの出力を含み得、2つまでのセットのキャリアに関する2つまでの出力からの2つまでの増幅されたR F信号を提供し得る。各L N Aは、複数の利得回路および複数のカスコードトランジスタを含み得る。1つの例示的な設計では、各利得回路は、利得回路の入力と出力の間で結合された利得トランジスタ(例えば、図7における利得トランジスタ754)を含み得る。複数のカスコードトランジスタ(例えば、図7におけるカスコードトランジスタ744および746)は、L N Aに関する複数の利得回路と複数の負荷回路の間で接続され得る。別の例示的な設計では、各

40

50

利得回路は、利得回路の入力と第1のおよび第2の出力の間に結合された第1のおよび第2の利得トランジスタ（例えば、図8におけるトランジスタ854および856）を含み得る。複数のカスコードトランジスタ（例えば、図8におけるカスコードトランジスタ844および846）は、LNAに関する複数の負荷回路と複数の利得回路の第1のおよび第2の出力との間で接続され得る。

【0074】

[0080] 1つの例示的な設計では、少なくとも1つのダウンコンバータは、第1のおよび第2のダウンコンバータを含み得る。第1のダウンコンバータ（例えば、図4Aにおけるダウンコンバータ470a1）は、複数のスイッチのうちの第1のサブセットを介して第1のセットのLNAに結合され得る。第2のダウンコンバータ（例えば、図4Aにおけるダウンコンバータ470b1）は、複数のスイッチのうちの第2のサブセットを介して第2のセットのLNAに結合され得る。第1のダウンコンバータは、第1のアンテナに関する第1の増幅されたRF信号に対してダウンコンバージョンを実施し得る。第2のダウンコンバータは、第2のアンテナに関する第2の増幅されたRF信号に対してダウンコンバージョンを実施し得る。

10

【0075】

[0081] 別の例示的な設計では、少なくとも1つのダウンコンバータは、第1から第4までのダウンコンバータを含み得る。複数のLNAは各々、第1のおよび第2の出力を備え得る。第1のダウンコンバータ（例えば、図4Aにおけるダウンコンバータ470a1）は、複数のスイッチのうちの第1のサブセット（例えば、図4Aにおけるスイッチ468a1、468b1および468c1）を介して第1のセットのLNAの第1の出力に結合され得る。第2のダウンコンバータ（例えば、ダウンコンバータ470b1）は、複数のスイッチのうちの第2のサブセット（例えば、図4Aにおけるスイッチ468d1、468e1および468f1）を介して第2のセットのLNAの第1の出力に結合され得る。第3のダウンコンバータ（例えば、ダウンコンバータ470a2）は、複数のスイッチのうちの第3のサブセット（例えば、図4Aにおけるスイッチ468a2、468b2および468c2）を介して第1のセットのLNAの第2の出力に結合され得る。第4のダウンコンバータ（例えば、ダウンコンバータ470b2）は、複数のスイッチの第4のサブセット（例えば、に図4Aにおけるスイッチ468d2、468e2および468f2）を介して第2のセットのLNAの第2の出力に結合され得る。第1のダウンコンバータは、第1のセットのキャリアに関する第1のアンテナについての第1の増幅されたRF信号に対してダウンコンバージョンを実施し得る。第2のダウンコンバータは、第1のセットのキャリアに関する第2のアンテナについての第2の増幅されたRF信号に対してダウンコンバージョンを実施し得る。第3のダウンコンバータは、第2のセットのキャリアに関する第1のアンテナについての第3の増幅されたRF信号に対してダウンコンバージョンを実施し得る。第4のダウンコンバータは、第2のセットのキャリアに関する第2のアンテナについての第4の増幅されたRF信号に対してダウンコンバージョンを実施し得る。

20

30

【0076】

[0082] ある例示的な設計では、ワイヤレスデバイスは、第1のおよび第2のLOジェネレータをさらに含む。第1のLOジェネレータ（例えば、に図4AにおけるLOジェネレータ484a）は、第1のおよび第2のダウンコンバータに結合され得、第1のおよび第2のダウンコンバータに第1の周波数でLO信号を提供し得る。第2のLOジェネレータ（例えば、LOジェネレータ484b）は、第3のおよび第4のダウンコンバータに結合され得、第3のおよび第4のダウンコンバータへ第2の周波数でLO信号を提供し得る。

40

【0077】

[0083] ある例示的な設計では、第1のLOジェネレータから第1のおよび第2のダウンコンバータへの信号ルーティング（signal routing）を低減するために、第1のおよび第2のダウンコンバータは、互いに近くに位置付けられ（例えば、互いの所定の距離内に位置付けられ）得る。所定の距離は、ICダイ上の1つのダウンコンバータのレイアウトの長さまたは幅の範囲の1以上倍（one or more times the length or width dimension）

50

によって定量化され得る。第1のおよび第2のダウンコンバータは、第2のセットのLNAよりも第1のセットのLNAの近くに位置付けられ得る（または、逆もまた同様）。同様に、第3のおよび第4のダウンコンバータは、第2のLOジェネレータから第3のおよび第4のダウンコンバータへの信号ルーティングを低減するために、互いに近くに位置付けられ（例えば、互いの所定の距離内に位置付けられ）得る。

【0078】

[0084] 1つの例示的な設計では、ワイヤレスデバイスは、ポートエクスパンダとして動作する少なくとも1つのスイッチをさらに含み得る。各々のそのようなスイッチは、カスコードトランジスタ（例えば、図4Bにおけるカスコードトランジスタ460a）を用いて実装され得、複数のLNAうちの2つの間で接続され得る。

10

【0079】

[0085] ワイヤレスデバイスは、少なくとも1つのフロントエンドモジュールおよび1つのバックエンドモジュールを備え得る。ある例示的な設計では、少なくとも1つのフロントエンドモジュール（例えば、図3におけるフロントエンドモジュール320および322）は、複数のLNAを備え得る。バックエンドモジュール（例えば、バックエンドモジュール370）は、少なくとも1つのダウンコンバータを備え得る。バックエンドモジュールは、複数のスイッチをさらに備え得る。スイッチは、バックエンドモジュールではなく、フロントエンドモジュール（1つまたは複数の）上に実装され得る。別の例示的な設計では、複数のLNA、複数のスイッチ、および少なくとも1つのダウンコンバータは、例えば、図6に示されるバックエンドモジュール上に実装され得る。

20

【0080】

[0086] 図10は、ワイヤレスシステムにおいて送信を受信するためのプロセス1000の例示的な設計を示す。プロセス1000は、ワイヤレスデバイスによって、または何らかの他のエンティティによって実施され得る。少なくとも1つの入力RF信号は、複数のLNAのうちの少なくとも1つを用いて増幅され得、少なくとも1つの増幅されたRF信号を取得する（ブロック1012）。少なくとも1つの増幅されたRF信号は、複数のLNAの出力に結合された複数のスイッチのうちの少なくとも1つを通してルーティングされ得る（ブロック1014）。少なくとも1つの増幅されたRF信号は、複数のスイッチに結合された少なくとも1つのダウンコンバータを用いてダウンコンバートされ得る（ブロック1016）。

30

【0081】

[0087] 1つの例示的な設計では、複数のLNAは、第1のアンテナに関する第1のセットのLNA（例えば、図4AにおけるLNA440pa、440pbおよび440pc）、並びに第2のアンテナに関する第2のセットのLNA（例えば、図4AにおけるLNA440sa、440sbおよび440sc）を備え得る。各LNAは、第1のセットのキャリアに関する第1の出力および第2のセットのキャリアに関する第2の出力を備え得る。少なくとも1つの増幅されたRF信号は、第1のセットのキャリアに関する第1のアンテナについての第1の増幅されたRF信号、第1のセットのキャリアに関する第2のアンテナについての第2の増幅されたRF信号、第2のセットのキャリアに関する第1のアンテナについての第3の増幅されたRF信号、および第2のセットのキャリアに関する第2のアンテナについての第4の増幅されたRF信号を含み得る。

40

【0082】

[0088] ブロック1016に関して、第1の増幅されたRF信号は、第1のダウンコンバータ（例えば、図4Aにおけるダウンコンバータ470a1）を用いてダウンコンバートされ得、第1のセットのキャリアに関する第1のアンテナについての第1のダウンコンバートされた信号を取得する。第2の増幅されたRF信号は、第2のダウンコンバータ（例えば、図4Aにおけるダウンコンバータ470b1）を用いてダウンコンバートされ得、第1のセットのキャリアに関する第2のアンテナについての第2のダウンコンバートされた信号を取得する。第3の増幅されたRF信号は、第3のダウンコンバータ（例えば、図4Aにおけるダウンコンバータ470a2）を用いてダウンコンバートされ得、第2のセ

50

ットのキャリアに関する第1のアンテナについての第3のダウンコンバートされた信号を取得する。第4の増幅されたRF信号は、第4のダウンコンバータ（例えば、図4Aにおけるダウンコンバータ470b2）を用いてダウンコンバートされ得、第2のセットのキャリアに関する第2のアンテナについての第4のダウンコンバートされた信号を取得する。

【0083】

[0089] ここに説明されたLNA、スイッチ、ダウンコンバータ、フロントエンドモジュール、およびバックエンドモジュールは、1つ以上のIC、アナログIC、RFIC、混合信号IC、PCB、電子デバイス等上に実装され得る。LNA、スイッチ、ダウンコンバータ、フロントエンドモジュール、およびバックエンドモジュールはまた、相補型金属酸化膜半導体（CMOS：complementary metal oxide semiconductor）、NMOS、PMOS、バイポーラ接合トランジスタ（BJT：bipolar junction transistor）、バイポーラCMOS（BiCMOS）、シリコンゲルマニウム（SiGe）、ガリウムヒ素（GaAs）、ヘテロ接合バイポーラトランジスタ（HBT）、高電子移動度トランジスタ（HEMT：high electron mobility transistor）、シリコンオンインシュレータ（SOI）等のような、様々なIC処理技術を用いて作られ得る。

【0084】

[0090] ここに説明されたLNA、スイッチ、ダウンコンバータ、フロントエンドモジュールおよび／またはバックエンドモジュールを実装する装置は、スタンドアロンデバイスであり得るか、またはより大型のデバイスの一部であり得る。デバイスは、（i）スタン

【0085】

[0091] 1つ以上の例示的な設計において、説明された複数の機能は、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装され得る。ソフトウェアで実装される場合、これらの機能は、コンピュータ読み取り可能媒体において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。コンピュータ読み取り可能媒体は、ある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、通信媒体とコンピュータ記憶媒体との両方を含む。記憶媒体は、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利用可能な媒体であり得る。限定ではなく例として、このようなコンピュータ読み取り可能媒体は、RAM、ROM、EEPROM（登録商標）、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、あるいはデータ構造または命令の形式で所望のプログラムコードを記憶または送るために使用されることができ、かつ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読み取り可能媒体と称される。例えば、ソフトウェアが、ウェブサイト、サーバまたは他の遠隔ソースから、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）、あるいは赤外線、無線、およびマイクロ波のようなワイヤレス技法を使用して送信される場合、同軸ケーブル、光ファイバーケーブル、ツイストペア、DSL、あるいは赤外線、無線、およびマイクロ波のようなワイヤレス技法は、媒体の定義に含まれている。ここで使用される場合、ディスク（disk）およびディスク（disc）は、コンパクトディスク（CD）、レーザーディスク（登録商標）、光ディスク、デジタル多目的ディスク（DVD）、フロッピー（登録商標）ディスクおよびブルーレイ（登録商標）ディスクを含み、ここで、ディスク（disks）は、通常磁氣的にデータを再生し、一方ディスク（discs）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、コンピュータ読み取り可能媒体の範囲内に含まれるべきであ

る。

【0086】

[0092] 本開示の先の説明は、当業者が本開示をつくるまたは使用することを可能にするために提供される。本開示への様々な修正は、当業者にとって容易に明らかであろうし、ここに定義された一般的な原理は、本開示の範囲から逸脱することなく、他のバリエーションにも適用され得る。したがって、本開示は、ここに説明された例および設計に限定されるようには意図されておらず、ここに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を与えられるべきである。

以下に、本願出願の当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[C 1]

10

装置であって、

少なくとも1つの入力無線周波数(RF)信号を受信および増幅し、少なくとも1つの増幅されたRF信号を提供するように構成された複数の低雑音増幅器(LNA)と、

前記複数のLNAの出力に結合された複数のスイッチと、

前記複数のスイッチに結合され、前記少なくとも1つの増幅されたRF信号をダウンコンバートし、少なくとも1つの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少なくとも1つのダウンコンバータと

を備える、装置。

[C 2]

20

前記複数のLNAは、

第1のアンテナに関する第1のセットのLNAと、

第2のアンテナに関する第2のセットのLNAと

を備える、C 1に記載の装置。

[C 3]

前記第1のセットのLNAは、少なくとも2つの帯域グループに関する少なくとも2つのLNAを含み、前記第2のセットのLNAは、前記少なくとも2つの帯域グループに関する少なくとも2つの追加的なLNAを含む、C 2に記載の装置。

[C 4]

前記少なくとも1つのダウンコンバータは、

前記複数のスイッチの第1のサブセットを介して前記第1のセットのLNAに結合された第1のダウンコンバータと、

前記複数のスイッチの第2のサブセットを介して前記第2のセットのLNAに結合された第2のダウンコンバータと

を備える、C 2に記載の装置。

30

[C 5]

前記複数のLNAの各々は、第1のおよび第2の出力を備え、前記少なくとも1つのダウンコンバータは、

前記複数のスイッチの第1のサブセットを介して前記第1のセットのLNAの第1の出力に結合された第1のダウンコンバータと、

前記複数のスイッチの第2のサブセットを介して前記第2のセットのLNAの第1の出力に結合された第2のダウンコンバータと、

前記複数のスイッチの第3のサブセットを介して前記第1のセットのLNAの第2の出力に結合された第3のダウンコンバータと、

前記複数のスイッチの第4のサブセットを介して前記第2のセットのLNAの第2の出力に結合された第4のダウンコンバータと

を備える、C 2に記載の装置。

40

[C 6]

前記第1のおよび第2のダウンコンバータに結合された第1のローカル発振器(LO)ジェネレータと、

前記第3のおよび第4のダウンコンバータに結合された第2のLOジェネレータと

50

をさらに備える、C 5 に記載の装置。

[C 7]

前記第 1 のおよび第 2 のダウンコンバータが、前記第 2 のセットの LNA よりも前記第 1 のセットの LNA の近くに位置付けられる、C 5 に記載の装置。

[C 8]

前記第 1 のダウンコンバータが、前記第 1 の LO ジェネレータから前記第 1 のおよび第 2 のダウンコンバータへの信号ルーティングを低減するために、前記第 2 のダウンコンバータの所定の距離内に位置付けられる、C 6 に記載の装置。

[C 9]

少なくとも 1 つのスイッチをさらに備え、各スイッチは、前記複数の LNA のうちの 2 つの間で結合される、C 1 に記載の装置。

10

[C 10]

前記複数の LNA の各々は、M 個の出力を備え、M 個までの出力から M 個までの増幅された RF 信号を提供するように構成され、ここで M は 1 より大きい整数である、C 1 に記載の装置。

[C 11]

前記複数の LNA の各 LNA は、

複数の利得回路と、各利得回路は前記利得回路の入力と出力の間に結合された利得トランジスタを備える、

前記 LNA に関する前記複数の利得回路と複数の負荷回路の間に結合された複数のカスコードトランジスタと

20

を備える、C 1 に記載の装置。

[C 12]

前記複数の LNA の各 LNA は、

複数の利得回路と、各利得回路は前記利得回路の入力と第 1 のおよび第 2 の出力の間に結合された第 1 のおよび第 2 の利得トランジスタを備える、

前記 LNA に関する複数の負荷回路と前記複数の利得回路の前記第 1 のおよび第 2 の出力の間に結合された複数のカスコードトランジスタと

を備える、C 1 の装置。

30

[C 13]

前記複数の LNA を備える少なくとも 1 つのフロントエンドモジュールと、

前記少なくとも 1 つのダウンコンバータを備えるバックエンドモジュールと

をさらに備える、C 1 の装置。

[C 14]

前記バックエンドモジュールは、前記複数のスイッチをさらに備える、C 13 に記載の装置。

[C 15]

前記複数の LNA、前記複数のスイッチ、および前記少なくとも 1 つのダウンコンバータを備えるバックエンドモジュールをさらに備える、C 1 に記載の装置。

[C 16]

40

前記複数の LNA は、第 1 のセットの LNA および第 2 のセットの LNA を備え、前記少なくとも 1 つのダウンコンバータは、第 1 のセットのダウンコンバータおよび第 2 のセットのダウンコンバータを備え、前記第 1 のセットの LNA および前記第 1 のセットのダウンコンバータは前記バックエンドモジュールの第 1 の半分上に実装され、並びに前記第 2 のセットの LNA および前記第 2 のセットのダウンコンバータは、前記バックエンドモジュールの第 2 の半分上に実装される、C 15 に記載の装置。

[C 17]

複数の低雑音増幅器 (LNA) のうちの少なくとも 1 つを用いて少なくとも 1 つの入力無線周波数 (RF) 信号を増幅して、少なくとも 1 つの増幅された RF 信号を取得することと、

50

前記複数の L N A の出力に結合された複数のスイッチのうちの少なくとも 1 つを介して前記少なくとも 1 つの増幅された R F 信号をルーティングすることと、

前記複数のスイッチに結合された少なくとも 1 つのダウンコンバータを用いて前記少なくとも 1 つの増幅された R F 信号をダウンコンバートすることと
を備える方法。

[C 1 8]

前記複数の L N A は、第 1 のアンテナに関する第 1 のセットの L N A および第 2 のアンテナに関する第 2 のセットの L N A を備え、各 L N A は、第 1 のおよび第 2 の出力を備え、前記少なくとも 1 つの増幅された R F 信号は、第 1 から第 4 の増幅された R F 信号を備え、前記ダウンコンバートすることは、

前記複数のスイッチの第 1 のサブセットを介して第 1 のセットの L N A の第 1 の出力に結合された第 1 のダウンコンバータを用いて前記第 1 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、第 1 のセットのキャリアに関する前記第 1 のアンテナについての第 1 のダウンコンバートされた信号を取得すること、

前記複数のスイッチの第 2 のサブセットを介して前記第 2 のセットの L N A の第 1 の出力に結合された第 2 のダウンコンバータを用いて前記第 2 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、前記第 1 のセットのキャリアに関する前記第 2 のアンテナについての第 2 のダウンコンバートされた信号を取得することと、

前記複数のスイッチの第 3 のサブセットを介して前記第 1 のセットの L N A の第 2 の出力に結合された第 3 のダウンコンバータを用いて前記第 3 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、第 2 のセットのキャリアに関する前記第 1 のアンテナについての第 3 のダウンコンバートされた信号を取得することと、

前記複数のスイッチの第 4 のサブセットを介して前記第 2 のセットの L N A の第 2 の出力に結合された第 4 のダウンコンバータを用いて第 4 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、前記第 2 のセットのキャリアに関する前記第 2 のアンテナについての第 4 のダウンコンバートされた信号を取得することと

を備える、C 1 7 に記載の方法。

[C 1 9]

複数の入力および複数の出力を備え、前記複数の入力のうちの少なくとも 1 つによって少なくとも 1 つの入力無線周波数 (R F) 信号を受信し、前記少なくとも 1 つの入力 R F 信号を増幅し、前記複数の出力のうちの少なくとも 1 つによって少なくとも 1 つの増幅された R F 信号を提供するように構成された、増幅するための手段と、

前記増幅するための手段に結合され、前記少なくとも 1 つの増幅された R F 信号を受信およびルーティングするように構成された、ルーティングするための手段と、

前記ルーティングするための手段に結合され、前記少なくとも 1 つの増幅された R F 信号をダウンコンバートするように構成された、ダウンコンバートするための手段と
を備える、装置。

[C 2 0]

前記少なくとも 1 つの増幅された R F 信号は、第 1 から第 4 の増幅された R F 信号を備え、前記ダウンコンバートするための手段は、

前記第 1 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、第 1 のセットのキャリアに関する第 1 のアンテナについての第 1 のダウンコンバートされた信号を取得するための手段と、

前記第 2 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、前記第 1 のセットのキャリアに関する第 2 のアンテナについての第 2 のダウンコンバートされた信号を取得するための手段と、

前記第 3 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、第 2 のセットのキャリアに関する前記第 1 のアンテナについての第 3 のダウンコンバートされた信号を取得するための手段と、

第 4 の増幅された R F 信号をダウンコンバートして、前記第 2 のセットのキャリアに

10

20

30

40

50

関する前記第 2 のアンテナについての第 4 のダウンコンバートされた信号を取得するための手段と

を備える、C 1 9 に記載の装置。

【図 1】

図 1

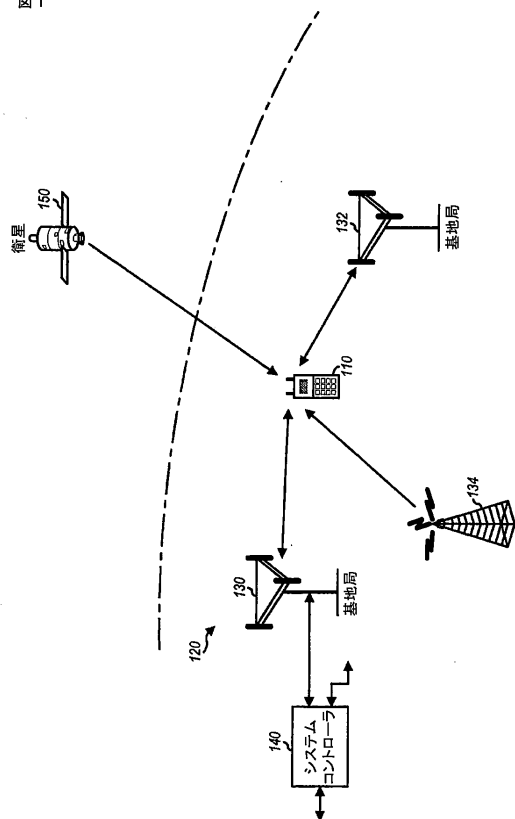


FIG. 1

【図 2 A】

図 2A

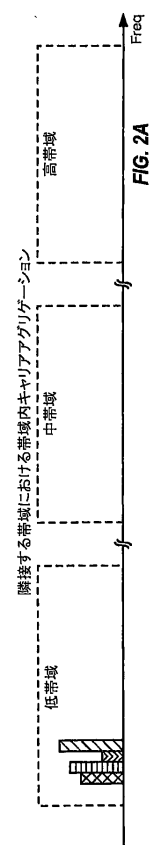
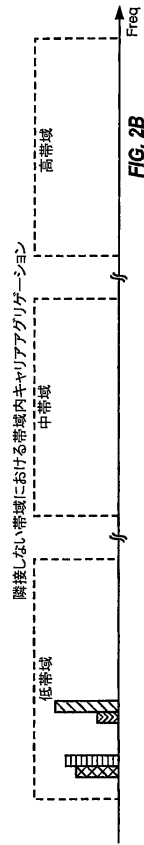


FIG. 2A

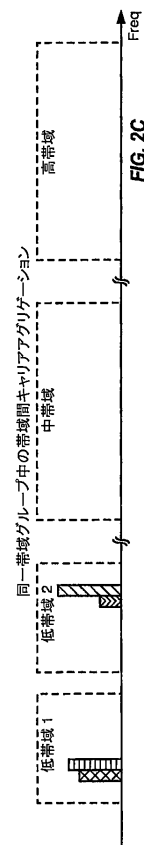
【図 2 B】

図 2B



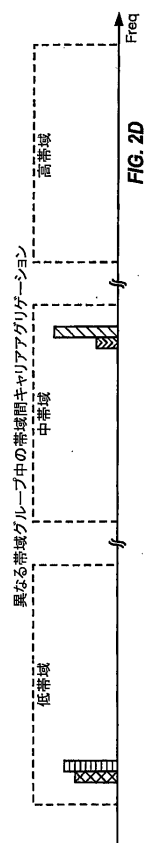
【図 2 C】

図 2C



【図 2 D】

図 2D



【図 3】

図 3

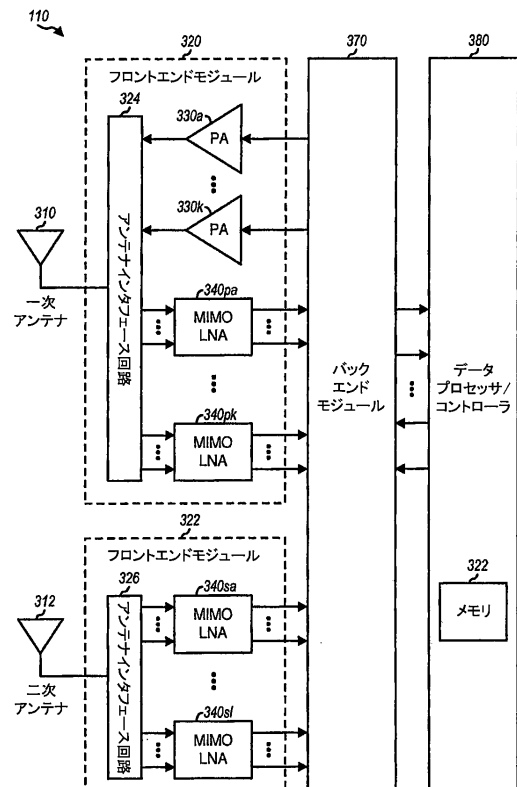
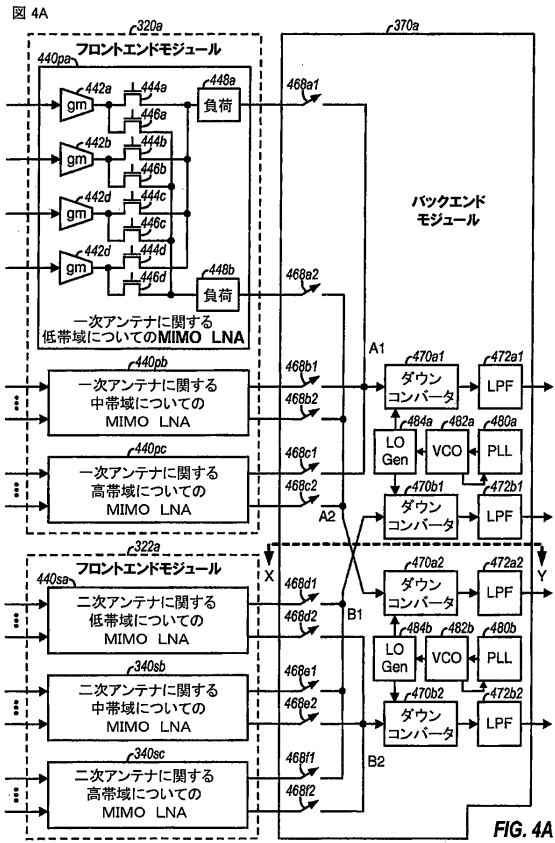
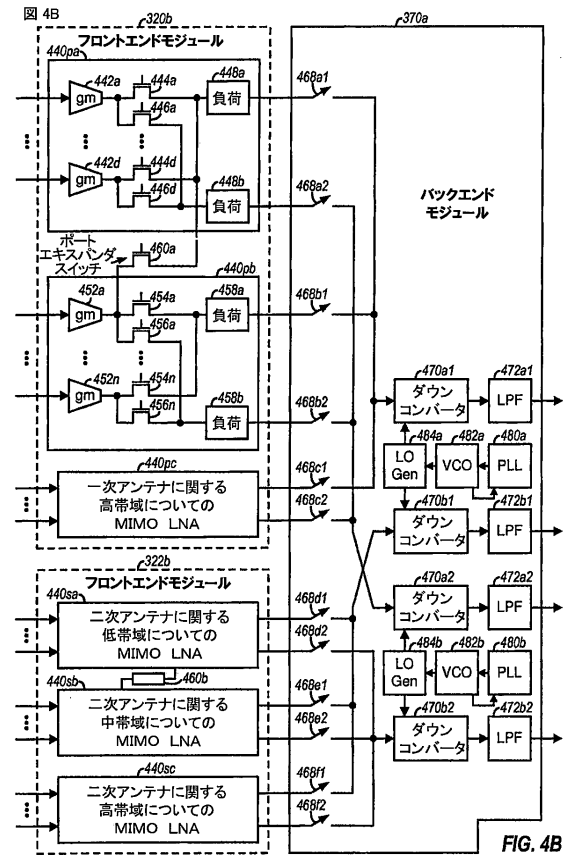


FIG. 3

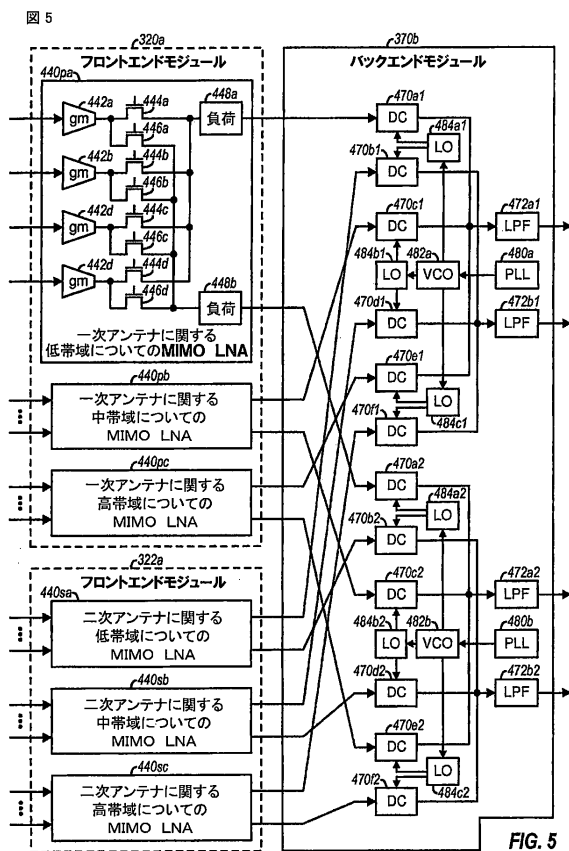
【図 4 A】



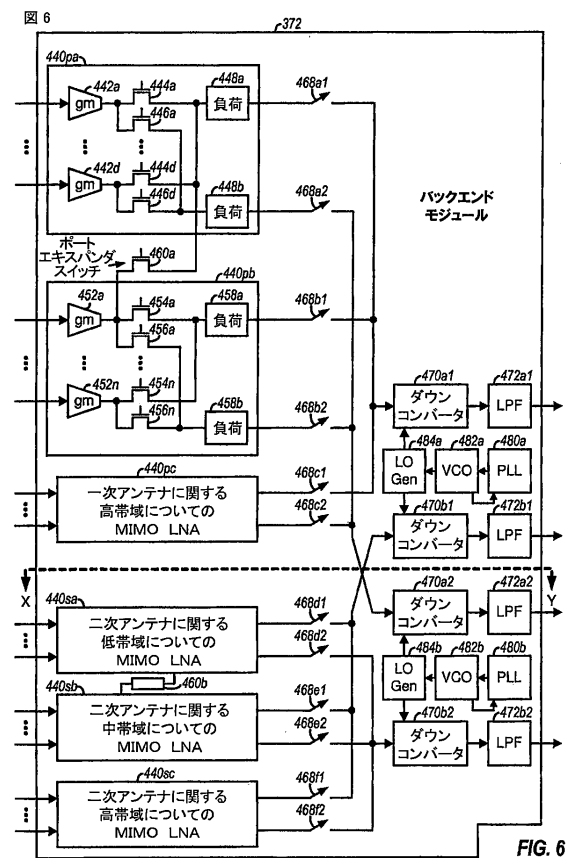
【図 4 B】



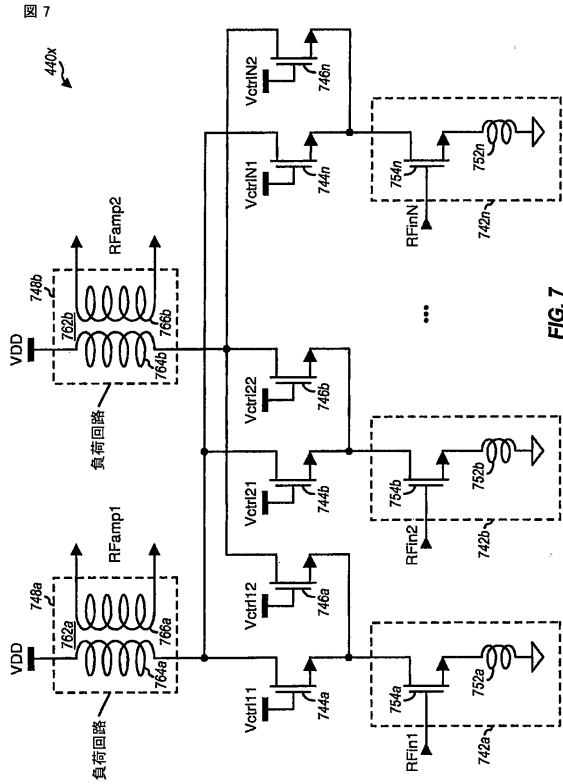
【図 5】



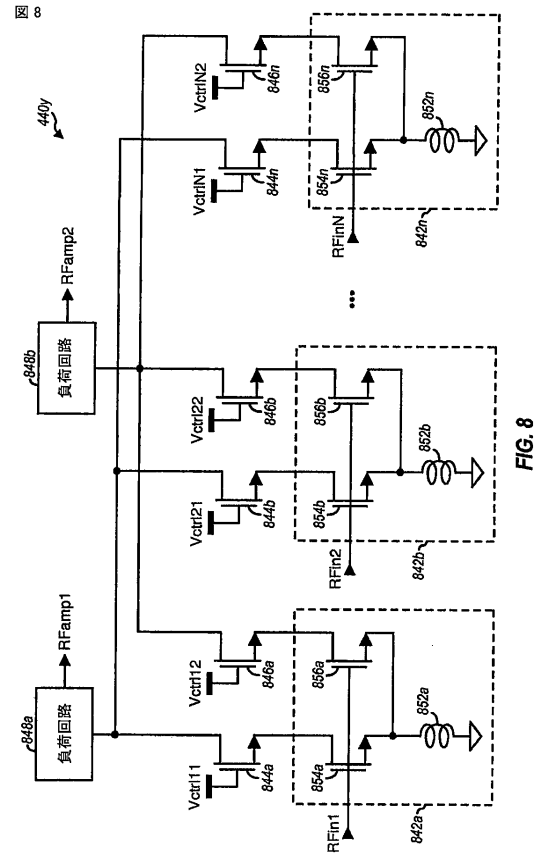
【図 6】



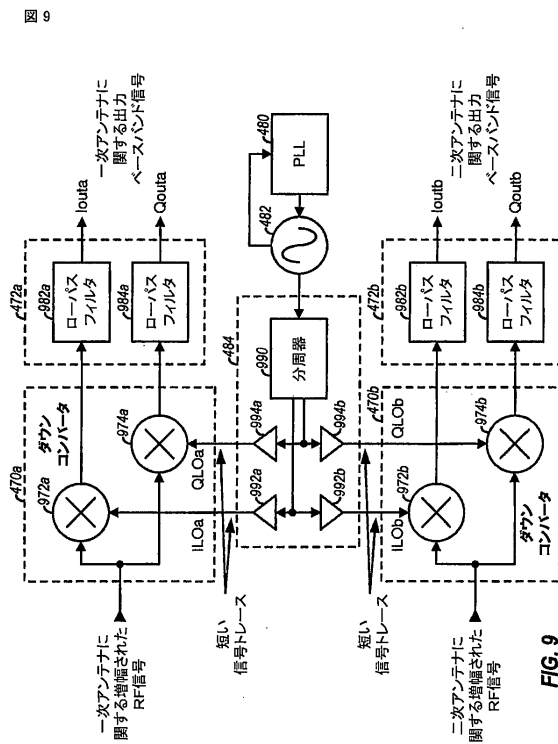
【図 7】



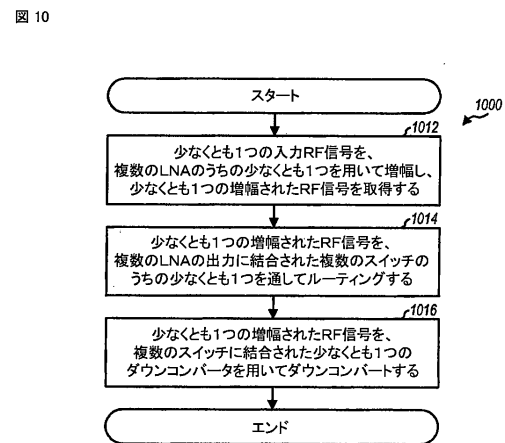
【図 8】



【図 9】



【図 10】



フロントページの続き

- (72)発明者 チャン、リーチュン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7
7 5
- (72)発明者 グデム、プラサド・スリニバサ・シバ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7
7 5
- (72)発明者 ボッス、フレデリック
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7
7 5
- (72)発明者 ホレンステイン、クリスチャン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7
7 5

審査官 木村 貴俊

- (56)参考文献 特開2004-328331 (JP, A)
特表2007-529181 (JP, A)
特開2006-238125 (JP, A)
特開2004-040810 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0056681 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H03F 1/00- 3/45、 3/50- 3/52
3/62- 3/64、 3/68- 3/72
H04B 1/18- 1/28、 1/38- 1/58、 7/00
7/02- 7/12、 7/24- 7/26
H04L 1/02- 1/06
H04W 4/00- 8/24、 8/26-16/32
24/00-28/00、28/02-72/02
72/04-74/02、74/04-74/06
74/08-84/10、84/12-88/06
88/08-99/00