

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5902348号
(P5902348)

(45) 発行日 平成28年4月13日(2016.4.13)

(24) 登録日 平成28年3月18日(2016.3.18)

(51) Int.Cl.

H03H 7/46 (2006.01)
H04B 1/40 (2015.01)

F 1

H03H 7/46
H04B 1/40

Z

請求項の数 26 (全 27 頁)

(21) 出願番号 特願2015-503670 (P2015-503670)
 (86) (22) 出願日 平成25年3月30日 (2013.3.30)
 (65) 公表番号 特表2015-515813 (P2015-515813A)
 (43) 公表日 平成27年5月28日 (2015.5.28)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2013/034740
 (87) 國際公開番号 WO2013/149227
 (87) 國際公開日 平成25年10月3日 (2013.10.3)
 審査請求日 平成27年4月13日 (2015.4.13)
 (31) 優先権主張番号 61/618,502
 (32) 優先日 平成24年3月30日 (2012.3.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)
 (31) 優先権主張番号 13/735,795
 (32) 優先日 平成25年1月7日 (2013.1.7)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

早期審査対象出願

(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 100103034
 弁理士 野河 信久
 (74) 代理人 100075672
 弁理士 峰 隆司

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】マルチバンド／マルチモード無線周波数(RF)フロントエンドのための統合デュプレクサに基づいたハイブリッド変圧器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

デュプレクサであって、
 ハイブリッド変圧器を備え、前記ハイブリッド変圧器は、
 電力増幅器の出力とアンテナとの間に結合された一次コイルと、
 低雑音増幅器の入力と、接地との間に結合された二次コイルと、
 を備え、

前記デュプレクサは、平衡インピーダンスをさらに備え、前記平衡インピーダンスは、
 前記一次コイルの2つの端子および前記二次コイルの2つの端子が送信信号周波数で短絡
 するように、送信中に同調され、前記平衡インピーダンスは、前記平衡インピーダンスが
 受信信号周波数で短絡するように、受信中に同調され、前記平衡インピーダンスは、前記
 一次コイルと前記二次コイルとの間に結合され、前記二次コイルは、前記平衡インピーダ
 ンスと前記接地との間に結合される、デュプレクサ。

【請求項2】

結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間で発生する、請求項1に記載のデュブ
 レクサ。

【請求項3】

送信信号は、前記電力増幅器に入力される、請求項1に記載のデュプレクサ。

【請求項4】

受信信号は、前記低雑音増幅器から出力される、請求項1に記載のデュプレクサ。

【請求項 5】

前記アンテナは、同時に送信および受信するように構成される、請求項 1 に記載のデュプレクサ。

【請求項 6】

前記一次コイルの対前記二次コイルの巻きの比は $N_1 : N_2$ であり、前記平衡インピーダンスは、(N_2 / N_1) に前記アンテナのインピーダンスを乗じた同等のものに同調される、請求項 1 に記載のデュプレクサ。

【請求項 7】

前記一次コイルは、2つの端子を備え、前記二次コイルは、2つの端子を備え、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルの前記 2 つの端子および前記二次コイルの前記 2 つの端子が、送信信号周波数で短絡するように、送信中に同調される、請求項 1 に記載のデュプレクサ。10

【請求項 8】

前記平衡インピーダンスは、受信中に同調され、前記平衡インピーダンスが受信信号周波数で短絡する、請求項 1 に記載のデュプレクサ。

【請求項 9】

前記低雑音增幅器は、第 1 の差動入力および第 2 の差動入力を有する差動低雑音增幅器であり、前記第 1 の差動入力と前記第 2 の差動入力との間に結合された三次コイルをさらに備える、請求項 1 に記載のデュプレクサ。20

【請求項 10】

第 1 の結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間で発生し、第 2 の結合は、前記二次コイルと前記三次コイルとの間で発生する、請求項 9 に記載のデュプレクサ。

【請求項 11】

前記低雑音增幅器は、第 1 の差動入力と第 2 の差動入力を有する差動低雑音增幅器であり、前記デュプレクサは、20

前記第 1 の差動入力と前記アンテナとの間に結合された第 1 のキャパシタと、

前記第 2 の差動入力と前記電力増幅器の前記出力との間に結合された第 2 のキャパシタと

をさらに備える、請求項 1 に記載のデュプレクサ。

【請求項 12】

同時に送信および受信するための方法であって、30

アンテナを用いて受信信号を受信することと、

ハイブリッド変圧器を備えるデュプレクサを介して前記受信信号を低雑音増幅器に提供することと、

電力増幅器から送信信号を受信することと、

前記デュプレクサを介して前記送信信号を前記アンテナに提供することと

を備え、前記ハイブリッド変圧器は、30

前記電力増幅器の出力と前記アンテナとの間に結合された一次コイルと、

前記低雑音増幅器の入力と接地との間に結合された二次コイルと

を備え、

前記デュプレクサは、平衡インピーダンスをさらに備え、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルの 2 つの端子および前記二次コイルの 2 つの端子が送信信号周波数で短絡するように、送信中に同調され、前記平衡インピーダンスは、前記平衡インピーダンスが受信信号周波数で短絡するように、受信中に同調され、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルと前記二次コイルとの間に結合され、前記二次コイルは前記平衡インピーダンスと前記接地との間に結合される、方法。40

【請求項 13】

結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間で発生する、請求項 12 に記載の方法

。

【請求項 14】

50

送信信号は、前記電力増幅器に入力される、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 5】

受信信号は、前記低雑音増幅器から出力される、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記アンテナは、同時に送信および受信する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記一次コイルの対前記二次コイルの巻きの比が、 $N_1 : N_2$ であり、前記平衡インピーダンスは、 (N_2 / N_1) に前記アンテナのインピーダンスを乗じた同等のものに同調される、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記平衡インピーダンスは、送信中に同調され、前記一次コイルおよび前記二次コイルが送信信号周波数で短絡する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記平衡インピーダンスは、受信中に同調され、前記平衡インピーダンスが受信信号周波数で短絡する、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 2 0】

前記低雑音増幅器は、第 1 の差動入力および第 2 の差動入力を有する差動低雑音増幅器であり、前記デュプレクサは、前記第 1 の差動入力と前記第 2 の差動入力との間に結合された三次コイルをさらに備える、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 2 1】

第 1 の結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間で発生し、第 2 の結合は、前記二次コイルと前記三次コイルとの間で発生する、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記低雑音増幅器は、第 1 の差動入力と第 2 の差動入力を有する差動低雑音増幅器であり、前記デュプレクサは、

前記第 1 の差動入力と前記アンテナとの間に結合された第 1 のキャパシタと、

前記第 2 の差動入力と前記電力増幅器の前記出力との間に結合された第 2 のキャパシタと

をさらに備える、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 2 3】

同時に送信および受信のために構成されたワイヤレスデバイスであって、

受信信号を受信するための手段と、

ハイブリッド変圧器を備えるデュプレクサを介して前記受信信号を低雑音増幅器に提供するための手段と、

電力増幅器からの送信信号を受信するための手段と、

前記デュプレクサを介して前記送信信号をアンテナに提供するための手段と

を備え、前記ハイブリッド変圧器は、

前記電力増幅器の出力と前記アンテナとの間に結合された一次コイルと、

前記低雑音増幅器の入力と、接地との間に結合された二次コイルと

を備え、

前記デュプレクサは、平衡インピーダンスを備え、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルの 2 つの端子および前記二次コイルの 2 つの端子が送信信号周波数で短絡するように、送信中に同調され、前記平衡インピーダンスは、前記平衡インピーダンスが受信信号周波数で短絡するように、受信中に同調され、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルと前記二次コイルとの間に結合され、前記二次コイルは前記平衡インピーダンスと前記接地との間に結合される、ワイヤレスデバイス。

【請求項 2 4】

結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間で発生する、請求項 2 3 に記載のワイヤレスデバイス。

【請求項 2 5】

10

20

30

40

50

アンテナを用いて受信信号を受信する手順と、
ハイブリッド変圧器を備えるデュプレクサを介して前記受信信号を低雑音増幅器に提供する手順と、

電力増幅器からの送信信号を受信する手順と、

前記デュプレクサを介して前記アンテナに前記送信信号を提供する手順と

をワイヤレスデバイスに実行させる、同時送信および受信のためのプログラムであって

、
前記ハイブリッド変圧器は、

前記電力増幅器の出力と前記アンテナとの間に結合された一次コイルと、

前記低雑音増幅器の入力と、接地との間に結合された二次コイルと

を備え、

前記デュプレクサは、平衡インピーダンスを備え、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルの2つの端子および前記二次コイルの2つの端子が送信信号周波数で短絡するよう、送信中に同調され、前記平衡インピーダンスは、前記平衡インピーダンスが受信信号周波数で短絡するよう、受信中に同調され、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルと前記二次コイルとの間に結合され、前記二次コイルは前記平衡インピーダンスと前記接地との間に結合される、プログラム。

【請求項 2 6】

結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間で発生する、請求項 2 5 に記載のプログラム。

【発明の詳細な説明】

【米国特許法 119 条に基づく優先権の主張】

【0001】

[0001] 本願は、本願の譲受人に譲受され、参照によって本明細書に明確に組み込まれる、2012年3月30日に出願された「HYBRID TRANSFORMER WITH INTEGRATED DUPLEXER FOR MULTI-BAND/MULTI-MODE RF FRONT END」と題する米国特許仮出願 61/618,502号に対する優先権を主張する。

【技術分野】

【0002】

[0002] 本開示は一般に、ワイヤレス通信システムに関する。より詳細には、本開示は、マルチバンド/マルチモードRFフロントエンドのための統合デュプレクサに基づいたハイブリッド変圧器を実現するためのシステムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0003】

[0003] ワイヤレス通信システムは、音声、ビデオ、データ、等、様々なタイプの通信コンテンツを提供するために広く展開されている。これらのシステムは、1つ以上の基地局との複数のモバイルデバイスの同時通信をサポートすることができる多元接続システムでありうる。

【0004】

[0004] モバイルデバイスおよび基地局のサイズとコストの両方の低減は、それらの市場性を高めうる。ワイヤレス通信システムにおけるデバイスは、複数の送信技術を利用して複数の無線周波数(RF)帯域上で動作するようにますます構成される。モバイルデバイスおよび基地局のサイズとコストの両方を低減させるための1つのそのような方法は、デュプレクサの活用である。しかしながら、複数の無線周波数(RF)帯域上で動作し、かつ、複数の送信技術を利用するデバイスは、典型的に、各無線周波数(RF)帯域および各送信技術に対して別個のデュプレクサを要求している。典型的に、これら別個のデュプレクサは、これらが集積回路で使用されないようにする設計制約を有する。代わりに、離散デュプレクサが使用されており、これは、コストとプリント基板エリアの両方を増加させる。利益は、集積回路に統合される改善されたデュプレクサによって実現されうる。

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【0005】

[0005] デュプレクサが説明される。デュプレクサは、ハイブリッド変圧器を含む。ハイブリッド変圧器は、電力増幅器の出力とアンテナとの間に結合された一次コイルを含む。ハイブリッド変圧器はまた、低雑音増幅器の入力と、接地との間に結合された二次コイルを含む。デュプレクサはまた、一次コイルと二次コイルとの間に結合された平衡インピーダンスを含む。

【0006】

[0006] 結合は、一次コイルと二次コイルとの間で発生しうる。送信信号は、電力増幅器に入力されうる。受信信号は、低雑音増幅器から出力されうる。アンテナは、同時に送信および受信することができる。一次コイル対二次コイルの巻きの比は、 $N_1 : N_2$ である。平衡インピーダンスは、 (N_2 / N_1) にアンテナのインピーダンスを乗じた同等のものに同調されうる。

10

【0007】

[0007] 一次コイルは2つの端子を含みうる。二次コイルもまた、2つの端子を含みうる。平衡インピーダンスは、一次コイルの2つの端子および二次コイルの2つの端子が送信信号周波数で短絡するように、送信中に同調されうる。平衡インピーダンスは、平衡インピーダンスが受信信号周波数で短絡するように、受信中に同調されうる。低雑音増幅器は、第1の差動入力と第2の差動入力とを有する差動低雑音増幅器でありうる。二次コイルは、接地に結合されうる。三次コイルは、第1の差動入力と第2の差動入力との間に結合されうる。

20

【0008】

[0008] 第1の結合は、一次コイルと二次コイルとの間で発生し、第2の結合は、一次コイルと三次コイルとの間で発生しうる。低雑音増幅器は、第1の差動入力と第2の差動入力とを有する差動低雑音増幅器でありうる。デュプレクサはさらに、第1の差動入力とアンテナとの間に結合された第1のキャパシタを含みうる。デュプレクサはまた、第2の差動入力と電力増幅器の出力との間に結合された第2のキャパシタを含みうる。

【0009】

[0009] 同時に送信および受信するための方法が説明される。受信信号は、アンテナを用いて受信される。受信信号は、ハイブリッド変圧器を含むデュプレクサを介して低雑音増幅器に提供される。送信信号は、電力増幅器から受信される。送信信号は、デュプレクサを介してアンテナに提供される。

30

【0010】

[0010] 同時に送信および受信するために構成されたワイヤレスデバイスもまた説明される。ワイヤレスデバイスは、アンテナを用いて受信信号を受信するための手段を含む。ワイヤレスデバイスはまた、ハイブリッド変圧器を含むデュプレクサを介して受信信号を低雑音増幅器に提供するための手段を含む。ワイヤレスデバイスはさらに、電力増幅器から送信信号を受信するための手段を含む。ワイヤレスデバイスはまた、デュプレクサを介して送信信号をアンテナに提供するための手段を含む。

【0011】

[0011] 同時の送信および受信のためのコンピュータプログラム製品が説明される。コンピュータプログラム製品は、命令を有する非一時的なコンピュータ可読媒体を含む。命令は、ワイヤレスデバイスに、アンテナを用いて受信信号を受信させるためのコードを含む。命令はまた、ワイヤレスデバイスに、ハイブリッド変圧器を含むデュプレクサを介して受信信号を低雑音増幅器に提供させるためのコードを含む。命令はさらに、ワイヤレスデバイスに、電力増幅器からの送信信号を受信させるためのコードを含む。命令はまた、ワイヤレスデバイスに、デュプレクサを介して送信信号をアンテナに提供させるためのコードを含む。

40

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1A】図1Aは、従来のデュプレクサを含むワイヤレスデバイスのブロック図である

50

。

【図1B】図1Bは、統合狭帯域デュプレクサおよび統合広帯域デュプレクサを示すブロック図である。

【図1C】図1Cは、複数のワイヤレス無線技術を利用して複数の無線周波数（RF）帯域上で動作するように構成されたるワイヤレスデバイスを示す。

【図2】図2は、ハイブリッド変圧器を含むデュプレクサを示す回路図である。

【図3】図3は、単一チャネルを通じた双方向通信のための方法のフロー図である。

【図4】図4は、送信中の、ハイブリッド変圧器を有するデュプレクサの理論的展望を示す回路図である。

【図5】図5は、送信中のデュプレクサ内の平衡インピーダンス Z_{BAL} の適切な同調の効果を示す回路図である。 10

【図6】図6は、受信中の、ハイブリッド変圧器を有するデュプレクサの理論的展望を示す回路図である。

【図7】図7は、受信中のデュプレクサ内の平衡インピーダンス Z_{BAL} の適切な同調の効果を示す回路図である。

【図8】図8は、ハイブリッド変圧器および差動低雑音増幅器（LNA）を有するデュプレクサを示す回路図である。

【図9】図9は、ハイブリッド変圧器および差動低雑音増幅器（LNA）を有する別のデュプレクサを示す回路図である。

【図10】図10は、ワイヤレス通信デバイス内に含まれうる特定のコンポーネントを示す。 20

【図11】図11は、基地局内に含まれうる特定のコンポーネントを示す。

【発明を実施するための形態】

【0013】

[0025] 図1Aは、従来のデュプレクサを含むワイヤレスデバイス197のブロック図である。二重通信システムは、双方向で互いに通信する2つの相互接続トランシーバを含みうる。半二重および全二重という2つの特定のタイプの二重通信システムが存在する。半二重通信システムでは、一度に一方向で通信が起こる。このように、あらゆる所与の時点で、1つのトランシーバが送信し、もう一方のトランシーバが受信しうる。全二重通信システムでは、両方のトランシーバが、同時に送信および受信することができる。 30

【0014】

[0026] 現代のワイヤレスおよび／またはモバイル通信システムは、それらが採用する規格によって特定されているような全二重であることが多い。例えば、共通の全二重モバイル通信規格は、ユニバーサル電話通信システム（UMTS）および符号分割多元接続（CDMA）を含む。これら全二重通信システムでは、送信機は、典型的に、所与の周波数帯域（例えば、900メガヘルツ（MHz）、1800 MHz、1900 MHz、2100 MHz）において1つのキャリア周波数を使用し、受信機は、同一の周波数帯域において異なるキャリア周波数を使用する。送信機および受信機が異なる周波数にわたって動作するこのスキームは、周波数分割多重化（FDD）と呼ばれる。

【0015】

[0027] 異なる周波数を使用するにも関わらず、送信信号の信号強度は、トランシーバにおいて、受信信号のものよりもかなり大きいことが多い。このように、受信機は、送信信号からの干渉の影響を受けやすく、この送信信号によって感度が下げられうる。この干渉を制限するために、従来のトランシーバは、送信機と受信機との間に50から60デシベル（dB）の分離を提供するために周波数選択性を利用するデュプレクサを含む。このように、現代のRFデュプレクサは、RxポートでのTx抑制のための周波数選択性フィルタに依存する。周波数選択性フィルタは、Tx帯域における低挿入損を伴うTxポートとアンテナポートとの間の帯域パスフィルタ、および、Rx帯域における低挿入損を伴うアンテナポートとRxポートとの間の帯域パスフィルタを用いて実現されうる。

【0016】

10

20

30

40

50

[0028] しかしながら、高周波通信規格を提供するために、デュプレクサは、高品質係数（Q係数）および低損失素材で作られるべきであるが、それは、現在、シリコンベース技術を用いて行われることが不可能である。このように、従来のデュプレクサは、低コストダイのためにシリコンベースの集積回路上のトランシーバと統合されることが不可能である特殊な素材およびプロセス（例えば、セラミック、表面音響波（S A W）、圧電薄膜共振器（F B A R））を用いて製造されうる。

【0017】

[0029] このように、現代の全二重ワイヤレストラんシーバは、複数の周波数帯域にわたって動作し、それは、帯域ごとに離散オフチップデュプレクサを要求する。これは、部品表（Bill of Materials）およびプリント基板エリアを大幅に増加させる。ゆえに、低コストのシリコンベース技術を用いて、これらのデュプレクサをトランシーバと統合する強い必要性がある。

10

【0018】

[0030] ワイヤレスデバイス197は、アンテナに結合されたデュプレクサを含みうる。デュプレクサは、受信信号をアンテナから受信チェーンにルーティングする一方で、同時に送信信号を送信チェーンからアンテナにルーティングしうる。送信チェーンは、電力増幅器（P A）を含みうる。受信チェーンは、低雑音増幅器（L N A）を含みうる。

【0019】

[0031] ワイヤレスデバイス197は、全二重通信を提供するように構成されうる。ワイヤレスデバイス197は、R F フロントエンド（すなわち、ワイヤレスデバイス197の示された部分）を含みうる。R F フロントエンドは、セルラ電話、ラップトップコンピュータ、ワイヤレスローカルエリアネットワーク（W L A N）局、および／または、R F 信号を送信および受信する任意の他のデバイス内で使用されうる。動作中、R F フロントエンドは、特定の周波数帯域の重複していない部分を通じてR F 信号を送信および受信する。周波数帯域の重複していない部分を通じて送信および受信することで、2つの信号は、互いに干渉することなく、全二重通信が達成されうる。例えば、インバウンド信号とアウトバウンド信号の両方は、デュプレクサを通過し、共通の信号経路を通じてアンテナに同時に渡されうる。

20

【0020】

[0032] デュプレクサは、強いアウトバウンド信号（電力増幅器（P A）によって生成される）が低雑音増幅器（L N A）の入力に結合されないようにすると同時に、必要な結合を提供しうる。デュプレクサは、アンテナポート、送信ポート、および受信ポートを含む3ポートデバイスでありうる。アンテナポートは、送信帯域パスフィルタを介して送信ポートに、受信帯域パスフィルタを介して受信ポートに結合されうる。送信帯域パスフィルタのパス帯域は、アウトバウンド信号の周波数帯域内に集中し、これらは、送信（T x）チェーンから受信される。受信帯域パスフィルタのパス帯域は、インバウンド信号の周波数帯域内に集中し、これらは、受信（R x）チェーンに渡される。

30

【0021】

[0033] 送信帯域パスフィルタおよび受信帯域パスフィルタは、それらのそれぞれの拒絶帯域が他のパス帯域と重複するように構成されうる。このように、帯域パスフィルタは、低雑音増幅器（L N A）の入力を、電力増幅器（P A）によって生成された強いアウトバウンド信号から分離しうる。

40

【0022】

[0034] 高周波通信規格（例えば、F D D - U M T S）は、周波数選択デュプレクサが非常に高いQ係数および低い損失素材で作られることを要求する（dictate）。現在の技術では、そのようなデュプレクサが集積回路で使用されることは不可能である。このように、デュプレクサは、オフチップで提供され、これは、無線トランシーバのサイズとコストを増加させうる。加えて、全二重無線トランシーバの最近の実現は、複数の周波数帯域にわたって動作し、これは、帯域ごとに、別個の従来のデュプレクサを要求する。これらのマルチバンドトランシーバでは、各デュプレクサは、オフチップであり、これは、無線ト

50

ランシーバのサイズとコストを相当増加させる。したがって、デュプレクサ回路が、無線トランシーバと同一の集積回路上で実現されることを可能にする、シリコンベースの技術を用いて製造されることができるデュプレクサ回路が必要である。

【0023】

[0035] 図1Bは、ハイブリッド変圧器トポロジの結合を示す。ハイブリッド変圧器は、同時に整合される複数のポートを有しうる。さらに、これらのポートは、二重接合でありうる（すなわち、送信（Tx）ポートおよび受信（Rx）ポートが互いに電気的に分離され、アンテナおよび平衡ポートもまた互いに電気的に分離される）。最後に、1つのポートから入ってくる電力は、2つの受信ポート間で任意の比率で分けられうる。

【0024】

[0036] 図1Bは、統合狭帯域デュプレクサ199cおよび統合広帯域デュプレクサ199dの従来の実現を示す。狭帯域デュプレクサ199cは、低雑音増幅器（LNA）および電力増幅器（PA）に結合されたハイブリッド変圧器を含みうる。ハイブリッド変圧器は、可変レジスタ、可変キャパシタ、およびアンテナに結合された2つのコイルを含みうる。第1のコイルは、低雑音増幅器（LNA）に結合され、第2のコイルは、電力増幅器（PA）に結合されうる。

【0025】

[0037] 広帯域デュプレクサ199dは、第1のコイルL₁、第2のコイルL₂、および第3のコイルL₃を含みうる。結合は、コイルの各々の間で発生しうる。コイルL₃は、低雑音増幅器（LNA）の差動入力間に結合されうる。コイルL₁は、電力増幅器（PA）とアンテナとの間に結合されうる。コイルL₂は、電力増幅器と平衡ネットワークとの間に結合されうる。

【0026】

[0038] 図1Cは、複数のワイヤレス無線技術を利用して複数の無線周波数（RF）帯域上で動作するように構成されるワイヤレスデバイス102を示す。ワイヤレスデバイス102は、複数の他のワイヤレスデバイスを有する通信システムにおいて動作しうる。ワイヤレス通信システムは、音声、データ、等、様々なタイプの通信コンテンツを提供するために広く展開されている。ワイヤレスデバイス102は、基地局またはワイヤレス通信デバイスでありうる。

【0027】

[0039] 基地局は、1つ以上のワイヤレス通信デバイスと通信する局である。基地局は、アクセスポイント、プロードキャスト送信機、ノードB、発展型ノードB、等とも呼ばれ、それらの機能性のうちのいくつかまたはすべてを含みうる。「基地局」という用語が本明細書では使用されるだろう。各基地局は、特定の地理的エリアに対して通信カバレッジを提供する。基地局は、1つ以上のワイヤレス通信デバイスに対して通信カバレッジを提供しうる。「セル」という用語は、この用語が使用される文脈に依存して、基地局および/またはそのカバレッジエリアを指しうる。

【0028】

[0040] ワイヤレス通信デバイスは、端末、アクセス端末、ユーザ機器（UE）、加入者ユニット、局、等とも呼ばれ、それらの機能性のうちのいくつかまたはすべてを含みうる。ワイヤレス通信デバイスは、セルラ電話、携帯情報端末（PDA）、ワイヤレスデバイス、ワイヤレスモデム、ハンドヘルドデバイス、ラップトップコンピュータ、等でありうる。

【0029】

[0041] ワイヤレス通信デバイスは、あらゆる所との瞬間に、ダウンリンクおよび/またはアップリンク上で、0個、1個、または複数の基地局と通信しうる。ダウンリンク（すなわち、順方向リンク）は、基地局からワイヤレス通信デバイスへの通信リンクを指し、アップリンク（すなわち、逆方向リンク）は、ワイヤレス通信デバイスから基地局への通信リンクを指す。

【0030】

10

20

30

40

50

[0042] ワイヤレスシステム（例えば、多元接続システム）における通信は、ワイヤレスリンクを通じた送信を通して達成されうる。そのような通信リンクは、单一入力单一出力（SISO）、多入力单一出力（MISO）、または多入力多出力（MIMO）システムを介して確立されうる。MIMOシステムは、データ送信のために複数（N_T個）の送信アンテナと、複数（N_R個）の受信アンテナとをそれぞれ備えた送信機および受信機を含む。SISOおよびMISOシステムは、MIMOシステムの特定の例証である。MIMOシステムは、複数の送信アンテナおよび受信アンテナによって作成される追加の次元が利用されると、向上した性能（例えば、より高いスループット、より優れた容量、またはより高い信頼性）を提供することができる。

【0031】

10

[0043] ワイヤレス通信システムは、MIMOを利用しうる。MIMOシステムは、時間分割複信（TDD）および周波数分割複信（FDD）システムの両方をサポートしうる。TDDシステムにおいて、アップリンクおよびダウンリンク信号は、同一の周波数スペクトルを共有する。アップリンクおよびダウンリンクが時間多重化される（すなわち、アップリンクおよびダウンリンク信号が、異なる時間に送られる／受信される）ため、同一の周波数帯域の共有が可能である。FDDシステムにおいて、アップリンクおよびダウンリンク信号は、同時に送られ、ゆえに、それらは、異なる周波数帯域を占有する。

【0032】

[0044] ワイヤレス通信システムは、利用可能なシステムリソース（例えば、帯域幅および送信電力）を共有することによって複数のワイヤレス通信デバイスとの通信をサポートすることができる多元接続システムでありうる。このような多元接続システムの例には、符号分割多元接続（CDMA）システム、広帯域符号分割多元接続（W-CDMA）システム、時分割多元接続（TDMA）システム、周波数分割多元接続（FDMA）システム、直交周波数分割多元接続（OFDMA）システム、单一キャリア周波数分割多元接続（SC-FDMA）システム、第3世代パートナーシッププロジェクト（3GPP）ロングタームエボリューション（LTE）システム、および空間分割多元接続（SDMA）システムが含まれる。

20

【0033】

[0045] 「ネットワーク」および「システム」という用語は、交換して使用されることが多い。CDMAネットワークは、UTRA（Universal Terrestrial Radio Access）、cdma2000、等の無線技術を実現しうる。UTRAは、W-CDMAおよび低チップレート（LCR）を含み、cdma2000は、IS-2000、IS-95、およびIS-856規格をカバーする。TDMAネットワークは、GSM（登録商標）のような無線技術を実現しうる。OFDMAネットワークは、次世代型UTRA（E-UTRA）、IEEE 802.11、IEEE 802.16、IEEE 802.20、フラッシュOFDM（登録商標）、等の無線技術を実現しうる。UTRA、E-UTRA、およびGSMは、UMTSの一部である。ロングタームエボリューション（LTE）は、E-UTRAを使用するUMTSのリリースである。UTAR、E-UTRA、GSM、UMTS、およびロングタームエボリューション（LTE）は、「第3世代パートナーシッププロジェクト（3GPP）」という名称の団体からの文書で説明されている。cdma2000は、「第3世代パートナーシッププロジェクト2（3GPP2）」という名称の団体からの文書で説明されている。明瞭さのために、本技法の特定の態様は、ロングタームエボリューション（LTE）に関して以下で説明され、LTE用語が以下の記述の大部分で使用されうる。

30

【0034】

40

[0046] ワイヤレスデバイス102は、複数の無線周波数（RF）帯域（マルチバンドと呼ばれる）上で動作することができる。ワイヤレスデバイス102はまた、上述されたもののような複数の無線技術（マルチモードと呼ばれる）を利用することができる。典型的に、マルチバンドおよびマルチモード両方であるワイヤレスデバイス102は、無線周波数（RF）帯域ごとに、そして時には無線技術ごとに、離散デュプレクサ、電力増幅器

50

(P A)、および専用低雑音増幅器 (L N A) 入力を含みうる。

【0035】

[0047] 単一のワイヤレスデバイス 102 によって使用される無線周波数 (R F) 帯域の数および無線技術の数が増加すると、ワイヤレスデバイス 102 のサイズ、コスト、および複雑性もまた増加する。1つ以上のデュプレクサは、プリント基板 (P C B) エリアのかなりの部分を占有しうる。デュプレクサ 106 の代替的な実現は、周波数選択性というよりはむしろ、ハイブリッド変圧器 110 の電気バランスに基づきうる。ハイブリッド変圧器 110 の電気バランスに基づきデュプレクサ 106 を使用することは、デュプレクサ 106 が、非常に高いQエレメントおよび高価な技術を要求する周波数選択性に依存しないため、C M O Sへの統合により適している。

10

【0036】

[0048] 統合デュプレクサ 106 は、周波数選択を用いて分離を提供する従来のデュプレクサとは対照的に、電気バランスを用いた広帯域分離を提供しうる。示されるワイヤレスデバイス 102 の一部分は、R F フロントエンドとも呼ばれうる。R F フロントエンドは、R F 信号を送信および受信する任意のデバイス内で使用されうる。周波数帯域の重複していない部分を通じて送信および受信することで、2つの信号は、互いに干渉することなく、全二重通信が達成されうる。例えば、インバウンド信号およびアウトバウンド信号の両方が、同時にデュプレクサ 106 を通過し、共通の信号経路を通じてアンテナ 104 に同時に渡されうる。

20

【0037】

[0049] 送信ポートを受信ポートから分離するためにハイブリッド変圧器 110 の電気バランスを使用することは、図 2 に関連して、下でさらに詳しく論述される。電力増幅器 (P A) 112 によって提供される強いアウトバウンド信号の電力は、統合デュプレクサ 106 によって分けられうる。電力の第1の部分は、アンテナ 104 に向けられ、電力の第2の部分は、平衡ネットワーク (すなわち、平衡インピーダンス 108) に向けられ、ここで、それは、熱として消散する。理想的に、平衡ネットワークは、電力の第1の部分および電力の第2の部分がほぼ等しくなる (すなわち、各々が、強いアウトバウンド信号の電力のうち半分を受信する) よう、アンテナ 104 のものとほぼ等しいインピーダンスを提供するように構成される。次に、統合デュプレクサ 106 は、低雑音増幅器 (L N A) 114 の入力を、強いアウトバウンド信号から効率的に分離しうる。

30

【0038】

[0050] 一構成において、統合デュプレクサ 106 は、R F フロントエンドにおいて示されたコンポーネントのうちのいくつかまたはすべて (または、示されたコンポーネントの一部) と同一の集積回路上で統合されうる。電気バランスを通して達成されるこの分離は、アンテナインピーダンスと平衡インピーダンスとの間の整合の強い関数である。整合条件下で、送信電力の半分は、平衡インピーダンス 108 で無駄に消費される。このように、統合デュプレクサは、基本的な 3 d B の T × 挿入損から損害を被りうる。R × の理想的な挿入損は、3 d B である。送信経路の挿入損は、ハイブリッド変圧器における一次コイルの巻き数と二次コイルの巻き数との比をスキューブすることにより、受信経路の挿入損とのトレードオフでありうる。

40

【0039】

[0051] 統合デュプレクサ 106 は、電気バランスを使用する (ゆえに、周波数から独立している) ため、単一の分離モジュールが、いくつかの周波数帯域にわたって全二重通信を要求するマルチバンドアプリケーションで使用されうる。換言すると、統合デュプレクサ 106 は、異なる周波数帯域にわたって動作する複数の異なるアプリケーションに分離を提供するために使用されうる。

【0040】

[0052] ワイヤレスデバイス 102 に上に統合されているデュプレクサ 106 内のハイブリッド変圧器 110 を使用することにより、ワイヤレスデバイス 102 は、単一の統合デュプレクサ 106 のみを用いてマルチバンドおよびマルチモードで動作することができ

50

る。このように、デュプレクサ内のハイブリッド変圧器の使用は、ワイヤレスデバイス102のサイズ、コスト、およびプリント基板（PCB）ルーティング複雑性を低減しうる（複数の電力増幅器（PA）112および低雑音増幅器（LNA）114が必要とされないため）。

【0041】

[0053] デュプレクサ106は、ハイブリッド変圧器110を含みうる。ハイブリッド変圧器110は、コイルを利用して送信ポートと受信ポートを分離する変圧器である。ハイブリッド変圧器110を含むデュプレクサ106は、送信信号116および受信信号118を分離するために使用されうる。ハイブリッド変圧器110の望ましい属性は、TxとRxの分離（Tx-to-Rx isolation）、低いTx挿入損、低いRx挿入損、および、Rx入力におけるTx共通モード除去（Tx common-mode rejection）を含む。デュプレクサ106で使用される典型的なハイブリッド変圧器110は、3つのコイルを要求しうる。しかしながら、デュプレクサ106で使用するための、提案されるハイブリッド変圧器110は、2つのコイルしか使用しない。より少ないコイルを使用することに加え、ハイブリッド変圧器110の使用は、デュプレクサ106が、マルチバンド通信およびマルチモード通信の両方に対して動作することを可能にする。ハイブリッド変圧器110は、2つのコイルを用いて、出力（すなわち、送信信号116）から入力（すなわち、受信信号118）を分離しうる。デュプレクサ106はまた、平衡インピーダンス108を含みうる。平衡インピーダンス108は、差動同調可能インピーダンスでありうる。

【0042】

[0054] デュプレクサ106は、ワイヤレスデバイス102上のアンテナ104に結合されうる。デュプレクサ106は、電力増幅器（PA）112からの送信信号116をアンテナ104に転送し、同時に、アンテナ104からの受信信号118を低雑音増幅器（LNA）114に転送しうる。電力増幅器（PA）112は、送信（Tx）チェーン120の一部でありうる。低雑音増幅器（LNA）114は、受信（Rx）チェーン122の一部でありうる。

【0043】

[0055] 一構成において、低雑音増幅器（LNA）114は、シングルエンドでありうる。この構成において、低雑音増幅器（LNA）114の入力ポートは、ハイブリッド変圧器110の二次コイルに結合されうる。別の構成において、低雑音増幅器（LNA）114は、差動入力ポートを有する差動低雑音増幅器（LNA）114でありうる。差動入力は、ハイブリッド変圧器110の三次コイルに、または、ハイブリッド変圧器110の一次コイルに結合されうる。差動低雑音増幅器（LNA）114の使用は、図8および図9に関して、さらに詳しく下で論述される。

【0044】

[0056] 図2は、ハイブリッド変圧器210を含むデュプレクサ206を示す回路図である。図2のデュプレクサ206は、図1のデュプレクサ106の一構成でありうる。デュプレクサ206は、同時に送信および受信することができるアンテナ204に結合されうる。デュプレクサ206は、ハイブリッド変圧器210を形成する一次コイル224aおよび二次コイル224bを含みうる。一次コイル224a対二次コイル224bの巻きの比は、N₁ : N₂でありうる。

【0045】

[0057] デュプレクサ206は、ワイヤレスデバイス102からの送信信号216を受信する電力増幅器（PA）212を含みうる。一次コイル224aは、電力増幅器（PA）の出力212と、アンテナ204との間に結合されうる。二次コイル224bは、接地と、低雑音増幅器（LNA）214の入力との間に結合されうる。一構成において、低雑音増幅器（LNA）214は、シングルエンド低雑音増幅器（LNA）入力ポートを有しうる。低雑音増幅器（LNA）214は、受信信号218をワイヤレスデバイス102に出力しうる。平衡インピーダンスZ_{BAL}208は、電力増幅器（PA）212の出力と、低雑音増幅器（LNA）214の入力との間に結合されうる。平衡インピーダンスZ_B

10

20

30

40

50

Z_{BAL} 208 は、直列構成 / 並列構成で接続された、いくつかのエレメントのネットワークのような、差動同調可能インピーダンスでありうる。一構成において、平衡インピーダンス Z_{BAL} 208 は、アンテナインピーダンス同調回路を用いて、以下の式(1)を満たすように同調されうる。

【数1】

$$Z_{BAL} = \left(\frac{N_2}{N_1} \right) \cdot Z_{ANT} \quad \text{式(1)}$$

10

【0046】

[0058] 式(1)において、 Z_{ANT} は、アンテナ 204 のインピーダンスを表す。式(1)が満たされた場合、送信信号 216 は、受信信号ポート(すなわち、低雑音増幅器(LNA) 214 の入力)で抑制される。したがって、送信中、デュプレクサ 206 の平衡インピーダンス Z_{BAL} 208 は、式(1)を満たすように同調させうる。受信ポートでの最大受信電力転送もまた、式(1)が満たされた場合に発生しうる。送信中のデュプレクサ 206 の動作は、図4および図5に関して、さらに詳しく下で論述される。受信中のデュプレクサ 206 の動作は、図6および図7に関して、さらに詳しく下で論述される。
20

【0047】

[0059] 図3は、單一チャネルを通じた双方向通信のための方法300のフロー図である。方法300は、ワイヤレスデバイス102によって実行されうる。ワイヤレスデバイス102は、ハイブリッド変圧器110を用いて実現されるデュプレクサ106を含みうる。ワイヤレスデバイス102は、アンテナ104を用いて受信信号118を受信しうる302。ワイヤレスデバイス102は、ハイブリッド変圧器110を介して受信信号118を低雑音増幅器(LNA)114に提供しうる304。ワイヤレスデバイス102はまた、電力増幅器(PA)212からの送信信号116を受信しうる306。ワイヤレスデバイス102は、ハイブリッド変圧器110を介して送信信号116をアンテナ104に提供しうる308。
30

【0048】

[0060] 図4は、送信中の、ハイブリッド変圧器410を有するデュプレクサ406の理論的展望を示す回路図である。図4のデュプレクサ406は、図1のデュプレクサ106の一構成でありうる。図4は、送信信号116が受信ポートでどのように抑制されるかを示す。デュプレクサ406は、一次コイル424aおよび二次コイル424bを有するハイブリッド変圧器410を含みうる。一次コイル424a対二次コイル424bの巻きの比は、 $N_1 : N_2$ でありうる。送信中、電力増幅器(PA)112は、互いに結合されたテブナン等価電圧ソース $V_{TX} 428$ およびインピーダンス $Z_{TX} 430$ と見なされうる。電圧ソース $V_{TX} 428$ は、接地に結合され、インピーダンス $Z_{TX} 430$ は、ハイブリッド変圧器410の一次コイル424aと平衡インピーダンス $Z_{BAL} 408$ の両方に結合されうる。
40

【0049】

[0061] 送信中、アンテナ104は、一次コイル424aと接地との間に結合されたインピーダンス $Z_{ANT} 426$ と見なされうる。同様に、送信中、低雑音増幅器(LNA)114は、接地と、平衡インピーダンス $Z_{BAL} 408$ および二次コイル424bの両方との間に結合されたインピーダンス $Z_{RX} 432$ と見なされうる。インピーダンス $Z_{ANT} 426$ を通した電圧は、 $V_1 434$ でありうる。インピーダンス $Z_{TX} 430$ と、一次コイル424aとの間の電圧は、 $V_2 436$ でありうる。インピーダンス $Z_{RX} 432$ を通した電圧は、 $V_{RX} 438$ でありうる。
50

【0050】

[0062] 図5は、送信中のデュプレクサ506内の平衡インピーダンス $Z_{BAL} 508$ の適切な同調の効果を示す回路図である。図5のデュプレクサ506は、図4のデュプレクサ406の一構成でありうる。デュプレクサ506は、一次コイル524aおよび二次コイル524bを有するハイブリッド変圧器510を含みうる。一次コイル524a対二次コイル524bの巻きの比は、 $N_1 : N_2$ でありうる。図4にあるように、電力増幅器(PA)112は、互いに結合された電圧ソース $V_{TX} 528$ およびインピーダンス $Z_{TX} 530$ を含むテブナン等価回路と見なされる。電圧ソース $V_{TX} 528$ は、接地に結合され、インピーダンス $Z_{TX} 530$ は、ハイブリッド変圧器510の一次コイル524aと平衡インピーダンス $Z_{BAL} 508$ の両方に結合されうる。

10

【0051】

[0063] 受信ポートでの送信信号抑制について、送信中の電圧 $V_{RX} 538$ は、0であるべきである。上述されたように、低雑音増幅器(LNA)114入力ポート(すなわち、受信ポート)での送信信号抑制は、式(1)が満たされた場合に発生する。式(1)が満たされる送信周波数で、一次コイル524aおよび二次コイル524bの両方は、短絡する(すなわち、第1の短絡539aおよび第2の短絡539b)。したがって、インピーダンス $Z_{RX} 432$ は、両側の接地に結合され、デュプレクサ506から効率的に取り除かれうる。また、電圧 $V_1 534$ は、電圧 $V_2 536$ に等しい。電圧 $V_2 536$ は、式(2)を用いて見つけられうる：

【数2】

20

$$V_2 = V_1 - \left(\frac{N_1}{N_2} \right) \cdot V_{RX} \quad \text{式 (2)}$$

【0052】

[0064] $V_{RX} = 0$ の場合、 $V_2 = V_1$ であり(すなわち、一次コイル524aが短絡し)、式(1)が満たされる。アンテナ104に送信される電力は、デュプレクサ560インピーダンスの損失により、低減されうる。最適な送信電力転送は、インピーダンス $Z_{TX} 530$ が、平衡インピーダンス $Z_{BAL} 508$ とインピーダンス $Z_{ANT} 526$ との並列接続(parallel combination)に等しい場合(すなわち、 $Z_{TX} = Z_{BAL} || Z_{ANT}$ である場合)に、発生しうる。

30

【数3】

$$\left(\frac{N_2}{N_1} \right) = n$$

40

【0053】

である場合、最適な送信電力転送は、式(3)が満たされた場合に発生しうる：

【数4】

$$Z_{TX} = \left(\frac{n}{n+1} \right) \cdot Z_{ANT} \quad \text{式 (3)}$$

50

【0054】

[0065] 図6は、受信中の、ハイブリッド変圧器610を有するデュプレクサ606の理論的展望を示す回路図である。図6のデュプレクサ606は、図1のデュプレクサ106の一構成でありうる。受信中、アンテナ104は、インピーダンス $Z_{A_N T}$ 626に結合された電圧ソース $V_{A_N T}$ 640と見なされうる。電圧ソース $V_{A_N T}$ 640は、接地に結合されうる。インピーダンス $Z_{A_N T}$ 626は、ハイブリッド変圧器610内の一次コイル624aに結合されうる。受信中、電力増幅器(PA)112は、接地と、一次コイル624aおよび平衡インピーダンス $Z_{B_A L}$ 608の両方との間に結合された、インピーダンス Z_{T_X} 630と見なされうる。また、受信中、低雑音増幅器(LNA)114は、接地と、平衡インピーダンス $Z_{B_A L}$ 608およびハイブリッド変圧器610の二次コイル624bの両方との間に結合されたインピーダンス Z_{R_X} 632と見なされうる。一次コイル624a対二次コイル624bの巻きの比は、 $N_1 : N_2$ でありうる。

【0055】

[0066] デュプレクサ606は、インピーダンス $Z_{A_N T}$ 626と一次コイル624aとの間のノードで電圧 V_1 634を有しうる。デュプレクサ606は、一次コイル624aとインピーダンス Z_{T_X} 630との間のノードで電圧 V_2 636を有しうる。デュプレクサ606はまた、インピーダンス Z_{R_X} 632と二次コイル624bとの間のノードで電圧 V_{R_X} 638を有しうる。

【0056】

[0067] 図7は、受信中のデュプレクサ706における平衡インピーダンス $Z_{B_A L}$ 708の適切な同調の効果を示す回路図である。図7のデュプレクサ706は、図6のデュプレクサ606の一構成でありうる。図6にあるように、電力増幅器(PA)112は、受信中に、接地と、平衡インピーダンス $Z_{B_A L}$ 708およびハイブリッド変圧器710の一次コイル724aの両方との間に結合されたインピーダンス Z_{T_X} 730と見なされうる。アンテナ104は、インピーダンス $Z_{A_N T}$ 728に結合された電圧ソース $V_{A_N T}$ 740と見なされうる。電圧ソース $V_{A_N T}$ 740はまた、接地に結合されうる。インピーダンス $Z_{A_N T}$ 728は、一次コイル724aに結合されうる。低雑音増幅器(LNA)114は、接地と、ハイブリッド変圧器710の二次コイル724bおよび平衡インピーダンス $Z_{B_A L}$ 708の両方との間に結合されたインピーダンス Z_{R_X} 732と見なされうる。

【0057】

[0068] インピーダンス $Z_{A_N T}$ 728と、一次コイル724aとの間の電圧は、 V_1 734と呼ばれうる。インピーダンス Z_{T_X} 730と、一次コイル724aとの間の電圧は、 V_2 736と呼ばれうる。インピーダンス Z_{R_X} 732と、二次コイル724bとの間の電圧は、 V_{R_X} 738と呼ばれうる。上述されたように、最大受信電力転送は、 $V_2 = V_{R_X}$ である場合に発生する。これは、平衡インピーダンス $Z_{B_A L}$ 708が短絡742した場合に、アンテナ104から受信ポート(すなわち、低雑音増幅器(LNA)114の出力)への最適な電力転送が発生しうることを意味する。したがって、アンテナ104から R_X ポートへの最大電力転送に必要とされる最適な R_X インピーダンスは、式(4)として導出されうる：

【数5】

$$Z_{RX} = \frac{\left(\frac{N_2}{N_1}\right) \cdot Z_{ANT}}{\left(1 + \frac{N_1}{N_2}\right)} \quad \text{式 (4)}$$

10

【0058】

[0069]

【数6】

$$\frac{N_2}{N_1} = n$$

【0059】

である場合、式(4)は、式(5)と書き換えられうる：

20

【数7】

$$Z_{RX} = \frac{n^2}{n+1} \cdot Z_{ANT} \quad \text{式 (5)}$$

【0060】

[0070] したがって、式(5)が満たされる場合、アンテナ104から受信ポートへの最適な電力転送が発生する。インピーダンス Z_{RX} 732が最適である場合、平衡インピーダンス Z_{BAL} 708は、受信周波数で短絡する742。

30

【数8】

$$\frac{N_2}{N_1} = n$$

【0061】

を増加させることによって、送信経路挿入損は、いくらか高めの受信経路挿入損を犠牲にして、低減されることができる。

40

【0062】

[0071] 図8は、ハイブリッド変圧器810および差動低雑音増幅器(LNA)814を有するデュプレクサ806を示す回路図である。図8のデュプレクサ806は、図1のデュプレクサ106の一構成であります。ハイブリッド変圧器810は、一次コイル824a、二次コイル824b、および三次コイル824cを含みうる。

【0063】

[0072] デュプレクサ806は、アンテナ804に結合されうる。アンテナ804は、送信および受信の両方に対して使用されうる。アンテナ804は、一次コイル824aに結合されうる。一次コイル824aはまた、電力増幅器(PA)812の出力に結合され

50

うる。電力増幅器(P A) 8 1 2 は、送信信号 8 1 6 を受信しうる。電力増幅器(P A) 8 1 2 の出力はまた、平衡インピーダンス $Z_{B A L}$ 8 0 8 に結合されうる。上述されたように、平衡インピーダンス $Z_{B A L}$ 8 0 8 は、差動同調可能インピーダンスでありうる。二次コイル 8 2 4 b は、平衡インピーダンス $Z_{B A L}$ 8 0 8 と接地との間に結合されうる。第 1 の結合 8 4 4 a は、一次コイル 8 2 4 a と二次コイル 8 2 4 b との間で発生しうる。

【 0 0 6 4 】

[0074] 三次コイル 8 2 4 c は、差動低雑音増幅器(L N A) 8 1 4 の第 1 の差動入力と、差動低雑音増幅器(L N A) 8 1 4 の第 2 の差動入力との間で結合されうる。第 2 の結合 8 4 4 b は、二次コイル 8 2 4 b と三次コイル 8 2 4 c との間で発生しうる。差動低雑音増幅器(L N A) 8 1 4 は、差動受信信号 8 1 8 を出力しうる。三次コイル 8 2 4 c は、送信共通モード信号を除去する間、純な差動受信信号を生成するために使用されうる。上の図 4 - 7 で使用されたものと類似した分析が、図 9 のデュプレクサ 8 0 6 に適用されうる。

【 0 0 6 5 】

[0074] 図 9 は、ハイブリッド変圧器 9 1 0 および差動低雑音増幅器(L N A) 9 1 4 を有する別のデュプレクサ 9 0 6 を示す回路図である。図 9 のデュプレクサ 9 0 6 は、図 1 のデュプレクサ 1 0 6 の一構成でありうる。図 9 のトポロジは、+ / - 低雑音増幅器(L N A) 9 1 4 入力で送信共通モード信号を除去しない可能性がある(共通モード信号は、低雑音増幅器(L N A) 8 1 4 の差動性質により、依然として低雑音増幅器(L N A) 8 1 4 出力で除去されるだろう)。デュプレクサ 9 0 6 は、一次コイル 9 2 4 a および二次コイル 9 2 4 b を含むハイブリッド変圧器 9 1 0 を含みうる。一次コイル 9 2 4 a 対二次コイル 9 2 4 b の巻きの比は、 $N_1 : N_2$ でありうる。

【 0 0 6 6 】

[0075] デュプレクサ 9 0 6 は、アンテナ 9 0 4 に結合されうる。アンテナ 9 0 4 は、送信および受信の両方に対して使用されうる。アンテナ 9 0 4 は、一次コイル 9 2 4 a と第 1 のキャパシタ 9 4 6 a の両方に結合されうる。第 1 のキャパシタ 9 4 6 a はまた、差動低雑音増幅器(L N A) 9 1 4 の第 1 の差動入力に結合されうる。一次コイル 9 2 4 a はまた、電力増幅器(P A) 9 1 2 の出力、第 2 のキャパシタ 9 4 6 b 、および平衡インピーダンス $Z_{B A L}$ 9 0 8 に結合されうる。電力増幅器(P A) 9 1 2 は、送信信号 9 1 6 を受信しうる。第 2 のキャパシタ 9 4 6 b はまた、差動低雑音増幅器(L N A) 9 1 4 の第 2 の差動入力に結合されうる。差動低雑音増幅器(L N A) 9 1 4 は、差動受信信号 9 1 8 を出力しうる。二次コイル 9 2 4 b は、平衡インピーダンス $Z_{B A L}$ 9 0 8 と接地との間に結合されうる。平衡インピーダンス $Z_{B A L}$ 9 0 8 は、差動同調可能インピーダンスでありうる。上の図 4 - 7 で使用されたものと類似した分析が、図 9 のデュプレクサ 9 0 6 に適用されうる。

【 0 0 6 7 】

[0076] 図 1 0 は、ワイヤレス通信デバイス 1 0 0 2 内に含まれうる特定のコンポーネントを示す。図 1 0 のワイヤレス通信デバイス 1 0 0 2 は、図 1 のワイヤレスデバイス 1 0 2 の一構成でありうる。ワイヤレス通信デバイス 1 0 0 2 は、アクセス端末、モバイル局、ユーザ機器(U E)、等でありうる。ワイヤレス通信デバイス 1 0 0 2 は、プロセッサ 1 0 0 3 を含む。プロセッサ 1 0 0 3 は、汎用のシングルチップまたはマルチチップマイクロプロセッサ(例えは、A R M)、専用マイクロプロセッサ(例えは、デジタルシグナルプロセッサ(D S P))、マイクロコントローラ、プログラマブルゲートアレイ、等でありうる。プロセッサ 1 0 0 3 は、中央処理ユニット(C P U)と呼ばれうる。図 1 0 のワイヤレス通信デバイス 1 0 0 2 には単一のプロセッサ 1 0 0 3 だけが示されているが、代替的な構成では、プロセッサの組み合わせ(例えは、A R M と D S P)が使用されうる。

【 0 0 6 8 】

[0077] ワイヤレス通信デバイス 1 0 0 2 はまた、メモリ 1 0 0 5 を含む。メモリ 1 0

10

20

30

40

50

05は、電子情報を記憶することができる任意の電子コンポーネントでありうる。メモリ1005は、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読み専用メモリ(ROM)、磁気ディスク記憶媒体、光学記憶媒体、RAM内のフラッシュメモリデバイス、プロセッサと共に含まれるオンボードメモリ、EEPROMメモリ、EEPROMメモリ、レジスタ、等、なお、それらの組み合わせも含む、として具現化されうる。

【0069】

[0078] データ1009aおよび命令1007aは、メモリ1005に記憶されうる。命令1007aは、本明細書で開示された方法を実現するようにプロセッサ1003によって実行可能でありうる。命令1007aを実行することは、メモリ1005に記憶されたデータ1009aを使用することを含みうる。プロセッサ1003が命令1107を実行すると、命令1107bの様々な部分がプロセッサ1003にロードされ、データ1109bの様々な部分がプロセッサ1003にロードされうる。

【0070】

[0079] ワイヤレス通信デバイス1002はまた、アンテナ1017を介した、ワイヤレス通信デバイス1002への信号の送信と、そこからの信号の受信を可能にするために、送信機1011および受信機1013を含みうる。送信機1011および受信機1013は、総称して、トランシーバ1015と呼ばれうる。ワイヤレス通信デバイス1002はまた、複数の送信機、複数のアンテナ、複数の受信機、および/または複数のトランシーバを含みうる(示されない)。

【0071】

[0080] ワイヤレス通信デバイス1002は、デジタルシグナルプロセッサ(DSP)1021を含みうる。ワイヤレス通信デバイス1002はまた、通信インターフェース1023を含みうる。通信インターフェース1023は、ユーザが、ワイヤレス通信デバイス1002と対話することを可能にしうる。

【0072】

[0081] ワイヤレス通信デバイス1002の様々なコンポーネントは、電力バス、制御信号バス、ステータス信号バス、データバス、等を含みうる1つ以上のバスによって互いに結合されうる。明瞭さのために、図10では様々なバスがバスシステム1019として示されている。

【0073】

[0082] 図11は、基地局1102内に含まれうる特定のコンポーネントを示す。図11の基地局1102は、図1のワイヤレスデバイス102の一構成でありうる。基地局はまた、アクセスポイント、ブロードキャスト送信機、ノードB、発展型ノードB、等とも呼ばれ、それらの機能性のうちのいくつかまたはすべてを含みうる。基地局1102は、プロセッサ1103を含む。プロセッサ1103は、汎用のシングルチップまたはマルチチップマイクロプロセッサ(例えば、ARM)、専用マイクロプロセッサ(例えば、デジタルシグナルプロセッサ(DSP))、マイクロコントローラ、プログラマブルゲートアレイ、等でありうる。プロセッサ1103は、中央処理ユニット(CPU)と呼ばれうる。図11の基地局1102には単一のプロセッサ1103だけが示されているが、代替的な構成では、プロセッサの組み合わせ(例えば、ARMとDSP)が使用されうる。

【0074】

[0083] 基地局1102はまた、メモリ1105を含む。メモリ1105は、電子情報を記憶することができる任意の電子コンポーネントでありうる。メモリ1105は、ランダムアクセスメモリ(RAM)、読み専用メモリ(ROM)、磁気ディスク記憶媒体、光学記憶媒体、RAM内のフラッシュメモリデバイス、プロセッサと共に含まれるオンボードメモリ、EEPROMメモリ、EEPROMメモリ、レジスタ、等、なお、それらの組み合わせを含む、として具現化されうる。

【0075】

[0084] データ1109aおよび命令1107aは、メモリ1105に記憶されうる。命令1107aは、本明細書で開示された方法を実現するためにプロセッサ1103によ

10

20

30

40

50

つて実行可能でありうる。命令 1107a を実行することは、メモリ 1105 に記憶されたデータ 1109a を使用することを含みうる。プロセッサ 1103 が命令 1107a を実行すると、命令 1107b の様々な部分がプロセッサ 1103 にロードされ、データ 1109b の様々な部分がプロセッサ 1103 にロードされうる。

【0076】

[0085] 基地局 1102 はまた、基地局 1102 への信号の送信と、そこからの信号の受信を可能にする送信機 1111 および受信機 1113 を含みうる。送信機 1111 および受信機 1113 は、総称して、トランシーバ 1115 と呼ばれうる。アンテナ 1117 は、電気的にトランシーバ 1115 に結合されうる。基地局 1102 はまた、複数の送信機、複数の受信機、複数のトランシーバ、および / または複数のアンテナを含みうる (示されない)。 10

【0077】

[0086] 基地局 1102 は、デジタルシグナルプロセッサ (DSP) 1121 を含みうる。基地局 1102 はまた、通信インターフェース 1123 を含みうる。通信インターフェース 1123 は、ユーザが、基地局 1102 と対話することを可能にしうる。

【0078】

[0087] 基地局 1102 の様々なコンポーネントは、電力バス、制御信号バス、ステータス信号バス、データバス、等を含みうる 1 つ以上のバスによって互いに結合されうる。明瞭さのために、図 11 では様々なバスがバスシステム 1119 として示されている。 20

【0079】

[0088] 本明細書で説明された技法は、直交多重化スキームに基づく通信システムを含む、様々な通信システムに使用されうる。このような通信システムの例には、直交周波数分割多元接続 (OFDMA) システム、單一キャリア周波数分割多元接続 (SC-FDMA) システム、等が含まれる。OFDMA システムは、システム帯域幅全体を複数の直交サブキャリアに分割する変調技法である、直交周波数分割多重化 (OFDM) を利用する。これらのサブキャリアは、トーン、ピン、等とも呼ばれうる。OFDM の場合、各サブキャリアは、データと独立して変調されうる。SC-FDMA システムは、インターリーブド F DMA (IFDMA) を利用して、システム帯域幅全体にわたって分散したサブキャリアで送信するか、ローカライズド F DMA (LFDMA) を利用して、隣接サブキャリアの 1 つのブロックで送信するか、エンハンスド F DMA (EFDMA) を利用して、隣接サブキャリアの複数のブロックで送信しうる。一般に、OFDM では周波数ドメインにおいて、SC-FDMA では時間ドメインにおいて、変調シンボルが送られる。 30

【0080】

[0089] 「決定すること」という用語は、多種多様な動作を包含し、したがって、「決定すること」とは、算出すること、計算すること、処理すること、導出すること、調査すること、ルックアップすること (例えば、表、データベース、または別のデータ構造をルックアップすること)、確認すること、等を含みうる。また、「決定すること」は、受信すること (例えば、情報を受信すること)、アクセスすること (例えば、メモリ内のデータにアクセスすること)、等を含みうる。また、「決定すること」は、解決すること、選択すること、選ぶこと、確立すること、等を含みうる。 40

【0081】

[0090] 「～に基づいて」という表現は、別途明記されていない限り、「～だけに基づいて」を意味しない。換言すると、「～に基づいて」という表現は、「～だけに基づいて」および「少なくとも～に基づいて」の両方を説明する。

【0082】

[0091] 「プロセッサ」という用語は、汎用プロセッサ、中央処理ユニット (CPU)、マイクロプロセッサ、デジタルシグナルプロセッサ (DSP)、コントローラ、マイクロコントローラ、ステートマシン、等を包含するように広く解釈されるべきである。いくつかの状況下で、「プロセッサ」は、特定用途向け集積回路 (ASIC)、プログラマブル論理デバイス (PLD)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、等を 50

指しうる。「プロセッサ」という用語は、処理デバイスの組み合わせ、例えば、D S Pと、1つのマイクロプロセッサ、複数のマイクロプロセッサ、D S Pコアと連結した1つ以上のマイクロプロセッサ、または、任意の他のこののような構成との組み合わせを指しうる。

【0083】

[0092] 「メモリ」という用語は、電子情報を記憶することができる任意の電子コンポーネントを包含するように広く解釈されるべきである。メモリという用語は、ランダムアクセスメモリ(R A M)、読み専用メモリ(R O M)、不揮発性ランダムアクセスメモリ(N V R A M)、プログラマブル読み専用メモリ(P R O M)、消去可能プログラマブル読み専用メモリ(E P R O M)、電気的消去可能P R O M(E E P R O M)、フラッシュメモリ、磁気的または光学的データ記憶装置、レジスタ、等、様々なタイプのプロセッサ読み可能な媒体を指しうる。メモリは、プロセッサがそのメモリから情報を読み取ることができる、および/または、それに情報を書き込むことができる場合、そのプロセッサと電子通信状態にあると考えられる。プロセッサに統合されているメモリは、そのプロセッサと電子通信状態にある。

【0084】

[0093] 「命令」および「コード」という用語は、任意のタイプのコンピュータ読み可能なステートメントを包含するように広く解釈されるべきである。例えば、「命令」および「コード」という用語は、1つ以上のプログラム、ルーチン、サブルーチン、関数、プロシージャ、等を指しうる。「命令」および「コード」は、単一のコンピュータ読み可能なステートメント、または多数のコンピュータ読み可能なステートメントを備えうる。

【0085】

[0094] 本明細書で説明された機能は、ハードウェアによって実行されているソフトウェアまたはファームウェアで実現されうる。これら機能は、1つ以上の命令として、コンピュータ読み可能な媒体に記憶されうる。「コンピュータ読み可能な媒体」または「コンピュータプログラム製品」という用語は、コンピュータまたはプロセッサによってアクセスができる任意の有形な記憶媒体を指す。限定ではなく例として、コンピュータ読み可能な媒体は、R A M、R O M、E E P R O M、C D - R O Mまたは他の光学ディスク記憶装置、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、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、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含みうる。ディスク(d i s k)とディスク(d i s c)は、本明細書で使用される場合、コンパクトディスク(C D)、レーザーディスク(登録商標)、光ディスク、デジタル多用途ディスク(D V D)、フロッピー(登録商標)ディスク、ブルーレイ(登録商標)ディスクを含み、ここで、ディスク(d i s k)は通常磁気作用によってデータを再生し、ディスク(d i s c)はレーザーで光学的にデータを再生する。コンピュータ読み可能な媒体が、有形かつ非一時的でありうることに注意されたい。「コンピュータプログラム製品」という用語は、コンピューティングデバイスまたはプロセッサによって実行、処理、または計算されうるコードまたは命令(例えば、「プログラム」)と組み合わせたコンピューティングデバイスまたはプロセッサを指す。本明細書で使用される場合、「コード(code)」という用語は、コンピューティングデバイスまたはプロセッサによって実行可能であるソフトウェア、命令、コードまたはデータを指しうる。

【0086】

[0095] 本明細書に開示された方法は、説明された方法を達成するための1つ以上のステップまたは動作を備える。方法のステップおよび/または動作は、本願の特許請求の範囲から逸脱することなく互いに置き換えられうる。換言すると、ステップまたは動作の特定の順序が、説明されている方法の適切な動作に必要とされない限り、特定のステップおよび/または動作の順序および/または使用は、特許請求の範囲から逸脱することなく変更されうる。

【0087】

10

20

30

40

50

[0096] さらに、図3によって示されたもののような、本明細書で説明された方法および技法を実行するためのモジュールおよび／または他の適切な手段が、デバイスによってダウンロードされうること、および／または、他の方法で取得されうることは認識されるべきである。例えば、デバイスは、本明細書で説明された方法を実行するための手段の転送を容易にするためにサーバに結合されうる。代替的に、本明細書で説明された様々な方法は、記憶手段（例えば、ランダムアクセスメモリ（RAM）、読み専用メモリ（ROM）、コンパクトディスク（CD）またはフロッピーディスクのような物理記憶媒体、等）を介して提供され、それによってデバイスは、この記憶手段をデバイスに結合または提供することで、様々な方法を取得しうる。

【0088】

10

[0097] 本願の特許請求の範囲が、上に示されたまさにその構成およびコンポーネントに限定されないことは理解されるべきである。特許請求の範囲から逸脱することなく、本明細書に説明されたシステム、方法、および装置の、配置、操作、および詳細に対して様々な変更、変化、および変形が行われうる。

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。

[C1]

デュプレクサであって、

ハイブリッド変圧器を備え、前記ハイブリッド変圧器は、

電力増幅器の出力とアンテナとの間に結合された一次コイルと、

低雑音増幅器の入力と、接地との間に結合された二次コイルと、

平衡インピーダンスと

を備え、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルと前記二次コイルとの間に結合される、デュプレクサ。

[C2]

結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間で発生する、C1に記載のデュプレクサ。

[C3]

送信信号は、前記電力増幅器に入力される、C1に記載のデュプレクサ。

[C4]

受信信号は、前記低雑音増幅器から出力される、C1に記載のデュプレクサ。

30

[C5]

前記アンテナは、同時に送信および受信することができる、C1に記載のデュプレクサ

。

[C6]

前記一次コイルの対前記二次コイルの巻きの比はN₁ : N₂で、前記平衡インピーダンスは、(N₂ / N₁)に前記アンテナのインピーダンスを乗じた同等のものに同調される、C1に記載のデュプレクサ。

[C7]

前記一次コイルは、2つの端子を備え、前記二次コイルは、2つの端子を備え、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルの前記2つの端子および前記二次コイルの前記2つの端子が、送信信号周波数で短絡するように、送信中に同調される、C1に記載のデュプレクサ。

40

[C8]

前記平衡インピーダンスは、前記平衡インピーダンスが受信信号周波数で短絡するよう、受信中に同調される、C1に記載のデュプレクサ。

[C9]

前記低雑音増幅器は、第1の差動入力および第2の差動入力を有する差動低雑音増幅器であり、前記二次コイルは、接地に結合され、前記デュプレクサは、前記第1の差動入力と前記第2の差動入力との間に結合された三次コイルをさらに備える、C1に記載のデュプレクサ。

50

[C 1 0]

第1の結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間で発生し、第2の結合は、前記一次コイルと前記三次コイルとの間で発生する、C 9に記載のデュプレクサ。

[C 1 1]

前記低雑音増幅器は、第1の差動入力と第2の差動入力を有する差動低雑音増幅器であり、前記デュプレクサは、

前記第1の差動入力とアンテナとの間に結合された第1のキャパシタと、

前記第2の差動入力と前記電力増幅器の前記出力との間に結合された第2のキャパシタと

をさらに備える、C 1に記載のデュプレクサ。

10

[C 1 2]

同時に送信および受信するための方法であって、

アンテナを用いて受信信号を受信することと、

ハイブリッド変圧器を備えるデュプレクサを介して前記受信信号を低雑音増幅器に提供することと、

電力増幅器から送信信号を受信することと、

前記デュプレクサを介して前記送信信号を前記アンテナに提供することと

を備える、方法。

[C 1 3]

前記デュプレクサは、

20

前記ハイブリッド変圧器を備え、前記ハイブリッド変圧器は、

電力増幅器の出力とアンテナとの間に結合された一次コイルと、

低雑音増幅器の入力と接地との間に結合された二次コイルと、

平衡インピーダンスと

を備え、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルと前記二次コイルとの間に結合される、C 1 2に記載の方法。

[C 1 4]

結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間で発生する、C 1 3に記載の方法。

[C 1 5]

送信信号は、前記電力増幅器に入力される、C 1 3に記載の方法。

30

[C 1 6]

受信信号は、前記低雑音増幅器から出力される、C 1 3に記載の方法。

[C 1 7]

前記アンテナは、同時に送信および受信することができる、C 1 3に記載の方法。

[C 1 8]

前記一次コイルの対前記二次コイルの巻きの比が、 $N_1 : N_2$ であり、前記平衡インピーダンスは、 (N_2 / N_1) に前記アンテナのインピーダンスを乗じた同等のものに同調される、C 1 3に記載の方法。

[C 1 9]

前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルおよび前記二次コイルが送信信号周波数で短絡するように、送信中に同調される、C 1 3に記載の方法。

40

[C 2 0]

前記平衡インピーダンスは、前記平衡インピーダンスが受信信号周波数で短絡するよう受信中に同調される、C 1 3に記載の方法。

[C 2 1]

前記低雑音増幅器は、第1の差動入力および第2の差動入力を有する差動低雑音増幅器であり、前記二次コイルは、接地に結合され、前記デュプレクサは、前記第1の差動入力と前記第2の差動入力との間に結合された三次コイルをさらに備える、C 1 3に記載の方法。

[C 2 2]

50

第1の結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間に発生し、第2の結合は、前記一次コイルと前記三次コイルとの間に発生する、C21に記載の方法。

[C 2 3]

前記低雑音増幅器は、第1の差動入力と第2の差動入力とを有する差動低雑音増幅器であり、前記デュプレクサは、

前記第1の差動入力とアンテナとの間に結合された第1のキャパシタと、

前記第2の差動入力と前記電力増幅器の前記出力との間に結合された第2のキャパシタと

をさらに備える、C13に記載の方法。

[C 2 4]

10

同時に送信および受信のために構成されたワイヤレスデバイスであって、

受信信号を受信するための手段と、

ハイブリッド変圧器を備えるデュプレクサを介して前記受信信号を低雑音増幅器に提供するための手段と、

電力増幅器からの送信信号を受信するための手段と、

前記デュプレクサを介して前記送信信号をアンテナに提供するための手段と

を備える、ワイヤレスデバイス。

[C 2 5]

20

前記デュプレクサは、

前記ハイブリッド変圧器を備え、前記ハイブリッド変圧器は、

電力増幅器の出力とアンテナとの間に結合された一次コイルと、

低雑音増幅器の入力と、接地との間に結合された二次コイルと、

平衡インピーダンスと

を備え、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルと前記二次コイルとの間に結合される、C24に記載のワイヤレスデバイス。

[C 2 6]

結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間に発生する、C25に記載のワイヤレスデバイス。

[C 2 7]

30

同時送信および受信のためのコンピュータプログラム製品であって、前記コンピュータプログラム製品は、命令を格納した非一時的なコンピュータ読み取可能な媒体を備え、前記命令は、

ワイヤレスデバイスに、アンテナを用いて受信信号を受信させるためのコードと、

前記ワイヤレスデバイスに、ハイブリッド変圧器を備えるデュプレクサを介して前記受信信号を低雑音増幅器に提供させるためのコードと、

前記ワイヤレスデバイスに、電力増幅器からの送信信号を受信させるためのコードと、

前記ワイヤレスデバイスに、前記デュプレクサを介して前記アンテナに前記送信信号を提供させるためのコードと

を備える、コンピュータプログラム製品。

[C 2 8]

40

前記デュプレクサが、

前記ハイブリッド変圧器を備え、前記ハイブリッド変圧器は、

電力増幅器の出力とアンテナとの間に結合された一次コイルと、

低雑音増幅器の入力と、接地との間に結合された二次コイルと、

平衡インピーダンスと

を備え、前記平衡インピーダンスは、前記一次コイルと前記二次コイルとの間に結合される、C27に記載のコンピュータプログラム製品。

[C 2 9]

結合は、前記一次コイルと前記二次コイルとの間に発生する、C28に記載のコンピュータプログラム製品。

50

【図 1 A】

図 1A

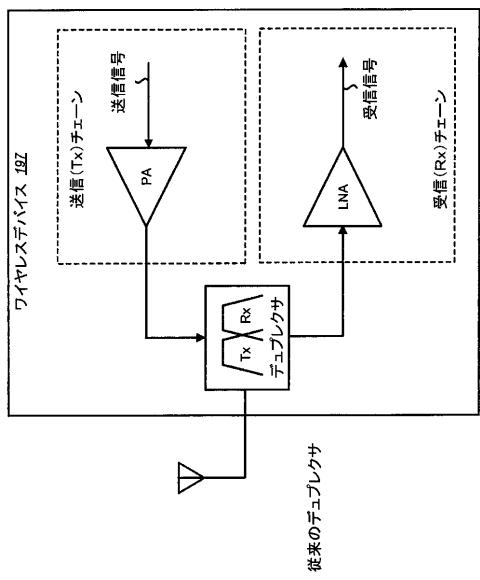


FIG. 1A

【図 1 B】

図 1B

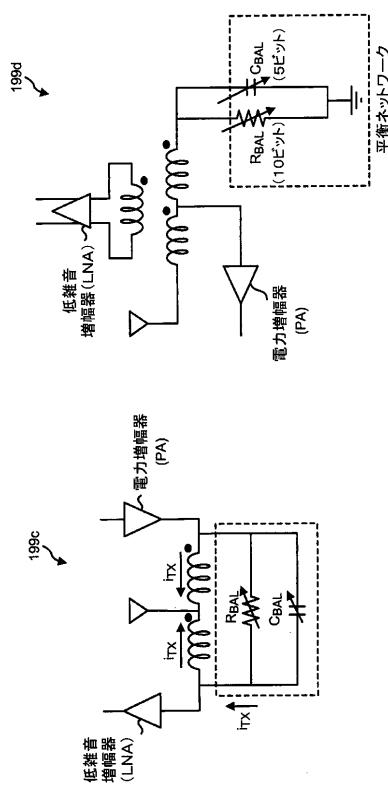


FIG. 1B

【図 1 C】

図 1C

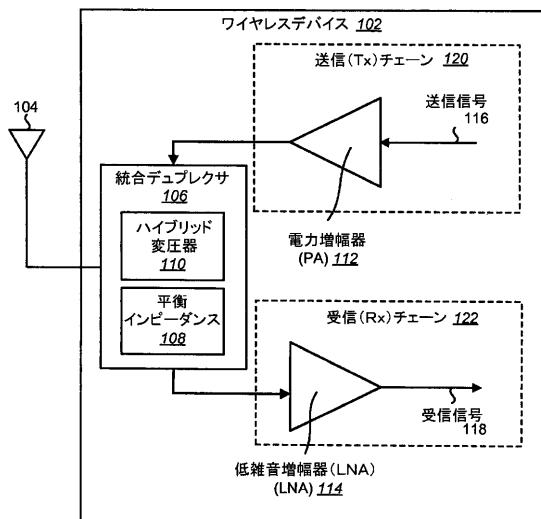


FIG. 1C

【図 2】

図 2

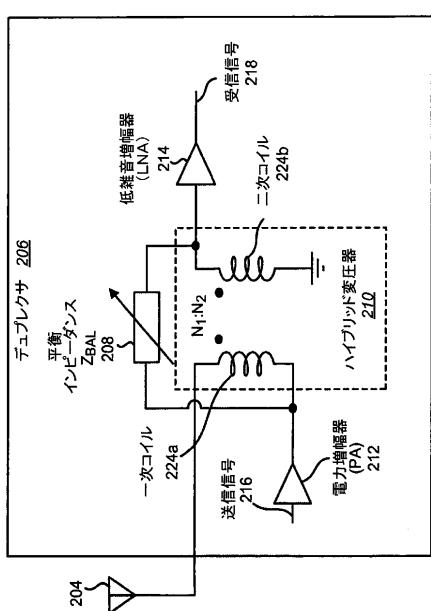


FIG. 2

【図3】

図3

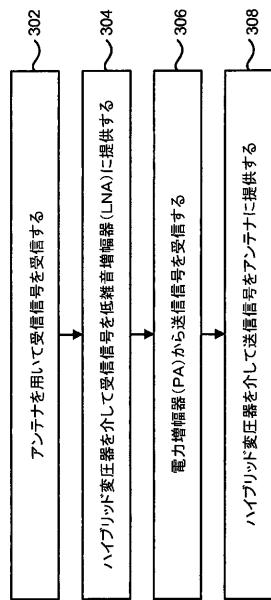


FIG. 3

【図4】

図4

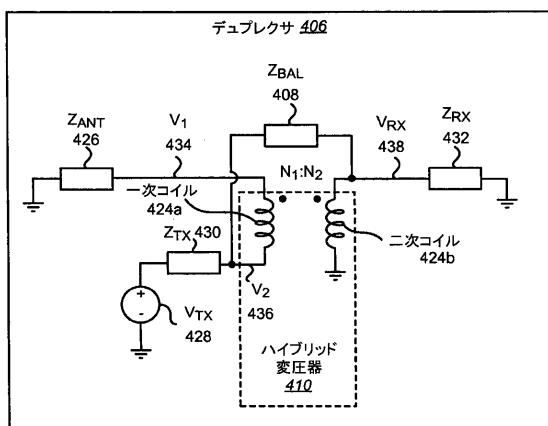


FIG. 4

【図5】

図5

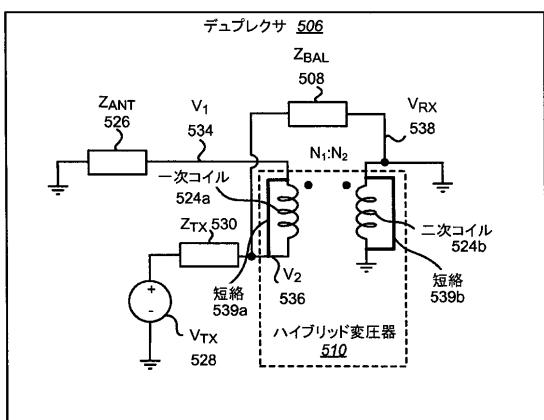


FIG. 5

【図6】

図6

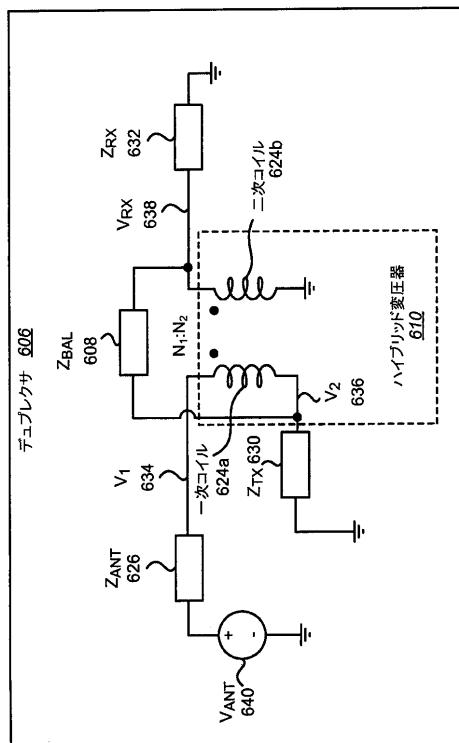


FIG. 6

【図7】

図7

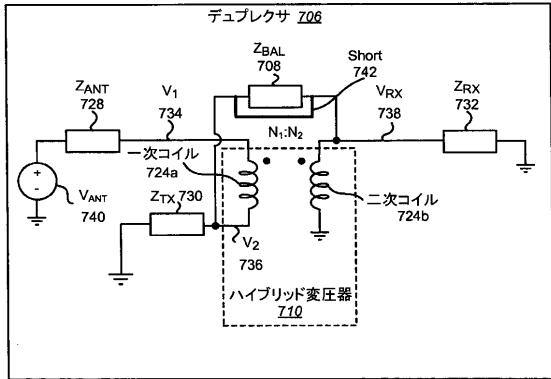


FIG. 7

【図8】

図8

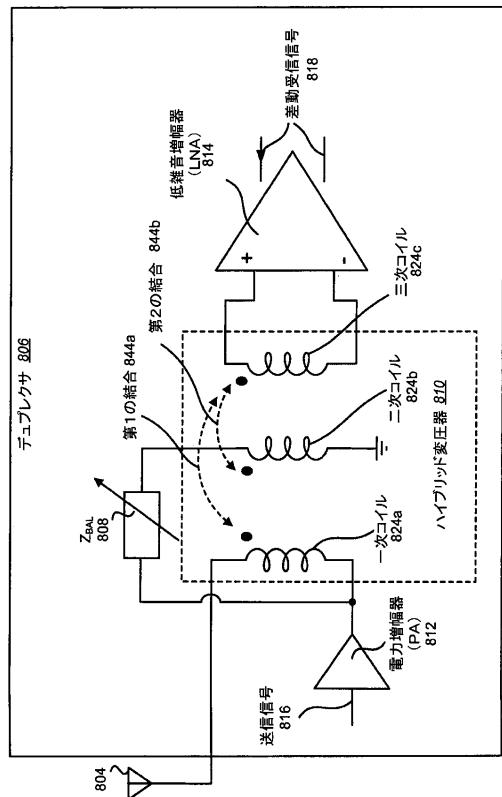


FIG. 8

【図9】

図9

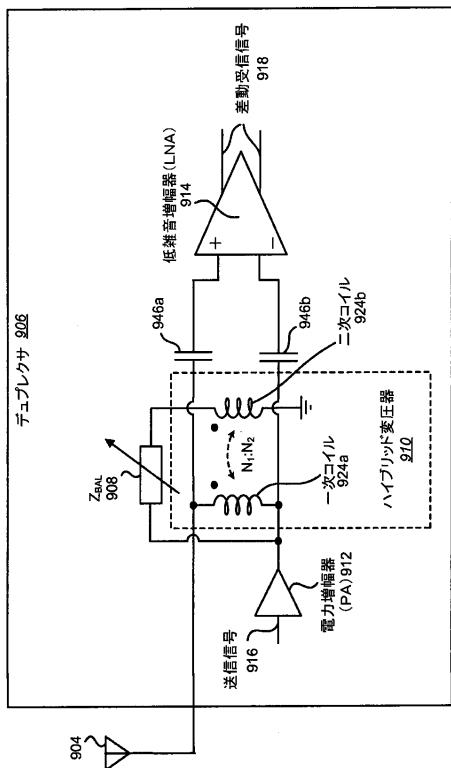


FIG. 9

【図10】

図10

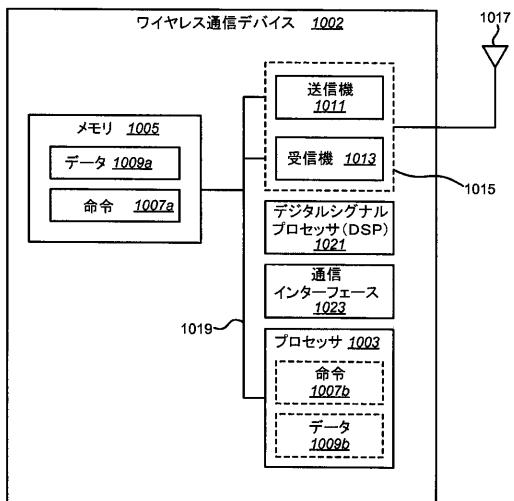


FIG. 10

【図 11】

図 11

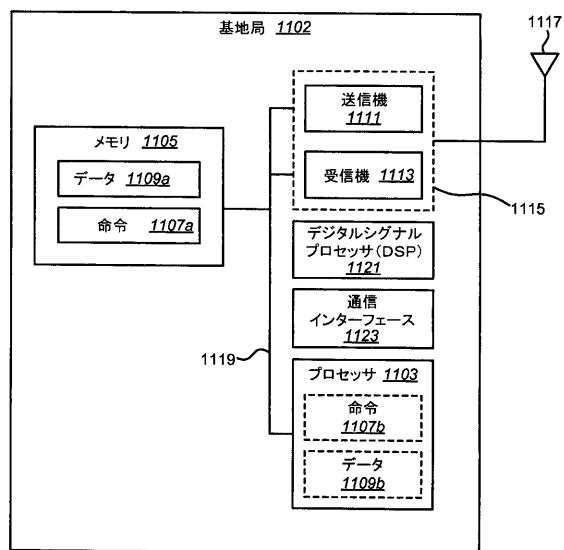


FIG. 11

フロントページの続き

(74)代理人 100153051
弁理士 河野 直樹
(74)代理人 100140176
弁理士 砂川 克
(74)代理人 100158805
弁理士 井関 守三
(74)代理人 100179062
弁理士 井上 正
(74)代理人 100124394
弁理士 佐藤 立志
(74)代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志
(74)代理人 100111073
弁理士 堀内 美保子
(72)発明者 チョクシ、オジャス・エム。
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 橋本 和志

(56)参考文献 米国特許出願公開第2011/0299431(US, A1)
米国特許出願公開第2011/0128088(US, A1)
国際公開第2011/143504(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

H 03 H 7 / 46
H 04 B 1 / 40