

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6585168号  
(P6585168)

(45) 発行日 令和1年10月2日(2019.10.2)

(24) 登録日 令和1年9月13日(2019.9.13)

(51) Int.Cl.

H04B 1/04 (2006.01)

F I

H04B 1/04

R

請求項の数 15 (全 31 頁)

(21) 出願番号	特願2017-518289 (P2017-518289)	(73) 特許権者	595020643
(86) (22) 出願日	平成27年10月5日 (2015.10.5)		クアルコム・インコーポレイテッド
(65) 公表番号	特表2017-535164 (P2017-535164A)		QUALCOMM INCORPORATED
(43) 公表日	平成29年11月24日 (2017.11.24)		アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/054032		121-1714、サン・ディエゴ、モア
(87) 国際公開番号	W02016/057409		ハウス・ドライブ 5775
(87) 国際公開日	平成28年4月14日 (2016.4.14)	(74) 代理人	100108855
審査請求日	平成30年9月11日 (2018.9.11)		弁理士 蔵田 昌俊
(31) 優先権主張番号	14/508,902	(74) 代理人	100109830
(32) 優先日	平成26年10月7日 (2014.10.7)		弁理士 福原 淑弘
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100158805
			弁理士 井関 守三
		(74) 代理人	100112807
			弁理士 岡田 貴志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 マルチキャリア送信機で使用するための相互変調ひずみキャンセラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

装置であって、前記装置は下記を備える、

第1のRF信号を送信するように構成された第1の送信チェーンと、

第2のRF信号を送信するように構成された第2の送信チェーンと、

前記第2の送信チェーンに入力される第1の漏洩消去信号を出力するように、および前記第1の送信チェーンに入力される第2の漏洩消去信号を出力するように構成されたキャンセラ、ここで、前記キャンセラは、前記第1および第2のRF信号から、または前記第1および第2のRF信号を生成するために使用される第1および第2のベースバンド信号から、前記第1および第2の漏洩消去信号を生成するように構成される。

【請求項 2】

請求項1に記載の装置であって、前記第1の送信チェーンは第1の増幅器を含むように構成され、前記第2の消去信号は前記第1の増幅器に入力され、前記第2の送信チェーンは第2の増幅器を含むように構成され、前記第1の消去信号は前記第2の増幅器に入力される、装置。

【請求項 3】

請求項1に記載の装置であって、前記装置は、第1および第2のフィードバック信号を受信するように構成されるフィードバック受信機をさらに備え、前記第1のフィードバック信号は、前記第1の送信チェーンへの前記第2のRF信号の漏洩のレベルを指示し、前記第2のフィードバック信号は、前記第2の送信チェーンへの前記第1のRF信号の漏洩

10

20

のレベルを指示する、装置。

【請求項 4】

請求項 3 に記載の装置であって、前記第 1 および第 2 のフィードバック信号は、前記第 1 および第 2 の送信チェーンに関連付けられる電力増幅器入力、電力増幅器出力、ダイブレクサ入力、およびアンテナ入力のうちの少なくとも 1 つから決定される、装置。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の装置であって、前記装置は、前記第 1 および第 2 の漏洩消去信号の振幅、位相、および時間遅延のうちの少なくとも 1 つを調整するように構成されたコントローラをさらに備える。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の装置であって、前記コントローラは、前記指示された漏洩のレベルに基づいて、前記第 1 および第 2 の漏洩消去信号のうちの少なくとも一方の前記振幅、位相、および時間遅延のうちの少なくとも 1 つを調整するように構成される、装置。

【請求項 7】

請求項 5 に記載の装置であって、前記コントローラは、相互変調ひずみ (IMD) の測定値に基づいて、前記第 1 および第 2 の漏洩消去信号のうちの少なくとも一方の前記振幅、位相、および時間遅延のうちの少なくとも 1 つを調整するように構成される、装置。

【請求項 8】

請求項 5 に記載の装置であって、前記コントローラは、トランシーバ性能測定値に基づいて、前記第 1 および第 2 の漏洩消去信号のうちの少なくとも一方の前記振幅、位相、および時間遅延のうちの少なくとも 1 つを調整するように構成される、装置。

【請求項 9】

請求項 1 に記載の装置であって、前記キャンセラは、前記第 1 の送信チェーンに結合される第 1 の高調波ひずみ消去信号を出力するように、ならびに前記第 2 の送信チェーンに結合される第 2 の高調波消去信号を出力するように構成される、装置。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の装置であって、前記装置は下記をさらに備える、

第 1 および第 2 の調整された RF 信号をそれぞれ発生させるように前記第 1 および第 2 の消去信号を第 1 および第 2 のアップコンバートされた RF 信号と合成するように構成される、第 1 および第 2 の信号合成器と、

前記第 1 および第 2 の RF 信号を発生させるように前記第 1 および第 2 の調整された RF 信号を増幅するように構成される、第 1 および第 2 のドライバ増幅器。

【請求項 11】

請求項 1 に記載の装置であって、前記装置は、前記キャンセラに結合されたコントローラをさらに備え、前記コントローラは、前記第 1 の送信チェーンにおける漏洩信号を測定するように構成され、ここで、前記漏洩信号は、前記第 2 の送信チェーン内で流れる前記第 2 の RF 信号に関連付けられ、および前記コントローラは、前記第 1 の送信チェーンに結合信号を注入するように前記キャンセラを制御するように構成され、ここで、前記結合信号は、前記第 2 の RF 信号の結合バージョンである、装置。

【請求項 12】

請求項 11 に記載の装置であって、前記コントローラは、前記第 2 の RF 信号と遅延値だけ遅延された前記注入された結合信号との間の選択された相関を生じる遅延値を発見するために遅延パラメータをスイープするように、前記第 2 の RF 信号と前記遅延値だけ遅延された前記注入された結合信号との位相差を決定するように、および前記位相差に基づいて位相調整を決定するように構成される、装置。

【請求項 13】

請求項 12 に記載の装置であって、前記コントローラは、位相および遅延調整された注入される信号を発生させるために前記遅延値および前記位相調整を使用して前記注入された信号を調整するように、また、前記第 2 の漏洩消去信号を発生させるために前記位相および遅延調整された注入される信号の振幅レベルを調整するように構成される、装置。

10

20

30

40

50

## 【請求項 1 4】

請求項 1 に記載の装置であって、前記装置は、前記キャンセラに結合されたコントローラをさらに備え、前記コントローラは、第 1 および第 2 の送信チェーンに対する相互変調ひずみ (IMD) レベルを決定するように、ならびに前記 IMD レベルを低減するために前記第 1 および第 2 の漏洩消去信号のうちの少なくとも一方の遅延、位相、および振幅のうちの少なくとも 1 つを調整するように前記キャンセラを制御するように構成される、装置。

## 【請求項 1 5】

請求項 1 4 に記載の装置であって、前記コントローラは、信号強度 (RSSI)、ビット誤り率 (BER) およびエラーベクトル振幅 (EVM) レベルを含むセットから選択された少なくとも 1 つの受信機 (Rx) 性能特性を決定するように、ならびに前記少なくとも 1 つの Rx 性能特性の所望のレベルを得るために、前記第 1 および第 2 の漏洩消去信号のうちの前記少なくとも 1 つの前記遅延、前記位相、および前記振幅のうちの少なくとも 1 つを調整するように構成される、装置。

10

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

[0001]本開示は、一般に電子機器に関し、より詳細にはマルチキャリア送信機に関する。

## 【背景技術】

20

## 【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（たとえば、セルラーフォンまたはスマートフォン）は、双方向通信のためのデータを送信および受信し得る。たとえば、ワイヤレスデバイスは、周波数分割複信 (FDD) システムにおいてまたは時分割複信システム (TDD) において動作し得る。ワイヤレスデバイスは、データ送信のための送信機と、データ受信のための受信機とを含み得る。データ送信では、送信機は、無線周波数 (RF) キャリア信号をデータで変調して被変調 RF 信号を取得し、被変調 RF 信号を増幅およびフィルタリングして、適切な出力電力レベルを有する増幅 RF 信号を取得し、アンテナを介して増幅 RF 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 RF 信号を取得し得、受信 RF 信号を増幅、フィルタリングおよび処理して、基地局によって送られたデータを復元し得る。

30

## 【0003】

[0003]ワイヤレスデバイスは、広い周波数範囲にわたる動作をサポートし得る。ワイヤレスデバイスは、いくつかの増幅器を含み得、各々の増幅器は、ワイヤレスデバイスによってサポートされる広範な周波数範囲の一部分にわたって動作するように設計されている。たとえば、ワイヤレスデバイスは、種々のキャリア周波数において送信する複数のアップリンク (UL) 送信機をデバイスが備えるキャリアアグリゲーション (CA) 通信システムで動作し得る。しかしながら、送信機による同時送信が、相互変調ひずみ (IMD) を原因とする受信機感度抑圧を引き起こすことがある。

## 【発明の概要】

40

## 【0004】

[0004]したがって、相互変調ひずみを低減する一方で広範な周波数範囲にわたって動作をサポートするために、ワイヤレスデバイスで使用するためのひずみキャンセラを有することが望ましい。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0005】

【図 1】[0005]ワイヤレス通信システムにおいて通信するように構成されたワイヤレスデバイス中の IMD キャンセラの例示的な実施形態を示す図。

【図 2】[0006]図 1 の IMD キャンセラが動作するように構成された、例示的な周波数バンドグループを示す図。

50

【図 3】[0007]ワイヤレスデバイスで使用するための I M D キャンセラの例示的な実施形態を含む送信機を示す図。

【図 4】[0008]ワイヤレスデバイスで使用するための図 3 の I M D キャンセラの例示的な代替実施形態を含む送信機を示す図。

【図 5】[0009]ワイヤレスデバイスで使用するための図 3 の I M D キャンセラの例示的な代替実施形態を含む送信機を示す図。

【図 6】[0010]ワイヤレスデバイスで使用するための図 3 の I M D キャンセラの例示的な代替実施形態を含む送信機を示す図。

【図 7】[0011]ワイヤレスデバイスで使用するための I M D キャンセラの例示的な実施形態を備えるベースバンド - R F コンバータを示す図。

10

【図 8】[0012]ワイヤレスデバイスで使用するための図 7 の I M D キャンセラの例示的な代替実施形態を含む送信機を示す図。

【図 9】[0013]ワイヤレスデバイスで使用するための図 7 の I M D キャンセラの例示的な代替実施形態を備えるベースバンド - R F コンバータを示す図。

【図 1 0】[0014]ワイヤレスデバイスで使用するための図 9 の I M D キャンセラの例示的な代替実施形態を含むベースバンド - R F コンバータを示す図。

【図 1 1】[0015]ワイヤレスデバイスで使用するための図 1 0 の I M D キャンセラの例示的な代替実施形態を含むベースバンド - R F コンバータを示す図。

【図 1 2】[0016]ワイヤレスデバイスで使用するための図 1 1 の I M D キャンセラの例示的な代替実施形態を含む送信機を示す図。

20

【図 1 3】[0017] I M D キャンセラで使用するためのコントローラの例示的な実施形態を示す図。

【図 1 4】[0018]ワイヤレスデバイスで I M D 消去を実施するための例示的な動作を示す図。

【図 1 5】[0019]ワイヤレスデバイスで I M D 消去を実施するための例示的な動作を示す図。

【図 1 6】[0020]ワイヤレスデバイスでデュアル I M D 消去を実施するための例示的な動作を示す図。

【図 1 7】[0021]ワイヤレスデバイスにおける I M D 消去のために構成された例示的な装置を示す図。

30

【図 1 8】[0022]ワイヤレスデバイスで使用するための I M D キャンセラの例示的な実施形態を備える修正されたベースバンド - R F コンバータを示す図。

【図 1 9】[0023]ワイヤレスデバイスで使用するための I M D キャンセラの例示的な代替実施形態を備える修正されたベースバンド - R F コンバータを示す図。

【図 2 0】[0024]ワイヤレスデバイスで使用するための I M D キャンセラの例示的な代替実施形態を備える修正されたベースバンド - R F コンバータを示す図。

【発明を実施するための形態】

【 0 0 0 6 】

[0025]下で示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、本開示を實踐できる唯一の設計を表すことは意図されていない。「例示的」という用語は、本明細書では、「例、実例、または例示として働くこと」を意味するのに使用される。本明細書で「例示的」として説明されるすべての設計は、必ずしも、他の設計より好ましいまたは有利と解釈されるべきではない。この「発明を実施するための形態」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。本明細書で説明される例示的な設計が、これらの特定の詳細なしで實踐され得ることは、当業者には明白である。いくつかの場合には、周知の構造およびデバイスは、本明細書で提示される例示的な設計の新規性を不明瞭にすることを避けるために、ブロック図の形で示される。

40

【 0 0 0 7 】

[0026]図 1 は、ワイヤレス通信システム 1 0 0 において通信するように構成されたワイヤレスデバイス 1 1 0 中の I M D キャンセラ 1 1 6 の例示的な実施形態を示す。ワイヤレ

50

システム 100 は、ロングタームエボリューション (LTE (登録商標) : Long Term Evolution) システム、符号分割多元接続 (CDMA) システム、モバイル通信グローバルシステム (GSM (登録商標) : Global System for Mobile Communications) システム、ワイヤレスローカルエリアネットワーク (WLAN : wireless local area network) 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))、CDMA 1X、エボリューションデータ最適化 (EVDO : Evolution-Data Optimized)、時分割同期 CDMA (TD-SCDMA : Time Division Synchronous CDMA)、または CDMA の何らかの他のバージョンを実装し得る。簡単のために、図 1 は、基地局 102 および 104 ならびに 1 つのシステムコントローラ 106 と通信しているワイヤレスデバイス 110 を示している。一般に、ワイヤレス通信システム 100 は、任意の数の基地局、フェムトセル、ピコセル、および / またはネットワークエンティティの任意のセットを含み得る。

#### 【0008】

[0027] ワイヤレスデバイス 110 は、ユーザ機器 (UE)、移動局、端末、アクセス端末、加入者ユニット、局などと呼ばれることもある。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、コードレスフォン、ワイヤレスローカルループ (WLL) 局、Bluetooth (登録商標) デバイスなどであり得る。ワイヤレスデバイス 110 はまた、放送局 (たとえば、放送局 112) からの信号、および / または 1 つもしくは複数のグローバルナビゲーション衛星システム (GNSS : global navigation satellite systems) 中の衛星 (たとえば、衛星 108) からの信号を受信し得る。ワイヤレスデバイス 110 は、LTE、WCDMA、CDMA 1X、EVDO、TD-SCDMA、GSM、802.11 など、ワイヤレス通信のための 1 つまたは複数の無線技術をサポートし得る。

#### 【0009】

[0028] ワイヤレスデバイス 110 は、IMD キャンセラ 116 の例示的な実施形態を有する送信機 114 を含む。送信機 114 は、複数の送信周波数にわたって送信するように構成された複数の送信回路を含む。2 つの電力増幅器 (PA) の間のクロスリークは、2 つの運用バンドの一方または両方のダウンリンク (DL) 周波数内に入り得る  $T \times$  相互変調積 IMD2、IMD3、IMD4、および / または IMD5 を結果として生じ得る。様々な例示的な実施形態において、IMD キャンセラ 116 は、バンド 2 の PA の入力においてバンド 1 の漏洩の積 (leaking product) を消去 (cancel) するようにバンド 1 からバンド 2 に結合された第 1 の適応キャンセラ (adaptive canceler) を備える。IMD キャンセラはまた、バンド 1 の PA の入力においてバンド 2 の漏洩の積を消去するようにバンド 2 からバンド 1 に結合された第 2 の適応キャンセラを備える。例示的な実施形態では、性能 (EVM、BER など) を最適化するために漏洩信号 (leaking signal) が消去されるように、PA 出力検出器が漏洩信号のレベルを取得するために利用される。したがって、IMD キャンセラ 116 を調節することにより、より低い EVM および BER につながる最小のまたは低減された IMD を取得することが可能となる。例示的な実施形態では、IMD キャンセラ 116 は、複数の同時送信回路の動作に関連付けられるひずみを低減、最小化、または除去するように動作する。

#### 【0010】

[0029] 図 2 は、図 1 の IMD キャンセラ 116 が動作するように構成された、例示的な周波数バンドグループを示す。ワイヤレスデバイス 110 は、約 1000 メガヘルツ (MHz) よりも低い周波数をカバーするローバンド (LB)、約 1000 MHz ~ 2300 MHz の周波数をカバーするミッドバンド (MB)、および / または 2300 MHz よりも高い周波数をカバーするハイバンド (HB) で動作することが可能となり得る。たとえば、図 2 に示されているように、ローバンドは 698 ~ 960 MHz をカバーし得、ミッドバンドは 1427.9 ~ 2170 MHz をカバーし得、ハイバンドは 2300 ~ 2690 MHz と 3400 ~ 3800 MHz とをカバーし得る。ローバンド、ミッドバンド、お

よびハイバンドは、バンドの3つのグループ（またはバンドグループ）を指し、各バンドグループは、いくつかの周波数バンド（または単に、「バンド」）を含む。各バンドは、最高200MHzをカバーし得る。LTEリリース11は35個のバンドをサポートし、それらのバンドは、LTE/UMTSバンドと呼ばれ、3GPP TS 36.101に記載されている。

#### 【0011】

[0030]概して、任意の数のバンドグループが定義され得る。各バンドグループは、図2に示されている周波数範囲のうちのいずれかに一致することもある、周波数の任意の範囲をカバーし得る。各バンドグループはまた、任意の数のバンドを含み得る。

10

#### 【0012】

[0031]図3は、図1に示すワイヤレスデバイス110などのワイヤレスデバイスで使用するためのIMDキャンセラ338の例示的な実施形態を含む送信機300を示す。送信機300は、ベースバンド(BB)無線周波数(RF)コンバータ302と、第1の電力増幅器(PA1)304と、第1の低雑音増幅器(LNA1)306と、第2の電力増幅器(PA2)308と、第2の低雑音増幅器(LNA2)310とを備える。PA1 304およびLNA1 306は、第1のアンテナ314を使用して、第1のデュプレクサ312を通じて第1のバンドのRF信号を送信および受信する。PA2 308およびLNA2 310は、第2のアンテナ318を使用して、第2のデュプレクサ316を通じて第2のバンドのRF信号を送信および受信する。第1および第2のバンドは図2に示すバンドのうちのいずれであってもよいことに留意されたい。たとえば、第1の例示的な実施形態では、第1のバンドはハイバンドであり、第2のバンドはローバンドである。第2の例示的な実施形態では、第1のバンドはミッドバンドであり、第2のバンドはローバンドである。第3の例示的な実施形態では、第1のバンドはミッドバンドであり、第2のバンドはローバンドである。

20

#### 【0013】

[0032]動作の間、ベースバンド-RFコンバータ302は、第1のベースバンド送信信号320を受信するように動作し、この信号を第1のドライバ増幅器(DA)404からの出力である第1のRF送信信号322に変換する。ベースバンド-RFコンバータ302はまた、第2のベースバンド送信信号324を受信し、この信号を第2のDA 406からの出力である第2のRF送信信号326に変換する。コントローラ328は、BB信号をRF信号に変換するようにベースバンド-RFコンバータ302の動作を制御する。第1の送信チェーンは、DA404と、PA1 304と、デュプレクサ312とを備え、アンテナ314から第1のベースバンド信号320を送信するように動作する。第2の送信チェーンは、DA406と、PA1 308と、デュプレクサ316とを備え、アンテナ318からベースバンド信号324を送信するように動作する。

30

#### 【0014】

[0033]第1のデュプレクサ312への入力であり、後に第1のアンテナ314によって送信される第1の増幅RF送信信号330を生成するために、第1のRF送信信号322は増幅用のPA1 304に入力される。第2のデュプレクサ316への入力であり、後に第2のアンテナ318によって送信される第2の増幅RF送信信号332を生成するために、第2のRF送信信号326は増幅用のPA2 308に入力される。

40

#### 【0015】

[0034]相互変調ひずみは、2つの送信(Tx)チャンネルが同時に信号を送信し、一方の送信信号がもう一方の送信信号に結合するときに発生する。この結合は、結果として受信機性能の低下を生じる受信信号バンドのひずみとして現れ得る。たとえば、第1の増幅RF送信信号330は、経路334によって示すように、PA2 308の入力または出力に結合（または漏洩(leak)）し得る。結果として、IMD積の周波数は $R \times 2$ レンジ内に入ることがあり、このIMD積は、 $R \times 2$ 信号経路の中に漏洩し、LNA2 310によって増幅され、それによって第2の受信機の性能を低下させ得る。第2の増幅RF送信

50

信号 332 は、経路 336 によって示すように、PA1 304 の入力または出力に結合（または漏洩）し得る。結果として、IMD 積の周波数は  $R \times 1$  レンジ内に入ることがあり、この IMD 積は、 $R \times 1$  経路の中に漏洩し、LNA1 306 によって増幅され、それによって第 1 の受信機の性能を低下させ得る。

【0016】

[0035] 送信機 300 はまた、ひずみキャンセラ 338 を備え、それは、第 1 の増幅 RF 信号 330 の PA2 308 への漏洩または第 2 の増幅 RF 信号 332 の PA1 304 への漏洩によって引き起こされるひずみを低減、最小化、または除去するように動作する。第 2 のキャンセラ 338 は信号結合器 342 および 344 を備え、それぞれ第 1 の RF 信号 322 および第 2 の RF 信号 326 を搬送する信号線に結合される。結合器 342 および 344 は、任意の好適なタイプの信号結合器（指向性または無指向性）を備え、それぞれ抵抗器 350 および 352 を介して信号の接地に接続された第 1 の端子を有する。結合器 342 は、第 1 の位相調整回路 356 に接続された第 2 の端子を有し、結合器 344 は、第 2 の位相調整回路 358 に接続された第 2 の端子を有する。結合器 342 および 344 は、第 1 および第 2 の RF 信号 322 および 326 から結合信号 360 および 362 を生成するように動作し、これらの結合信号は、それぞれ第 1 および第 2 の位相調整回路 356 および 358 に入力される。たとえば、結合信号 360 および 362 は、第 1 および第 2 の RF 信号 322 および 326 のバージョンを表す。

【0017】

[0036] 位相調整回路 356 および 358 は、位相調整された信号 364 および 366 を生成するための結合器 342 および 344 からの受信である結合信号 360 および 362 の位相特性を調整するように動作する。位相調整回路 356 および 358 は、位相調整された出力信号を生成するために制御入力に基づいて受信信号の位相特性を調整するように動作可能な、任意の好適なタイプの位相調整回路を備える。位相調整回路 356 および 358 は、位相調整された信号 364 および 366 を生成するためにコントローラ 328 から受信された位相制御入力 368 および 370 に基づいて、結合信号 360 および 362 の位相特性を調整するように動作する。位相調整された出力信号 364 および 366 は、振幅調整回路 372 および 374 に入力される。

【0018】

[0037] 振幅調整回路 372 および 374 は、振幅調整された信号 376 および 378 を生成するために位相調整回路 356 および 358 から受信された位相調整された信号 364 および 366 の振幅特性を調整するように動作する。振幅調整回路 372 および 374 は、振幅調整された出力信号を生成するために制御入力に基づいて受信信号の振幅特性を調整するように動作可能な、任意の好適な振幅調整回路を備える。振幅調整回路 372 および 374 は、振幅調整された出力信号 376 および 378 を生成するためにコントローラ 328 から受信された振幅制御入力 380 および 382 に基づいて、位相調整された信号 364 および 366 の振幅特性を調整するように動作する。振幅調整された出力信号 376 および 378 は、遅延調整回路 384 および 386 に入力される。

【0019】

[0038] 遅延調整回路 384 および 386 は、第 1 および第 2 の消去信号（cancellation signal）388 および 390 を生成するために振幅調整回路 372 および 374 から受信された振幅調整された信号 376 および 378 の遅延特性を調整するように動作する。遅延調整回路 384 および 386 は、遅延調整された出力信号を生成するために制御入力に基づいて受信信号の遅延特性を調整するように動作可能な、任意の好適な遅延調整回路を備える。遅延調整回路 384 および 386 は、第 1 および第 2 の消去信号 388 および 390 を生成するためにコントローラ 328 から受信された遅延制御入力 392 および 394 に基づいて、振幅調整された信号 376 および 378 の遅延特性を調整するように動作する。第 1 および第 2 の消去信号 388 および 390 は、結合器 346 および 340 に入力される。

【0020】

10

20

30

40

50

[0039]結合器346および340は、抵抗器408および410を通じて信号の接地に結合された第1の端子を有する。結合器は、第1および第2の消去信号388および390を受信するように結合された第2の端子を有し、第1の増幅RF送信信号330のPA2 308への漏洩および第2の増幅RF送信信号332のPA1 304への漏洩によって引き起こされるひずみを消去するために、それぞれ第2のRF送信信号326および第1のRF送信信号322を搬送する信号線に第1および第2の消去信号388および390を結合するように動作する。この位相、増幅、および遅延調整回路の構成および/または順序は、他の構成が例示的な実施形態の範囲内で可能となるように変更または再構成され得ることに留意されたい。

【0021】

10

[0040]以下でより詳細に説明するように、経路334に関連付けられる漏洩の量を決定するために較正動作が実施されて、PA2 308の入力におけるこの漏洩を消去するように第1の消去信号388を生成する消去回路(cancellation circuit)338が制御される。例示的な実施形態では、第2の検出器398が、PA2 308の出力における電力レベルを検出するように動作し、コントローラ328に第2の検出電力レベル402を供給する。コントローラ328は、検出された漏洩を消去するため、第2の検出電力レベル402を使用して第1の消去信号388を生成するように消去回路338を調整する。加えて、較正動作は、PA1 304の入力において経路336に起因するこの漏洩を消去するように第2の消去信号390を生成するため、経路336に関連付けられる漏洩の量を決定して消去回路338を制御する。例示的な実施形態では、第1の検出器396が、PA1 304の出力における電力レベルを検出するように動作し、コントローラ328に第1の検出電力レベル400を供給する。コントローラは、第1の検出電力レベル400を使用して第2の消去信号390を生成するように消去回路338を調整する。較正動作が実施されると、消去回路338は、送信機の動作の間、第1および第2の消去信号388および390を維持するように動作して漏洩を消去する。

20

【0022】

[0041]図4は、ワイヤレスデバイスで使用するための図3のIMDキャンセラの例示的な代替実施形態を含む送信機を示す。この例示的な代替実施形態では、図3に示す検出器396および398は、結合器モジュール402で置き換えられている。結合器モジュール402は、第1の方向性結合器404と、第2の方向性結合器406と、スイッチ408とを備える。方向性結合器404、406は、結合信号線内を選択された方向に流れる信号のバージョンを表す結合信号を生成するように、また出力端子においてその結合信号を出力するように構成される。選択された方向以外の方向に流れる信号は、結合信号に現れるのを抑制される。

30

【0023】

[0042]第1の方向性結合器404は、PA1 304の出力と第1のデュプレクサ312との間で第1の増幅RF信号330を搬送する信号線に結合される。第2の方向性結合器406は、PA2 308の出力と第2のデュプレクサ316との間で第2の増幅RF送信信号332を搬送する信号線に結合される。

【0024】

40

[0043]第1の方向性結合器404は、第1のスイッチ端子414においてスイッチ408に入力される第1の結合信号412を出力する出力端子410を有する。第2の方向性結合器406は、第2のスイッチ端子420においてスイッチ408に入力される第2の結合信号418を出力する出力端子416を有する。

【0025】

[0044]スイッチ408は、第1のスイッチ414と第2のスイッチ420のいずれがスイッチ出力端子426に接続されるかを決定するためのスイッチ制御信号424を受信するスイッチ制御端子422を含む。スイッチ出力端子426およびスイッチ制御端子422は、信号線428および424によってコントローラ328に接続される。

【0026】

50



[0045]動作の間、コントローラ328は、スイッチ入力端子414、420の一方にスイッチ出力端子426を接続するようにスイッチ408を制御するために、信号線424上でスイッチ制御信号を出力する。選択された端子に基づいて、第1および第2の結合信号412および418の一方は、信号線428によってコントローラ328に引き渡される。コントローラ328において受信されると、選択された結合信号は、消去較正動作(cancellation calibration operation)の間に使用される。たとえば、結合信号は、第1の送信チェーンと第2の送信チェーンとの間のIMDひずみを低減または除去するようにIMDキャンセラ338のコンポーネントを調整するために、コントローラ328によって使用される。

【0027】

10

[0046]図5は、ワイヤレスデバイスで使用するための図3のIMDキャンセラの例示的な代替実施形態を含む送信機を示す。この例示的な代替実施形態では、キャンセラ338は、BB-RFコンバータ302の集積回路(IC)の中に移動され内蔵されている。BB-RFコンバータ302のIC内にキャンセラ338を内蔵することにより、回路基板面積が節約される。

【0028】

[0047]結合器モジュール402のスイッチ408はまた、付加的な入力端子502を含むように修正されている。入力端子502は、方向性結合器506の出力端子504に接続されている。方向性結合器506は、ダイプレクサ508とアンテナ314との間で信号線に結合されている。方向性結合器506は、アンテナ314から送信されるべき信号の結合バージョンを表す結合信号を、信号線510上で出力端子504aから出力する。この信号は、Txメインフィードバック信号と呼ばれる。

20

【0029】

[0048]選択された入力端子上的結合信号が信号線428を通じてコントローラ328に流れるように、コントローラ328は、入力端子414、420、または502のいずれか一つに出力端子426を接続するために、スイッチ制御線424を通じてスイッチ408を制御するように動作する。このようにして、コントローラ328は、結合器404、406、および506によって生成された結合信号のうちのいずれかを受信し得る。これらの結合信号は、ひずみ消去操作を実施するために、コントローラ328によって使用される。

30

【0030】

[0049]図6は、ワイヤレスデバイスで使用するための図3のIMDキャンセラの例示的な代替実施形態を含む送信機を示す。この例示的な代替実施形態では、キャンセラ338は、BB-RFコンバータ302の中に移動され内蔵されており、また、キャンセラ338は、第1のキャンセラ部分602がDA404、406の入力部に結合され、第2のキャンセラ部分604がDA404、406の出力部に結合されるように分割されている。キャンセラ部分のコンポーネントは、図3に示すキャンセラ338のものと同一であり、これらのキャンセラ部分はコントローラ328の制御下で動作することに留意されたい。

【0031】

[0050]第1のキャンセラ部分602は、DA404および406への入力部にIMD消去経路を設ける。たとえば、DA404への入力部における信号の結合バージョンは調整回路606に入力され、調節回路606の出力部はDA406の入力部に結合される。明快のために、1つの消去経路のみがDA404、406の入力部に接続されて示されていることに留意されたい。また、DA406に入力された信号のバージョンを、別の調整回路(図示せず)を通じてDA404の入力部に結合する別の経路(図示せず)も存在する。

40

【0032】

[0051]第2のキャンセラ部分604は、PA304および308への入力部にIMD消去経路を設ける。たとえば、PA304への入力部における信号の結合バージョンは調整回路608に入力され、調節回路608の出力部はPA308の入力部に結合される。明

50

快のために、１つの消去経路のみがPA304、308の入力部に接続されて示されていることに留意されたい。また、PA308に入力された信号のバージョンを、別の調整回路（図示せず）を通じてPA404の入力部に結合する別の経路（図示せず）も存在する。

【0033】

[0052]したがって、IMDキャンセラの複数のバージョンが、DA404、406への入力部またはPA304、308への入力部のいずれかにおけるIMDを低減または除去するために使用され得る。

【0034】

[0053]図7は、ワイヤレスデバイスで使用するためのIMDキャンセラの例示的な実施形態を備えるベースバンド-RFコンバータ700を示す。この例示的な実施形態では、ひずみ消去信号は、受信ベースバンド信号から生成され、ベースバンド-RFコンバータ700から出力される生成されたRF信号に印加される。

【0035】

[0054]ひずみキャンセラは、第1のキャンセラモジュール702と第2のキャンセラモジュール704とを備える。ひずみキャンセラはまた、第1の方向性結合器706と第2の方向性結合器708とを備える。第1のキャンセラモジュール702は、第1の遅延回路710と、第1の位相シフタ712と、第1の調整式ドライバ増幅器714とを備える。第2のキャンセラモジュール704は、第2の遅延回路716と、第2の位相シフタ718と、第2の調整式ドライバ増幅器720とを備える。

【0036】

[0055]第1の調整式遅延回路710は、第1のベースバンド信号IおよびQを受信し、コントローラ328によって生成される、信号線392上の遅延制御信号から決定される選択可能な遅延量だけこれらの信号を遅延させるように動作するスイッチドキャパシタ遅延回路を備える。遅延されたIおよびQ信号は、第1の調整式遅延回路710から出力され、第1の位相シフタ712に入力される。他の例示的な実施形態では、第1の調整式遅延回路710は、遅延制御信号に応答して第1のIおよびQ信号を遅延させるために任意の他の好適な遅延回路を備える。

【0037】

[0056]位相シフタ712は、位相シフトされた信号722を生成するために、その入力部において遅延信号を位相シフトするように動作する。位相シフタ712によってもたらされる位相シフトの量は、コントローラ328によって生成される、信号線368上の位相シフト制御信号によって決定される。

【0038】

[0057]位相シフトされた信号722は、依然としてベースバンド信号であり、同様にベースバンドIおよびQ信号を変調するために使用される局部発振器信号と位相シフトされた信号を混合するための2つのミキサを含むミキサ回路724に入力される。ミキサ回路724のRF出力は抵抗器726によって合成され、合成された信号728は、ドライバ増幅器(DA)714に入力される。DA714は、その入力部において受信された信号728を増幅し、方向性結合器708に入力される第1の消去信号730を出力する。DA714によってもたらされる増幅の量は、コントローラ328によって生成される、信号線380上の受信振幅制御信号によって決定される。例示的な実施形態では、オプションの位相シフタ732が、方向性結合器708に入力される第1の消去信号730を生成するためにDA714から出力される増幅信号730に位相シフトをもたらす。位相シフタ732は、DA730の出力に適用されるべき位相シフトの量を決定するために、信号線734上で位相シフト制御信号を受信する。信号線734上の位相シフト制御信号はコントローラ328によって生成される。

【0039】

[0058]図7に示すように、第2の消去モジュール704は、第1の消去モジュール702と同様に構成される。たとえば、第2の消去モジュール704は、すべて第1の消去モ

10

20

30

40

50

ジュール 702 における対応物を参照して説明したように動作するように構成されている、第 2 の遅延回路 716 と、第 2 の位相シフタ 718 と、第 2 の DA 720 とを備える。第 2 の消去モジュール 704 は、第 1 の結合器 706 に接続される第 2 の消去信号 736 を生成するように動作する。

【0040】

[0059]動作の間、コントローラ 328 は、第 1 および第 2 の消去信号 730、736 を生成するように消去モジュール 702、704 を調整するために、受信したフィードバック信号（図 7 には示されていないが、図 8 に示されている）を使用する。結合器 706 および 708 は、ベースバンド - RF コンバータ 700 から出力される第 1 および第 2 の RF 送信信号に第 1 および第 2 の消去信号 730 および 736 を結合するように動作する。結果として、第 1 のチャンネルと第 2 のチャンネルとの間の IMD 積は、低減、最小化または除去され得る。図 8 に示すように、コントローラ 328 は、送信チェーンのさらに下方の RF 信号に結合された結合器からフィードバック信号を受信する。

【0041】

[0060]図 8 は、ワイヤレスデバイスで使用するための図 7 の IMD キャンセラの例示的な代替実施形態を含む送信機を示す。この例示的な実施形態では、図 7 に示す IMD キャンセラは、ベースバンド - RF コンバータ 700 の IC 内に組み込まれている。図 8 はまた、コントローラ 328 によって使用されるフィードバック信号の生成を示す。

【0042】

[0061]図 8 に示すように、結合器回路 402 は、コントローラ 328 にフィードバック信号 410 を供給するように動作する。フィードバック信号は、スイッチ 408 に入力される信号から選択される。例示的な実施形態では、スイッチ 408 は、方向性結合器 404 から、第 1 の増幅された RF 送信信号を搬送する信号線 802 への結合である第 1 の結合信号を受信する。スイッチ 408 はまた、方向性結合器 406 から、第 2 の増幅 RF 送信信号を搬送する信号線 804 への結合である第 2 の結合信号を受信する。スイッチ 408 はまた、方向性結合器 506 から、アンテナ 314 によって送信されるべき信号を搬送する信号線 806 への結合である第 3 の結合信号を受信する。スイッチ 408 は、入力端子のうちの 1 つを出力端子に接続するようにスイッチ 408 を制御するスイッチ制御信号を信号線 424 上で受信する。スイッチ出力信号は、信号線 410 によってコントローラ 328 に接続される。

【0043】

[0062]コントローラ 328 はまた、上記の例示的な実施形態で説明したように IMD キャンセラの動作を制御する制御信号 808 を生成する。このようにして、コントローラ 328 は、スイッチ 408 の動作を制御することによって、結合信号のうちの 1 つまたは複数を取得するように動作する。低減、最小化、または除去 IM ひずみのため、コントローラ 328 は、IMD キャンセラの動作を制御するために結合信号を使用する。

【0044】

[0063]図 9 は、ワイヤレスデバイスで使用するための図 7 の IMD キャンセラの例示的な代替実施形態を備えるベースバンド - RF コンバータ 900 を示す。この実施形態では、キャンセラモジュール 702、704 は、IM ひずみ消去信号または高調波消去信号のいずれかを生成するように修正されている。IM ひずみを消去するために、生成された IM ひずみ消去信号は、結合器 706、708 を使用して第 1 および第 2 の RF 送信信号 322、326 に交差結合される。高調波ひずみを消去するために、各キャンセラモジュールから生成された高調波ひずみ消去信号は、各キャンセラモジュールに関連付けられる消去信号を生成するために使用される RF 送信信号に再び結合される。

【0045】

[0064]例示的な一実施形態では、第 1 のキャンセラモジュール 702 は、第 1 のスイッチ 902 と第 2 のスイッチ 904 とを含むように修正される。第 1 のスイッチ 902 は、遅延および位相調整消去信号 728 を受信するように接続される入力端子 926 を有する。第 1 のスイッチ 902 は、第 1 の出力端子 906 と第 2 の出力端子 908 とを有する。

第1の出力端子906は、第2のスイッチ904の第1の入力端子910に接続される。第2の出力端子908は、増幅器912の入力部に接続される。増幅器912の出力部は、フィルタ914の入力部に接続される。フィルタ914の出力部は、第2のスイッチ904の第2の入力端子916に接続される。第2のスイッチ904の出力端子918は、DA714の入力部に接続される。

#### 【0046】

[0065]動作の間、第1および第2のスイッチ902および904は、コントローラ328によって生成されるスイッチ制御信号(SC1)によって制御される。フィルタバイパスモードでは、第1のスイッチ902は、入力端子926が第1の出力端子906に接続されるように設定される。第2のスイッチ904は、第1の入力端子910が第1の出力端子918に接続されるように設定される。このモードでは、図7に関して説明するように、増幅器912およびフィルタ914はバイパスされ、そのため、消去モジュール702はDA714の出力部においてIMひずみ消去信号を生成するように動作する。第2のキャンセラモジュール704は、第1のキャンセラモジュール702と同様に構成される。

10

#### 【0047】

[0066]非バイパス動作モードでは、第1のスイッチ902は、その入力端子926が第2の出力端子908に接続されるように設定される。第2のスイッチ904は、第2の入力端子916が出力端子918に接続されるように設定される。このモードでは、増幅器912およびフィルタ914は、バイパスされないがその代わりに、遅延および位相調整消去信号728を受信し、DA714の入力部に増幅およびフィルタ処理された信号を出力するように接続される。この非バイパスモードでは、高調波ひずみを消去するための信号がDA714の出力部において生成される。たとえば、増幅器912は、遅延および位相調整消去信号728を増幅し、フィルタ914に入力される増幅信号を出力するように動作する。例示的な実施形態では、増幅器912は低IP3増幅器として機能する。第1の増幅RF信号322から消去され得る高調波信号が残存するように、フィルタ914は、この増幅信号をフィルタ処理するように動作する。第2のキャンセラモジュール704は、第1のキャンセラモジュール702と同様に動作するように修正される。このようにして、2つのキャンセラモジュール702および704は、消去信号730、736を生成するように動作する。これらの消去信号730、736は、モジュール702内のスイッチ902および904ならびにモジュール704内の同様のスイッチの設定に応じて、IMひずみ消去信号かまたは高調波ひずみ消去信号のいずれかとなるように生成される。

20

30

#### 【0048】

[0067]キャンセラモジュール702、704に対する修正に加えて、第1のRF送信信号322および第2の送信信号326に関連付けられる結合器706、708に消去信号730、736を切り替えるために、出力スイッチ920が加えられる。

#### 【0049】

[0068]出力スイッチ920は、ともに2つのスイッチとして構成され、各スイッチは2つの入力部と1つの出力部とを有する。第1のスイッチの出力部922は方向性結合器706に接続され、第2のスイッチの出力部924は方向性結合器708に接続される。バイパスモードにあるとき、IMひずみ消去が実施される。このモードでは、スイッチ920は、出力結合器706、708に消去信号730、736を交差結合する。非バイパスモードにあるとき、スイッチ920は、高調波消去信号を表す消去信号730、736を、そのそれぞれの送信信号に関連付けられる結合器に接続する。たとえば、高調波消去信号730は結合器706に接続され、高調波消去信号736は結合器708に接続される。

40

#### 【0050】

[0069]図10は、ワイヤレスデバイスで使用するための図9のIMDキャンセラの例示的な代替実施形態を含むベースバンド-RFコンバータを示す。この実施形態では、キャンセラモジュール702、704は、IMひずみ消去信号と高調波消去信号とを同時に生

50

成するように修正されている。生成されたIMひずみ消去信号は、第1および第2のRF送信信号に交差結合される。高調波ひずみ消去信号は、各キャンセラモジュールに関連付けられるRF送信信号に再び結合される。

【0051】

[0070]図10の第1のキャンセラモジュール702に示すように、遅延および位相調整された消去信号728は2つの信号経路に入力される。第1の信号経路は、DA714と、オプションの位相シフタ732とを備える。DA714の出力は、第2のRF送信信号326への第1のRF送信信号322の漏洩を消去するように方向性結合器708に接続されるIMひずみ消去信号730である。

【0052】

[0071]遅延および位相調整された消去信号728を受信する第2の信号経路は、増幅器912と、フィルタ914と、DA1002と、オプションの位相シフタ1004とを備える。DA1002の出力は、第1のRF送信信号322からの高調波ひずみを消去するために方向性結合器1008に接続される高調波消去信号1006である。第2のキャンセラモジュール704は、第1の消去モジュール702と同等に構成される。このようにして、キャンセラモジュール702、704は、IMひずみ消去信号730、736と高調波ひずみ消去信号1006、1010との両方を生成するように動作し、これらの信号は、結合器706、708、1008、および1012の使用を通じて第1のRF送信信号322および第2のRF送信信号326から漏洩信号および高調波ひずみを消去するように結合される。

【0053】

[0072]図11は、ワイヤレスデバイスで使用するための図10のIMDキャンセラの例示的な代替実施形態を含むベースバンド-RFコンバータを示す。この例示的な実施形態では、キャンセラモジュール702、704は、IMひずみ消去信号730、736および高調波消去信号1006、1010を生成するように動作する。生成されたIMひずみ消去信号730、736は、第1および第2のRF送信信号322および326に交差結合される。キャンセラモジュール702、704から生成された高調波ひずみ消去信号は、ベースバンド-RFコンバータから出力され、高調波ひずみを消去するために送信チェーンのさらに下方で結合される。

【0054】

[0073]図12は、ワイヤレスデバイスで使用するための図11のIMDキャンセラの例示的な代替実施形態を含む送信機を示す。この例示的な代替実施形態では、図11に示すキャンセラモジュール702、704は、ベースバンド-RFコンバータ900のIC内に配置されている。図12はまた、送信チェーンのさらに下方で高調波ひずみを消去するための高調波消去信号1006、1010の結合を示す。

【0055】

[0074]図12に示すように、高調波消去信号1006、1010は、図11に詳細に示すように第1および第2のキャンセラモジュール702、704から出力され、方向性結合器1202および1204に入力される。方向性結合器1202、1204は、デュプレクサ312、316の出力部とダイプレクサ508の入力部との間に延びる信号経路に結合される。送信チェーン内のこの地点で高調波消去信号1006、1010を信号経路に結合することにより、高調波消去信号1006、1010は、アンテナ314からの信号の送信の直前に、ダイプレクサ508への入力部において高調波ひずみを消去するように動作する。

【0056】

[0075]コントローラ328は、スイッチ408の動作を制御することによって、結合器402によって取得された結合信号のうちの1つまたは複数を取得するように動作する。送信されたRF信号からIMDおよび高調波を低減、最小化、または除去するように動作するIMD消去信号730、736および高調波消去信号1006、1010を生成するため、コントローラ328は、消去モジュールの動作を制御するために結合信号を使用す

10

20

30

40

50

る。

【0057】

[0076]図13は、IMDキャンセラで使用するためのコントローラ1300の例示的な実施形態を示す。たとえば、コントローラ1300は、図3に示すコントローラ328として使用するのに好適である。コントローラ1300は、すべて通信バス1316を介して通信するように結合された、プロセッサ1302と、メモリ1304と、フィードバック受信機1306と、振幅調整器1308と、位相調整器1310と、遅延調整器1312と、スイッチコントローラ1314とを備える。

【0058】

[0077]プロセッサ1302は、CPU、プロセッサ、ゲートアレイ、ハードウェア論理、ディスクリート回路、メモリ要素、および/またはソフトウェアを実行するハードウェアのうちの少なくとも1つを備える。プロセッサ1302は、通信バス1316を使用して、コントローラ1300の他の機能要素を制御するように動作する。プロセッサ1302はまた、通信線1318を使用するワイヤレスデバイスにおいて他のエンティティと通信するように構成される。たとえば、プロセッサ1302は、通信線1318を介して、命令、制御情報、構成情報、データ、測定値または他の情報を受信し得る。

【0059】

[0078]メモリ1304は、コントローラ1300の動作に関連する命令および/またはデータを記憶し、取り出し、維持することを可能にする任意の好適なメモリまたはストレージデバイスを備える。例示的な実施形態では、メモリ1304は、本明細書で説明するIMDおよび高調波消去の機能を実施するために、プロセッサ1302によって実行され得るアルゴリズム命令を記憶する。

【0060】

[0079]フィードバック受信機1306は、増幅器、バッファ、レジスタ、ゲート、アナログデジタル変換器、デジタルアナログ変換器などのハードウェア、あるいは、上記で説明した様々な実施形態において信号結合器および電力検出器からフィードバック信号を受信するように動作する任意の他の好適なハードウェアもしくは別個のコンポーネントおよび/またはハードウェア実行ソフトウェアを備える。信号結合器および電力検出器から受信された情報は、処理のためのプロセッサ1302および/または記憶のためのメモリ1304に入力される。たとえば、フィードバック受信機1306は、図3に示す検出器396、398から電力検出信号を受信するように動作し、これらの電力検出信号を、プロセッサ1302によって処理されることおよび/またはメモリ1304に記憶されることが可能であるデジタル値に変換する。別の例では、フィードバック受信機1306は、図4に示す信号結合器404、406から結合信号を受信するように動作し、これらの結合信号を、プロセッサ1302によって処理されることおよび/またはメモリ1304に記憶されることが可能であるデジタル値に変換する。例示的な一実施形態では、フィードバック受信機1306は、アナログ信号とデジタル信号の両方を受信および処理するように構成される。

【0061】

[0080]振幅調整器1308は、増幅器、バッファ、レジスタ、ゲート、アナログデジタル変換器、デジタルアナログ変換器などのハードウェア、あるいは、上記で説明した様々な実施形態において調整式増幅器に振幅調整信号を出力するように動作する任意の他の好適なハードウェアもしくは別個のコンポーネントおよび/またはハードウェア実行ソフトウェアを備える。たとえば、プロセッサ1302は、様々な実施形態において使用される調整式増幅器のうちの1つまたは複数に対する振幅調整を決定するように動作し、これらの調整を振幅調整器1308に引き渡す。振幅調整器1308は、プロセッサ1302によってなされた決定に従ってそれらの増幅率を調整するために、指定された調整式増幅器に調整信号を出力する。例示的な実施形態では、プロセッサ1302は、図3に示す第1の振幅調整回路372の増幅率が新しい増幅率に変更されるべきであると決定する。プロセッサ1302は、新しい増幅率を設定するために信号線380を通じて第1の振幅調整

回路 372 に振幅調整信号を出力する振幅調整器 1308 に新しい増幅率を送る。例示的な一実施形態では、振幅調整器 1306 は、アナログ調整信号とデジタル調整信号の両方を出力するように構成される。

【0062】

[0081]位相調整器 1310 は、増幅器、バッファ、レジスタ、ゲート、アナログデジタル変換器、デジタルアナログ変換器などのハードウェア、あるいは、上記で説明した様々な実施形態において調整式位相シフトに位相調整信号を出力するように動作する任意の他の好適なハードウェアもしくは別個のコンポーネントおよび/またはハードウェア実行ソフトウェアを備える。たとえば、プロセッサ 1302 は、様々な実施形態において使用される調整式位相シフトのうちの 1 つまたは複数に対する位相調整を決定するように動作し、これらの調整を位相調整器 1310 に引き渡す。位相調整器 1310 は、プロセッサ 1302 によってなされた決定に従ってそれらの位相シフトを調整するために、指定された調整式位相シフトに調整信号を出力する。例示的な実施形態では、プロセッサ 1302 は、図 3 の第 1 の調整式位相回路 356 によって与えられている位相シフトが新しい位相シフトに変更されるべきであると決定する。プロセッサ 1302 は、新しい位相シフトを設定するために線 368 上で位相シフト 356 に位相調整信号を出力する位相調整器 1310 に、新しい位相シフト情報を送る。例示的な一実施形態では、位相調整器 1310 は、アナログ位相調整信号とデジタル位相調整信号の両方を出力するように構成される。

【0063】

[0082]遅延調整器 1312 は、増幅器、バッファ、レジスタ、ゲート、アナログデジタル変換器、デジタルアナログ変換器などのハードウェア、あるいは、上記で説明した様々な実施形態において調整式遅延回路に遅延調整信号を出力するように動作する任意の他の好適なハードウェアもしくは別個のコンポーネントおよび/またはハードウェア実行ソフトウェアを備える。たとえば、プロセッサ 1302 は、様々な実施形態において使用される調整式遅延回路のうちの 1 つまたは複数に対する遅延調整を決定するように動作し、これらの調整を遅延調整器 1312 に引き渡す。遅延調整器 1312 は、プロセッサ 1302 によってなされた決定に従ってそれらの遅延設定を調整するために、指定された調整式遅延回路に遅延調整信号を出力する。例示的な実施形態では、プロセッサ 1302 は、図 3 の第 1 の調整式遅延回路 386 によって与えられている遅延が新しい遅延値に変更されるべきであると決定する。プロセッサ 1302 は、その遅延回路に対して新しい遅延値を設定するために線 392 を通じて遅延回路 386 に遅延調整信号を出力する遅延調整器 1312 に、新しい遅延値を送る。例示的な一実施形態では、遅延調整器 1312 は、アナログ遅延調整信号とデジタル遅延調整信号の両方を出力するように構成される。

【0064】

[0083]スイッチコントローラ 1314 は、増幅器、バッファ、レジスタ、ゲート、アナログデジタル変換器、デジタルアナログ変換器などのハードウェア、あるいは、上記で説明した様々な実施形態においてスイッチにスイッチ制御信号を出力するように動作する任意の他の好適なハードウェアもしくは別個のコンポーネントおよび/またはハードウェア実行ソフトウェアを備える。たとえば、プロセッサ 1302 は、様々な実施形態において使用されるスイッチのうちの 1 つまたは複数のためのスイッチ設定を決定し、これらのスイッチ設定をスイッチコントローラ 1314 に引き渡すように動作する。スイッチコントローラ 1314 は、プロセッサ 1302 によってなされた決定に従ってそれらのスイッチ設定を調整するために、指定されたスイッチにスイッチ制御信号を出力する。例示的な実施形態では、プロセッサ 1302 は、図 4 のスイッチ 408 のスイッチ設定が新しいスイッチ設定に変更されるべきであると決定する。プロセッサ 1302 は、そのスイッチに対して新しいスイッチ設定を設定するために線 424 を使用してスイッチ 408 にスイッチ制御信号を出力するスイッチコントローラ 1314 に、新しいスイッチ設定を送る。例示的な一実施形態では、スイッチコントローラ 1312 は、アナログスイッチ調整信号とデジタルスイッチ調整信号の両方を出力するように構成される。

【0065】

[0084]コントローラ 1300 は、一実装形態を表すにすぎず、他の実装形態も考えられることに留意されたい。たとえば、コントローラ 1300 は、プロセッサまたはメモリデバイスの必要をなくす、ディスクリート論理で実装され得る。別の実装形態では、コントローラ 1300 の機能および / または実装形態は、BB - RF コンバータ 302 の IC に組み込まれるかまたは内蔵される。

#### 【0066】

[0085]図 14 は、ワイヤレスデバイスにおける漏洩消去の較正をもたらすために装置によって実施される例示的な動作 1400 を示す。たとえば、動作 1400 は、第 1 の送信チェーン (Tx A) および第 2 の送信チェーン (Tx B) に関連付けられる漏洩を低減、最小化、または除去するために、図 3 に示すキャンセラ 338 によって適切に実施される。例示的な一実施形態では、プロセッサ 1302 は、以下で説明する動作を実施するようにコントローラ 1300 およびキャンセラ 338 のコンポーネントを制御するために、メモリ 1304 に記憶された命令を実行する。

#### 【0067】

[0086]ブロック 1402 において、第 1 の送信チェーン Tx A がオンであるが、特定の信号を送信していない (たとえば、DA 404 に入力される信号がない) 間に、漏洩信号レベルの測定が行われる。たとえば、元の信号 ( $x(t)$ ) が第 2 の送信チェーン Tx B に入力され、PA 2308 による送信のために信号線 326 上に現れる。検出器 396 は、第 1 の送信チェーン Tx A による送信のために信号が入力されていない (たとえば、DA 404 によって出力される信号がない) 間に、PA 1304 の出力部における信号を測定する。このようにして、測定された信号は、第 2 の送信チェーン (たとえば、Tx B の PA 2) から第 1 の送信チェーン (たとえば、Tx A の PA 1) への漏洩を表す。例示的な一実施形態では、コントローラ 328 におけるフィードバック受信機 1306 は、キャンセラ 338 の動作を無効化するように振幅調整器 1308、位相調整器 1310、および遅延調整器 1312 を制御するために適切な制御信号を出力することによってキャンセラ 338 の動作を無効化している間に、検出器 396 から測定出力を受信する。

#### 【0068】

[0087]ブロック 1404 において、信号 ( $x'(t)$ ) が第 1 の送信チェーン Tx A に注入される。信号 ( $x'(t)$ ) は、第 2 の送信チェーン Tx B からの元の信号 ( $x(t)$ ) の結合バージョンであり、遅延なしに第 1 の送信チェーン Tx A に注入される。例示的な一実施形態では、コントローラ 328 は、結合器 344 を使用して第 2 の送信チェーン Tx B から結合信号 ( $x'(t)$ ) を取得するように、また結合器 340 を使用して第 1 の送信チェーン Tx A にその信号を (さらなる遅延なしに) 結合するように、位相調整回路 358、振幅調整回路 374、および遅延調整回路 386 を制御する。例示的な一実施形態では、結合信号 ( $x'(t)$ ) が結合器 340 によって第 1 の送信チェーン Tx A に注入され得るように付加的な遅延なしに結合信号 ( $x'(t)$ ) を引き渡すため、コントローラ 328 は、位相調整回路 358、振幅調整回路 374、および遅延調整回路 386 を制御するための適切な制御信号を出力するために、振幅調整器 1308、位相調整器 1310、および遅延調整器 1312 を使用する。

#### 【0069】

[0088]ブロック 1406 において、検出器 396 によって検出される、元の信号 ( $x(t)$ ) と注入された信号  $x'(t - \tau)$  の遅延バージョンとの間の最大相関を発見するように遅延パラメータ ( $\tau$ ) を変化させるために、遅延スイープが実施される。たとえば、コントローラプロセッサ 1302 は、注入された結合信号  $x'(t - \tau)$  に関連付けられる遅延をスイープするように遅延調整回路 386 を制御するための制御信号を出力するように、遅延調整器 1312 を制御する。検出器 396 は次いで、フィードバック受信機 1306 に、検出された信号をフィードバックする。元の信号 ( $x(t)$ ) を知ると、プロセッサ 1302 は、 $[ \max ( | x(t) * x'(t - \tau) | ) ]$  である、元の信号  $x(t)$  と注入された信号  $x'(t - \tau)$  との畳み込みを実施することによって、最大相関を発見することが可能である。次いで、最大相関をもたらす遅延値  $\tau$  が決定される。

10

20

30

40

50



## 【 0 0 7 0 】

[0089]ブロック 1 4 0 8 において、漏洩信号のキャンセルのために使用され得る位相差が決定される。たとえば、元の信号  $(x(t))$  の位相と適切に遅延された注入される信号  $(x'(t - \tau))$  の位相との間の位相差  $(\ )$  が決定される。[たとえば、 $(\ ) = (x(t)) - (x'(t - \tau))$ ] 例示的な一実施形態では、プロセッサ 1 3 0 2 は、この位相差を決定する。 $(\ )$  が決定されると、 $180^\circ$  を追加し、消去のための位相設定 [たとえば、 $(\ )' = (\ ) + 180$ ] を発見することが可能である。

## 【 0 0 7 1 】

[0090]ブロック 1 4 1 0 において、注入された信号は、決定された遅延および位相に関して調整される。例示的な実施形態では、プロセッサ 1 3 0 2 は、注入された信号の遅延および位相を決定された値に設定するために、制御信号を遅延調整回路 3 8 6 および位相調整回路 3 5 8 に出力するように遅延調整器 1 3 1 2 および位相調整器 1 3 1 0 を制御する。T x A チェーンに注入された信号は次いで、

## 【 数 1 】

$$[x'(t-\tau') \angle \Delta(\varphi)']$$

となる。

## 【 0 0 7 2 】

[0091]ブロック 1 4 1 2 において、注入された信号の振幅が最大消去に関して調整される。例示的な一実施形態では、プロセッサ 1 3 0 2 は、最大消去が得られるように注入された信号の振幅  $(A')$  を設定するために、振幅調整回路 3 7 4 を制御するための制御信号を出力するように振幅調整器 1 3 0 8 を制御する。T x A チェーンに注入された信号は次いで、

## 【 数 2 】

$$[A'(x'(t-\tau') \angle \Delta(\varphi)')]$$

となる。

## 【 0 0 7 3 】

[0092]このようにして、コントローラ 1 3 0 0 およびキャンセラ 3 3 8 は、第 1 の送信チェーンから第 2 の送信チェーンへの漏洩信号の消去を較正するために動作 1 4 0 0 を実施するように構成される。コントローラ 1 3 0 0 およびキャンセラ 3 3 8 はまた、第 2 の送信チェーンから第 1 の送信チェーンへの漏洩信号の消去を較正するために同様の様式で動作 1 4 0 0 を実施するように構成される。この動作 1 4 0 0 は、単なる一実装形態であり、この動作の変更、追加、修正、および / または再構成は例示的な実施形態の範囲内であることに留意されたい。

## 【 0 0 7 4 】

[0093]図 1 5 は、ワイヤレスデバイスにおける IMD 消去の較正をもたらすために装置によって実施される例示的な動作 1 5 0 0 を示す。たとえば、動作 1 5 0 0 は、図 3 に示すキャンセラ 3 3 8 によって好適に実施される。例示的な一実施形態では、プロセッサ 1 3 0 2 は、以下で説明する動作を実施するようにコントローラ 1 3 0 0 およびキャンセラ 3 3 8 のコンポーネントを制御するために、メモリ 1 3 0 4 に記憶された命令を実行する。

## 【 0 0 7 5 】

[0094]ブロック 1 5 0 2 において、第 1 および第 2 の送信チェーンに関して、IMD が測定される。例示的な実施形態では、IMD を計算し、通信線 1 3 1 8 を使用してコントローラ 1 3 0 0 にその測定値を供給する、モデムなどのデバイスプロセッサによって、IMD が測定される。キャンセラ 3 3 8 はオフにされ、両方の T x チェーンがオンにされる。IMD が R x A バンドに現れると仮定すると、その IMD は、ベースバンド - RF コンバータ 3 0 2 によって R x A 受信バンドにおいて検出され得、IMD レベルは、通信線 1 3 1 8 を使用してコントローラ 1 3 0 0 のプロセッサ 1 3 0 2 に供給される。

## 【 0 0 7 6 】

10

20

30

40

50

[0095]ブロック1504において、IMDキャンセラ338はオンにされる。例示的な実施形態では、コントローラ1300は、動作1400によって決定された位相遅延および振幅に関する較正されたパラメータを用いて、IMDキャンセラ338を有効化する。

【0077】

[0096]ブロック1506において、低減または最小化されたIMDを取得するために、IMDの遅延、位相および振幅に対する調整がなされる。例示的な一実施形態では、プロセッサ1302は、必要な場合、低減または最小化されたIMDを取得するために、IMD338の遅延、位相および振幅調整回路を微調整する制御信号を出力するように、振幅調整器1308、位相調整器1310および遅延調整器1312を制御する。この決定をなすために、IMDの測定値がベースバンド-RFコンバータ302からプロセッサ1302に入力される。

10

【0078】

[0097]ブロック1508において、付加的なRx性能特性の測定がなされる。たとえば、Rxチャンネルデセンス(channel desense)を測定するために、信号強度(RSSI)、誤り率(BER)および/またはエラーベクトル振幅(EVM)のうちの1つまたは複数の測定がなされる。

【0079】

[0098]ブロック1510において、最小のRxデセンスで最良の性能特性を得るために、キャンセラ338の遅延、位相および振幅に対する調整がなされる。例示的な一実施形態では、プロセッサ1302は、必要な場合、最小のRxデセンスで最良または所望の性能特性に到達するために、キャンセラ338の遅延、位相および振幅調整回路を微調整する制御信号を出力するように、振幅調整器1308、位相調整器1310および遅延調整器1312を制御する。この決定をなすために、測定値がベースバンド-RFコンバータ302からプロセッサ1302に入力される。

20

【0080】

[0099]このようにして、コントローラ1300およびキャンセラ338は、最良の受信機性能が得られるようにキャンセラ338を較正するために、動作1500を実施するように構成される。この動作1500は、単なる一実施形態であり、この動作の変更、追加、修正、および/または再構成は例示的な実施形態の範囲内であることに留意されたい。

【0081】

30

[0100]図16は、ワイヤレスデバイスにおける二重干渉キャンセラ(dual interference canceller)較正手順を提供するために装置によって実施される例示的な動作1600を示す。たとえば、動作1600は、図3に示すキャンセラ338によって好適実施される。例示的な一実施形態では、プロセッサ1302は、以下で説明する動作を実施するようにコントローラ1300およびキャンセラ338のコンポーネントを制御するために、メモリ1304に記憶された命令を実行する。

【0082】

[0101]ブロック1602において、Txチェーンが較正のために選定される。この例では、PA1304を有する第1のTx1チェーンが選定される。

【0083】

40

[0102]ブロック1604において、選定されたTx経路上の電力増幅器がオンにされる。この例では、PA1304はオンにされ、したがって、Tx1が送信していないとき、他のTxチェーン(Tx2)からの漏洩が通過し得る。例示的な一実施形態では、ベースバンド-RFコンバータ302は、この動作を実施するように、送信チェーンおよびそれらのチェーン上の電力増幅器の動作を制御する。

【0084】

[0103]ブロック1606において、第2のTxチェーンはオンにされる。この例では、PA1を通過する漏洩を測定するために、Tx2およびPA2がオンにされる。

【0085】

[0104]ブロック1608において、Tx2チェーン上で信号が送信される。たとえば

50

、 $T \times 2$  キャンセラを較正するために、 $LTE$   $1RB$  信号（または任意の他の信号）が  $T \times 2$  チェーン上で送信される。

【0086】

[00105] ブロック 1610 において、 $T \times 2$  チェーンキャンセラが較正のためにオンにされる。たとえば、コントローラ 1300 は、振幅調整回路 374、位相調整回路 358、および遅延調整回路 386 を有効化する制御信号を出力するように、振幅調整器 1308、位相調整器 1310、および遅延調整器 1312 を制御し、それによって第 2 の消去信号 390 が生成され得るようになる。

【0087】

[00106] ブロック 1612 において、上記で開示した較正動作 1400 が実施される。動作 1400 を実施することにより、 $T \times 2$  信号の  $T \times 1$  への漏洩を低減、最小化または除去するために第 2 の消去信号 390 を生成することを可能にする、較正された振幅、位相および遅延パラメータが決定され得る。

【0088】

[00107] ブロック 1614 において、 $T \times 1$  チェーンによって信号を送信することを可能にするために、 $T \times 1$  チェーンがオンにされる。 $T \times 1$  チェーンをオンにすることにより、 $IMD$  積を  $PA1$  304 の出力において確かめることが可能となる。

【0089】

[00108] ブロック 1616 において、 $T \times 1$  チェーン上で信号が送信される。たとえば、 $IMD$  積が  $PA1$  の出力部において生成されるように、 $LTE$   $1RB$  信号（または任意の他の信号）が  $T \times 1$  チェーン上で送信される。

【0090】

[00109] ブロック 1618 において、上記で開示した較正動作 1500 が実施される。動作 1500 を実施することにより、最小の  $R \times$  デセンズで最良または所望の性能特性（たとえば、 $RSSI$ 、 $BER$ 、 $EVM$  など）に到達するために、第 2 の消去信号 390 が生成されるように、較正された振幅、位相および遅延パラメータが決定され得る。

【0091】

[00110] ブロック 1620 において、動作 1400 および 1500 から決定された振幅、位相、および遅延値が保存される。たとえば、プロセッサ 1302 は、メモリ 1304 内に振幅、位相、および遅延値を保存する。プロセッサ 1302 はまた、保存した値を使用して送信機の動作の間に適切な消去信号を生成するために、振幅調整器 1308、位相調整器 1310、および遅延調整器 1312 を制御する。

【0092】

[00111] ブロック 1622 において、ブロック 1604 ~ 1620 で実施された動作が、他の  $T \times$  チャネルを較正するために実施される。次いで、他の  $T \times$  チャネルに関連付けられる、較正された振幅、位相、および遅延値が保存される。

【0093】

[00112] このようにして、コントローラ 1300 およびキャンセラ 338 は、二重干渉キャンセラ較正手順を実施して改善された受信機性能を得るために、動作 1600 を実施するように構成される。この動作 1600 は、単なる一実装形態であり、この動作の変更、追加、修正、および/または再構成は例示的な実施形態の範囲内であることに留意されたい。

【0094】

[00113] また、動作 1400、1500 および 1600 は、示した例示的な実施形態のうちのいずれによっても実施され得ることに留意されたい。たとえば、図 3 に示す検出器 396 および 398 の動作は、図 4 ~ 12 に示す様々な信号結合器によって実施され得る。このようにして、コントローラ 1300 およびキャンセラ 338 によって実施される動作 1400、1500、および 1600 は、最良のまたは改善された受信機性能を得るために、キャンセラ 338 を利用するキャンセラ較正手順を実施する。動作 1400、1500、および 1600 は、図 19 ~ 20 に関して図示および説明した装置によってデジタ

10

20

30

40

50

ル領域で実施され得ることに留意されたい。

【 0 0 9 5 】

[00114]図 1 7 は、ワイヤレスデバイスにおける IMD 消去のために構成された例示的な装置 1 7 0 0 を示す。たとえば、装置 1 7 0 0 は、図 3 に示すキャンセラ 3 3 8 として使用するのに好適である。装置 1 7 0 0 は、例示的な実施形態では図 3 に示す第 1 の送信チェーンを備える、第 1 の RF 信号を送信するための第 1 の手段 ( 1 7 0 2 ) を備える。装置 1 7 0 0 は、例示的な実施形態では図 3 に示す第 2 の送信チェーンを備える、第 2 の RF 信号を送信するための第 2 の手段 ( 1 7 0 4 ) を備える。装置 1 7 0 0 は、第 2 の RF 信号を送信するための手段に入力される第 1 の漏洩消去信号を出力するように、また第 1 の RF 信号を送信するための手段に入力される第 2 の漏洩消去信号を出力するように構成された、消去するための第 3 の手段 ( 1 7 0 6 ) を備え、消去するための手段は、第 1 および第 2 の RF 信号から、または第 1 および第 2 の RF 信号を生成するために使用される第 1 および第 2 のベースバンド信号から、第 1 および第 2 の漏洩消去信号を生成するものであり、例示的な実施形態では図 3 に示すキャンセラ 3 3 8 を備える。

10

【 0 0 9 6 】

[00115]図 1 8 は、ワイヤレスデバイスで使用するための IMD キャンセラの例示的な実施形態を備える修正されたベースバンド - RF コンバータ 1 8 0 0 を示す。たとえば、修正されたベースバンド - RF コンバータ 1 8 0 0 は、図 7 に示すベースバンド - RF コンバータ 7 0 0 の修正バージョンである。この例示的な実施形態では、ひずみ消去信号は、受信ベースバンド信号から生成され、修正されたベースバンド - RF コンバータ 1 8 0 0 から出力される生成された RF 信号に印加される。

20

【 0 0 9 7 】

[00116]図 1 8 に示すように、第 1 の消去モジュール 7 0 2 および第 2 の消去モジュール 7 0 4 は、図 7 に示すように構成され、上記で説明したように動作する。たとえば、図 7 に関して説明したように、第 1 の消去モジュール 7 0 2 は消去信号 7 3 0 を出力し、第 2 の消去モジュール 7 0 4 は消去信号 7 3 6 を出力する。

【 0 0 9 8 】

[00117]図 1 8 に示すように、修正されたベースバンド - RF コンバータ 1 8 0 0 は、それらの入力部で信号を合成してそれらの出力で合成信号を生成するように動作する信号合成器 1 8 0 2 および 1 8 0 4 を含む。

30

【 0 0 9 9 】

[00118]動作の間、コントローラ 3 2 8 は、第 1 および第 2 の消去信号 7 3 0、7 3 6 を生成するように消去モジュール 7 0 2、7 0 4 を調整するために、受信したフィードバック信号 ( 図 1 8 には示されていないが、図 8 に示されている ) を使用する。信号合成器 1 8 0 2 および 1 8 0 4 は、DA 4 0 4 および 4 0 6 より前に、消去信号 7 3 0 および 7 3 6 を第 1 および第 2 の RF 送信信号と合成するように動作する。DA 4 0 4 および 4 0 6 は次いで、IMD を低減、最小化または除去するように調整された RF 送信信号を入力として受信する。DA 4 0 4 および 4 0 6 は次いで、増幅された調整済みの RF 送信信号 3 2 2 および 3 2 6 を出力する。修正ベースバンド - RF コンバータ 1 8 0 0 の動作の結果として、第 1 のチャンネルと第 2 のチャンネルとの間の IMD 積が低減、最小化、または除去される。

40

【 0 1 0 0 】

[00119]図 1 9 は、ワイヤレスデバイスで使用するための IMD キャンセラの例示的な実施形態を備える修正されたベースバンド - RF コンバータ 1 9 0 0 を示す。たとえば、修正されたベースバンド - RF コンバータ 1 9 0 0 は、図 1 1 に示すベースバンド - RF コンバータの修正バージョンである。この例示的な実施形態では、デジタル漏洩キャンセラ 1 9 0 1 が、デジタルベースバンド信号 (  $I_1$ 、 $Q_1$  /  $I_2$ 、 $Q_2$  ) からデジタルひずみ消去信号 1 9 0 6 および 1 9 0 8 を生成するように動作する。デジタルひずみ消去信号 1 9 0 6 および 1 9 0 8 は、修正されたベースバンド - RF コンバータ 1 9 0 0 から出力される RF 送信信号を生成するために使用される。

50

## 【 0 1 0 1 】

[00120]図 1 9 に示されているように、デジタル漏洩キャンセラ 1 9 0 1 は、第 1 のデジタルキャンセラ 1 9 0 2 と第 2 のデジタルキャンセラ 1 9 0 4 とを備える。例示的な一実施形態では、デジタル漏洩キャンセラ 1 9 0 1 は、デジタルベースバンド信号が処理され得るワイヤレスデバイス内のベースバンドプロセッサ、モデム、または他のエンティティに配置される。第 1 のデジタルキャンセラ 1 9 0 2 は、第 1 の ( $I_1$ ,  $Q_1$ ) 信号を受信し、デジタル消去信号 1 9 0 6 を生成するために、デジタル領域で上記で説明した動作（たとえば、図 7 を参照）を実施する。デジタル校正信号 1 9 0 6 は、図 7 に示すアナログ信号 7 2 2 と類似するアナログ信号に変換される。例示的な一実施形態では、コントローラ 3 2 8 は、デジタル位相調整器 (A)、デジタル遅延調整器 (B) およびデジタル振幅調整器 (C) を調整してデジタル消去信号 1 9 0 6 を生成するようにキャンセラ 1 9 0 2 の動作を制御するデジタル制御信号 (D 1) を出力する。例示的な一実施形態では、コントローラ 3 2 8 は、動作 1 4 0 0、1 5 0 0、および 1 6 0 0 で説明したような校正手順の動作の間に、送信チェーンのさらに下方から受信したフィードバックに基づいて、デジタル制御信号 D 1 を出力する。第 2 のデジタルキャンセラ 1 9 0 4 は、制御信号 D 2 に基づいて第 2 の消去信号 1 9 0 8 を生成するように、第 1 のデジタルキャンセラ 1 9 0 2 と同様に動作する。

10

## 【 0 1 0 2 】

[00121]第 1 の消去モジュール 7 0 2 および第 2 の消去モジュール 7 0 4 は、図 1 1 に示すように構成され、上記で説明したように動作する。たとえば、図 1 1 に関して説明したように、第 1 の消去モジュール 7 0 2 は消去信号 7 3 0 を出力し、第 2 の消去モジュール 7 0 4 は消去信号 7 3 6 を出力する。

20

## 【 0 1 0 3 】

[00122]図 1 9 に示すように、修正されたベースバンド - RF コンバータ 1 9 0 0 は、それらの入力部で信号を合成してそれらの出力で合成信号を生成するように動作する信号合成器 1 9 1 0 および 1 9 1 2 を含む。

## 【 0 1 0 4 】

[00123]動作の間、コントローラ 3 2 8 は、第 1 および第 2 の消去信号 7 3 0、7 3 6 を生成するように消去モジュール 7 0 2、7 0 4 を調整するために、受信したフィードバック信号（図 1 9 には示されていないが、図 8 に示されている）を使用する。信号合成器 1 9 1 0 および 1 9 1 2 は、DA 4 0 4 および 4 0 6 より前に、消去信号 7 3 0 および 7 3 6 を第 1 および第 2 の RF 送信信号と合成するように動作する。DA 4 0 4 および 4 0 6 は次いで、IMD を低減、最小化または除去するように調整された RF 送信信号を入力として受信する。DA 4 0 4 および 4 0 6 は次いで、調整された増幅済みの RF 送信信号 3 2 2 および 3 2 6 を出力する。修正ベースバンド - RF コンバータ 1 9 0 0 の動作の結果として、第 1 のチャンネルと第 2 のチャンネルとの間の IMD 積が低減、最小化、または除去される。修正されたベースバンド - RF コンバータ 1 9 0 0 はまた、ともにデジタルプロセスにおける消去信号の生成をもたらし、回路面積を節約するために、ベースバンドプロセッサ、モデム、または他のデバイスに内蔵され得る。

30

## 【 0 1 0 5 】

[00124]図 2 0 は、ワイヤレスデバイスで使用するための IMD キャンセラの例示的な実施形態を備える修正されたベースバンド - RF コンバータ 2 0 0 0 を示す。たとえば、修正されたベースバンド - RF コンバータ 2 0 0 0 は、図 1 9 に示すベースバンド - RF コンバータの修正バージョンである。この例示的な実施形態では、デジタル漏洩キャンセラ 1 9 0 1 が、デジタルベースバンド信号 ( $I_1$ ,  $Q_1$  /  $I_2$ ,  $Q_2$ ) からデジタルひずみ消去信号 1 9 0 6 および 1 9 0 8 を生成するように動作する。デジタルひずみ消去信号 1 9 0 6 および 1 9 0 8 は、修正されたベースバンド - RF コンバータ 2 0 0 0 から出力される RF 送信信号を生成するために使用される。

40

## 【 0 1 0 6 】

[00125]図 2 0 に示すように、回路面積を節約するために消去信号 1 9 0 6 と 1 9 0 8

50

との間で切り替えるように動作するスイッチング回路 2001 が設けられる。たとえば、スイッチング回路 2001 は、スイッチ 2002 と、スイッチ 2004 と、スイッチ 2006 とを備える。コントローラ 328 は、スイッチの様々な出力端子に様々な入力端子を接続するためにスイッチ 2002、2004、2006 の動作を制御するスイッチ制御信号 (sel1、sel2、および sel3) を出力する。たとえば、スイッチ 2002 は、(sel1) 制御信号に基づいて第 1 の消去信号 1906 と第 2 の消去信号 1908 との間でその出力を切り替える。スイッチ 2004 は、(sel2) 制御信号に基づいて第 1 の LO 信号と第 2 の LO との間でその出力を切り替える。スイッチ 2002 および 2004 の出力は、2010 で全体的に示す発振器に入力される。スイッチ 2006 は、(sel3) 制御信号に基づいて 2 つの出力端子のうち的一方にその入力端子を切り替える。このようにして、消去信号 736 が生成されているとき、スイッチ 2002 および 2004 は、第 2 の消去信号 1908 および第 2 の LO を選択するように制御され、スイッチ 2006 は、信号合成器 1910 に接続された出力端子にその入力端子を接続するように制御される。消去信号 730 が生成されているとき、スイッチ 2002 および 2004 は、第 1 の消去信号 1906 および第 1 の LO を選択するように制御され、スイッチ 2006 は、信号合成器 1912 に接続された出力端子にその入力端子を接続するように制御される。

#### 【0107】

[00126] 図 20 に示すように、修正されたベースバンド - RF コンバータ 2000 は、それらの入力部で信号を合成してそれらの出力で合成信号を生成するように動作する信号合成器 1910 および 1912 を含む。

#### 【0108】

[00127] 動作の間、信号合成器 1910 および 1912 は、スイッチ 2002、2004、および 2006 の動作に基づいて、DA404 および 406 より前に、消去信号 730 および 736 の一方を第 1 または第 2 の RF 送信信号と選択的に合成するように動作する。DA404 および 406 は次いで、IMD を低減、最小化または除去するように調整された RF 送信信号を入力として受信する。DA404 および 406 は次いで、調整された増幅済みの RF 送信信号 322 および 326 を出力する。修正ベースバンド - RF コンバータ 2000 の動作の結果として、第 1 のチャンネルと第 2 のチャンネルとの間の IMD 積が低減、最小化、または除去される。修正されたベースバンド - RF コンバータ 2000 はまた、ともにデジタルプロセスにおける消去信号の生成をもたらし、回路面積を節約するために、ベースバンドプロセッサ、モデム、または他のデバイスに内蔵され得る。

#### 【0109】

[00128] 本明細書で説明した IMD キャンセラの例示的な実施形態は、IC、アナログ IC、RF IC、混合信号 IC、ASIC、プリント回路板 (PCB)、電子デバイスなどの上に実装され得る。この IMD キャンセラはまた、相補型金属酸化物半導体 (CMOS)、N チャンネル MOS (NMOS)、P チャンネル MOS (PMOS)、バイポーラ接合トランジスタ (BJT)、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)、シリコンオンインシュレータ (SOI) など、様々な IC プロセス技術を用いて作製され得る。

#### 【0110】

[00129] 本明細書で説明した IMD キャンセラを実装する装置は、スタンドアロンデバイスであり得るか、またはより大きいデバイスの一部であり得る。デバイスは、(i) スタンドアロン IC、(ii) データおよび / または命令を記憶するためのメモリ IC を含む得る 1 つまたは複数の IC のセット、(iii) RF 受信機 (RR) または RF 送信機 / 受信機 (TR) などの RF IC、(iv) 移動局モデム (MSM) などの ASIC、(v) 他のデバイス内に埋め込まれ得るモジュール、(vi) 受信機、携帯電話、ワイヤレスデバイス、ハンドセット、またはモバイルユニット、(vii) その他であり得る。

10

20

30

40

50

## 【 0 1 1 1 】

[00130] 1つまたは複数の例示的な設計では、説明した機能は、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合せで実装され得る。ソフトウェアで実装される場合、これら機能は、コンピュータ可読媒体上に記憶されるか、あるいは、コンピュータ可読媒体上の1つまたは複数の命令またはコードとして送信され得る。コンピュータ可読媒体は、コンピュータプログラムのある場所から別の場所へ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、コンピュータによってアクセスされて得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（登録商標）、CD-ROMもしくは他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージもしくは他の磁気ストレージデバイス、または命令またはデータ構造の形態の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コンピュータによってアクセスされ得る任意の他の媒体を備え得る。また、いかなる接続もコンピュータ可読媒体と適切に呼ばれる。たとえば、ソフトウェアが、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線（DSL）、または赤外線、無線、およびマイクロ波などのワイヤレス技術を使用して、ウェブサイト、サーバ、または他のリモートソースから送信される場合、同軸ケーブル、光ファイバケーブル、ツイストペア、DSL、または赤外線、無線、およびマイクロ波などのワイヤレス技術は媒体の定義に含まれる。本明細書で使用するディスク（disk）およびディスク（disc）は、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Blu-ray（登録商標）ディスク（disc）を含み、ここで、ディスク（disk）は通常、データを磁氣的に再生し、ディスク（disc）は、データをレーザーで光学的に再生する。上記の組合せもコンピュータ可読媒体の範囲に含まれるべきである。

## 【 0 1 1 2 】

[00131] 本開示についての以上の説明は、当業者が本開示を作成または使用することができるようにするために提供したものである。本開示への様々な修正は当業者には容易に明らかとなり、本明細書で定義した一般原理は、本開示の範囲から逸脱することなく他の変形形態に適用され得る。したがって、本開示は、本明細書で説明した例および設計に限定されるものではなく、本開示は、本明細書で開示した原理および新規の特徴に合致する最も広い範囲を与えられるべきである。

以下に本願発明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 ] 装置であって、前記装置は下記を備える、

第1のRF信号を送信するように構成された第1の送信チェーンと、

第2のRF信号を送信するように構成された第2の送信チェーンと、

前記第2の送信チェーンに入力される第1の漏洩消去信号を出力するように、および前記第1の送信チェーンに入力される第2の漏洩消去信号を出力するように構成されたキャンセル、ここで、前記キャンセルは、前記第1および第2のRF信号から、または前記第1および第2のRF信号を生成するために使用される第1および第2のベースバンド信号から、前記第1および第2の漏洩消去信号を生成する。

[ C 2 ] C 1 に記載の装置であって、前記第1の送信チェーンは第1の増幅器を含み、前記第2の消去信号は前記第1の増幅器に入力され、前記第2の送信チェーンは第2の増幅器を含み、前記第1の消去信号は前記第2の増幅器に入力される、装置。

[ C 3 ] C 1 に記載の装置であって、前記装置は、第1および第2のフィードバック信号を受信するフィードバック受信機をさらに備え、前記第1のフィードバック信号は、前記第1の送信チェーンへの前記第2のRF信号の漏洩のレベルを指示し、前記第2のフィードバック信号は、前記第2の送信チェーンへの前記第1のRF信号の漏洩のレベルを指示する、装置。

[ C 4 ] C 3 に記載の装置であって、前記第1および第2のフィードバック信号は、前記第1および第2の送信チェーンに関連付けられる電力増幅器入力、電力増幅器出力、ダ

イブ렉サ入力、およびアンテナ入力のうちの少なくとも1つから決定される、装置。

[ C 5 ] C 3 に記載の装置であって、前記装置は、前記第 1 および第 2 の漏洩消去信号の振幅、位相、および時間遅延のうちの少なくとも1つを調整するように構成されたコントローラをさらに備える。

[ C 6 ] C 5 に記載の装置であって、前記コントローラは、前記指示された漏洩のレベルに基づいて、前記第 1 および第 2 の漏洩消去信号のうちの少なくとも一方の前記振幅、位相、および時間遅延のうちの少なくとも1つを調整するように構成される、装置。

[ C 7 ] C 5 に記載の装置であって、前記コントローラは、相互変調ひずみ ( I M D ) の測定値に基づいて、前記第 1 および第 2 の漏洩消去信号のうちの少なくとも一方の前記振幅、位相、および時間遅延のうちの少なくとも1つを調整するように構成される、装置。

10

[ C 8 ] C 5 に記載の装置であって、前記コントローラは、トランシーバ性能測定値に基づいて、前記第 1 および第 2 の漏洩消去信号のうちの少なくとも一方の前記振幅、位相、および時間遅延のうちの少なくとも1つを調整するように構成される、装置。

[ C 9 ] C 1 に記載の装置であって、前記キャンセラは、前記第 1 の送信チェーンに結合される第 1 の高調波ひずみ消去信号を出力するように、ならびに前記第 2 の送信チェーンに結合される第 2 の高調波消去信号を出力するように構成される、装置。

[ C 1 0 ] C 1 に記載の装置であって、送信機のベースバンド - R F 集積回路 ( I C ) の中に内蔵される、装置。

[ C 1 1 ] C 1 に記載の装置であって、前記装置は下記をさらに備える、

20

第 1 および第 2 の調整された R F 信号をそれぞれ発生させるように前記第 1 および第 2 の消去信号を第 1 および第 2 のアップコンバートされた R F 信号と合成する、第 1 および第 2 の信号合成器と、

前記第 1 および第 2 の R F 信号を発生させるように前記第 1 および第 2 の調整された R F 信号を増幅する、第 1 および第 2 のドライバ増幅器。

[ C 1 2 ] C 1 1 に記載の装置であって、前記装置は、前記第 1 および第 2 の信号合成器のうちの一方に前記第 1 の消去信号を選択的に接続するように、ならびに前記第 1 および第 2 の信号合成器のうちの一方に前記第 2 の消去信号を選択的に接続するように構成されたスイッチング回路をさらに備える。

[ C 1 3 ] C 1 1 に記載の装置であって、前記キャンセラは、前記第 1 の漏洩消去信号に変換される第 1 のデジタル消去信号を出力するように、前記第 2 の漏洩信号に変換される第 2 のデジタル消去信号を出力するように、ならびに前記第 1 および第 2 の R F 信号を発生させるために使用される第 1 および第 2 のデジタルベースバンド信号から前記第 1 および第 2 のデジタル消去信号を生成するように構成される、装置。

30

[ C 1 4 ] C 1 3 に記載の装置であって、前記装置は、少なくとも1つのフィードバック信号に基づいて、前記第 1 および第 2 のデジタル消去信号の振幅、位相、および時間遅延のうちの少なくとも1つをデジタル的に調整するための制御信号を出力するように構成されたコントローラをさらに備える。

[ C 1 5 ] C 1 に記載の装置であって、前記装置は、前記キャンセラに結合されたコントローラをさらに備え、前記コントローラは、前記第 1 の送信チェーンにおける漏洩信号を測定するように構成され、ここで、前記漏洩信号は、前記第 2 の送信チェーン内で流れる前記第 2 の R F 信号に関連付けられ、および前記コントローラは、前記第 1 の送信チェーンに結合信号を注入するように前記キャンセラを制御するように構成され、ここで、前記結合信号は、前記第 2 の R F 信号の結合バージョンである、装置。

40

[ C 1 6 ] C 1 5 に記載の装置であって、前記コントローラは、前記第 2 の R F 信号と遅延値だけ遅延された前記注入された結合信号との間の選択された相関を生じる遅延値を発見するために遅延パラメータをスイープするように、前記第 2 の R F 信号と前記遅延値だけ遅延された前記注入された結合信号との位相差を決定するように、および前記位相差に基づいて位相調整を決定するように構成される、装置。

[ C 1 7 ] C 1 6 に記載の装置であって、前記コントローラは、位相および遅延調整さ

50



れた注入される信号を発生させるために前記遅延値および前記位相調整を使用して前記注入された信号を調整するように、また、前記第2の漏洩消去信号を発生させるために前記位相および遅延調整された注入される信号の振幅レベルを調整するように構成される、装置。

〔C18〕 C1に記載の装置であって、前記装置は、前記キャンセラに結合されたコントローラをさらに備え、前記コントローラは、第1および第2の送信チェーンに対する相互変調ひずみ（IMD）レベルを決定するように、ならびに前記IMDレベルを低減するために前記第1および第2の漏洩消去信号のうちの少なくとも一方の遅延、位相、および振幅のうちの少なくとも1つを調整するように構成される、装置。

〔C19〕 C18に記載の装置であって、前記コントローラは、信号強度（RSSI）、ビット誤り率（BER）およびエラーベクトル振幅（EVM）レベルを含むセットから選択された少なくとも1つの受信機（Rx）性能特性を決定するように、ならびに前記少なくとも1つのRx性能特性の所望のレベルを得るために、前記第1および第2の漏洩消去信号のうちの前記少なくとも1つの前記遅延、前記位相、および前記振幅のうちの少なくとも1つを調整するように構成される、装置。

〔C20〕 装置であって、前記装置は下記を備える、

第1のRF信号を送信するための手段と、

第2のRF信号を送信するための手段と、

前記第2のRF信号を送信するための手段に入力される第1の漏洩消去信号を出力するように、および前記第1のRF信号を送信するための手段に入力される第2の漏洩消去信号を出力するように構成された、消去するための手段、ここで、前記消去するための手段は、前記第1および第2のRF信号から、または前記第1および第2のRF信号を生成するために使用される第1および第2のベースバンド信号から、前記第1および第2の漏洩消去信号を生成する。

【図1】

図1

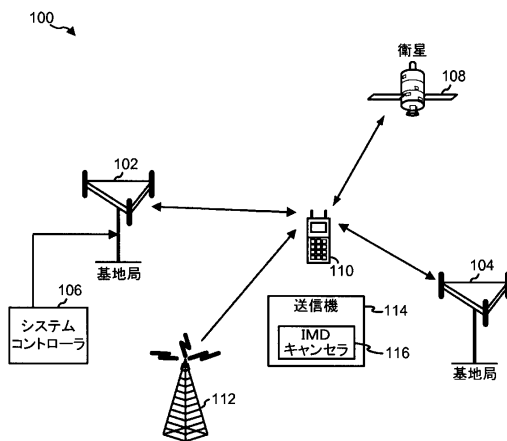


FIG. 1

【図2】

図2

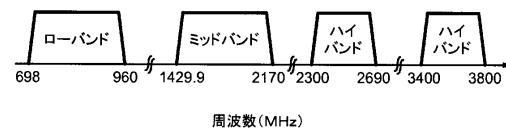
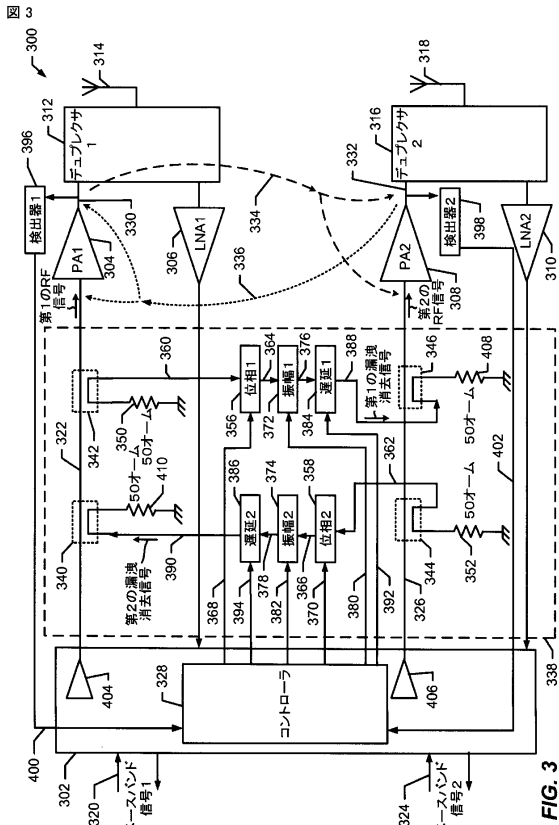
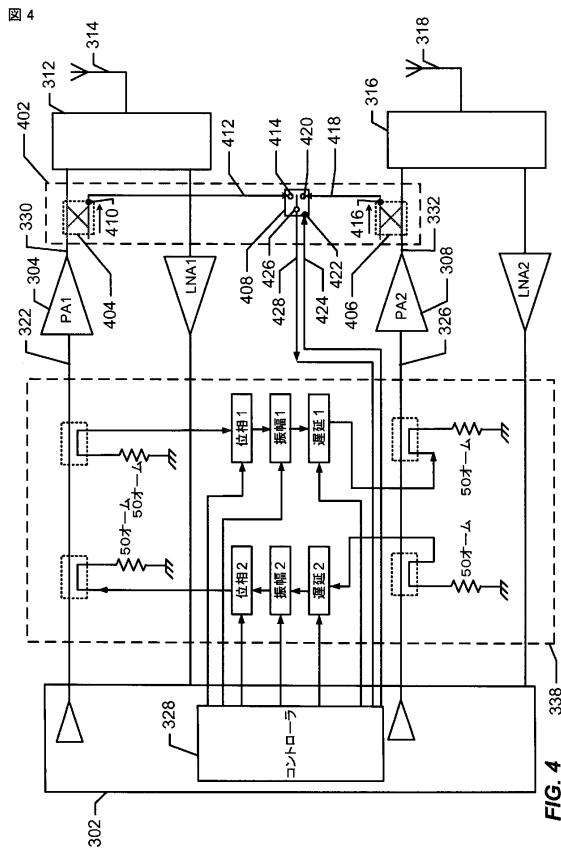


FIG. 2

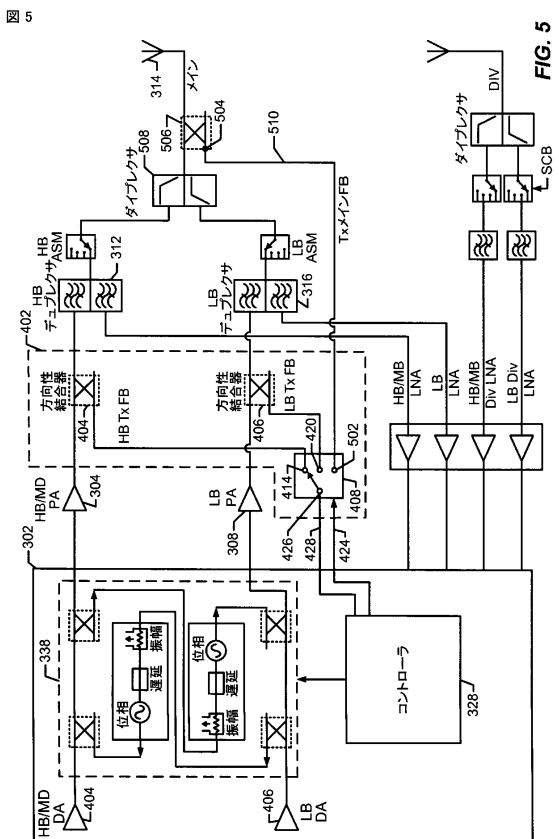
【 図 3 】



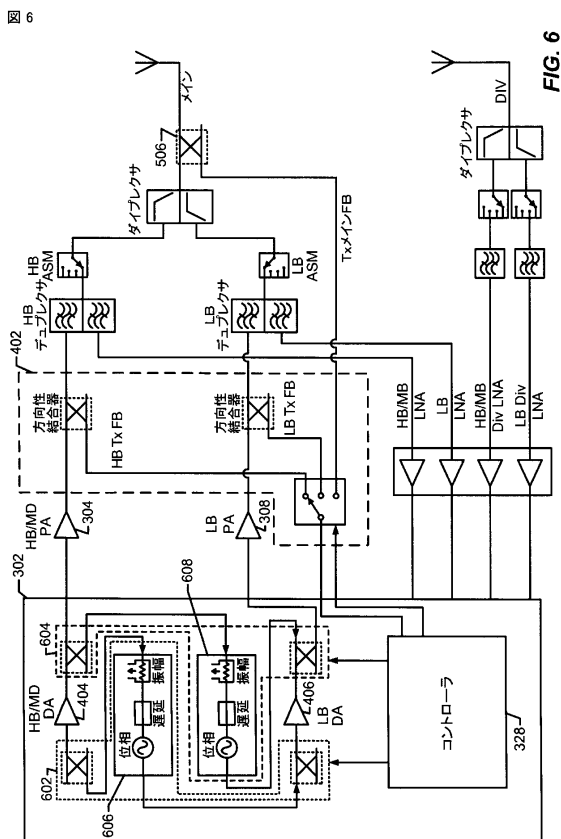
【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】



【図 7】

図 7

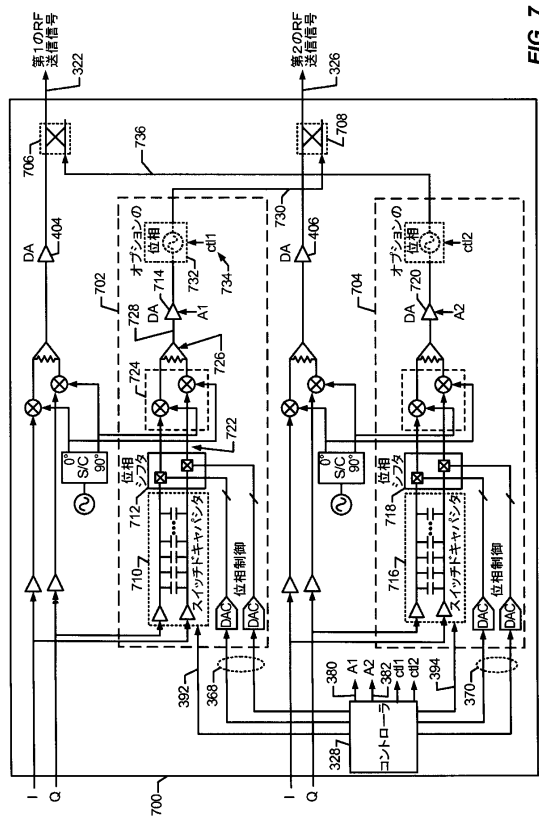


FIG. 7

【図 8】

図 8

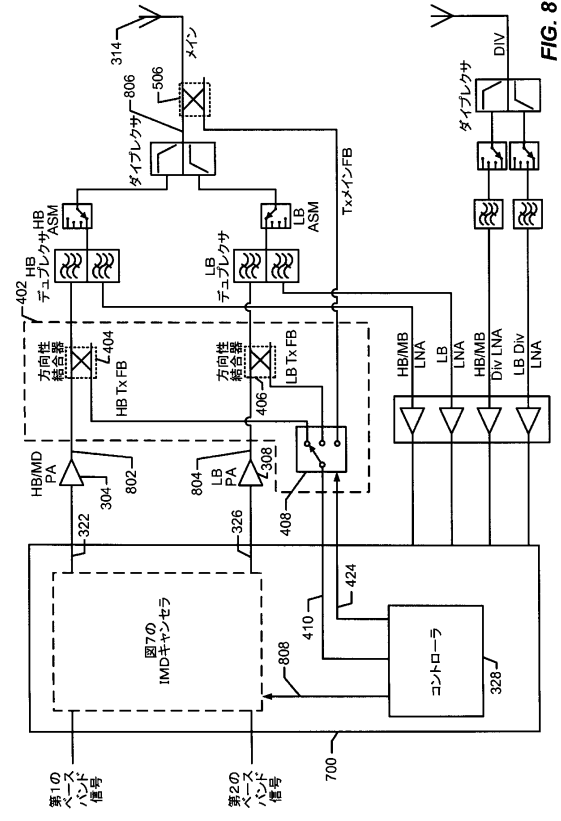


FIG. 8

【図 9】

図 9

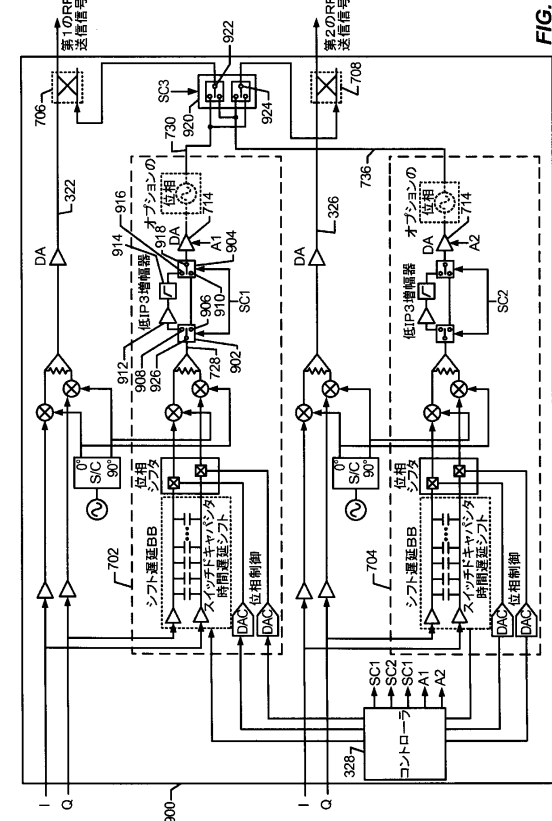


FIG. 9

【図 10】

図 10

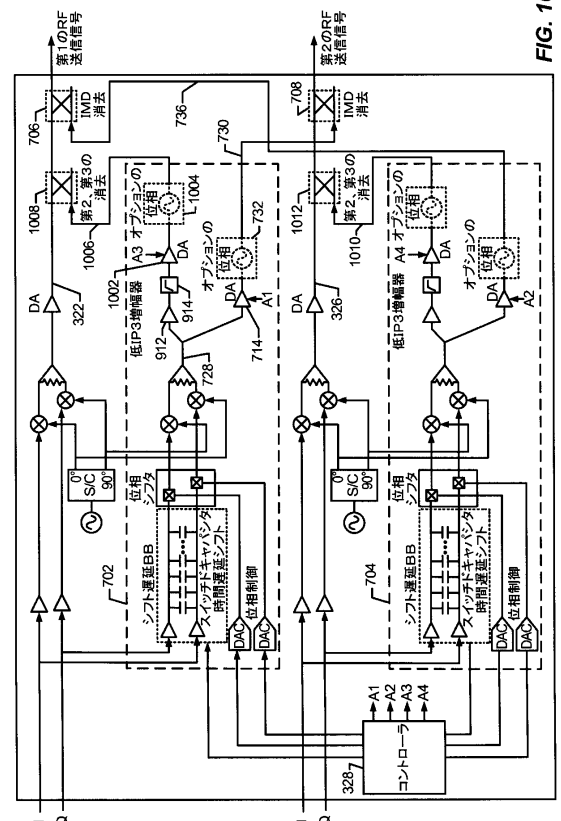
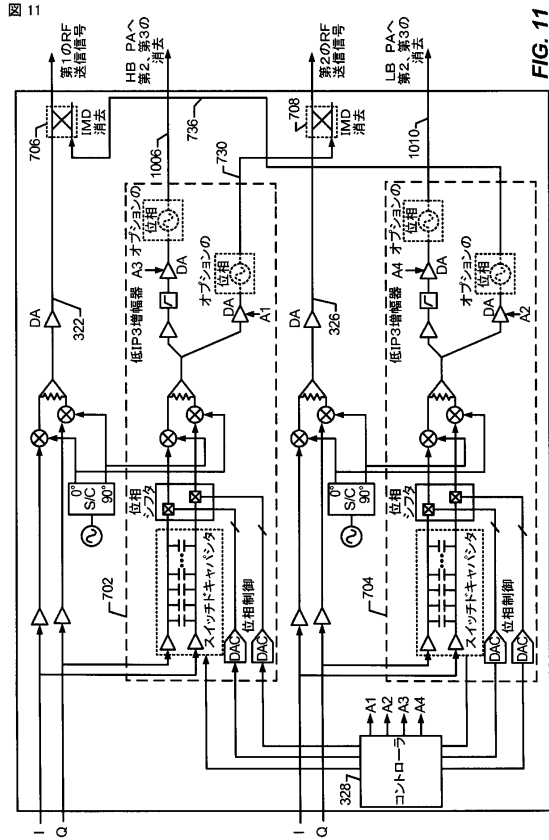
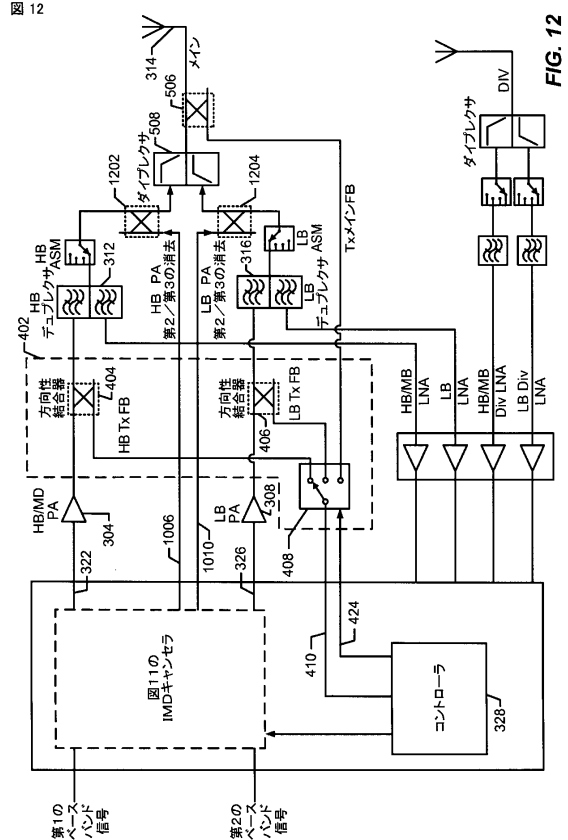


FIG. 10

【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】

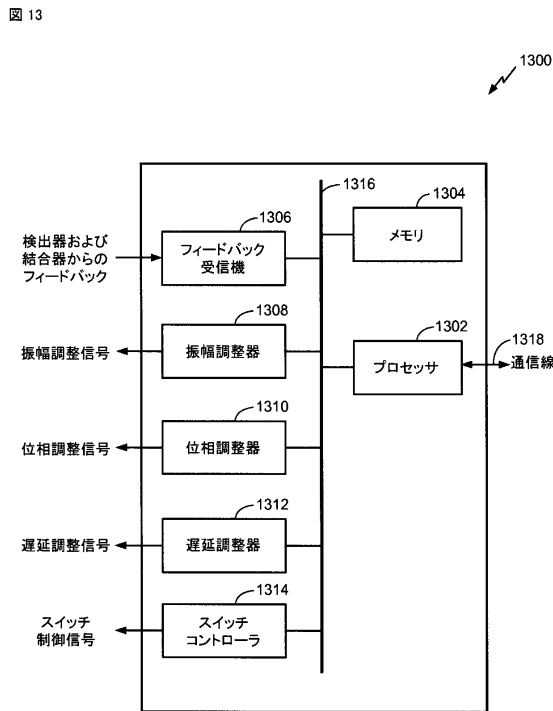
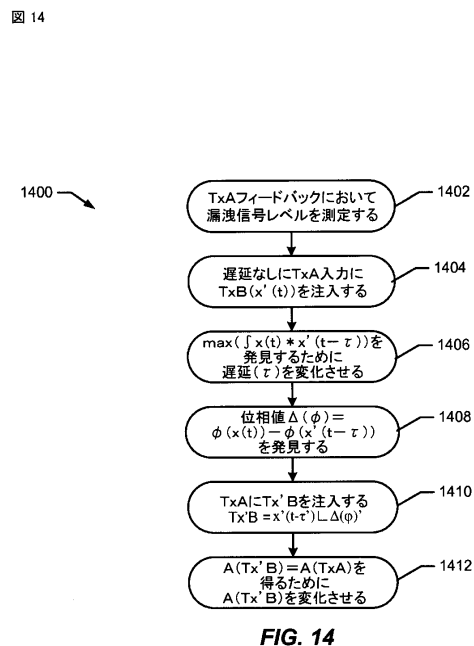


FIG. 13

【図 1 4】



【図 15】

図 15

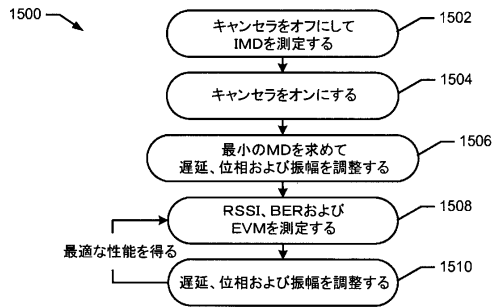


FIG. 15

【図 16】

図 16

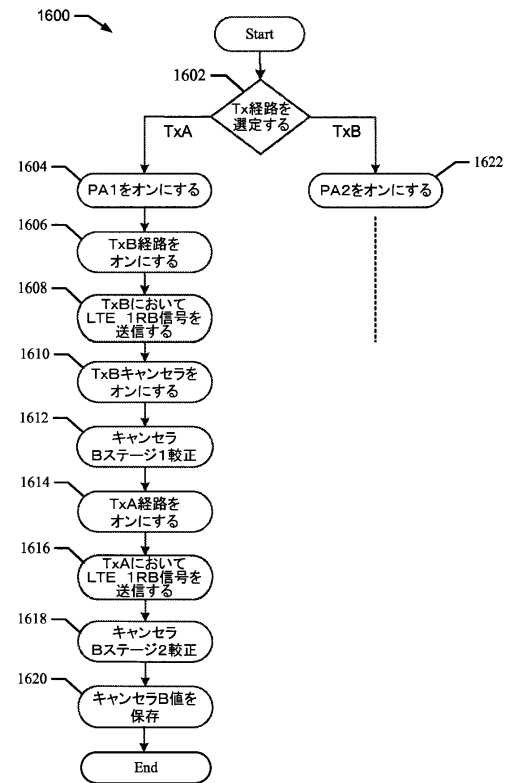


FIG. 16

【図 17】

図 17

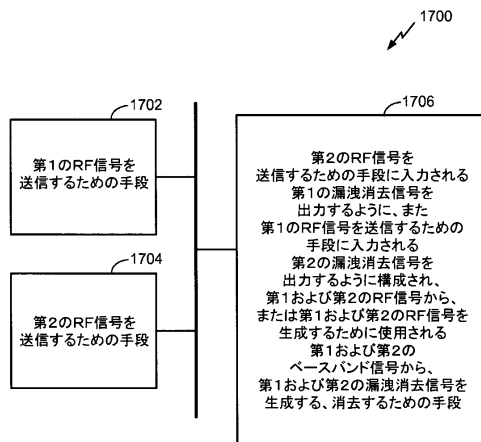


FIG. 17

【図 18】

図 18

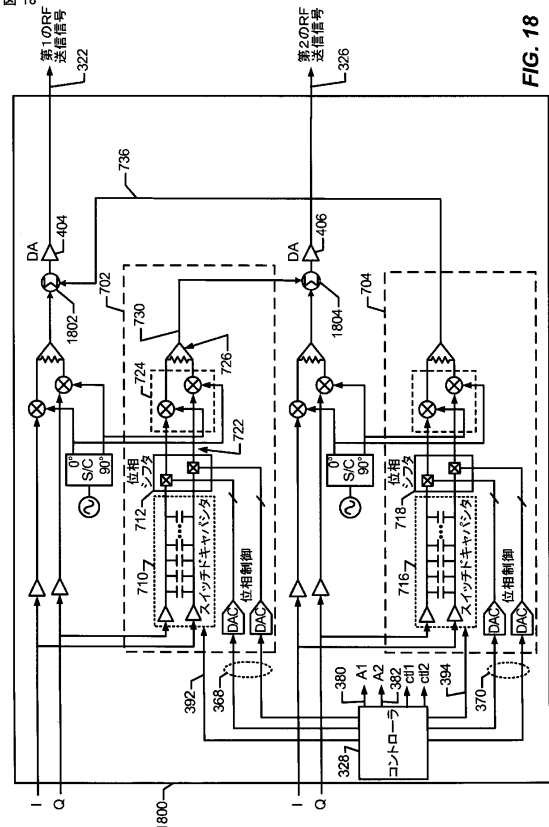
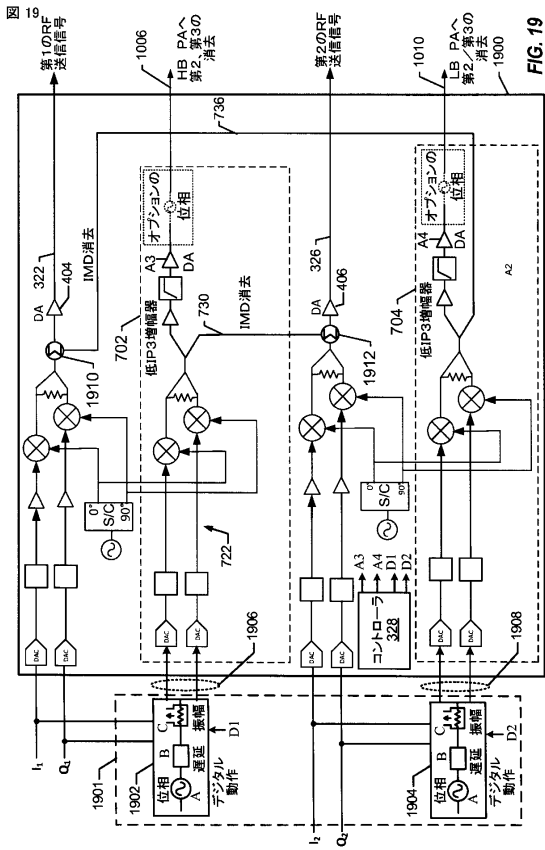
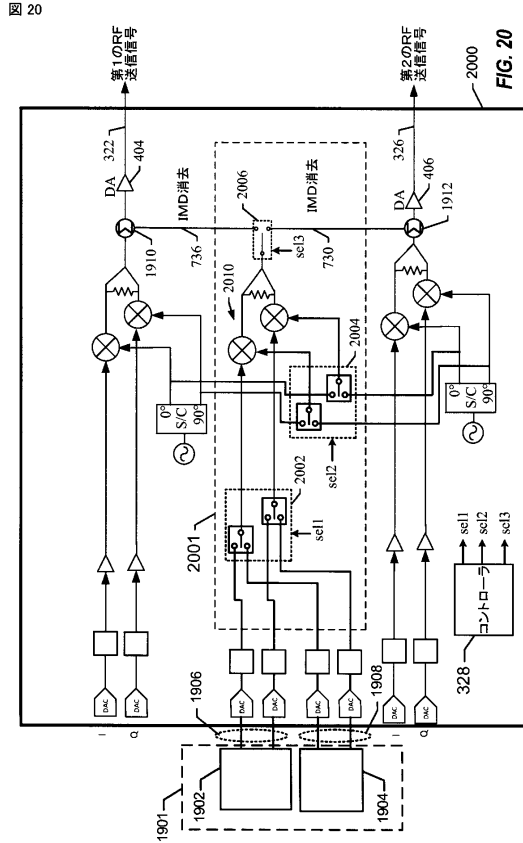


FIG. 18

【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



---

フロントページの続き

- (72)発明者 ウェイスマン、ハイム・メンデル  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5
- (72)発明者 マンソール、リモン  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5
- (72)発明者 ジャッフィー、ジェームス・アイアン  
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

審査官 佐藤 敬介

- (56)参考文献 国際公開第2013/084778(WO, A1)  
特開2006-094043(JP, A)  
特開2007-019598(JP, A)  
特開2013-005381(JP, A)  
特開2001-223541(JP, A)  
特開2013-074595(JP, A)  
特開2006-140785(JP, A)  
米国特許出願公開第2014/0051373(US, A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H04B 1/04