

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7572994号
(P7572994)

(45)発行日 令和6年10月24日(2024.10.24)

(24)登録日 令和6年10月16日(2024.10.16)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 B 7/06 (2006.01)

H 0 4 B 7/06 7 8 0

H 0 4 J 13/12 (2011.01)

H 0 4 J 13/12

請求項の数 26 外国語出願 (全37頁)

(21)出願番号	特願2022-109960(P2022-109960)	(73)特許権者	503260918
(22)出願日	令和4年7月7日(2022.7.7)		アップル インコーポレイテッド
(65)公開番号	特開2023-46377(P2023-46377A)		Apple Inc.
(43)公開日	令和5年4月4日(2023.4.4)		アメリカ合衆国 9 5 0 1 4 カリフォルニア州 クパチーノ アップル パーク ウェイワン
審査請求日	令和4年8月5日(2022.8.5)		One Apple Park Way ,
(31)優先権主張番号	63/247,710		Cupertino , Califor
(32)優先日	令和3年9月23日(2021.9.23)		nia 9 5 0 1 4 , U . S . A .
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)	(74)代理人	110003281
(31)優先権主張番号	17/701,109		弁理士法人大塚国際特許事務所
(32)優先日	令和4年3月22日(2022.3.22)	(72)発明者	ポップ , ダニエル
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		アメリカ合衆国 9 5 0 1 4 カリフォルニア州 クパチーノ アップル パーク ウェイワン , アップル インコーポレイ
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 デュアルポート伝送における符号化信号を非相関化するためのシステムおよび方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 のセットのアンテナと、
第 2 のセットのアンテナと、

第 1 の単一キャリア周波数分割多重アクセス (S C - F D M A) ロジックによって、送信される第 1 の信号を生成するための処理の過程でベースバンド信号に第 1 の符号分割多元接続 (C D M A) コードを適用し、第 2 の S C - F D M A ロジックによって、送信される第 2 の信号を生成するための処理の過程で前記ベースバンド信号に第 2 の C D M A コードを適用し、前記第 1 の信号を前記第 1 のセットのアンテナを介して伝送し、前記第 2 の信号を前記第 2 のセットのアンテナを介して伝送するように構成された処理回路と、を有する、ユーザ機器。

【請求項 2】

前記処理回路は、前記第 1 のセットのアンテナを介して前記第 1 の信号を、前記第 2 のセットのアンテナを介して前記第 2 の信号と並行して伝送するように構成されている、請求項 1 に記載のユーザ機器。

【請求項 3】

低密度パリティチェック (L D P C) ロジックを有し、前記処理回路は、前記 L D P C ロジックを用いて前記ベースバンド信号のためのチャネル符号化を提供するように構成されている、請求項 1 に記載のユーザ機器。

【請求項 4】

前記第 1 の C D M A コードおよび前記第 2 の C D M A コードはそれぞれ、実数値 C D M A コードを有する、請求項 1 に記載のユーザ機器。

【請求項 5】

前記第 1 の C D M A コードおよび前記第 2 の C D M A コードはそれぞれ、複素値 C D M A コードを有する、請求項 1 に記載のユーザ機器。

【請求項 6】

前記第 1 の C D M A コードおよび前記第 2 の C D M A コードはそれぞれ、原始多項式を有する、請求項 1 に記載のユーザ機器。

【請求項 7】

第 1 の原始多項式を生成するように構成された第 1 の線形フィードバックシフトレジスタ (L F S R) と、

10

第 2 の原始多項式を生成するように構成された第 2 の L F S R とを有し、

前記処理回路は、前記第 1 の原始多項式に基づいて前記第 1 の C D M A コードを生成し、前記第 2 の原始多項式に基づいて前記第 2 の C D M A コードを生成するように構成されている、請求項 1 に記載のユーザ機器。

【請求項 8】

受信デバイスは、前記第 1 の信号および前記第 2 の信号を受信信号として受信するように構成されており、

前記受信デバイスは、前記第 1 の C D M A コードを使用して前記受信信号から前記第 1 の信号を抽出し、前記第 2 の C D M A コードを使用して前記受信信号から前記第 2 の信号を抽出するように構成された追加の処理回路を有する、請求項 1 に記載のユーザ機器。

20

【請求項 9】

第 1 の符号分割多元接続 (C D M A) コードを使用して符号化された第 1 の信号と第 2 の C D M A コードを使用して符号化された第 2 の信号とを有する合成信号を受信するように構成されたアンテナと、
前記合成信号から前記第 1 の信号および前記第 2 の信号を抽出するように構成された処理回路と、を有し、前記処理回路が、

前記第 1 の C D M A コードを使用して第 1 のチャネルを等化することにより、前記合成信号から前記第 1 の信号を抽出するように構成された第 1 の等化器と、

前記第 1 の C D M A コードを使用して第 2 のチャネルを等化することにより、前記合成信号から前記第 2 の信号を抽出するように構成された第 2 の等化器と、を含む、通信ネットワークの電子デバイス。

30

【請求項 10】

第 1 の累積和の第 1 の複素指数を生成するように構成されており、前記第 1 の C D M A コードは前記第 1 の累積和の前記第 1 の複素指数に基づくものである、第 1 の線形フィードバックシフトレジスタ (L F S R) と、

第 2 の累積和の第 2 の複素指数を生成するように構成されており、前記第 2 の C D M A コードは前記第 2 の累積和の前記第 2 の複素指数に基づくものである、第 2 の L F S R と、を有する、請求項 9 に記載の通信ネットワークの電子デバイス。

【請求項 11】

40

前記第 1 の C D M A コードの第 1 の実数成分を生成するように構成された第 1 の線形フィードバックシフトレジスタ (L F S R) と、

前記第 1 の C D M A コードの第 1 の虚数成分を生成するように構成された第 2 の L F S R と、

前記第 2 の C D M A コードの第 2 の実数成分を生成するように構成された第 3 の L F S R と、

前記第 2 の C D M A コードの第 2 の虚数成分を生成するように構成された第 4 の L F S R と、を有する、請求項 9 に記載の通信ネットワークの電子デバイス。

【請求項 12】

第 1 の高速フーリエ変換 (F F T) ロジックを有し、前記処理回路は、前記 F F T ロジ

50

ックを用いて前記合成信号を時間ドメインから周波数ドメインに変換するように構成されている、請求項 9 に記載の通信ネットワークの電子デバイス。

【請求項 13】

前記処理回路は、ベースバンド信号を前記第 1 の信号および前記第 2 の信号に基づいて生成するように構成され、前記第 1 の信号および前記第 2 の信号はそれぞれ、前記ベースバンド信号のインスタンスを有する、請求項 12 に記載の通信ネットワークの電子デバイス。

【請求項 14】

第 1 の逆高速フーリエ変換 (IFFT) ロジックおよび第 2 の IFFT ロジックを有し、前記処理回路は、前記第 1 の IFFT ロジックを用いて前記第 1 の信号を周波数ドメインから時間ドメインに変換し、前記第 2 の IFFT ロジックを用いて前記第 2 の信号を周波数ドメインから時間ドメインに変換するように構成されている、請求項 9 に記載の通信ネットワークの電子デバイス。

10

【請求項 15】

前記電子デバイスは、前記第 1 の信号および前記第 2 の信号を伝送するように構成されており、

前記電子デバイスは、前記第 1 の CDMA コードをベースバンド信号の第 1 の部分に適用して前記第 1 の信号を生成し、前記第 2 の CDMA コードを前記ベースバンド信号の第 2 の部分に適用して前記第 2 の信号を生成するように構成された追加の処理回路と、前記第 1 の信号を伝送するように構成された第 1 のアンテナと、前記第 2 の信号を伝送するように構成された第 2 のアンテナと、を有する、請求項 9 に記載の通信ネットワークの電子デバイス。

20

【請求項 16】

ユーザ機器の処理回路によって、ベースバンド信号を受信することと、

前記処理回路によって、第 1 の符号分割多元接続 (CDMA) シーケンスおよび第 2 の CDMA シーケンスを生成することと、

第 1 の単一キャリア周波数分割多重アクセス (SC-FDMA) ロジックによって、送信される第 1 の信号を生成するための処理の過程で前記第 1 の CDMA シーケンスを前記ベースバンド信号に適用することと、

第 2 の SC-FDMA ロジックによって、送信される第 2 の信号を生成するための処理の過程で前記第 2 の CDMA シーケンスを前記ベースバンド信号に適用することと、

30

前記ユーザ機器の第 1 のセットのアンテナを介して、前記第 1 の信号を伝送することと、
前記ユーザ機器の第 2 のセットのアンテナを介して、前記第 2 の信号を伝送することと、
を有する、方法。

【請求項 17】

前記第 1 の CDMA シーケンスは、第 1 の同相成分および第 1 の直交成分を有し、

前記処理回路によって、前記第 1 の CDMA シーケンスを前記ベースバンド信号に適用することは、前記ベースバンド信号に前記第 1 の同相成分と前記第 1 の直交成分とを用いた複素乗算を実行して前記第 1 の信号を生成することを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記第 2 の CDMA シーケンスは、第 2 の同相成分と第 2 の直交成分を有し、

40

前記処理回路によって、前記第 2 の CDMA シーケンスを前記ベースバンド信号に適用することは、前記ベースバンド信号に前記第 2 の同相成分と前記第 2 の直交成分とを用いた複素乗算を実行して前記第 2 の信号を生成することを含む、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記処理回路によって、第 3 の CDMA シーケンスおよび第 4 の CDMA シーケンスを生成することと、

前記第 1 の SC-FDMA ロジックによって、前記第 3 の CDMA シーケンスを前記ベースバンド信号に適用して、第 3 の信号を生成することと、

前記第 2 の SC-FDMA ロジックによって、前記第 4 の CDMA シーケンスを前記ベースバンド信号に適用して、第 4 の信号を生成することと、

50

前記ユーザ機器の前記第 1 のセットのアンテナを介して、前記第 3 の信号を送信することと、

前記ユーザ機器の前記第 2 のセットのアンテナを介して、前記第 4 の信号を送信することと、を有する、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 20】

前記処理回路によって、前記ベースバンド信号を第 1 の部分および第 2 の部分に分割することを有し、

前記第 1 の SC-FDMA ロジックによって、前記第 1 の CDMA シーケンスを前記ベースバンド信号に適用して前記第 1 の信号を生成することは、前記第 1 の SC-FDMA ロジックによって、前記第 1 の CDMA シーケンスを前記第 1 の部分に適用することを含み、

10

前記第 2 の SC-FDMA ロジックによって、前記第 2 の CDMA シーケンスを前記ベースバンド信号に適用して前記第 2 の信号を生成することは、前記第 2 の SC-FDMA ロジックによって、前記第 2 の CDMA シーケンスを前記第 2 の部分に適用することを含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 21】

通信ネットワークの電子デバイスの 1 つ以上のアンテナにおいて、第 1 の符号分割多元接続 (CDMA) シーケンスを使用して符号化された第 1 の信号と第 2 の CDMA シーケンスを使用して符号化された第 2 の信号とを有する合成信号を受信することと、

前記電子デバイスの処理回路により、前記第 1 の CDMA シーケンスおよび前記第 2 の CDMA シーケンスを生成することと、

20

前記処理回路に含まれる第 1 の等化器により、前記第 1 の CDMA シーケンスを使用して第 1 のチャネルを等化することによって、前記合成信号から前記第 1 の信号を抽出することと、

前記処理回路に含まれる第 2 の等化器により、前記第 2 の CDMA シーケンスを使用して第 2 のチャネルを等化することによって、前記合成信号から前記第 2 の信号を抽出することと、を有する方法。

【請求項 22】

前記処理回路により、前記第 1 の信号および前記第 2 の信号に基づいてベースバンド信号を生成することを有する、請求項 21 に記載の方法。

30

【請求項 23】

前記第 1 の信号および前記第 2 の信号はそれぞれ、前記ベースバンド信号のインスタンスを有する、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

前記第 1 の信号は、前記ベースバンド信号の第 1 の部分を有し、前記第 2 の信号は、前記ベースバンド信号の第 2 の部分を有する、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 25】

前記第 1 の CDMA シーケンスは、第 1 の同相成分および第 1 の直交成分を有し、前記第 1 の信号は、前記ベースバンド信号に前記第 1 の CDMA シーケンスを適用することにより符号化されている、請求項 22 に記載の方法。

40

【請求項 26】

前記第 2 の CDMA シーケンスは、第 2 の同相成分および第 2 の直交成分を有し、前記第 2 の信号は、前記ベースバンド信号に前記第 2 の CDMA シーケンスを適用することにより符号化されている、請求項 25 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本出願は、2021 年 9 月 23 日に提出され、"SYSTEMS AND METHODS FOR DE-CORRELATING CODED SIGNALS IN DUAL

50

PORT TRANSMISSIONS」と題される、米国特許仮出願第 63 / 247 , 710 号からの優先権を主張し、この出願の開示は参照により、その全体が全ての目的のために本明細書において組み込まれる。

【0002】

本開示は概して、無線通信に関する。電子デバイスでは、伝送機は無線信号を受信機に伝送することができる。場合によっては、伝送機は、受信機によって受信される（例えば、並行して（concurrently）、または同時に（simultaneously））無線信号の 2 つ以上のインスタンス（例えば、2 つのインスタンス）を送信することによって、受信機での無線信号の受信電力を増加させることができ、これは、同じ波形のデュアル伝送と称される場合がある。しかし、無線信号の少なくとも一部分は、無線信号間の位相関係により、受信機においてキャンセルされる場合がある。

10

【発明の概要】

【0003】

本明細書に開示される特定の実施形態の要約を以下に示す。これらの態様が、これらの特定の実施形態の概要を読者に提供するためだけに提示され、これらの態様が、この開示の範囲を限定するものではないことを理解されたい。実際に、本開示は、以下に記載されない種々の態様を包含し得る。

【0004】

一実施形態では、ユーザ機器は、第 1 のセットのアンテナと第 2 のセットのアンテナを含む。ユーザ機器はまた、第 1 の符号分割多元接続（CDMA）コードをベースバンド信号に適用して第 1 の信号を生成し、第 2 の CDMA コードをベースバンド信号に適用して第 2 の信号を生成し、第 1 のセットのアンテナを介して第 1 の信号を伝送し、第 2 のセットのアンテナを介して第 2 の信号を伝送する、処理回路を含む。

20

【0005】

別の実施形態では、電子デバイスは、第 1 の CDMA コードを使用して符号化された第 1 の信号と第 2 の CDMA コードを使用して符号化された第 2 の信号とを有する合成信号を受信するアンテナを備える。電子デバイスはまた、第 1 の CDMA コードを使用して合成信号から第 1 の信号を抽出し、第 2 の CDMA コードを使用して合成信号から第 2 の信号を抽出する処理回路も備える。

【0006】

30

更に別の実施形態では、方法は、ユーザ機器の処理回路によって、ベースバンド信号を受信し、処理回路によって、第 1 の CDMA シーケンスおよび第 2 の CDMA シーケンスを生成することを含む。この方法はまた、処理回路によって、第 1 の CDMA シーケンスをベースバンド信号に適用して第 1 の信号を生成することと、処理回路によって、第 2 の CDMA シーケンスをベースバンド信号に適用して第 2 の信号を生成することと、を含む。この方法は、ユーザ機器の第 1 のセットのアンテナを介して、第 1 の信号を伝送することと、ユーザ機器の第 2 のセットのアンテナを介して、第 2 の信号を伝送することと、を更に含む。

【0007】

本開示の様々な態様に関連して、上述の特徴部の様々な改良が存在し得る。更なる特徴部もまた、これらの様々な態様に、同様に組み込むことができる。これらの改良および追加的特徴部は、個別に、または任意の組み合わせで存在し得る。例えば、例示される実施形態のうちの 1 つ以上に関連して以下で論じられる様々な特徴部は、本開示の上述の態様のうちのいずれにも、単独で、または任意の組み合わせで、組み込むことができる。前述の概要は、請求内容を限定することなく読者に本開示の実施形態のある態様および文脈を理解させるためだけのものである。

40

【図面の簡単な説明】

【0008】

以下の「発明を実施するための形態」を読了し、かつ以下の図面を参照することにより、本開示の様々な態様を、より良好に理解することができる。以下の図面では、同様の番

50

号は同様の部品を参照する。

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 本開示の実施形態による、ユーザ機器のブロック図である。

【 0 0 1 0 】

【 図 2 】 本開示の実施形態による、図 1 のユーザ機器の機能図である。

【 0 0 1 1 】

【 図 3 】 本開示の実施形態による、図 1 のユーザ機器の伝送機の概略図である。

【 0 0 1 2 】

【 図 4 】 本開示の実施形態による、図 1 のユーザ機器の受信機の概略図である

【 0 0 1 3 】

【 図 5 】 本開示の実施形態による、図 1 のユーザ機器および受信デバイスを含む無線通信システムの概略図である。

【 0 0 1 4 】

【 図 6 】 本開示の実施形態による、図 5 の無線通信システムの構成要素を示すブロック図である。

【 0 0 1 5 】

【 図 7 】 本開示の実施形態による、図 6 の SC - FDMA ロジックによって実行され得るように、符号分割多元接続 (CDMA) コードを使用して直交周波数分割多重化シンボルを有するデータブロックを生成するブロック図である。

【 0 0 1 6 】

【 図 8 】 本開示の実施形態による、受信デバイスのアンテナにおける電力降下に対する 2 つの信号間の位相差の影響を示すプロットである。

【 0 0 1 7 】

【 図 9 】 本開示の実施形態による、CDMA コードを生成する図 6 のユーザ機器および / または受信デバイスのシーケンス生成器のブロック図である。

【 0 0 1 8 】

【 図 1 0 】 本開示の実施形態による、デフォルトシーケンスで図 9 のシーケンス生成器によって生成されたシーケンスの相互相関を示す分布プロットである。

【 0 0 1 9 】

【 図 1 1 】 本開示の実施形態による、信号対雑音比 (SNR) に基づいて変化するビットエラー率 (BER) を示すプロットである。

【 0 0 2 0 】

【 図 1 2 】 本開示の実施形態による、BER が 10^{-2} であるときのデュアル伝送無線信号間の位相差に基づいて変化する SNR を示すプロットである。

【 0 0 2 1 】

【 図 1 3 】 本開示の実施形態による、BER が 10^{-3} であるときのデュアル伝送無線信号間の位相差に基づいて変化する SNR を示すプロットである。

【 0 0 2 2 】

【 図 1 4 】 本開示の実施形態による、異なる CDMA コードを使用したデュアル伝送方法のフローチャートである。

【 0 0 2 3 】

【 図 1 5 】 本開示の実施形態による、1 つの線形フィードバックシフトレジスタ (LFSR) を使用して生成された複素 CDMA コードを使用する場合の、SNR に基づいて変化する BER を示すプロットである。

【 0 0 2 4 】

【 図 1 6 】 本開示の実施形態による、デュアル LFSR を使用して生成された複素 CDMA コードを使用する場合の、SNR に基づいて変化する BER を示すプロットである。

【 0 0 2 5 】

【 図 1 7 】 本開示の実施形態による、複素 CDMA コードを使用したデュアル伝送方法のフローチャートである。

10

20

30

40

50

【0026】

【図18】拡散を2倍に増加させず、2つの伝送信号で同じデータを伝送せずに、S N Rに基づいて変化するB E Rを示すプロットである。

【0027】

【図19】本開示の実施形態による、拡散を2倍に増加させ、2つの伝送信号で異なるデータを伝送するときに、S N Rに基づいて変化するB E Rを示すプロットである。

【0028】

【図20】本開示の実施形態による、2つの伝送信号で異なるデータを伝送する図5の無線通信システムの代替の実施形態のブロック図である。

【0029】

【図21】本開示の実施形態による、各伝送信号内の異なるデータを伝送するために異なるC D M Aコードを使用したデュアル伝送方法のフローチャートである。

【0030】

【図22】本開示の実施形態による、伝送信号が同じデータを有する場合で、拡散または伝送信号の繰り返し（例えば、図11のものと比較して）10倍に増加する場合の、S N Rに基づいて変化するB E Rを示すプロットである。

【0031】

【図23】本開示の実施形態による、伝送信号が異なるデータを有する場合で、拡散または伝送信号の繰り返し（例えば、図11のものと比較して）20倍に増加したときにS N Rに基づいて変化するB E Rを示すプロットである。

【発明を実施するための形態】

【0032】

以下において、1つ以上の特定の実施形態を説明する。これらの実施形態の簡潔な説明を提供するために、本明細書には実際の実施態様の全ての特徴は示されていない。どのような工学プロジェクトまたは設計プロジェクトの場合とも同様に、そのような実際的な実施態様の開発のいずれに際しても、実施態様ごとに異なり得る、システム関連およびビジネス関連の制約への準拠などの開発者の具体的な目的を達成するために、実施態様に固有の多数の判定を行わなければならないことが理解されるべきである。更には、そのような開発努力は、複雑で時間を要する場合もあるが、それにもかかわらず、本開示の利益を有する当業者にとっては、設計、製作、および製造の慣例的な仕事であることを理解するべきである。

【0033】

本開示の様々な実施形態の要素を紹介するときに、冠詞「a」、「an」、および「the」は、1つ以上の要素があることを意味する。用語「を備える、を含む（comprising）」、「を含む（including）」、および「を有する（having）」は、包括的であることを意図し、列挙した要素以外の付加的な要素がある可能性であることを意味する。更に、本開示の「一実施形態」または「実施形態」の参照は、列挙した特徴を組み込む追加の実施形態の存在を除外するように解釈されることを意図したものではないことを理解されたい。更に、特定の特徴、構造、または特性が、1つ以上の実施形態において適切に組み合わせられてもよい。「およそ」、「近い」、「約」、「近接する」、および/または「実質的に」という用語の使用は、適切または予想可能ないずれの誤差の許容範囲内（例えば、目標の0.1%以内、目標の1%以内、目標の5%以内、目標の10%以内、目標の25%以内など）なども、目標（例えば、設計、値、量）の近くを含むことを意味すると理解されるべきである。更に、理解すべきこととして、本明細書で提供される正確な値、数、測定などはいずれも、正確な値、数、測定などの近似値（例えば、適切または予想可能な誤差の許容範囲内）を含むと意図される。

【0034】

本開示は、目標とする受信デバイスで受信されたときの信号の電力を増加させるための同じ無線周波数信号または波形のデュアル伝送に関する。しかし、同じ信号のデュアル伝送は、受信デバイスの受信機で電力変動を引き起こす場合がある。実際には、無線信号の

10

20

30

40

50

少なくとも一部は、無線信号間の位相関係に起因して受信デバイスのアンテナでキャンセルされ得る。特に、受信信号間の位相関係と組み合わせられた経路減衰の相対的な相異は、受信機信号強度（例えば、受信信号の電力）に影響を及ぼし得る。事実上、高度に相関されたチャネル（例えば、信号間の位相差が 180° に近づく場合）では、同じ信号のデュアル伝送は、受信機信号強度に関しては、信号の単一の伝送よりも一層悪化して行われる場合がある。

【0035】

場合によっては、閉フィードバックループを使用して、無線信号のうちの少なくとも1つをシフトして、2つの無線信号間の有利な位相関係（例えば、ほぼ 0° の位相差）を実現することができる。すなわち、閉フィードバックループは、入力として2つの無線信号を受信し、2つの信号間の位相差を判定でき、2つの信号間の位相差が 0° であるように信号の一方または両方をシフトすることができる。しかし、特定の状況では、閉フィードバックループを利用することは望ましくない場合がある。例えば、受信デバイス（例えば、地上基地局、非地上基地局、高度プラットフォームステーション（HAPS）、衛星など）とユーザ機器（例えば、モバイル無線通信デバイス）との間の距離が閾値距離よりも大きい場合には、（例えば、2つの無線信号間の有利な位相差を達成するために）補正またはコードブックを送信することは、変動（例えば、補正またはコードブックの適時受信に影響を与え得る高速チャネル変動）のため、可能ではない場合がある。これに加えて、少なくとも部分的な信号キャンセルがあり得ることから、受信デバイスおよび/または対応している無線通信ネットワークは、受信デバイスが（例えば、肯定応答または「ACK」信号をユーザ機器に送信することによって）ユーザ機器を肯定応答できるまでリスニング時間を増加させる必要があり得る。このように、少なくともこれらのタイプの状況においては、開ループスキームは、そのような欠点に影響を受けない場合もあり、したがって、閉ループまたはフィードバックスキームよりも優れた性能を有する。

【0036】

他の場合には、巡回遅延ダイバーシティスキームは、デュアル伝送性能を向上させることができ、受信デバイスのアンテナでのゲインは、高度に相関したチャネル（例えば、デュアル伝送信号間の位相差が 180° に近づく場合）には小さくなる場合がある。さらに、タイムアライメントエラーおよび巡回遅延ダイバーシティスキームは、割り当て（例えば、信号内のデータまたはシンボル）が、（例えば、組み合わせられた遅延によって引き起こされ得る）信号間の増加したキャンセルのnullまたは点に配置されることに起因するディープフェージング（例えば、強力な破壊的干渉）に影響を受ける場合があり、信号の損失をもたらす場合がある。

【0037】

本明細書の実施形態は、無線信号のデュアル伝送を実行することによって受信デバイスで受信電力を増加させ、（例えば、閉ループまたはフィードバック技法に依存せずに）開ループまたはフィードフォワード技法を使用して無線信号間のキャンセルを回避するための様々な装置および技法を提供する。そうするために、本明細書に開示される実施形態は、第1の符号分割多元接続（CDMA）コードをベースバンド信号に適用して第1の信号を生成し、第2のCDMAコードをベースバンド信号に適用して第2の信号を生成するユーザ機器を含む。次いで、ユーザ機器は第1のアンテナを介して第1の信号を受信デバイスに伝送し、第2のアンテナを介して第2の信号を受信デバイスに伝送する。受信デバイスは、アンテナで合成信号として第1および第2の信号を受信し、第1のCDMAコードを使用して合成信号から第1の信号を抽出し、第2のCDMAコードを使用して合成信号から第2の信号を抽出する。CDMAコードは実数値または複素値であり得る。いくつかの実施形態では、ユーザ機器は、ベースバンド信号を第1および第2の部分に分割し、第1の信号の一部として第1の部分を、第2の信号の一部として第2の部分を伝送することができる。

【0038】

上記を念頭に置いて、図1は、本開示の実施形態による、ユーザ機器10（例えば、電

10

20

30

40

50

子デバイス)のブロック図である。ユーザ機器10は、とりわけ、1つ以上のプロセッサ12(本明細書では便宜上、単一のプロセッサと総称され、どのような適切な形で処理回路内に実装されてもよい)、メモリ14、不揮発性記憶装置16、ディスプレイ18、入力構造体22、入出力(I/O)インタフェース24、ネットワークインタフェース26、および電源29を含むことができる。図1に示される様々な機能ブロックは、ハードウェア要素(回路を含む)、ソフトウェア要素(機械実行可能命令を含む)、またはハードウェア要素とソフトウェア要素の両方の組み合わせ(ロジックと称され得る)を含んでもよい。プロセッサ12、メモリ14、不揮発性記憶装置16、ディスプレイ18、入力構造体22、入出力(I/O)インタフェース24、ネットワークインタフェース26、および/または電源29は各々、互いの中でデータを送信および/または受信するために、直接的に、または間接的に(例えば、別の構成要素、通信バス、ネットワークを介して)、互いに通信可能に連結されていてもよい。図1は特定の実施態様の一実施例に過ぎず、ユーザ機器10内に存在し得る構成要素のタイプを示すことを意図するものであることに留意されたい。

10

【0039】

例として、ユーザ機器10は、どのような適切なコンピューティングデバイスを含んでもよく、それには、デスクトップまたはノートブックコンピュータ(例えば、Apple Inc.(Cupertino, California)から入手可能なMacBook(登録商標)、MacBook(登録商標)Pro、MacBook Air(登録商標)、iMac(登録商標)、Mac(登録商標)mini、またはMac Pro(登録商標)の形で)、無線電子デバイスまたはスマートフォン(例えば、Apple Inc.(Cupertino, California)から入手可能なiPhone(登録商標)のモデルの形で)などのポータブル電子装置またはハンドヘルド電子デバイス、タブレット(Apple Inc.(Cupertino, California)から入手可能なiPad(登録商標)のモデルの形で)、ウェアラブル電子デバイス(例えば、Apple Inc.(Cupertino, California)から入手可能なApple Watch(登録商標)の形で)が含まれる。本明細書では図1内のプロセッサ12および/または他の関連する項目が全体的に「データ処理回路」と称され得ることに、留意されたい。そのようなデータ処理回路は、全体として、または部分的に、ソフトウェアとして、ハードウェアとして、またはその両方として実施されてもよい。更に、図1内のプロセッサ12および/または他の関連する項目は、単一に収容された処理モジュールであってもよいし、ユーザ機器10内の他の要素のいずれかの中に、全体として、若しくは部分的に組み込まれていてもよい。プロセッサ12は、汎用マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)、プログラマブル論理デバイス(PLD)、コントローラ、状態マシン、ゲートロジック、別個の複数ハードウェア構成要素、専用のハードウェア有限状態マシン、または情報の計算若しくは他の操作を実行し得るどのような適切なエンティティのどのような組み合わせで実装されてもよい。プロセッサ12は、1つ以上のアプリケーションプロセッサ、1つ以上のベースバンドプロセッサ、またはその両方を含んでもよく、本明細書に記載の様々な機能を実行する。

20

30

40

【0040】

図1のユーザ機器10において、プロセッサ12は、様々なアルゴリズムを実行するために、メモリ14および不揮発性メモリ16と動作可能に結合されてもよい。プロセッサ12によって実行されるそのようなプログラムまたは命令は、1つ以上の有形のコンピュータ可読媒体を含む、どのような適切な製造品に記憶されていてもよい。有形のコンピュータ可読媒体は、命令またはルーチンを格納するために、個別に、または集合的に、メモリ14および/または不揮発性記憶装置16を含んでもよい。メモリ14および不揮発性記憶装置16は、ランダムアクセスメモリ、読み出し専用メモリ、書き換え可能フラッシュメモリ、ハードディスク、および光ディスクなどの、データおよび実行可能命令を記憶するためのどのような適切な製造品を含んでもよい。また、そのようなコンピュータプロ

50

グラム製品上に符号化されたプログラム（例えば、オペレーティングシステム）はまた、ユーザ機器 10 が様々な機能を提供できるようにするためにプロセッサ 12 によって実行され得る命令を含んでもよい。

【0041】

特定の実施形態では、ディスプレイ 18 は、ユーザ機器 10 上で生成された画像をユーザが閲覧するのを容易にし得る。いくつかの実施形態では、ディスプレイ 18 はタッチスクリーンを含んでもよく、タッチスクリーンは、ユーザがユーザ機器 10 のユーザインタフェースと容易に相互作用できるようにしてもよい。更に、理解すべきこととして、いくつかの実施形態では、ディスプレイ 18 は、1 つ以上の、液晶ディスプレイ（LCD）、発光ダイオード（LED）ディスプレイ、有機発光ダイオード（OLED）ディスプレイ、アクティブマトリックス有機発光ダイオード（AMOLED）ディスプレイ、またはこれらおよび/若しくは他のディスプレイ技術のいくつかの組み合わせを含んでもよい。

10

【0042】

ユーザ機器 10 の入力構造 22 は、ユーザがユーザ機器 10 と相互作用（例えば、ボタンを押して音量レベルを増減する）できるようにしてもよい。I/O インタフェース 24 は、ユーザ機器 10 がネットワークインタフェース 26 などの様々な他の電子デバイスとインタフェースできるようにしてもよい。いくつかの実施形態では、I/O インタフェース 24 は、Apple Inc.（Cupertino, California）が提供する Lightning コネクタ、ユニバーサルシリアルバス（USB）、または他の類似したコネクタおよびプロトコルなどの標準的なコネクタおよびプロトコルを使用した充電および/またはコンテンツ操作のための有線接続用の I/O ポートを含んでもよい。ネットワークインタフェース 26 は、例えば、超広帯域（UWB）または Bluetooth（登録商標）ネットワークなどのパーソナルエリアネットワーク（PAN）、IEEE 802.11x プロトコルファミリの 1 つ（例えば、Wi-Fi（登録商標））を用いるネットワークなどの、ローカルエリアネットワーク（LAN）または無線ローカルエリアネットワーク（WLAN）、並びに/または、例えば第 3 世代（3G）セルラネットワーク、ユニバーサルモバイル通信システム（UMTS）、第 4 世代（4G）セルラネットワーク、ロングタームエボリューション（LTE（登録商標））セルラネットワーク、ロングタームエボリューションライセンス補助アクセス（LTE-LAA）セルラネットワーク、第 5 世代（5G）セルラネットワーク、および/若しくは、ニューレディオ（NR）セルラネットワーク、衛星ネットワーク、非地上ネットワークなどを含む、第 3 世代パートナーシッププロジェクト（3GPP）に関連するいずれかの標準などの広域ネットワーク（WAN）の、1 つ以上のインタフェースを含んでもよい。特に、ネットワークインタフェース 26 は、ミリメートル波（mm 波）周波数範囲（例えば、24.25 ~ 300 GHz ヘルツ（Hz））を含む 5G 仕様のリリース 15 セルラ通信規格、および/または、無線通信に使用される周波数範囲を規定かつ/または有効化する他のいずれかのセルラ通信標準リリース（例えば、リリース 16、リリース 17、それ以降のいずれかのリリース）を使用するための 1 つ以上のインタフェースを含んでもよい。ユーザ機器 10 のネットワークインタフェース 26 は、前述のネットワーク（例えば、5G、Wi-Fi、LTE-LAA など）を介した通信を可能にしてもよい。

20

30

40

【0043】

ネットワークインタフェース 26 は、例えば、広帯域固定無線アクセスネットワーク（例えば、WiMAX（登録商標））、モバイル広帯域無線ネットワーク（モバイル WiMAX（登録商標））、非同期デジタル加入者回線（ADSL、VDSL など）、デジタルビデオ地上波放送（DVB-T）ネットワークおよびその拡張 DVB ハンドヘルド（DVB-H（登録商標））ネットワーク、超広帯域（UWB）ネットワーク、交流（AC）電力線などのための 1 つ以上のインタフェースもまた含んでもよい。

【0044】

図示するように、ネットワークインタフェース 26 は、送受信機 30 を含んでもよい。いくつかの実施形態では、送受信機 30 の全てまたは一部が、プロセッサ 12 内に配置さ

50

れてもよい。送受信機 30 は、1 つ以上のアンテナを介して様々な無線信号の送信および受信をサポートしてもよく、よって、伝送機および受信機を含んでもよい。ユーザ機器 10 の電源 29 は、充電式リチウムポリマー (L i - p o l y) バッテリおよび / または交流 (A C) 電力変換装置などの、どのような適切な電源であってもよい。

【 0 0 4 5 】

図 2 は、本開示の実施形態による、図 1 のユーザ機器 10 の機能図である。図示するように、プロセッサ 12、メモリ 14、送受信機 30、伝送機 52、受信機 54、および / またはアンテナ 55 (55 A ~ 55 N として示され、アンテナ 55 と総称される) は、互いの間でデータを伝送および / または受信するために、直接的に、または間接的に (例えば、別の構成要素、通信バス、ネットワークを介して)、互いに通信可能に連結されている。10

【 0 0 4 6 】

ユーザ機器 10 は、例えば、ネットワーク (例えば、基地局を含む) または直接接続を介して、ユーザ機器 10 と外部デバイスとの間でデータの伝送および受信をそれぞれ可能にする伝送機 52 および / または受信機 54 を含んでもよい。図示するように、伝送機 52 および受信機 54 は、結合されて送受信機 30 となってもよい。ユーザ機器 10 はまた、送受信機 30 に電氣的に連結された 1 つ以上のアンテナ 55 A ~ 55 N を有してもよい。アンテナ 55 A ~ 55 N は、シングルビーム、デュアルビーム、またはマルチビーム配列などで、無指向性または指向性の構成に構成されてもよい。各アンテナ 55 は、1 つ以上のビームおよび様々な構成に関連付けられてもよい。いくつかの実施形態では、あるアンテナグループまたはモジュールのアンテナ 55 A ~ 55 N のうち複数のアンテナが、それぞれの送受信機 30 に通信可能に連結されているとしてもよく、構築的および / または破壊的に結合してビームを形成し得る無線周波数信号を各々が発信してもよい。ユーザ機器 10 は、様々な通信規格に適した複数の伝送機、複数の受信機、複数の送受信機、および / または複数のアンテナを含んでもよい。いくつかの実施形態では、伝送機 52 および受信機 54 は、有線または電信線の他のシステムまたは手段を介して情報を送信および受信してもよい。20

【 0 0 4 7 】

図示するように、ユーザ機器 10 の様々な構成要素は共に、バスシステム 56 によって連結されているとしてもよい。バスシステム 56 は、データバスに加えて、データバス、例えば、電力バス、制御信号バス、およびステータス信号バスを含み得る。ユーザ機器 10 の構成要素は、一緒に結合されるか、または他のいくつかの機構を使用して互いに入力を受け入れたり、提供したりすることができる。30

【 0 0 4 8 】

図 3 は、本開示の実施形態による、伝送機 52 (例えば、伝送回路) の概略図である。図示するように、伝送機 52 は、発信データ 60 を 1 つ以上のアンテナ 55 を介して、伝送されるデジタル信号の形態で受信してもよい。伝送機 52 のデジタル - アナログ変換器 (D A C) 62 が、このデジタル信号をアナログ信号に変換してもよく、変調器 64 が変換されたアナログ信号をキャリア信号と結合し、電波 (r a d i o w a v e) を生成してもよい。電力増幅器 (P A) 66 は、変調器 64 から変調信号を受信する。電力増幅器 66 は、変調信号を好適なレベルに増幅して、1 つ以上のアンテナ 55 を介した信号の伝送を駆動することができる。次いで、伝送機 52 のフィルタ 68 (例えば、フィルタ回路および / またはソフトウェア) が、増幅信号から望ましくない雑音を除去して、1 つ以上のアンテナ 55 を介して伝送される伝送データ 70 を生成してもよい。フィルタ 68 は、バンドパスフィルタ、バンドストップフィルタ、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、および / またはデシメーションフィルタなどの、増幅信号から望ましくない雑音を除去する、単数または複数の、どのような適切なフィルタを含んでもよい。加えて、伝送機 52 は、伝送機 52 が発信データ 60 を 1 つ以上のアンテナ 55 を介して送信できるように、図示されていない、どのような適切な追加の構成要素を含んでもよいし、または、示された構成要素のうち、ある特定のものを含まなくてもよい。例えば、伝送機 52 は、ミキサ40

10

20

30

40

50

および／またはデジタルアップコンバータを含むことができる。別の例として、（増幅信号のフィルタリングが不要になり得るように）電力増幅器 66 が増幅信号を所望の周波数範囲で出力する場合、伝送機 52 はフィルタ 68 を含まなくてもよい。

【0049】

図 4 は、本開示の実施形態による、受信機 54（例えば、受信回路）の概略図である。図示するように、受信機 54 は、1 つ以上のアンテナ 55 から受信データ 80 をアナログ信号の形態で受信してもよい。低雑音増幅器（LNA）82 が、受信したアナログ信号を、受信機 54 が処理するための好適なレベルに増幅してもよい。フィルタ 84（例えば、フィルタ回路および／またはソフトウェア）が、交差チャネル干渉などの望ましくない雑音を受信信号から除去してもよい。フィルタ 84 はまた、1 つ以上のアンテナ 55 によって受信された、所望の信号以外の周波数である追加の信号を除去してもよい。フィルタ 84 は、バンドパスフィルタ、バンドストップフィルタ、ローパスフィルタ、ハイパスフィルタ、および／またはデシメーションフィルタなどの、受信信号から望ましくない雑音または信号を除去する、単数または複数のどのような適切なフィルタを含んでもよい。復調器 86 が、無線周波数エンベロープを除去し、かつ／または、フィルタリングされた信号から、処理するための復調信号を抽出してもよい。アナログ - デジタル変換器（ADC）88 が、復調アナログ信号を受信し、この信号を、ユーザ機器 10 によって更に処理される着信データ 90 のデジタル信号に変換してもよい。加えて、受信機 54 は、受信機 54 が 1 つ以上のアンテナ 55 を介して受信データ 80 を受信できるように、図示されていない、どのような適切な追加の構成要素を含んでもよいし、または示された構成要素のうち、ある特定のものを含まなくてもよい。例えば、受信機 54 は、ミキサおよび／またはデジタルダウンコンバータを含み得る。

【0050】

図 5 は、本開示の実施形態による、ユーザ機器 10 および受信デバイス 102 を含む無線通信システム 100 の概略図である。受信デバイス 102 は、ユーザ機器 10 から無線信号を受信する任意の好適な電子デバイス（ユーザ機器 10 の形態を含むか、またはそれと同様の構成要素を含む）を含むことができる。例えば、受信デバイス 102 は、地上基地局（例えば、ノード B、進化型ノード B または eNodeB、gNodeB など）、非地上基地局、高高度プラットフォームステーション（High Altitude Platform Station: HAPS）、衛星（例えば、低地球軌道（LEO）衛星、中地球軌道（MEO）衛星、対地同期地球軌道（geosynchronous Earth orbit: GEO）衛星）、地上局などとして実装される、ゲートウェイまたは通信ハブを含み得るか、またはその一部であり得る。受信デバイス 102 によって受信された無線信号の受信電力を増加させるために、ユーザ機器 10 は、伝送機 52 を介して、受信デバイス 102 によって受信されるように、2 つ以上のアンテナを介して 2 つ以上の無線信号を送信することができる。例えば、図示されるように、ユーザ機器 10 は、受信デバイス 102 のアンテナ 106 で受信される、2 つのアンテナ 55A、55B を介して 2 つの信号 104A、104B を送信することができる。この 2 つの信号 104A、104B は同一であってもよく、したがって、2 つの信号 104A、104B の受信デバイス 102 における受信電力を、例えば、ユーザ機器 10 からのそのような単一の信号を受信するときの（最大 4 倍まで）増加させる。したがって、図 5 に示すユーザ機器 10 の 2 つのアンテナ 55A、55B および受信デバイス 102 のアンテナ 106 は、単なる例示的な実装形態であり、ユーザ機器 10 は、その代わりに、受信デバイス 102 の任意の好適な数のアンテナ（例えば、3 個以上のアンテナ、4 個以上のアンテナ、6 個以上のアンテナ、8 個以上のアンテナ、12 個以上のアンテナなど）により受信されるように、任意の適切な数のアンテナ（例えば、3 個以上のアンテナ、4 個以上のアンテナ、6 個以上のアンテナ、8 個以上のアンテナ、12 個以上のアンテナなど）を介して、任意の好適な数の信号（例えば、3 個以上の信号、4 個以上の信号、6 個以上の信号、8 個以上の信号、12 個以上の信号など）を送信することができる。

【0051】

しかし、2 つの信号 104A、104B によるデュアル伝送は、受信デバイス 102 で

10

20

30

40

50

電力変動を引き起こす場合がある。実際には、信号 104 A、104 B の少なくとも一部分は、信号 104 A と信号 104 B との間の位相関係により、受信デバイス 102 のアンテナ 106 でキャンセルされ得る。特に、信号 104 A、104 B 間の位相関係と組み合わせられた経路減衰の相対的な相異は、受信機信号強度（例えば、受信信号の電力）に影響を及ぼす場合がある。事実上、高度に相関したチャネル（例えば、信号 104 A、104 B の間の位相差が 180° に近づく場合）では、2 つの信号 104 A、104 B によるデュアル伝送は、受信機信号強度に関しては、信号（例えば、104 A または 104 B）の単一の伝送よりも一層悪化して行われる場合がある。

【0052】

具体的には、2 つの信号 104 A、104 B 間の位相差が 0° に近づくほど、受信デバイス 102 のアンテナ 106 では、より高い受信電力が実現され得る。一方、2 つの信号 104 A、104 B の間の位相差が 180° に近づくほど、アンテナ 106 では、より低い受信電力が実現され得る。また、無線信号 104 A、104 B の電力値がともに近くなるほど、2 つの信号間の位相差が 180° に近づく場合に、より低い受信電力の影響が悪化する。例えば、 180° の位相差またはその近くにある場合、2 つの信号 104 A、104 B が電力レベルが 6 dB 以上異なる場合には、受信電力は最大 9 デシベル（dB）減少し得る。しかし、2 つの信号 104 A、104 B が電力レベルが 4 dB だけ異なる場合には、受信電力は約 13 dB 減少し得る。2 つの信号 104 A、104 B が 2 dB だけ電力レベルで異なる場合には、受信電力は約 18 dB は減少する場合がある。2 つの信号 104 A、104 B が電力レベルでほぼ同じである場合には、受信電力は無限に効果的に減少し得る。したがって、場合によっては、デュアル伝送のための高度に相関したチャネル（例えば、 170° 以上、 160° 以上、 150° 以上、 135° 以上など、信号 104 A、104 B 間の位相差が 180° に近づく場合）は、単一のアンテナ（例えば、55 A または 55 B）を介して単一の信号（例えば、104 A または 104 B）を送信する場合よりも悪い性能を呈する場合がある。

【0053】

場合によっては、閉フィードバックループを使用して、無線信号（例えば、104 A または 104 B）のうちの少なくとも 1 つをシフトして、2 つの無線信号 104 A、104 B 間の有利な位相関係（例えば、 2° の位相差以下、 5° の位相差以下、 10° の位相差以下、 15° の位相差以下、 20° の位相差以下など、 0° 近くの位相差）を実現することができる。すなわち、閉フィードバックループは、入力として 2 つの無線信号 104 A、104 B を受信し、2 つの信号 104 A、104 B 間の位相差を判定でき、2 つの信号間の位相差が 0° またはほぼ 0° であるように信号 104 A、104 B の一方または両方をシフトすることができる。しかし、特定の状況では、閉フィードバックループを利用することは望ましくない場合がある。例えば、受信デバイス 102 とユーザ機器 10 との間の距離が閾値距離よりも大きい場合、（例えば、2 つの無線信号 104 A、104 B 間の有利な位相差を達成するために）補正またはコードブックを送信することは、変動（例えば、補正またはコードブックの適時受信に影響を与え得る高速チャネル変動）により、可能ではない場合がある。さらに、少なくとも部分的な信号キャンセルがあり得ることにより、受信デバイス 102 および/または対応している無線通信ネットワークは、受信デバイス 102 が、（例えば、肯定応答または「ACK」信号をユーザ機器に送信することによって）ユーザ機器 10 を肯定応答できるまで、リスニング時間を増加させる必要があり得る。このように、少なくともこれらのタイプの状況においては、開ループスキームは、そのような欠点に影響を受けない場合もあり、したがって、閉ループまたはフィードバックスキームよりも優れた性能を有する。

【0054】

他の場合には、巡回遅延ダイバーシティスキームは、デュアル伝送性能を向上させることができ、受信デバイス 102 のアンテナ 106 でのゲインは、高相関チャネル（例えば、デュアル伝送信号間の位相差が 180° に近づく場合）には小さくなり得る。さらに、タイムアライメントエラーおよび巡回遅延ダイバーシティスキームは、割り当て（例えば

10

20

30

40

50

、信号 104 A、104 B 内のデータまたはシンボル)が、(例えば、組み合わせられた遅延によって引き起こされ得る)信号 104 A、104 B 間の増加したキャンセルの null または点に配置されることに起因するディープフェージング(例えば、強力な破壊的干渉)に影響を受ける場合があり、信号の損失をもたらす場合がある。

【0055】

図 6 は、本開示の実施形態による、図 5 の無線通信システム 100 の構成要素を示すブロック図である。特に、受信デバイス 102 は、地上基地局、非地上基地局、高高度プラットフォームステーション (high altitude platform station: HAPS)、衛星、ゲートウェイ、アクセスポイント (例えば、Wi-Fi アクセスポイント)、ルータなどを含み得る。受信デバイス 102 は、図 4 の受信機 54 などの受信機を含み得る。図示するように、ユーザ機器 10 は、(例えば、ゼロ周波数近くなどの無線周波数よりも低い)ベースバンド周波数で受信デバイス 102 に送信される(例えば、データを搬送する)信号を生成または提供するベースバンド (BB) プロセッサ 122 A を含み得る。ユーザ機器 10 はまた、ベースバンド信号のチャネル符号化を提供する低密度パリティチェック (LDPC) ロジック 124 A を含み得る。図示するように、ベースバンドプロセッサ 122 A および LDPC ロジック 124 A は、ユーザ機器 10 の処理回路 12 に含まれ得る。

【0056】

信号内のデータは、データブロック 126 に配分され得る。データのコピーは、2つの経路 130 A、130 B に沿って送信される。すなわち、第 1 の符号分割多元接続 (CDMA) コード 134 A (例えば、CDMA コード 1) を (例えば、第 1 の符号化信号 104 A を生成する) データの第 1 のコピーに適用する、第 1 の単一キャリア周波数分割多重アクセス (SC-FDMA) ロジック 132 A に向かう第 1 の経路 130 A と、第 2 の、異なる CDMA コード 134 B (例えば、CDMA コード 2) を、(例えば、第 2 の符号化信号 104 B を生成する) データの第 2 のコピーに適用する第 2 の SC-FDMA ロジック 132 B に向かう第 2 の経路 130 B である。

次いで、ユーザ機器 10 は、第 1 のアンテナ 55 A を介して第 1 の符号化信号 104 A を、第 2 のアンテナ 55 B を介して第 2 の符号化信号 104 B を、(例えば、並行してまたは同時に) 受信デバイス 102 に送信する。ユーザ機器 10 に示される構成要素のうちの少なくとも一部は、ユーザ機器 10 の処理回路 (例えば、プロセッサ 12 A) の一部として実装され得ることを理解されたい。また、第 1 のアンテナ 55 A は、第 1 のセットのアンテナ (例えば、1 つのアンテナからなる第 1 のセット、例えば、ビームフォーミングを実行する複数のアンテナからなる第 1 のセット) を含むことができ、第 2 のアンテナ 55 B は、第 2 のセットのアンテナ (例えば、1 つのアンテナからなる第 2 のセット、例えば、ビームフォーミングを実行する複数のアンテナからなる第 2 のセット) を含むことができる。

【0057】

受信デバイス 102 は、受信アンテナ 106 での単一受信信号として符号化信号 104 A、104 B を受信することができる (ただし、場合によっては、各信号または両方の信号は、複数のアンテナで受信される場合もある)。受信アンテナ 106 は、アンテナからなるセット (例えば、1 つのアンテナからなるセット、例えば、ビームフォーミングを実行する複数のアンテナからなるセット) を含み得ることを理解されたい。受信デバイス 102 の高速フーリエ変換 (FFT) ロジック 136 は、受信信号を時間ドメインから周波数ドメインに変換し、2つの経路 138 A、138 B に沿って変換された受信信号を出力することができる。変換された受信信号の第 1 のコピーは、第 1 の経路 138 A に沿って第 1 の等化器 (EQ) 140 A (例えば、最小平均二乗誤差 (MMSE) 等化器) に送信され、これは、第 1 の CDMA コード 134 A に対して受信信号の媒体またはチャネルを等しくし、これにより、受信信号から第 1 の信号 104 A を非相関化する、または抽出する。いくつかの実施形態では、第 1 の EQ 140 A は、第 1 の信号 104 A の第 1 の CDMA コード 134 A および / または 1 つ以上のパイロットシンボル (例えば、最初の 4 つのパイロットシンボル) で訓練され得る。第 1 の逆高速フーリエ変換 (IFFT) ロジッ

10

20

30

40

50

ク 1 4 2 A は、第 1 の信号 1 0 4 A を周波数ドメインから時間ドメインに変換することができ、次いで、シンボルアキュムレータ (A C C) 1 4 4 A は、第 1 の信号 1 0 4 A 内のシンボルを判定することができる。変換された受信信号の第 2 のコピーは、第 2 の経路 1 3 8 B に沿って第 2 の E Q 1 4 0 B (例えば、M M S E 等化器) に送信され、これは、第 2 の C D M A コード 1 3 4 B に対して受信信号の媒体またはチャネルを等しくし、したがって、受信信号から第 2 の信号 1 0 4 B を非相関化する、または抽出する。いくつかの実施形態では、第 2 の E Q 1 4 0 B は、第 2 の信号 1 0 4 B の第 2 の C D M A コード 1 3 4 B および / または 1 つ以上のパイロットシンボル (例えば、最初の 4 つのパイロットシンボル) で訓練され得る。第 2 の I F F T ロジック 1 4 2 B は、第 2 の信号 1 0 4 B を周波数ドメインから時間ドメインに変換することができ、次いで第 2 のシンボル A C C 1 4 4 B は、第 2 の信号 1 0 4 B 内のシンボルを判定することができる。次いで、これらは合成器または加算器 1 4 6 で一体に合成または構築的に追加され、受信デバイス 1 0 2 のベースバンドプロセッサ 1 2 2 B および L D P C ロジック 1 2 4 B に送信される。図示するように、ベースバンドプロセッサ 1 2 2 B および L D P C ロジック 1 2 4 B は、受信デバイス 1 0 2 の処理回路 1 2 B に含まれ得る。特に、L D P C ロジック 1 2 4 B は、ベースバンド信号のチャネル復号化を実行することができ、ベースバンドプロセッサ 1 2 2 B は、得られた信号 (これは、ユーザ機器 1 0 のベースバンドプロセッサ 1 2 2 A によって生成または提供される元の信号に一致または相関し得る) を更に生成、判定、処理、使用および / または、受信デバイス 1 0 2 の他の構成要素に送信することができる。受信デバイス 1 0 2 に示される構成要素のうちの少なくとも一部は、受信デバイス 1 0 2 の処理回路 (例えば、プロセッサ 1 2 B) として実装され得ることを理解されたい。

10

20

【 0 0 5 8 】

単一の信号の (例えば、単一のアンテナを介した) 信号伝送は、特定の数の直交周波数分割多重化 (O F D M) シンボルの繰り返しでデフォルトの C D M A コードを使用することができるが、図 6 に示すデュアル伝送スキームは、O F D M シンボルの繰り返しと組み合わせ、各伝送チェーンまたは経路 (例えば、1 3 0 A、1 3 0 B) に対して異なる C D M A コード (例えば、1 3 4 A、1 3 4 B) を使用することができる。次いで、図 6 に示すように、(例えば、信号 1 0 4 A、1 0 4 B として送信される) 伝送ストリームの両方は、受信デバイス 1 0 2 において異なる C D M A コード (例えば、1 3 4 A、1 3 4 B) を使用して非相関化される。いくつかの実施形態では、C D M A コード (例えば、1 3 4 A、1 3 4 B) を、(S C - F D M A 動作後) 信号非相関化および低い相互相関化のために生成または最適化することができる。信号 1 0 4 A、1 0 4 B は同じ信号ではないが、その代わりに、異なる C D M A コード (例えば、1 3 4 A、1 3 4 B) を使用した符号化によって非相関化されるため、アンテナ 1 0 6 における受信信号強度は、非相関化した信号間の不利な位相差が (例えば、同じ信号のデュアル伝送とは対照的に) 信号 (1 0 4 A、1 0 4 B) の部分をキャンセルするように機能し得ない場合があるので、低減している場合があり、または受信デバイス 1 0 2 で信号劣化している場合がある。有利には、図 6 に示す開ループスキームは、フィードバックチャネルを必要せずに、受信デバイス 1 0 2 は、構築的な様式で同じ信号に関連付けられた (しかし、差分 C D M A コードで符号化された) ストリームを追加することができる。

30

40

【 0 0 5 9 】

図 7 は、本開示の実施形態による、S C - F D M A ロジック (例えば、1 3 2 A、1 3 2 B、集合的に 1 3 2) によって実行され得るように、C D M A コード (例えば、1 3 4 A または 1 3 4 B、集合的に 1 3 4) をデータブロック 1 2 6 に適用することによって O F D M シンボル 1 5 0 を生成するブロック図である。特に、各データブロック 1 2 6 は、O F D M シンボル 1 5 0 を作成するために使用される、変調ビットなどの、ビットを含み得る。例えば、各データブロック 1 2 6 は、二位相偏移変調 (binary phase shift keying: B P S K) 変調ビットからなるセットを含み得る。各データブロック 1 2 6 (例えば、データブロック 0、データブロック 1、データブロック 2 など) は、次のデータブロック 1 2 6 が送信される前に、N 回繰り返し (例えば、繰り返し 0、繰り返し 1、... 繰

50

り返しN - 1) 送信され得る。これは、新しいおよび / または異なるセットの変調ビットを含み得る。データブロック126は、図6に示すように、SC - FDMAロジック132に入力される場合があり、この場合、CDMAコード134の少なくとも一部(CDMAシーケンス長としては、データブロック126のものよりもはるかに長くてもよい)が周波数ドメインの個々のデータブロック126に適用される。特に、CDMAコード134のビットは、データブロック126のビットに適用され得る(例えば、それにより乗算され得る)。データブロック126に適用されるCDMAコード134の異なる部分(例えばビット)により、データブロック126のSC - FDMA132の出力での連続して生成される繰り返しは、同じデータを含む場合であって異なっている。加えて、第1の経路130A上に配置された第1のSC - FDMAロジック132Aによって適用されるCDMAコード134Aは、第2の経路130B上に配置された第2のSC - FDMAロジック132Bによって適用されるCDMAコード134Bとは異なっているため、ユーザ機器10の各アンテナ55A、55Bによって伝送された生成されたOFDMシンボル150も異なっている。

10

【0060】

上で論じたように、同一のアップリンクデータ(1層伝送とも称され得る)を有する2つの無線信号を使用してデュアル伝送が実行される場合には、受信機アンテナ106での完全な信号のキャンセルは、2つの無線信号間の180°の位相差で発生し得る。しかし、2層伝送と称され得る、CDMAコード134をデータ(例えば、変調ビット)に適用することにより、異なるアップリンクデータ(例えば、異なるOFDMシンボル150)を有する無線信号104A、104Bを生成することができる。これにより、2つの信号104A、104B間の位相関係による影響が低減されるか、または全く影響を受けない状態で無線信号104A、104Bが受信機アンテナ106で受信されることを可能にし得る。

20

【0061】

図8は、本開示の実施形態による、受信デバイス102のアンテナ106での電力降下に対する2つの信号(例えば、104A、104B)間の位相差および電力差の影響を示すプロットである。プロットは、2つの信号間の異なる電力差(それぞれ、0dBの電力差、1dBの電力差、2dBの電力差、3dBの電力差、4dBの電力差、5dBの電力差および6dBの電力差)に対応している複数の曲線160、162、164、166、168、170、172を含む。プロットは、2つの信号間の180°の位相差(破線174で示されている)で、またはその近くで、2つの信号104A、104Bが、曲線172によって示されるように、電力レベルで6dB以上異なる場合に、受信電力が最大2.6dBに減少し得ることを示している。2つの信号104A、104Bが電力レベルで4dBだけ異なる場合には、曲線168によって示されるように、受信電力は少なくとも2.9dB減少し得る。2つの信号104A、104Bが電力レベルで2dBだけ異なる場合には、曲線164によって示されるように、受信電力は約3.1dBを減少し得る。2つの信号104A、104Bが電力レベルでほぼ同じである場合には、受信電力は、曲線160によって示されるように、例えば、約3.25dBに効果的に減少し得る。これは、上述のように、180°の位相差にある、またはその近くにある場合は、受信電力は、2つの信号104A、104Bが電力レベルで6dB以上異なる場合には、例えば、最大9dB減少し得、受信電力は、2つの信号104A、104Bが電力レベルで4dBだけ異なる場合には、13dBを減少し得、受信電力は、2つの信号104A、104Bが電力レベルで2dBだけ異なる場合には、例えば、約18dBを減少し得、受信電力は、2つの信号104A、104Bの電力レベルがほぼ同じである場合には、實際上無限に減少し得る1層伝送スキームと比較して電力の大幅な低下が減少することを示している。

30

40

【0062】

本開示の実施形態によれば、ユーザ機器10および / または受信デバイス102はそれぞれ、図9に示すように、(例えば、プロセッサ12などの、ユーザ機器10および / または受信デバイス102の処理回路内の)CDMAコード134を生成するシーケンス生

50

成器 190 を含み得る。シーケンス生成器 190 は、C D M A コード 134 の最大長シーケンス (maximum length sequence: M L S) 196 を指定するレジスタ重み 194 または多項式を生成するレジスタ 192 (例えば、最大線形フィードバックシフトレジスタ (L F S R) などの、L F S R) を含むことができる。例えば、レジスタ重み 194 は、 $x^M + 1$ の原始多項式を含むことができ、 $M = 2^{20} - 1 = 1048575$ である。有利には、シンボル計算機は、大きな M に起因して $x^M + 1$ を因数に分解できない場合がある。ユーザ機器 10 および / または等化器 140 A、140 B の S C - F D M A ロジック 132 A、132 B は、次いで、シーケンス 196 に基づいて C D M A コード 134 を生成することができる。この長さにより、C D M A コード 134 のランダム性を大きくすることを可能にし、2 つの無線信号 104 A、104 B 内の生成された O F D M シンボル 150 の間に (例えば、2 つの C D M A コード 134 が、図 6 の 2 つの経路 130 A、130 B 上などの、データストリームの 2 つのコピーに適用されることを確実にするために) 発生する、パターンまたは繰り返す C D M A コード 134 の可能性を低くすることが可能になる。図 9 に示すように、原始多項式 194 は、最大 3 個のタップを使用して生成され得るが、任意の好適な数 (例えば、1 つ以上、2 つ以上、4 つ以上、5 つ以上などの) のタップが意図されている。タップは、次の原始多項式 194 を生成するのに使用される原始多項式 194 のビット位置を指す。3 つのタップを使用すると、(ミラーシーケンスを除いて) 少なくとも 5 1 個の組み合わせが使用されるために利用可能であり、例えば、 $x^{20} + x^6 + x^4 + x + 1$, $x^{20} + x^{16} + x^7 + x^3 + 1$ などである。

【0063】

相互相関の目的で、シーケンス 196 は、(例えば、 $x^{20} + x^{17} + 1$ のような) デフォルトのシーケンスと比較され得る。シーケンス 196 は、完全アップリンク伝送 (例えば、無線信号 104 A、104 B) を生成するために使用され得る。次いで、相互相関 (例えば、デフォルトシーケンスとの類似性) を判定することができ、位相差に対する電力降下を考慮することができる。特に、デフォルトシーケンスとの相互相関度が高くなるほど、ランダム性の度合いは低くなることを示し得るが、デフォルトシーケンスとの相互相関度が低くなるほど、ランダム性の度合いが高くなることを示し得る。図 10 は、本開示の実施形態による、デフォルトシーケンスとの、シーケンス生成器 190 によって生成されたシーケンス 196 の相互相関 210 を示す分布プロットである。各多項式 194 は、シーケンス識別子 (I D) 212 によってインデックス付けされる。例えば、I D 15 (例えば、214) は、 $x^{20} + x^6 + x^5 + x^2 + 1$ に対応し、I D 51 (例えば、216) は、 $x^{20} + x^{12} + x^9 + x^8 + 1$ に対応し、図 10 のプロットで示すように、2 つの多項式 214、216 は、デフォルトシーケンスとの相互相関 210 が最も低い。I D 22 (例えば、218) は、デフォルトシーケンスに対するミラーである、および / またはデフォルトシーケンスを表す。ミラー多項式は同じシーケンスを生成するが、特定の量のサンプルだけシフトされる場合がある。一般に、(I D 212 を使用して識別される) シーケンス 196 は、S C - F D M A 符号化に関して良好な相互相関特性を示し、すべてが使用可能な範囲であり得る。すなわち、性能が悪いために、シーケンスを除外する必要はない。これらのシーケンス 196 を、O F D M シンボル 150 を生成するために適用することにより、結果として生じる受信された無線信号 104 A、104 B が、 180° の位相差でまたはその近くで、(例えば、デフォルトシーケンスとの相互相関 210 のどれほど低いか依存して) 0.04 dB 未満、 0.03 dB 未満、 0.02 dB 未満、または 0.01 dB 未満の、受信デバイス 102 のアンテナ 106 での電力降下を引き起こす可能性がある。

【0064】

有利には、異なる (例えば、異なる 2 つの) C D M A コード 134 を使用して無線信号 104 A、104 B を最終的に生成することにより、無線信号 104 A、104 B を生成するために同じ C D M A コード 134 を使用する場合と比較して、(例えば、受信デバイス 102 のアンテナ 106 での) 受信機性能が改善される。チャネル減衰に関して、2 つの信号 104 A、104 B が 180° の位相差を有し、同じ C D M A コード 134 が使用

10

20

30

40

50

される場合、（例えば、２つの信号１０４Ａ、１０４Ｂを受信デバイス１０２に送信するために使用されるチャネルの）チャネル減衰は無限大に近づく場合がある。しかし、同じ状況の場合で、２つの異なるＣＤＭＡコード（例えば、１３４Ａ、１３４Ｂ）を使用する場合、チャネル減衰は、２つの信号１０４Ａ、１０４Ｂが０°の位相差を有する場合と同様であり得る。すなわち、チャネルは、異なるＣＤＭＡコード１３４が使用される場合、受信機アンテナ１０６での２つの信号１０４Ａ、１０４Ｂ（例えば、２つのアップリンクストリーム）のフーズ関係に起因して影響をほとんど有しないか、または全く有さない場合がある。

【００６５】

また、受信デバイス１０２の受信機アンテナ１０６でのビットエラー率（ＢＥＲ）性能も改善され得る。一般に、信号対雑音比（ＳＮＲ）はＢＥＲと反比例して変化し得る。すなわち、ＢＥＲが低いほど、ＳＮＲは良好になる。同じＣＤＭＡコード１３４が無線信号１０４Ａ、１０４Ｂを生成するのに使用される場合、無線信号１０４Ａ、１０４Ｂ間の位相差が１８０°に近づくとき、この関係は悪化する。すなわち、ＢＥＲはもはや、ＳＮＲとともに変化しない場合がある（例えば、ＢＥＲはＳＮＲが変化しても一定の値のままの場合もある）。また、良好なＳＮＲ（例えば、１５ｄＢ以上）は、無線信号１０４Ａと無線信号１０４Ｂとの間の位相差が１８０°に近づいたときに、高い（例えば、 10^{-2} よりも大きい）ＢＥＲを有しながら、達成され得る。したがって、無線信号１０４Ａと無線信号１０４Ｂとの間の位相差が１８０°に近づき、同じＣＤＭＡコード１３４を使用して無線信号１０４Ａ、１０４Ｂを生成する場合には、高ＳＮＲ（例えば、１５ｄＢ以上）かつ低ＢＥＲ（例えば、 10^{-2} を超える）の両方に関して、アンテナ１０６で良好な品質の信号を受信することが可能ではない場合がある。

【００６６】

対照的に、図１１～図１３は、異なるＣＤＭＡコード１３４がアップリンク伝送信号１０４Ａ、１０４Ｂで使用される場合のＢＥＲ性能を示すプロットである。これらのプロットでは、図１０に示す全５１個のＭＬＳを使用して、ＣＤＭＡコード１３４、および最終的には信号１０４Ａ、１０４Ｂを生成した。特に、図１１は、本開示の実施形態による、ＳＮＲ２３２に基づいて変化するＢＥＲ２３０を（例えば、対数スケールで）示すプロットである。図示するように、性能は受信機アンテナ１０６での位相シフトに依存し得る。すなわち、より高い（例えば、 10^{-2} を超える）ＢＥＲ２３４は、加算性白色ガウス雑音（additive white Gaussian noise：ＡＷＧＮ）によって支配され得る。一方、より低い（例えば、 10^{-3} 未満の）ＢＥＲ２３６は、他のアップリンク伝送からの干渉によって支配され得る。また、これらの低いＢＥＲ２３６では、ＳＮＲ２３２は無線信号１０４Ａ、１０４Ｂ間の位相差に依存し得る。プロットに示すように、無線信号１０４Ａ、１０４Ｂの位相差が（例えば、２３８で）９０°または２７０°に近づく場合には、ＳＮＲ２３２は悪くなる場合があるが、位相差が（例えば、２４０で）０°または１８０°に近づく場合には、ＳＮＲ２３２は良くなる場合がある。特に、極位相差値（例えば、２４０で示す０°または１８０°と比較して、２３８で示す９０°または２７０°）間に約１２ｄＢの変動がある。

【００６７】

図１２は、本開示の実施形態による、ＢＥＲが 10^{-2} であるときの無線信号１０４Ａ、１０４Ｂ間の位相差またはシフト２５０に基づいて変化するＳＮＲ２３２を示すプロットであり、図１３は、ＢＥＲが 10^{-3} であるときの、無線信号１０４Ａ、１０４Ｂ間の位相差２５０に基づいて変化するＳＮＲ２３２を示すプロットである。図１２に示すように、ＢＥＲが 10^{-2} であるとき、ＳＮＲ２３２は、９０°で（例えば、２６０で）、かつ２７０°（例えば、２６２で）で悪くなるか、または低くなり（例えば、最小となり）、約４ｄＢ以下の値を有する。一方、ＳＮＲ２３２は、０°で（例えば、２６４で）、かつ１８０°で（例えば、２６６で）より良くなるまたは高くなり（例えば、最大になり）、約６ｄＢ以上の値を有する。いずれの場合でも、無線信号１０４Ａ、１０４Ｂの間の位相差２５０に関係なく、ＳＮＲ２３２は、約４ｄＢ～６ｄＢ間で変化する。ＳＮＲ２３２

10

20

30

40

50

は、 180° で無限大に近づき得るが、そうでなければ 0° および 360° に近づくと、 2 dB 未満に指数関数的に減少し得る、 BER が 10^{-2} である場合に同じCDMAコード134を使用する場合と比較する。

【0068】

図13に示すように、 BER が 10^{-3} である場合、 SNR_{232} は、 90° （例えば、 280 ）および 270° （例えば、 282 ）で悪くなるか、または低くなり（例えば、最小になり）、約 7 dB 以下の値を有する。一方、 SNR_{232} は、 0° で（例えば、 284 ）で、かつ 180° で（例えば、 286 ）より良くなるまたは高くなり（例えば、最大になり）、約 11 dB 以上の値を有する。 SNR_{232} は、 180° で無限大に近づき得るが、そうでなければ 0° および 360° に近づくと、約 4 dB 以下に指数関数的に減少し得る、 BER が 10^{-3} である場合に同じCDMAコード134を使用する場合と比較する。したがって、同じCDMAコード134を使用する場合と比較して、異なるCDMAコード134を使用して無線信号104A、104Bを生成して、デュアル伝送を実行すると、性能がかなり向上する。

【0069】

図14は、本開示の実施形態による、異なるCDMAコード134を使用したデュアル伝送方法300のフローチャートである。各デバイスのプロセッサ12など、ユーザ機器10および/または受信デバイス102の構成要素を制御し得る任意の好適なデバイス（例えば、コントローラ）は、方法300の処理ブロックを実行することができる。いくつかの実施形態では、方法300は、ユーザ機器10および/または受信デバイス102のプロセッサ12を使用して、ユーザ機器10および/または受信デバイス102のメモリ14または記憶装置16など、有形で、非一時的な、コンピュータ可読媒体に記憶された命令を実行することによって実施され得る。例えば、方法300は、ユーザ機器10および/または受信デバイス102のオペレーティングシステム、ユーザ機器10および/または受信デバイス102の1つ以上のソフトウェアアプリケーションなどの1つ以上のソフトウェアコンポーネントによって少なくとも部分的に実行され得る。方法300は、特定の順序の行程を用いて説明されているが、本開示は、説明した行程は、図示した順序とは異なる順序で実行することができ、特定の説明した行程は、スキップするまたは全く実行しないことができることを意図していることを理解されたい。

【0070】

処理ブロック302では、ユーザ機器10はベースバンド信号を受信する。特に、ユーザ機器10のプロセッサ12Aは、ベースバンドプロセッサ122Aおよび/またはLDPCロジック124Aからベースバンド信号またはベースバンド信号の指示を受信することができる。ベースバンド信号は、受信デバイス102に伝送されるデータ（例えば、制御情報、タイミング情報、パイロード情報など）を含むことができる。処理ブロック304では、ユーザ機器10は第1のCDMAコード134Aおよび第2のCDMAコード134Bを生成する。特に、ユーザ機器10のプロセッサ12Aは、SC-FDMAロジック132A、132Bのシーケンス生成器190にMLS196を生成させることができ、次いで、SC-FDMAロジック132A、132Bは、それを使用してCDMAコード134を生成することができる。いくつかの実施形態では、ユーザ機器10は、ベースバンド信号の指示を受信することに応答して、第1のCDMAコード134Aおよび第2のCDMAコード134Bを生成することができる。

【0071】

処理ブロック306では、第1のSC-FDMAロジック132Aは、第1のCDMAコード134Aをベースバンド信号の第1のコピーに適用して第1の伝送信号104Aを生成し、処理ブロック308では、第2のSC-FDMAロジック132Bは、第2のCDMAコード134Bをベースバンド信号の第2のコピーに適用して第2の伝送信号104Bを生成する。特に、第1のSC-FDMAロジック132Aは、第1のCDMAコード134Aとベースバンド信号の第1のコピーとを乗算して第1の伝送信号104Aを生成することによって、第1のCDMAコード134Aをベースバンド信号の第1のコピー

10

20

30

40

50

に適用することができる。同様に、第2のSC-FDMAロジック132Bは、第2のCDMAコード134Bとベースバンド信号の第2のコピーとを乗算して第2の伝送信号104Bを生成することによって、第2のCDMAコード134Bをベースバンド信号の第2のコピーに適用することができる。ユーザ機器10のプロセッサ12Aはまた、任意の適切な変調技法をベースバンド信号のコピーに適用して、それらを無線周波数伝送信号104A、104Bに変換できることを理解されたい。処理ブロック310では、ユーザ機器10の伝送機52は、第1のアンテナ55Aを使用して第1の伝送信号104Aを送信し、処理ブロック312では、ユーザ機器10の伝送機52は、第2のアンテナ55Bを使用して第2の伝送信号104Bを送信する。

【0072】

処理ブロック314では、受信デバイス102の受信機は、その後、合成された第1の伝送信号104Aおよび第2の伝送信号104Bを、受信アンテナ106を介して受信信号として受信する。処理ブロック316では、受信デバイス102は、(例えば、シードに基づいて、かつ/または受信デバイス102のシーケンス生成器190を使用して)第1および第2のCDMAコード134A、134Bを生成する。いくつかの実施形態では、受信デバイス102は、合成された第1および第2の伝送信号104A、104Bの受信に応答して、第1および第2のCDMAコード134A、134Bを生成することができる。処理ブロック318では、受信デバイス102の第1の等化器140Aは、第1のCDMAコード134Aを使用して受信信号から第1の伝送信号104Aを非相関化するまたは抽出する。処理ブロック320では、受信デバイス102の第2の等化器140Bは、第2のCDMAコード134Bを使用して受信信号から第2の伝送信号104Bを非相関化するまたは抽出する。受信デバイス102の第1のIFFTロジック142Aはまた、第1の信号104Aを周波数ドメインから時間ドメインに変換することができ、受信デバイス102の第1のシンボルACC144Aは、第1の信号104A内のシンボルを判定することができる。同様に、受信デバイス102の第2のIFFTロジック142Bはまた、第2の信号104Bを周波数ドメインから時間ドメインに変換することができ、受信デバイス102の第2のシンボルACC144Bは、第2の信号104B内のシンボルを判定することができる。

【0073】

処理ブロック322では、受信デバイス102の合成器または加算器146は、第1および第2の信号104A、104Bのシンボルを合成し、ユーザ機器10によって元々送信されたベースバンド信号を生成する。受信デバイス102のLDPCロジック124Bは、ベースバンド信号のチャネル復号化を実行することができ、受信デバイス102のベースバンドプロセッサ122Bは、ベースバンド信号を更に生成、判定、処理、使用、および/または受信デバイス102の他の構成要素に送信することができる。このようにして、ベースバンド信号は、フィードバックまたは閉ループスキームを使用せずに、単一のアンテナから、ユーザ機器10から送信された単一の信号の2倍の受信電力で、受信デバイス102で受信され得る。これは、ユーザ機器10からの閾値距離を超えて配置される、地上基地局、非地上基地局、HAPS、衛星などの場合など、より離れた距離で、より大きな受信電力で信号を受信することを可能にし得る。

【0074】

いくつかの実施形態では、伝送信号104A、104Bは、複素CDMAコードを使用して符号化され得る。特に、実数値のCDMAコード(例えば、小数、分数、負の整数、正の整数などを含む、実数に基づくもの)については、BERは、BPSK変調の場合の受信機アンテナ106の伝送信号104A、104B間の位相関係に依存し得る。伝送信号104A、104B間の位相差がほぼ90度または270度またはそれに近づく場合には、交差雑音は、受信した(例えば、合成された)信号の直交成分にのみ存在し得る。有利には、BPSK変調の場合、直交成分の交差雑音電力は、BERに寄与しない。したがって、BERは、(例えば、伝送信号104A、104B間の位相差がほぼ90度または270度であるか、またはそれに近づいている場合)直交交差雑音に対して良好または低

10

20

30

40

50

い（例えば、負の無限大に近づいている）一方、BERは、（例えば、伝送信号104A、104B間の位相差がほぼ0度または180度であるか、またはそれに近づいている場合）同相交差雑音に対して不十分であるまたは高い（例えば、約 10^{-3} ）。

【0075】

しかし、複素CDMAコード134（例えば、実数と虚数の合計または差として書き込まれ得るもの）では、交差雑音の一部分が受信信号の同相成分で見出され、交差雑音の別の部分が受信信号の直交成分で見出される。例えば、（例えば、ユーザ機器10および/または受信デバイス102のシーケンス生成器190の）単一のLFSR192は、LFSR出力で累積和の複素指数関数を生成することができ、これを、シーケンス生成器190が使用して複素CDMAコード134を生成することができる。実数値のCDMAコード134と比較すると、複素CDMAコード134の使用は、存在する交差雑音を均等化することによってBER性能を平滑化する（例えば、BERをより一貫し、伝送信号104A、104B間の位相差の、範囲全体などの範囲にわたって約 10^{-4} 以下となるよう平均化すること）ことができる。受信機アンテナ106で得られた電力降下は、使用される複素CDMAコード134に応じて、0～0.05 dBの範囲となり得る。すなわち、最も高い相互相関（例えば、最悪の場合）を有する1つのLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134を使用して伝送信号104A、104Bを符号化またはそれと合成すると、受信機アンテナ106で約0.05 dBの電力降下が生じ得るが、最も低い相互相関（例えば、最良の場合）を有する1つのLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134を使用して、伝送信号104A、104Bを符号化またはそれと合成すると、受信機アンテナ106では、ほぼ電力降下を生じない場合がある。相互相関度の判定は、複素CDMAコード134をデフォルトまたは複素CDMAコード134と比較することによって実行することができ、この場合、デフォルトのCDMAコード134との相互相関度が高くなることは、ランダム性の度合いが低くなることを示し得る一方、デフォルトのCDMAコード134との相互相関度が低くなることは、ランダム性の度合いが高くなることを示し得る。

【0076】

複素CDMAコード134を生成するために異なる原始多項式を有する2つのLFSR192（例えば、実数または同相成分のための1つのLFSR192と、虚数または直交成分のための1つのLFSR192）を使用することによって、現在の交差雑音を追加的または代替的に均等化することができる。例えば、2つのLFSR192を使用する場合、CDMAコード134は、以下の状態のうちの1つを含むことができる。すなわち、 $1 + i$ 、 $1 - i$ 、 $-1 + i$ および $-1 - i$ である。第1のLFSR192は、複素CDMAコード134の実数成分または同相成分を生成することができ、第2のLFSR192は、複素CDMAコード134の虚数または直交成分を生成することができる。そのような場合、ユーザ機器10の各SC-FDMAロジック132A、132Bおよび/または受信デバイス102の各等化器140A、140Bは、2つのLFSR192を含むことができる。2つのLFSR192によって生成された複素CDMAコード134は、単一のLFSR192によって生成された複素CDMAコード134よりも大きいランダム性を含むことができ、これにより、BER平滑化性能が増加する（例えば、BERがより一貫し、伝送信号104A、104B間の位相差の、範囲全体など、範囲にわたって約 10^{-4} 以下に平均化される）。受信機アンテナ106で得られた電力降下は、使用される複素CDMAコード134に応じて、0～0.03 dBの範囲であり得る。すなわち、最も高い相互相関（例えば、最悪の場合）を有する2つのLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134を使用して、伝送信号104A、104Bを符号化またはそれと合成すると、受信機アンテナ106で約0.03 dBの電力降下が生じ得るが、最も低い相互相関（例えば、最良の場合）を有する2つのLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134を使用して、伝送信号104A、104Bを符号化またはそれと合成すると、受信機アンテナ106にほぼ電力降下を生じない場合がある。したがって、デュアルLFSR192アプローチは、単一のLFSR192アプローチよりも高い

10

20

30

40

50

ランダム性とより良好な性能を生成することができる。

【0077】

図15は、本開示の実施形態による、1つのLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134を使用する場合の、SNR232に基づいて変化するBER230を（例えば、対数スケールで）示すプロットである。特に、複素CDMAコード134は、（例えば、デフォルトの複素CDMAコード134との）より低い相互相関を（例えば、最も低いもののうち1つを）呈していたことが判定され得る。プロットに示すように、無線信号104A、104Bの位相差が（例えば、238で）90°または270°に近づくと、SNR232は悪くなる場合があるが、位相差が（例えば、240で）0°または180°に近づく場合、SNR232は良くなる場合がある。プロットはまた13dBの干渉/雑音フロア330を示す。実数値のCDMAコード134を使用するときに生成された図11のプロットと比較すると、1つのLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134がより良好に機能することが観察され得る。特に、実数値CDMAコード134（例えば、約12dB）と比較すると、1つのLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134を使用して極位相差値（例えば、240に示すように、0°または180°と比較して、238に示すように、90°または270°）間の変動が少ないため（例えば、約2dB）、より良好なBER性能を示す。

10

【0078】

図16は、本開示の実施形態による、デュアルLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134を使用する場合の、SNR232に基づいて変化するBER230を（例えば、対数スケールで）示すプロットである。特に、複素CDMAコード134は、（例えば、デフォルトの複素CDMAコード134との）少ない相互相関を（例えば、最も低いもののうちの1つを）呈していたことが判定され得る。プロットに示すように、無線信号104A、104Bの位相差が（例えば、238で）90°または270°に近づくと、SNR232は悪くなる場合があるが、位相差が（例えば、240で）0°または180°に近づく場合、SNR232は良くなる場合がある。プロットはまた13dBの干渉/雑音フロア330を示す。実数値CDMAコード134を使用したときに生成された図11のプロットと、1つのLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134を使用するときに生成された図15のプロットと比較した場合、デュアルLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134はより良好に機能することが観察され得る。特に、実数値CDMAコード134（例えば、約12dB）と、1つのLFSR192（例えば、約2dB）を使用して生成された複素CDMAコード134の使用を比較したときに、2つのLFSR192を使用して生成された複素CDMAコード134を使用して極位相差値（例えば、240に示すように、0°または180°と比較して、238に示すように、90°または270°）間の変動が少ないため（例えば、約1dB）、より良好なBER性能を示す。

20

30

【0079】

図17は、本開示の実施形態による、複素CDMAコードを使用したデュアル伝送方法340のフローチャートである。各デバイスのプロセッサ12など、ユーザ機器10および/または受信デバイス102の構成要素を制御し得る任意の好適なデバイス（例えば、コントローラ）は、方法340の処理ブロックを実行することができる。いくつかの実施形態では、方法340は、ユーザ機器10および/または受信デバイス102のプロセッサ12を使用して、ユーザ機器10および/または受信デバイス102のメモリ14または記憶装置16などの有形の、非一時的な、コンピュータ可読媒体に記憶された命令を実行することによって実施され得る。例えば、方法340は、ユーザ機器10および/または受信デバイス102のオペレーティングシステム、ユーザ機器10および/または受信デバイス102の1つ以上のソフトウェアアプリケーションなどの1つ以上のソフトウェアコンポーネントによって少なくとも部分的に実行され得る。方法340は、特定の順序の行程を用いて説明されているが、本開示は、説明した行程は、図示した順序とは異なる順序で実行することができ、特定の説明した行程は、スキップするまたは全く実行しない

40

50

ことができることを意図していることを理解されたい。

【0080】

処理ブロック342において、ユーザ機器10はベースバンド信号を受信する。特に、ユーザ機器10のプロセッサ12Aは、ベースバンド信号またはベースバンド信号の指示をベースバンドプロセッサ122Aおよび/またはLDPCロジック124Aから受信することができる。ベースバンド信号は、受信デバイス102に伝送されるデータ(例えば、制御情報、タイミング情報、パイロード情報など)を含むことができる。処理ブロック344では、ユーザ機器10は、第1の複素CDMAコード134Aおよび第2の複素CDMAコード134Bを生成する。特に、ユーザ機器10の第1のシーケンス生成器190は、第1のLFSR192に結合され得るか、またはそれを含むことができ、ユーザ機器10のプロセッサ12Aは、第1のシーケンス生成器190および第1のLFSR192に、第1のシーケンス196を生成させ、第1のSC-FDMAロジック132Aに、第1のシーケンス196に基づいて第1の複素CDMAコード134を生成させることができる。同様に、ユーザ機器10の第2のシーケンス生成器190は、第2のLFSR192に結合され得るか、またはそれを含むことができ、ユーザ機器10のプロセッサ12Aは、第2のシーケンス生成器190および第2のLFSR192に、第2のシーケンス196を生成させ、第2のSC-FDMAロジック132Aに、第2のシーケンス196に基づいて第2の複素CDMAコード134を生成させることができる。第1および第2のLFSR192は、累積和の複素指数を有するシーケンス196を生成し得る。いくつかの実施形態では、デュアルLFSR192スキームを使用することができるので、各SC-FDMAロジック132A、132Bは、2つのLFSR192を含むことができ、それぞれ1つが複素CDMAコード134の実数成分を生成するためのものであり、それぞれ1つが複素CDMAコード134の虚数成分を生成するためのものである。いくつかの実施形態では、ユーザ機器10は、ベースバンド信号の指示を受信することに対応して、第1の複素CDMAコード134Aおよび第2の複素CDMAコード134Bを生成することができる。

【0081】

処理ブロック346では、第1のSC-FDMAロジック132Aは、第1の複素CDMAコード134Aをベースバンド信号の第1のコピーに適用して第1の伝送信号104Aを生成し、処理ブロック348では、第2のSC-FDMAロジック132Bは、第2の複素CDMAコード134Bをベースバンド信号の第2のコピーに適用して第2の伝送信号104Bを生成する。特に、第1のSC-FDMAロジック132Aは、第1の伝送信号104Aを生成するために当該2つの間で複素乗算を実行することによって、第1の複素CDMAコード134Aをベースバンド信号の第1のコピーに適用することができる。例えば、第1のSC-FDMAロジック132Aは、第1の複素CDMAコード134Aの実数成分または同相成分にベースバンド信号の第1のコピーを乗算し、第1の複素CDMAコード134Aの虚数成分または直交成分に虚数単位(例えば、-1の平方根であり得る、 j)とベースバンド信号の第1のコピーとの積を乗算し、結果を合計することができる。同様に、第2のSC-FDMAロジック132Bは、第2の伝送信号104Bを生成するために当該2つの間で複素乗算を実行することによって、第2の複素CDMAコード134Bをベースバンド信号の第2のコピーに適用することができる。例えば、第2のSC-FDMAロジック132Bは、第2の複素CDMAコード134Bの実数成分または同相成分をベースバンド信号の第2のコピーに乗算し、第2の複素CDMAコード134Bの虚数成分または直交成分に、虚数単位とベースバンド信号の第2のコピーとの積を乗算し、その結果を合計することができる。

【0082】

ユーザ機器10のプロセッサ12Aはまた、任意の好適な変調技法をベースバンド信号のコピーに適用して、それらを実線周波数伝送信号104A、104Bに変換することができることを理解されたい。処理ブロック350では、ユーザ機器10の伝送機52は、第1のアンテナ55Aを使用して第1の伝送信号104Aを送信し、処理ブロック352

10

20

30

40

50

では、ユーザ機器 10 の伝送機 52 は、第 2 のアンテナ 55 B を使用して第 2 の伝送信号 104 B を伝送する。

【0083】

処理ブロック 354 では、受信デバイス 102 の受信機は、その後、合成された第 1 および第 2 の伝送信号 104 A、104 B を、受信アンテナ 106 を介して受信信号として受信する。処理ブロック 356 では、受信デバイス 102 は、第 1 の複素 CDMA コード 134 A および第 2 の複素 CDMA コード 134 B を生成する。特に、受信デバイス 102 の第 1 のシーケンス生成器 190 および LFSR 192 は、第 1 の複素 CDMA コード 134 A が単一の LFSR 192 スキームを使用して生成される場合、第 1 の複素 CDMA コード 134 A を生成することができる。第 1 の複素 CDMA コード 134 A がデュアル LFSR 192 スキームを使用して生成される場合、受信デバイス 102 の第 1 のシーケンス生成器 190 および 2 つの LFSR 192 は、第 1 の複素 CDMA コード 134 A を生成することができる。同様に、受信デバイス 102 の第 2 のシーケンス生成器 190 および LFSR 192 は、第 2 の複素 CDMA コード 134 B が単一の LFSR 192 スキームを使用して生成される場合、第 2 の複素 CDMA コード 134 B を生成し得る。第 2 の複素 CDMA コード 134 B がデュアル LFSR 192 スキームを使用して生成される場合、受信デバイス 102 の第 2 のシーケンス生成器 190 および 2 つの LFSR 192 は、第 2 の複素 CDMA コード 134 B を生成することができる。いくつかの実施形態では、シーケンス生成器 190 および LFSR 192 は、受信デバイス 102 の等化器 140 A、140 B の一部であってもよく、またはそれに結合されてもよい。いくつかの実施形態では、受信デバイス 102 は、合成された第 1 の伝送信号 104 A および第 2 の伝送信号 104 B を受信することに対応して、第 1 の CDMA 複素コード 134 A および第 2 の CDMA 複素コード 134 B を生成することができる。

【0084】

処理ブロック 358 では、受信デバイス 102 の第 1 の等化器 140 A は、第 1 の複素 CDMA コード 134 A を使用して受信信号から第 1 の伝送信号 104 A を非相関化するまたは抽出する。処理ブロック 360 では、受信デバイス 102 の第 2 の等化器 140 B は、第 2 の CDMA コード 134 B を使用して受信信号から第 2 の伝送信号 104 B を非相関化するまたは抽出する。受信デバイス 102 の第 1 の IFFT ロジック 142 A はまた、第 1 の信号 104 A を周波数ドメインから時間ドメインに変換することができ、受信デバイス 102 の第 1 のシンボル ACC 144 A は、第 1 の信号 104 A 内のシンボルを判定することができる。同様に、受信デバイス 102 の第 2 の IFFT ロジック 142 B はまた、第 2 の信号 104 B を周波数ドメインから時間ドメインに変換することができ、受信デバイス 102 の第 2 のシンボル ACC 144 B は、第 2 の信号 104 B 内のシンボルを判定することができる。

【0085】

処理ブロック 362 では、受信デバイス 102 の合成器または加算器 146 は、第 1 および第 2 の信号 104 A、104 B のシンボルを合成し、ユーザ機器 10 によって元々送信されたベースバンド信号を生成する。受信デバイス 102 の LDPC ロジック 124 B は、ベースバンド信号のチャネル復号化を実行することができ、受信デバイス 102 のベースバンドプロセッサ 122 B は、ベースバンド信号を更に生成、判定、処理、使用、および/または受信デバイス 102 の他の構成要素に送信することができる。このようにして、ベースバンド信号は、フィードバックまたは閉ループスキームを使用せずに、単一のアンテナから、ユーザ機器 10 から送信された単一の信号の 2 倍の受信電力で、受信デバイス 102 で受信され得る。これは、ユーザ機器 10 からの閾値距離を超えて配置される、地上基地局、非地上基地局、HAPS、衛星などの場合など、より離れた距離で、より大きな受信電力で信号を受信することを可能にし得る。また、実数値ではなく複素値 CDMA コード 134 を使用すると、抽出された伝送信号 104 および/または合成されたベースバンド信号内に存在する交差雑音を均等化することにより、(例えば、BER の観点から) より良好な性能を提供することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 6 】

第 1 の信号 1 0 4 A および第 2 の信号 1 0 4 B を合成する一部は、第 1 および第 2 の信号 1 0 4 A、1 0 4 B のソフトビットを合計する、受信デバイス 1 0 2 の合成器または加算器 1 4 6 を含む。ソフトビットを合計する性能は、等化器推定誤差に依存し得る。具体的には、図 6 に示すように、受信デバイス 1 0 2 の等化器 1 4 0 A、1 4 0 B は、デュアルアップリンク伝送ストリーム（例えば、第 1 および第 2 の信号 1 0 4 A、1 0 4 B）からの干渉に起因する固定雑音フロアを有し、それは、（加算性白色 A W G N に支配され得る、図 1 1 のより高い B E R 2 3 4 とは対照的に）加算性白色ガウス雑音（A W G N）電力とは無関係であり得る。

【 0 0 8 7 】

第 1 および第 2 の信号 1 0 4 A、1 0 4 B のソフトビットを合計する場合の（受信デバイス 1 0 2 の第 1 および第 2 の等化器 1 4 0 A、1 4 0 B による）理想的または完全な等化器推定は、虚数成分なしの実数成分を生じさせ得るので、B E R 性能を約 3 d B だけ増加させる。しかし、雑音（例えば、A W G N および / またはアップリンク干渉）は、等化器推定においてエラーを引き起こす場合があり、その結果、虚数成分を有する合計ソフトビットが生じる。拡散の増大（例えば、伝送信号 1 0 4 A、1 0 4 B の伝送の繰り返し）は、受信デバイス 1 0 2 での受信信号の雑音を減少させることができる。例えば、2 倍に拡散を増加させることにより、雑音 / 干渉が 3 d B になるように減少させる可能性がある。また、拡散または C D M A 符号化された伝送繰り返しを（例えば、2 倍に）増加させつつ、2 つの伝送信号 1 0 4 A、1 0 4 B 内で 2 つの異なるデータストリームを伝送することは、より堅牢であり、より良好な性能をもたらす可能性がある。そうすることにより、媒体に対して良好な性能および / または高 S N R で同じデータ速度を達成することができる。

【 0 0 8 8 】

図 1 8 は、本開示の実施形態による、拡散を 2 倍に増加させずに、2 つの伝送信号 1 0 4 A、1 0 4 B 内の同じデータを伝送することなく、S N R 2 3 2 に基づいて変化する B E R 2 3 0 を（例えば、対数スケールで）示すプロットであり、図 1 9 は、拡散を 2 倍に増加させ、2 つの伝送信号 1 0 4 A、1 0 4 B 内の異なるデータを伝送する場合の、S N R 2 3 2 に基づいて変化する B E R 2 3 0 を（例えば、対数スケールで）示すプロットである。図 1 9 に示すように、拡散を 2 倍に増加させ、2 つの伝送信号 1 0 4 A、1 0 4 B 内で異なるデータを伝送する場合に、特に、（例えば、3 7 0 で）8 d B を超える S N R の場合に、B E R 性能は、全ての S N R に対して改善される。特に、図 1 8 に示すように、拡散を 2 倍に増加させず、2 つの伝送信号 1 0 4 A、1 0 4 B（例えば、少なくとも 2 d B）で同じデータを伝送しないのと比較すると、図 1 9 に示すように、拡散を 2 倍に増加させ、2 つの伝送信号 1 0 4 A、1 0 4 B 内の異なるデータを伝送する場合に、極位相差値（2 4 0 に示す、0 ° または 1 8 0 ° と比較して、2 3 8 に示す、例えば、9 0 ° または 2 7 0 °）間の変動が少ない（例えば、1 d B 未満）。したがって、より良い B E R 性能を示す。

【 0 0 8 9 】

図 2 0 は、本開示の実施形態による、2 つの伝送信号 1 0 4 A、1 0 4 B 内で異なるデータを伝送する図 5 の無線通信システム 3 8 0 の代替の実施形態のブロック図である。無線通信システム 3 8 0 の構成要素は、図 6 の無線通信システム 1 0 0 の構成要素と同様または同一であるが、ベースバンド信号のコピーをユーザ機器 1 0 内の第 1 および第 2 の S C - F D M A ログイン 1 3 2 A、1 3 2 B に送信するのではなく、ベースバンドデータが第 1 の部分 3 8 2 A（例えば、P 0）と第 2 の部分 3 8 2 B（例えば、P 1）に分割される。データ分割は、例えば、第 1 の部分 3 8 2 A（例えば、P 0）に偶数を有するデータブロックを、第 2 の部分 3 8 2 B（例えば、P 1）に奇数を有するデータブロックを割り当てることによって達成され得るが、任意の好適なデータ分割スキームが意図される。理解されるように、ベースバンドデータの第 1 の部分 3 8 2 A は、ベースバンドデータの後半または部分であり得る、ベースバンドデータの第 2 の部分 3 8 2 B とは異なるベースバ

10

20

30

40

50

ンドデータの前半または部分であり得る。第1の部分382Aは、上側経路384Aで第1のSC-FDMAロジック132Aに送信され、第1のCDMAコード134A（例えば、CDMAコード1）を使用して符号化され、第1の無線周波数信号104Aの形態で第1のアンテナ55Aを介して伝送されるが、第2の部分382Bは、下側経路384Bで第2のSC-FDMAロジック132Bに送信され、CDMAコード134B（例えば、CDMAコード2）を使用して符号化され、第2の無線周波数信号104Bの形態で第2のアンテナ55Bを介して伝送される。いくつかの実施形態では、ベースバンドデータは、1より大きい任意の好適な数（例えば、2個以上、3個以上、4個以上、10個以上など）に分割されてもよく、次いで、CDMAコード134を使用して符号化され、受信デバイス102に伝送され得る。

10

【0090】

受信デバイス102は、そのアンテナ106で受信信号として無線周波数信号104A、104Bを受信し、データ分割手順を逆にすることによって元の順序のデータを再構築する。特に、受信デバイス102は、FFTロジック136を使用して受信信号を時間ドメインから周波数ドメインに変換する。次いで、受信デバイス102は、受信信号の第1のコピーを上側経路138Aに第1の等化器140Aまで送信し、それは第1のCDMAコード134Aに対して受信信号の第1のコピーの媒体またはチャネルを均等化し、それによって受信信号から第1の信号104Aを非相関化するまたは抽出する。第1のIFFTロジック142Aは、第1の信号104Aを周波数ドメインから時間ドメインに変換することができ、次いで、第1のシンボルACC144Aは、第1の信号104A内のシンボルを判定して、ベースバンドデータの第1の部分382A（例えば、P0）を出力することができる。同様に、受信デバイス102は、受信信号の第2のコピーを下側経路138Bに第2の等化器140Bまで送信し、それは、第2のCDMAコード134Bに対して受信信号の第2のコピーの媒体またはチャネルを均等化し、それによって、受信信号から第2の信号104Bを非相関化するまたは抽出する。第2のIFFTロジック142Bは、第2の信号104Bを周波数ドメインから時間ドメインに変換することができ、次いで、第2のシンボルACC144Bは、第2の信号104B内のシンボルを判定してベースバンドデータの第2の部分382B（例えば、P1）を出力することができる。

20

【0091】

続いて、いくつかの実施形態では、拡散（例えば、伝送信号104A、104Bの伝送の繰り返し）を達成するため、ユーザ機器10および受信デバイス102は、（例えば、異なるCDMAコード134を使用して）これらのステップを繰り返すことができ、その結果、受信デバイス102での受信信号内の雑音を（例えば、約3dBに）減少させるために、ユーザ機器10が、ベースバンドデータの第1および第2の部分382A、382Bを受信デバイス102に再び伝送する場合がある。いずれの場合でも、受信デバイス102のベースバンドプロセッサ122Bおよび/またはLDPCロジック124Bは、次いで、第1および第2の部分382A、382Bを合成してベースバンド信号を生成することができる。

30

【0092】

図21は、本開示の実施形態による、各伝送信号104A、104B内で異なるデータを伝送するための異なるCDMAコード134を使用したデュアル伝送方法400のフローチャートである。各デバイスのプロセッサ12などのユーザ機器10および/または受信デバイス102の構成要素を制御し得る任意の好適なデバイス（例えば、コントローラ）は、方法400の処理ブロックを実行することができる。いくつかの実施形態では、方法400は、ユーザ機器10および/または受信デバイス102のプロセッサ12を使用して、ユーザ機器10および/または受信デバイス102のメモリ14または記憶装置16などの有形の、非一時的な、コンピュータ可読媒体に記憶された命令を実行することによって実施され得る。例えば、方法400は、ユーザ機器10および/または受信デバイス102のオペレーティングシステム、ユーザ機器10および/または受信デバイス102の1つ以上のソフトウェアアプリケーションなどの1つ以上のソフトウェアコンポーネ

40

50

ントによって少なくとも部分的に実行され得る。方法 400 は、特定の順序の行程を用いて説明されているが、本開示は、説明した行程は、図示した順序とは異なる順序で実行することができ、特定の説明した行程は、スキップするまたは全く実行しないことができることを意図していることを理解されたい。

【0093】

プロセスブロック 402 では、ユーザ機器 10 はベースバンド信号を受信する。特に、ユーザ機器 10 のプロセッサ 12 A は、ベースバンド信号またはベースバンド信号の指示をベースバンドプロセッサ 122 A および / または L D P C ロジック 124 A から受信することができる。ベースバンド信号は、受信デバイス 102 に伝送されるデータ（例えば、制御情報、タイミング情報、ペイロード情報など）を含むことができる。処理ブロック 404 において、ユーザ機器 10 は第 1 の C D M A コード 134 A および第 2 の C D M A コード 134 B を生成する。具体的には、ユーザ機器 10 のプロセッサ 12 A は、S C - F D M A ロジック 132 A、132 B のシーケンス生成器 190 に M L S 196 を生成させることができ、S C - F D M A ロジック 132 A、132 B は、それを使用して C D M A コード 134 を生成することができる。いくつかの実施形態では、ユーザ機器 10 は、ベースバンド信号の指示を受信することに応答して、第 1 の C D M A コード 134 A および第 2 の C D M A コード 134 B を生成することができる。

【0094】

処理ブロック 406 では、第 1 の S C - F D M A ロジック 132 A は、第 1 の C D M A コード 134 A をベースバンド信号の第 1 の部分（例えば、382 A）に適用して第 1 の伝送信号 104 A を生成し、処理ブロック 408 では、第 2 の S C - F D M A ロジック 132 B は、第 2 の C D M A コード 134 B をベースバンド信号の第 2 の部分（例えば、382 B）に適用して第 2 の伝送信号 104 B を生成する。特に、ユーザ機器 10 のプロセッサ 12 A は、例えば、ベースバンド信号の第 1 の部分 382 A に偶数を有するデータブロックを、ベースバンド信号の第 2 の部分 382 B に奇数を有するデータブロックを割り当てることによってベースバンド信号を分割してもよいが、任意の好適なデータ分割スキームが意図される。第 1 の S C - F D M A ロジック 132 A は、第 1 の C D M A コード 134 A と第 1 の部分 382 A を乗算して第 1 の伝送信号 104 A を生成することによって、第 1 の C D M A コード 134 A をベースバンド信号の第 1 の部分 382 A に適用することができる。同様に、第 2 の S C - F D M A ロジック 132 B は、第 2 の C D M A コード 134 B と第 2 の部分 382 B を乗算して第 2 の伝送信号 104 B を生成することによって第 2 の C D M A コード 134 B をベースバンド信号の第 2 の部分 382 B に適用することができる。ユーザ機器 10 のプロセッサ 12 A は、ベースバンド信号の部分 382 A、382 B に任意の好適な変調技法を適用して、それらを実無線周波数伝送信号 104 A、104 B に変換することもできることを理解されたい。処理ブロック 410 では、ユーザ機器 10 の伝送機 52 は、第 1 のアンテナ 55 A を使用して第 1 の伝送信号 104 A を伝送し、処理ブロック 412 では、ユーザ機器 10 の伝送機 52 は、第 2 のアンテナ 55 B を使用して第 2 の伝送信号 104 B を伝送する。

【0095】

処理ブロック 414 では、受信デバイス 102 の受信機は、その後、合成された第 1 および第 2 の伝送信号 104 A、104 B を、受信アンテナ 106 を介して受信信号として受信する。処理ブロック 416 では、受信デバイス 102 は、（例えば、シードに基づいて、かつ / または受信デバイス 102 のシーケンス生成器 190 を使用して）第 1 および第 2 の C D M A コード 134 A、134 B を生成する。いくつかの実施形態では、受信デバイス 102 は、合成された第 1 および第 2 の伝送信号 104 A、104 B の受信に応答して、第 1 および第 2 の C D M A コード 134 A、134 B を生成することができる。処理ブロック 418 では、受信デバイス 102 の第 1 の等化器 140 A は、第 1 の C D M A コード 134 A を使用して受信信号から第 1 の伝送信号 104 A を非相関化するまたは抽出する。処理ブロック 420 では、受信デバイス 102 の第 2 の等化器 140 B は、第 2 の C D M A コード 134 B を使用して受信信号から第 2 の伝送信号 104 B を非相関化する

10

20

30

40

50

るまたは抽出する。受信デバイス 102 の第 1 の I F F T ロジック 142 A はまた、第 1 の信号 104 A を周波数ドメインから時間ドメインに変換することができ、受信デバイス 102 の第 1 のシンボル A C C 144 A は、第 1 の信号 104 A 内のシンボル（例えば、元のベースバンド信号の第 1 の部分 382 A）を判定することができる。同様に、受信デバイス 102 の第 2 の I F F T ロジック 142 B はまた、第 2 の信号 104 B を周波数ドメインから時間ドメインに変換することができ、受信デバイス 102 の第 2 のシンボル A C C 144 B は、第 2 の信号 104 B 内のシンボル（例えば、元のベースバンド信号の第 2 の部分 382 B）を判定することができる。

【0096】

処理ブロック 422 では、ユーザ機器 10 および受信デバイス 102 は、処理ブロック 404 ~ 420 を繰り返す。特に、ユーザ機器 10 は、処理ブロック 410 および 412 に記載されるように、第 1 の部分 382 A および第 2 の部分 382 B を再伝送して、受信デバイス 102 での受信信号の雑音を減少させる。より良好な性能のために、部分 382 A、382 B は、信号の多様性を増加させるために以前に送信されたものとは異なる C D M A コード 134 で符号化されてもよいが、代替的な実施形態では、処理ブロック 404 ~ 408 に記載されるように、同じ C D M A コード 134 が使用されてもよい。受信デバイス 102 は、部分 382 A、382 B を有する合成信号を受信することができ、処理ブロック 414 ~ 420 に記載されるように、部分を抽出することができる。特に、第 1 の部分 382 A および第 2 の部分 382 B の再伝送は、拡散（例えば、伝送信号 104 A、104 B の伝送の繰り返し）を達成することができ、これにより、受信信号の雑音を約 3 d B 減少させることができる。受信デバイス 102 は、第 1 の部分 382 A の各コピーを互いにチェックすることによって、第 1 の部分 382 A の各コピーを組み合わせ、第 2 の部分 382 B の各コピーを互いにチェックして、第 2 の部分 382 B の各コピーを組み合わせ、伝送または受信によって引き起こされていた可能性があるエラーを減少させることができる。

【0097】

いずれの場合でも、処理ブロック 424 では、受信デバイス 102 は、第 1 および第 2 の信号 104 A、104 B で送信されたベースバンド信号の第 1 および第 2 の部分 382 A、382 B を組み合わせ、ユーザ機器 10 によって元々送信されたベースバンド信号を生成する。受信デバイス 102 の L D P C ロジック 124 B は、ベースバンド信号のチャネル復号化を実行することができ、受信デバイス 102 のベースバンドプロセッサ 122 B は、ベースバンド信号を更に生成、判定、処理、使用、および / または受信デバイス 102 の他の構成要素に送信することができる。このようにして、ベースバンド信号は、フィードバックまたは閉ループスキームを使用せずに、単一のアンテナから、ユーザ機器 10 から送信された単一の信号の 2 倍の受信電力で、受信デバイス 102 で受信され得る。これは、ユーザ機器 10 からの閾値距離を超えて配置される、地上基地局、非地上基地局、H A P S、衛星などの場合など、より離れた距離で、より大きな受信電力で信号を受信することを可能にし得る。また、2 つの伝送信号に同じデータストリームを送信するのと比較すると、より良好な B E R 性能が達成され得る。

【0098】

いくつかの実施形態では、ユーザ機器 10 は、マルチパスチャネルを介して無線信号（例えば、104 A、104 B を含む）の複数のインスタンスを伝送することができる。例えば、チャネル内の 10 個以上の経路、チャネル内の 20 個以上の経路、チャネル内の 30 個以上の経路、チャネル内の 50 個以上の経路などがあり得る。マルチパスチャネル内の平坦フェージングは、各信号がほぼ同じ量の減衰を経験し得るので、次のように表すことができる。

$$y = s_0 + s_1 \exp(j\phi) \quad (\text{式 1})$$

s_0 は、第 1 のアンテナ（例えば、55 A）によって伝送される第 1 の伝送信号（例えば、104 A）であり、

s_1 は、第 2 のアンテナ（例えば、55 B）によって伝送される第 2 の伝送信号（例え

ば、104B)であり、

ϕ は第1の伝送信号と第2の伝送信号との間の位相差である。

【0099】

マルチパスは、次のように表すことができる。

$$y = s_0 + s_1 \exp(j\phi_D) + A \delta(t - t_0) (s_0 + s_1 \exp(j\phi_D)) \exp(j\phi_R) \quad (\text{式2})$$

s_0 は、第1のアンテナ(例えば、55A)によって伝送される第1の伝送信号(例えば、104A)であり、

s_1 は、第2のアンテナ(例えば、55B)によって伝送される第2の伝送信号(例えば、104B)であり、

Aは、マルチパス成分の減衰であり(例えば、Aは10dBの減衰であり得る)、

t_0 は、第1および第2の伝送信号の到着の間の時間差であり(例えば、 t_0 は、520ナノ秒(ns)の時間遅延であり得る)、

ϕ_D は、第1の伝送信号と第2の伝送信号との間の位相差であり、

ϕ_R は、マルチパス成分の位相シフトである。

【0100】

図22は、本開示の実施形態による、伝送信号(例えば、104A、104Bを含む)が同じデータを有する場合であって、拡散または伝送信号の繰り返しが(例えば、図11のものと比較して)10倍に増加する場合のSNR232に基づいて変化するBER230を示すプロットである。図示するように、最悪に実行している伝送信号440を切断するときに、SNRでは、極位相差値(例えば、240に示すように0°または180°と比較して、238に示すように90°または270°)の変動が少なくとも2dBである。

【0101】

図23は、本開示の実施形態による、伝送信号(例えば、104A、104Bを含む)が異なるデータを有する場合であって、拡散または伝送信号の繰り返しが(例えば、図11のものと比較して)20倍に増加する場合のSNR232に基づいて変化するBER230を示すプロットである。図示するように、最悪に実行している伝送信号450を切断するときに、SNRでは、極位相差値(例えば、240に示すように0°または180°と比較して、238に示すように90°または270°)の変動が1dB未満である。したがって、図22に示すように、10倍に拡散を増加させ、伝送信号内の同じデータを伝送するのと比較して(例えば、最悪に実行している伝送信号440を切断する場合、少なくとも2dB)、図23に示すように、20倍に拡散を増加させ、伝送信号内の異なるデータ(例えば、104A、104Bを含む)を伝送する場合には、極位相差値間(例えば、240に示すように0°または180°と比較して、238に示すように90°または270°)の変動は少なくなる(例えば、最悪に実行している伝送信号450を切断するときには、1dB未満)ので、より良好なBER性能を示す。

【0102】

別の実施形態では、連続的干渉キャンセル技法を実行して、雑音フロアを低減し、より良好なまたはほぼ最適な性能を可能にすることができる。更に別の実施形態では、直交位相偏移変調(quadrature phase shift keying: QPSK)符号化データシンボルおよびQPSK風アクセスコード/パイロットトーンを使用することで、CDMAコード拡散を(例えば、2倍に)増加させることができ、それにより、(例えば、短い干渉バーストの場合には)ロバスト性を増加させ、(例えば、複雑さを低下させることを可能にする)実数値CDMAコード134の使用を可能にすることができる。別の実施形態では、複数の受信機アンテナ106および最大比合成(MRC)技法を使用して、伝送信号104A、104B間の位相関係に基づいて干渉雑音フロアを低減することができる。別の実施形態では、単一の伝送とのデュアル伝送の後方互換性を実施することができる。すなわち、第2の伝送信号104B内で異なるCDMAコード134を適用して、受信デバイス102が第2のアップリンク伝送104Bを認識していない場合の受信を可能にすることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 0 3 】

有利には、開示された実施形態は、受信デバイス 1 0 2 での位相依存性（例えば、無線信号 1 0 4 A、1 0 4 B 間の位相差に対する依存性）を減少または軽減させ、アップリンク性能は単一の送信信号の場合と比較して改善される。また、補正 / 位相調整目的のためにチャネル状態および / または事前符号化行列を送信するためのフィードバックチャネルを必要としない。また、受信デバイス 1 0 2 は、伝送されたストリーム 1 0 4 A、1 0 4 B の両方のデータを構築的に追加する制御を有し得る。これは、急速に変化するチャネル状態の場合に特に有益であり得る。

【 0 1 0 4 】

上述の具体的な実施形態は、例として示されたものであり、これらの実施形態は、様々な修正形態および代替形態の影響を受けやすいものであり得ることを理解すべきである。更に、特許請求の範囲が、開示された特定の形態に限定されず、むしろこの開示の趣旨と意図の範囲にある全ての修正物、均等物、および代替物を対象として含むことを理解されたい。

10

【 0 1 0 5 】

本明細書で提示され特許請求された技術は、本技術分野を明らかに向上する実用的な性質の有形物および具体例を参照して適用され、そのゆえに、抽象的な、実体のない、または単なる理論上のものではない。更に、本明細書の最後に添付された特許請求の範囲のいずれかが、「～ [機能] を [実行] する手段」または「～ [機能] を [実行] するステップ」として示された 1 つ以上の要素を含む場合、そのような要素が、米国特許法第 1 1 2 条 (f) に従って解釈されることになることを意図している。しかし、任意の他の方法で示された要素を含む特許請求の範囲のいずれかに関して、そのような要素は、米国特許法第 1 1 2 条 (f) に従って解釈されることにならないことを意図している。

20

【 0 1 0 6 】

個人特定可能な情報の使用は、ユーザのプライバシーを維持するための業界または政府の要件を満たすまたは超えるとして一般に認識されているプライバシーポリシーおよびプラクティスに従うべきであることが十分に理解される。特に、個人特定可能な情報データは、意図されていない、または許可されていない、アクセスまたは使用のリスクを最小限に抑えるように管理され、かつ取り扱われるべきであり、許可された使用の性質は、ユーザに明確に示されるべきである。

30

40

50

【図面】
【図 1】

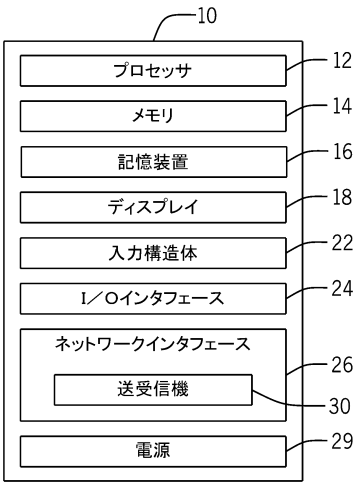


FIG. 1

【図 2】

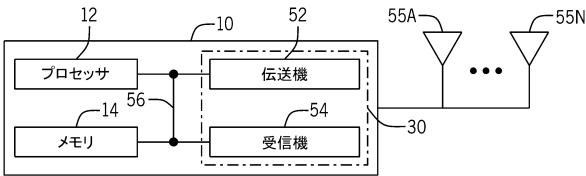


FIG. 2

【図 3】

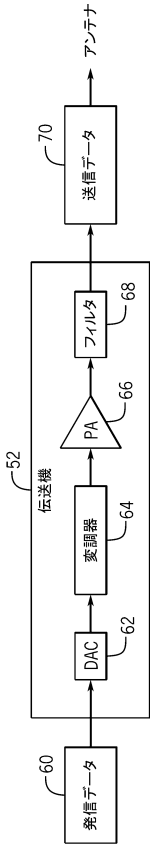


FIG. 3

【図 4】

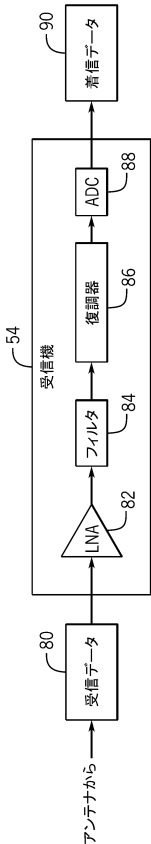


FIG. 4

10

20

30

40

50

【図 5】

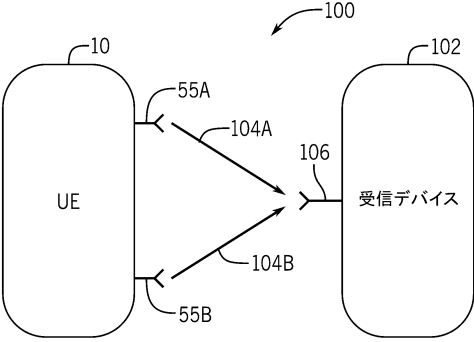


FIG. 5

【図 6】

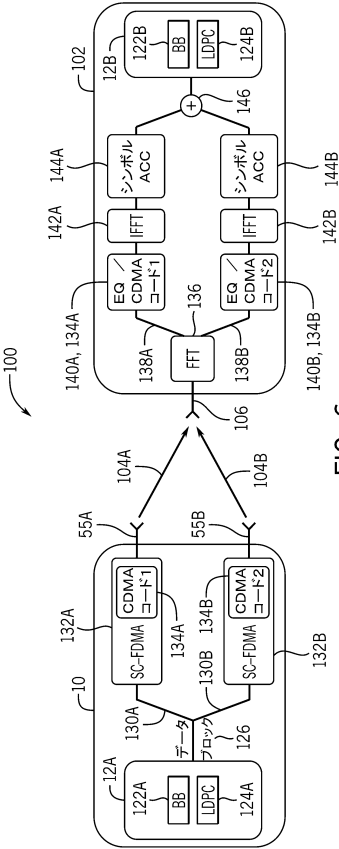


FIG. 6

【図 7】

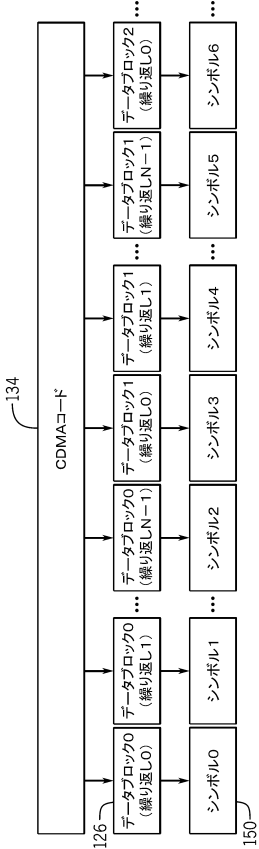


FIG. 7

【図 8】

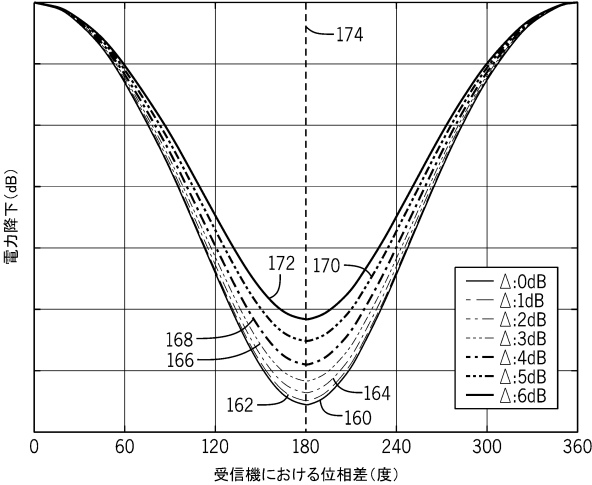


FIG. 8

10

20

30

40

50

【図 9】

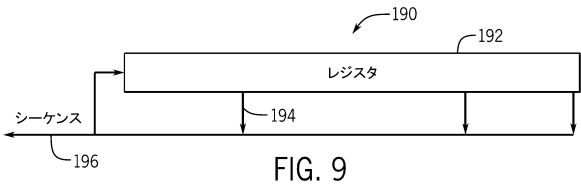


FIG. 9

【図 10】

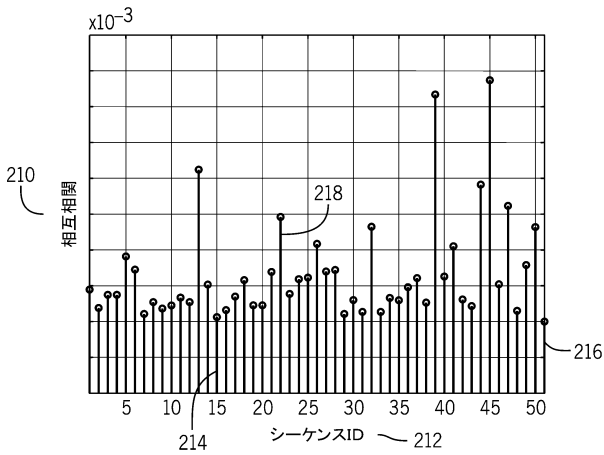


FIG. 10

【図 11】

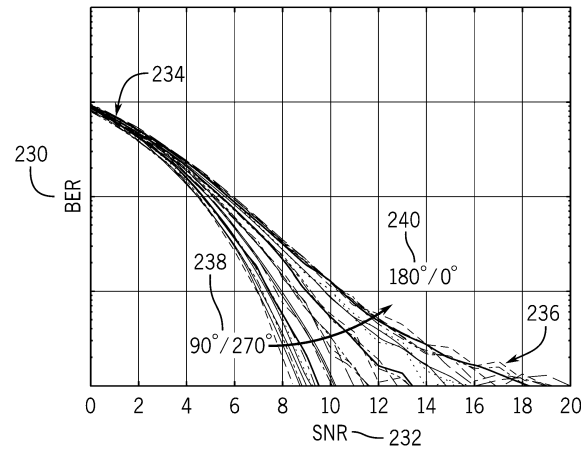


FIG. 11

【図 12】

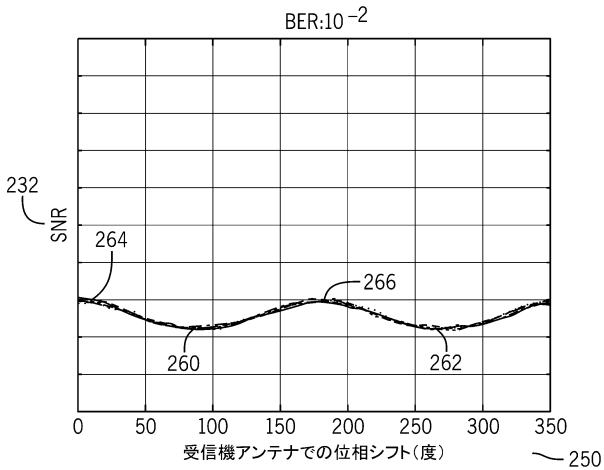


FIG. 12

10

20

30

40

50

【図 1 3】

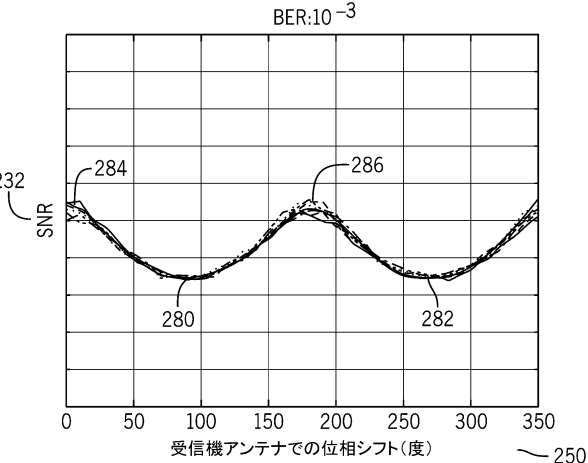


FIG. 13

【図 1 4】

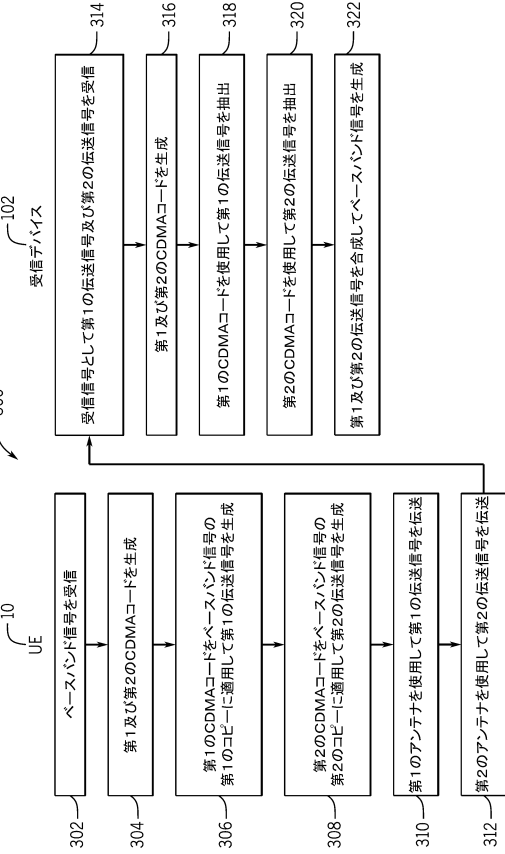


FIG. 14

【図 1 5】

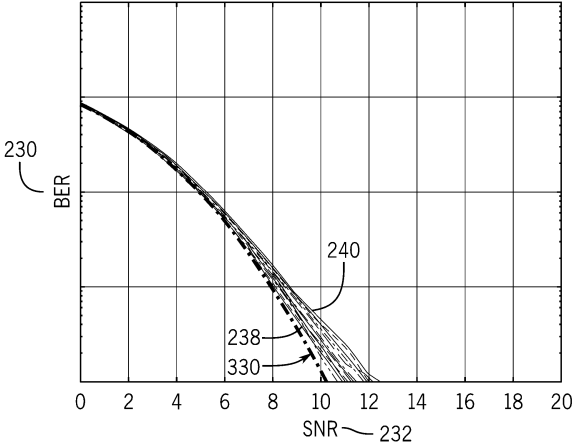


FIG. 15

【図 1 6】

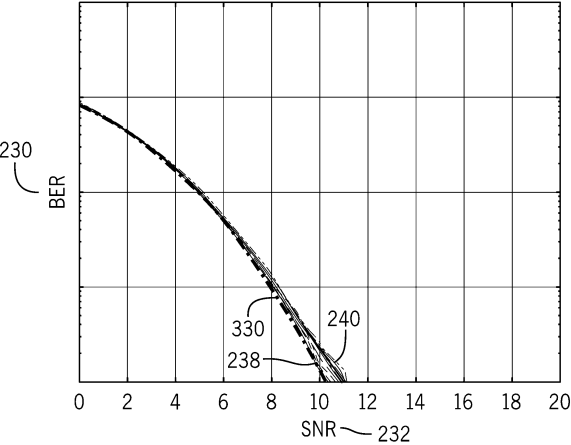


FIG. 16

10

20

30

40

50

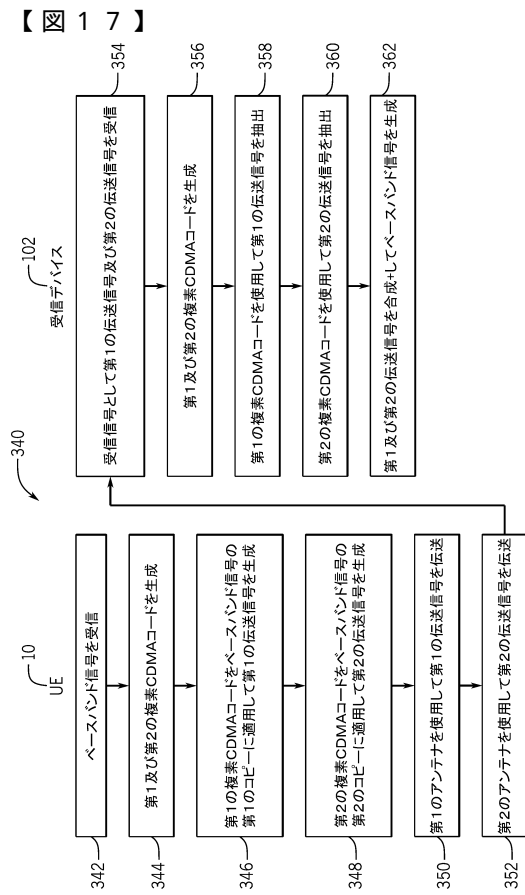


FIG. 17

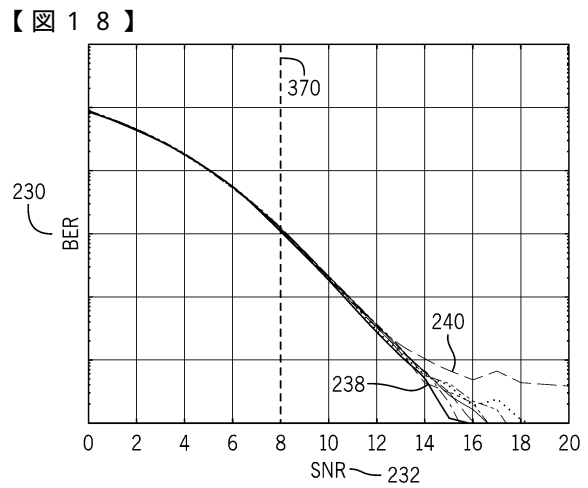


FIG. 18

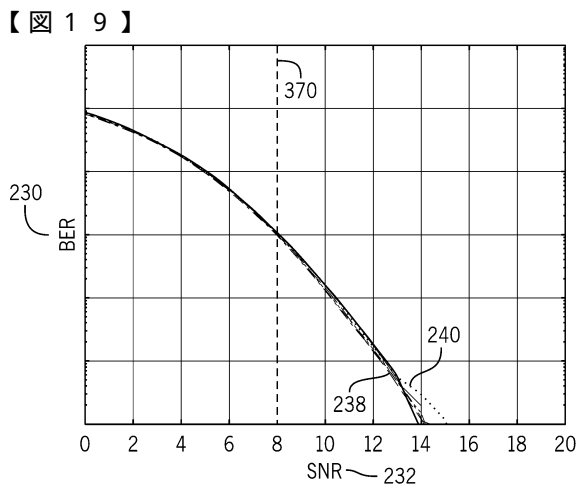


FIG. 19

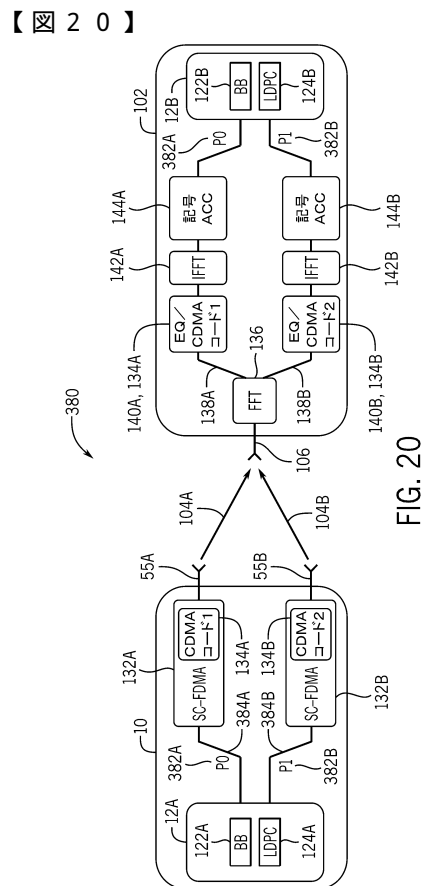


FIG. 20

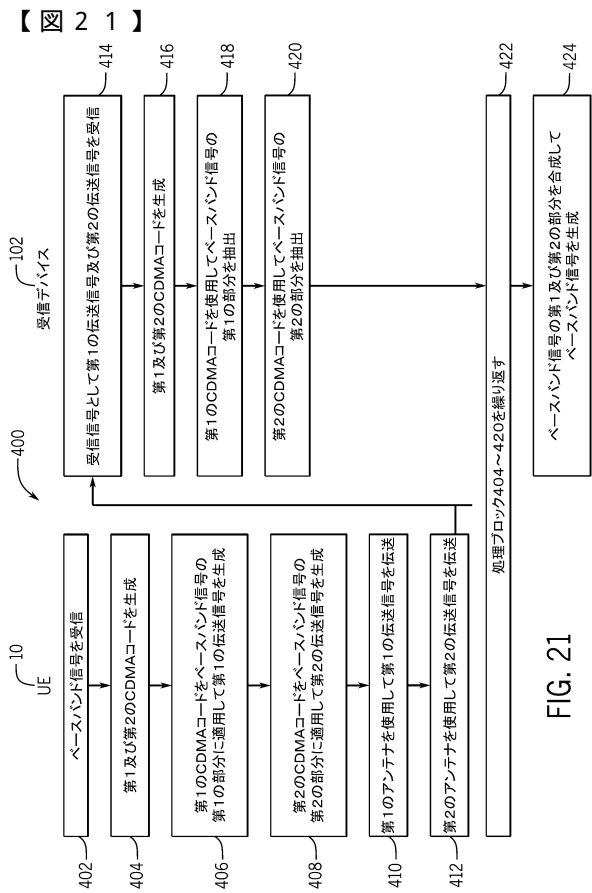


FIG. 21

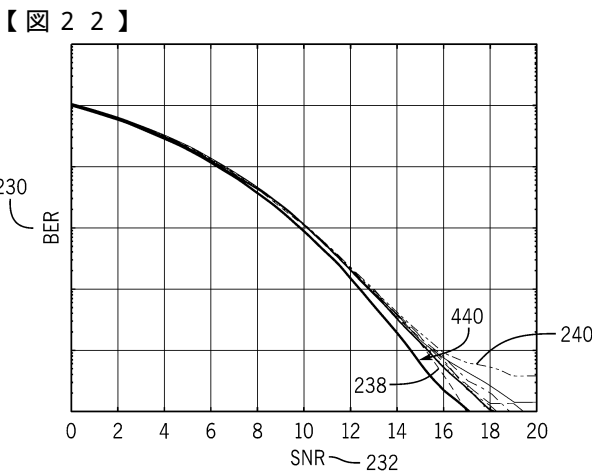


FIG. 22

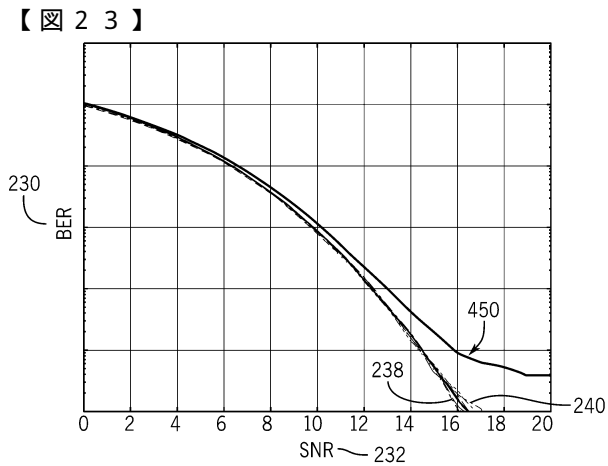


FIG. 23

フロントページの続き

- テッド内
- (72)発明者 スマイニ, リディ
アメリカ合衆国 95014 カリフォルニア州 クパチーノ アップル パーク ウェイ ワン, ア
ップル インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ロフィ, アナトリー エス.
アメリカ合衆国 95014 カリフォルニア州 クパチーノ アップル パーク ウェイ ワン, ア
ップル インコーポレイテッド内
- 審査官 北村 智彦
- (56)参考文献 特表2013-502853(JP,A)
 特開2007-181199(JP,A)
 特開2015-029269(JP,A)
 特表2012-516073(JP,A)
 特表2012-503369(JP,A)
 特開2007-243303(JP,A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
 H04B 7 / 06
 H04J 13 / 12
 H04L 27 / 26
 IEEE Explore