

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6585091号
(P6585091)

(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.	F 1
HO4B 7/06 (2006.01)	HO4B 7/06 950
HO4L 27/26 (2006.01)	HO4L 27/26 100
HO4J 1/00 (2006.01)	HO4J 1/00
HO4W 16/28 (2009.01)	HO4B 7/06 890
HO4B 7/0452 (2017.01)	HO4W 16/28

請求項の数 15 (全 32 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2016-573044 (P2016-573044)
(86) (22) 出願日	平成27年6月5日(2015.6.5)
(65) 公表番号	特表2017-526215 (P2017-526215A)
(43) 公表日	平成29年9月7日(2017.9.7)
(86) 国際出願番号	PCT/US2015/034518
(87) 国際公開番号	W02015/195375
(87) 国際公開日	平成27年12月23日(2015.12.23)
審査請求日	平成30年5月14日(2018.5.14)
(31) 優先権主張番号	14/306,120
(32) 優先日	平成26年6月16日(2014.6.16)
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国(US)

(73) 特許権者	595020643 クアアルコム・インコーポレイテッド QUALCOMM INCORPORATED アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121-1714、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5775
(74) 代理人	100108855 弁理士 蔡田 昌俊
(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘
(74) 代理人	100158805 弁理士 井関 守三
(74) 代理人	100112807 弁理士 岡田 貴志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】UEの指向性に基づいたビームフォーミングスケジューリング

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ワイヤレス通信システムにおけるビームフォーミングの方法であって、少なくとも2つのユーザ機器(UE)のビームフォーミング方向および信号対雑音比(SNR)を決定することと、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向および前記SNRに基づいて、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定することと、

前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの前記通信がスケジュールされるとき、

前記少なくとも2つのUE間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振ることと、

前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向を包含するように前記単一の通信ビームの幅をサイジングすることと、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向は異なる、

前記サイジングされた単一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リソースを介して前記同じ時間間隔中に前記少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数と通信することと

を備える、方法。

【請求項2】

前記通信することは、

10

20

前記少なくとも 2 つの U E のうちの前記 1 つまたは複数にダウンリンク信号を送信すること、または、

前記少なくとも 2 つの U E のうちの前記 1 つまたは複数からアップリンク信号を受信すること

のうちの少なくとも 1 つを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも 2 つの U E との通信をスケジュールするかどうかを前記決定することは、

第 1 の U E の前記ビームフォーミング方向と第 2 の U E の前記ビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、

前記第 1 の U E の第 1 の S N R および前記第 2 の U E の第 2 の S N R を S N R しきい値と比較することと、

前記第 1 の S N R および前記第 2 の S N R が前記 S N R しきい値よりも大きく、前記測定された角度が角度しきい値よりも小さいときに、前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記第 1 の U E および前記第 2 の U E との通信をスケジュールすることを決定することと

を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも 2 つの U E との通信をスケジュールするかどうかを前記決定することは、

第 1 の U E の前記ビームフォーミング方向と第 2 の U E の前記ビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、

前記測定された角度が角度しきい値よりも小さいとき、

前記第 1 の U E および前記第 2 の U E が異なる通信ビームを介した異なる時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、前記第 1 の U E の第 1 のスペクトル効率および前記第 2 の U E の第 2 のスペクトル効率を決定することと、

前記第 1 の U E および前記第 2 の U E が前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、前記第 1 の U E の第 3 のスペクトル効率および前記第 2 の U E の第 4 のスペクトル効率を決定することと、

前記第 1 の U E の前記第 3 のスペクトル効率が前記第 1 の U E の前記第 1 のスペクトル効率よりも大きく、前記第 2 の U E の前記第 4 のスペクトル効率が前記第 2 の U E の前記第 2 のスペクトル効率よりも大きいときに、前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記第 1 の U E および前記第 2 の U E との通信をスケジュールすることを決定することと

を備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記第 1 のスペクトル効率は、前記第 1 の U E の S N R に基づいて決定され、

前記第 2 のスペクトル効率は、前記第 2 の U E の S N R に基づいて決定される、請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記第 3 のスペクトル効率は、

前記第 1 の U E の S N R と、

前記第 1 の U E に割り当てられた電力のフラクションと、

前記第 1 の U E に割り当てられた帯域幅リソースのフラクションと、

前記単一の通信ビームの前記幅に起因した前記第 1 の U E のアレイ利得での損失とのうちの少なくとも 1 つに基づいて決定され、

前記第 4 のスペクトル効率は、

前記第 2 の U E の S N R と、

前記第 2 の U E に割り当てられた電力のフラクションと、

前記第 2 の U E に割り当てられた帯域幅リソースのフラクションと、

10

20

30

40

50

前記単一の通信ビームの前記幅に起因した前記第2のUEのアレイ利得での損失とのうちの少なくとも1つに基づいて決定される、請求項4に記載の方法。

【請求項7】

前記単一の通信ビームの前記幅は、前記第3のスペクトル効率が前記第1のUEの前記第1のスペクトル効率よりも大きくなり、前記第4のスペクトル効率が前記第2のUEの前記第2のスペクトル効率よりも大きくなることを容易にして、前記単一の通信ビームが前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向を包含できるようにするためにサイジングされる、請求項4に記載の方法。

【請求項8】

ワイヤレス通信システムにおけるビームフォーミングのための装置であって、

10

少なくとも2つのユーザ機器(UE)のビームフォーミング方向および信号対雑音比(SNR)を決定するための手段と、

前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向および前記SNRに基づいて、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定するための手段と、

前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの前記通信がスケジュールされるとき、

前記少なくとも2つのUE間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振るための手段と、

前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向を包含するように前記単一の通信ビームの幅をサイジングするための手段と、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向は異なる、

20

前記サイジングされた単一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リソースを介して前記同じ時間間隔中に前記少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数と通信するための手段と

を備える、装置。

【請求項9】

前記通信するための手段は、

前記少なくとも2つのUEのうちの前記1つまたは複数にダウンリンク信号を送信すること、または、

前記少なくとも2つのUEのうちの前記1つまたは複数からアップリンク信号を受信すること

30

のうちの少なくとも1つを行うように構成される、請求項8に記載の装置。

【請求項10】

前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを前記決定するための手段は、

第1のUEの前記ビームフォーミング方向と第2のUEの前記ビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、

前記第1のUEの第1のSNRおよび前記第2のUEの第2のSNRをSNRしきい値と比較することと、

前記第1のSNRおよび前記第2のSNRが前記SNRしきい値よりも大きく、前記測定された角度が角度しきい値よりも小さいときに、前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記第1のUEおよび前記第2のUEとの通信をスケジュールすることを決定することと

40

を行うように構成される、請求項8に記載の装置。

【請求項11】

前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを前記決定するための手段は、

第1のUEの前記ビームフォーミング方向と第2のUEの前記ビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、

前記測定された角度が角度しきい値よりも小さいとき、

50

前記第1のUEおよび前記第2のUEが異なる通信ビームを介した異なる時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、前記第1のUEの第1のスペクトル効率および前記第2のUEの第2のスペクトル効率を決定することと、

前記第1のUEおよび前記第2のUEが前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、前記第1のUEの第3のスペクトル効率および前記第2のUEの第4のスペクトル効率を決定することと、

前記第1のUEの前記第3のスペクトル効率が前記第1のUEの前記第1のスペクトル効率よりも大きく、前記第2のUEの前記第4のスペクトル効率が前記第2のUEの前記第2のスペクトル効率よりも大きいときに、前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記第1のUEおよび前記第2のUEとの通信をスケジュールすることを決定することと

を行うように構成される、請求項8に記載の装置。

【請求項12】

前記第1のスペクトル効率は、前記第1のUEのSNRに基づいて決定され、

前記第2のスペクトル効率は、前記第2のUEのSNRに基づいて決定される、請求項11に記載の装置。

【請求項13】

前記第3のスペクトル効率は、

前記第1のUEのSNRと、

前記第1のUEに割り当てられた電力のフラクションと、

前記第1のUEに割り当てられた帯域幅リソースのフラクションと、

前記单一の通信ビームの前記幅に起因した前記第1のUEのアレイ利得での損失とのうちの少なくとも1つに基づいて決定され、

前記第4のスペクトル効率は、

前記第2のUEのSNRと、

前記第2のUEに割り当てられた電力のフラクションと、

前記第2のUEに割り当てられた帯域幅リソースのフラクションと、

前記单一の通信ビームの前記幅に起因した前記第2のUEのアレイ利得での損失とのうちの少なくとも1つに基づいて決定される、請求項11に記載の装置。

【請求項14】

前記单一の通信ビームの前記幅は、前記第3のスペクトル効率が前記第1のUEの前記第1のスペクトル効率よりも大きくなり、前記第4のスペクトル効率が前記第2のUEの前記第2のスペクトル効率よりも大きくなることを容易にして、前記单一の通信ビームが前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向を包含できるようにするためにサイジングされる、請求項11に記載の装置。

【請求項15】

コンピュータ可読媒体上に記憶されたコンピュータプログラム製品であって、少なくとも1つのプロセッサ上で実行されると、前記少なくとも1つのプロセッサに、

少なくとも2つのユーザ機器(UE)のビームフォーミング方向および信号対雑音比(SNR)を決定することと、

前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向および前記SNRに基づいて、单一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定することと、

前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの前記通信がスケジュールされるとき、

前記少なくとも2つのUE間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振ることと、

前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向を包含するように前記单一の通信ビームの幅をサイジングすることと、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向は異なる、

前記サイジングされた单一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リ

10

20

30

40

50

ソースを介して前記同じ時間間隔中に前記少なくとも 2 つの U E のうちの 1 つまたは複数と通信することと

を行なわせるコードを備える、コンピュータプログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【関連出願の相互参照】

【0 0 0 1】

[0001] 本願は、2014年6月16日に出願された「BEAMFORM SCHEDULING BASED ON THE DIRECTIONALITY OF UES」と題された米国特許出願第14/306,120号の利益を主張するもので、その全体が本明細書に参照によって明確に組み込まれる。

【技術分野】

10

【0 0 0 2】

[0002] 本開示は一般に通信システムに関し、より具体的には、帯域幅効率を改善して同じ時間間隔中に複数の U E との通信を効率的にスケジュールするために、帯域幅を分割すると共に通信ビーム幅を調整することに関する。

【背景技術】

【0 0 0 3】

[0003] ワイヤレス通信システムは、電話通信、映像、データ、メッセージング、およびブロードキャストのような様々な電気通信サービスを提供するために広く展開されている。典型的なワイヤレス通信システムは、利用可能なシステムリソース（例えば、帯域幅、送信電力）を共有することによって複数のユーザとの通信をサポートすることが可能な多元接続技術を採用し得る。そのような多元接続技術の例は、符号分割多元接続（CDMA）システム、時分割多元接続（TDMA）システム、周波数分割多元接続（FDMA）システム、直交周波数分割多元接続（OFDMA）システム、シングルキャリア周波数分割多元接続（SC-FDMA）システム、および時分割同期符号分割多元接続（TDS-SCDMA）システムを含む。

20

【0 0 0 4】

[0004] これらの多元接続技術は、異なるワイヤレスデバイスが、都市、国家、地域、さらには地球規模で通信することを可能にする共通プロトコルを提供するために、様々な電気通信規格において採用されてきた。新興の電気通信規格の例は、ロングタームエボリューション（LTE（登録商標））である。LTEは、第3世代パートナーシッププロジェクト（3GPP（登録商標））によって公表されたユニバーサルモバイル電気通信システム（UMTS）のモバイル規格の拡張セットである。LTEは、スペクトル効率を改善すること、コストを下げる事、サービスを改善すること、新たなスペクトルを利用する事、およびダウンリンク（DL）上ではOFDMAを、アップリンク（UL）上ではSC-FDMAを、そして多入力多出力（MIMO）アンテナ技術を使用して、他のオーブン規格とより良く統合することによって、モバイルブロードバンドインターネットアクセスをより良くサポートするように設計される。しかしながら、モバイルブロードバンドアクセスに対する需要が増大し続けるにつれて、LTE技術におけるさらなる改善の必要性が存在する。好ましくは、これらの改善は、他の多元接続技術およびこれらの技術を採用する電気通信規格に適用可能であるべきである。

30

【発明の概要】

【0 0 0 5】

40

[0005] 本開示のある態様では、ワイヤレス通信におけるビームフォーミングのための方法、コンピュータプログラム製品、および装置が提供される。装置は、少なくとも 2 つのユーザ機器（UE）のビームフォーミング方向および信号対雑音比（SNR）を決定し、少なくとも 2 つの U E のビームフォーミング方向および SNR に基づいて、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の少なくとも 2 つの U E との通信をスケジュールするかどうかを決定する。単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の少なくとも 2 つの U E との通信がスケジュールされると、装置は、少なくとも 2 つの U E 間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振り、少なくとも 2 つの U E のビームフォーミング方向を包含するように単一の

50

通信ビームの幅をサイジング(size)し、サイジングされた単一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リソースを介して同じ時間間隔中に少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数と通信する。

【図面の簡単な説明】

【0006】

【図1】ネットワークアーキテクチャの例を例示する図である。

【図2】アクセスネットワークの例を例示する図である。

【図3】アクセスネットワークにおける発展型ノードBおよびユーザ機器の例を例示する図である。

【図4A】LTEシステムと併せて使用されるmmWシステムの実例的な展開を例示する図である。 10

【図4B】LTEシステムと併せて使用されるmmWシステムの実例的な展開を例示する図である。

【図4C】LTEシステムと併せて使用されるmmWシステムの実例的な展開を例示する図である。

【図5A】接続ポイントとUEとの間でのビームフォーミングされた信号の送信の例を例示する図である。

【図5B】接続ポイントとUEとの間でのビームフォーミングされた信号の送信の例を例示する図である。

【図6】時分割多元接続(TDMA)スケジューリングを例示する図である。 20

【図7】固定されたビーム幅を使用する複数のUEのための周波数分割多元接続(FDMA)スケジューリングを例示する図である。

【図8】適応ビーム幅を使用する複数のUEのためのFDMAスケジューリングを例示する図である。

【図9】ワイヤレス通信システムにおけるビームフォーミングのフローチャートである。

【図10】例証的な装置における異なるモジュール/手段/コンポーネント間でのデータフローを例示するデータフロー図である。

【図11】処理システムを採用する装置のためのハードウェア実施の例を例示する図である。

【詳細な説明】

【0007】

[0017] 添付された図面に関連して以下に記載される詳細な説明は、様々な構成の説明であることを意図し、本明細書に説明される概念が実施され得る唯一の構成を表すことを意図しない。詳細な説明は、様々な概念の完全な理解を提供することを目的とした特定の詳細を含む。しかしながら、これら概念がこれら特定の詳細なしに実施され得ることは当業者にとって明らかであろう。いくつかの事例において、よく知られる構造およびコンポーネントは、そのような概念を曖昧にすることを避けるために、ブロック図形式で示される。

【0008】

[0018] 電気通信システムのいくつかの態様が、様々な装置および方法を参照してこれから提示されることになる。これらの装置および方法は、以下の詳細な説明において説明され、添付の図面において様々なブロック、モジュール、コンポーネント、回路、ステップ、プロセス、アルゴリズム、等(総称して「要素」と呼ばれる)によって例示されることになる。これら要素は、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、またはこれらの任意の組み合わせを使用して実施され得る。こうした要素がハードウェアとしてまたはソフトウェアとして実施されるかどうかは、特定のアプリケーションおよびシステム全体に課せられる設計制約に依存する。 40

【0009】

[0019] 例として、要素、または要素の任意の一部、あるいは要素の任意の組み合わせは、1つまたは複数のプロセッサを含む「処理システム」を用いて実施され得る。プロセ 50

ッサの例は、マイクロプロセッサ、マイクロコントローラ、デジタルシグナルプロセッサ（D S P）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（F P G A）、プログラマブル論理デバイス（P L D）、ステートマシン、ゲート論理、離散ハードウェア回路、および本開示全体を通じて説明される様々な機能を行うように構成された他の好適なハードウェアを含む。処理システムにおける1つまたは複数のプロセッサは、ソフトウェアを実行し得る。ソフトウェアは、ソフトウェア、ファームウェア、ミドルウェア、マイクロコード、ハードウェア記述言語、またはその他の名称で呼ばれるかどうかにかかわらず、命令、命令セット、コード、コードセグメント、プログラムコード、プログラム、サブプログラム、ソフトウェアモジュール、アプリケーション、ソフトウェアアプリケーション、ソフトウェアパッケージ、ルーチン、サブルーチン、オブジェクト、実行ファイル、実行スレッド、プロシージャ、関数、等を意味するように広く解釈されるべきである。 10

【0010】

[0020] それ故に、1つまたは複数の例証的な実施形態において、説明される機能は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組み合わせで実施され得る。ソフトウェアで実施される場合、機能は、コンピュータ可読媒体上で1つまたは複数の命令あるいはコードとして記憶もしくは符号化され得る。コンピュータ可読媒体は、コンピュータ記憶媒体を含む。記憶媒体は、コンピュータによってアクセスされ得る任意の利用可能な媒体であり得る。限定ではなく例として、そのようなコンピュータ可読媒体は、ランダムアクセスメモリ（R A M）、読み出し専用メモリ（R O M）、電気的消去可能プログラマブルR O M（E E P R O M（登録商標））、コンパクトディスクR O M（C D - R O M）または他の光ディスク記憶装置、磁気ディスク記憶装置または他の磁気記憶デバイス、あるいはデータ構造または命令の形式で所望のプログラムコードを搬送または記憶するために使用されることができ、かつコンピュータによってアクセスされ得る任意の他の媒体を備えることができる。上記の組み合わせもまた、コンピュータ可読媒体の範囲内に含まれるべきである。 20

【0011】

[0021] 図1は、ネットワークアーキテクチャ（例えば、L T E ネットワークアーキテクチャ）100を例示する図である。ネットワークアーキテクチャ100は、発展型パケットシステム（E P S ）100と呼ばれ得る。E P S 100は、1つまたは複数のユーザ機器（U E ）102、発展型U M T S 地上無線アクセスネットワーク（E - U T R A N ）104、発展型パケットコア（E P C ）110、およびオペレータのインターネットプロトコル（I P ）サービス122を含み得る。E P S は、他のアクセスネットワークと相互接続できるが、これらエンティティ／インターフェースは簡潔化のため示されない。示されるものとして、E P S はパケット交換サービスを提供するが、当業者がすぐに分かるように、本開示全体にわたって提示される様々な概念は回路交換サービスを提供するネットワークに拡張され得る。 30

【0012】

[0022] E - U T R A N は、発展型ノードB（e N B ）106および他のe N B 108を含み、マルチキャスト協調エンティティ（M C E : Multicast Coordination Entity）128を含み得る。e N B 106は、U E 102に対するユーザおよび制御ブレーンプロトコル終端を提供する。e N B 106は、バックホール（例えば、X 2 インターフェース）を介して他のe N B 108に接続され得る。M C E 128は、発展型マルチメディアブロードキャストマルチキャストサービス（M B M S ）（e M B M S ）についての時間／周波数無線リソースを割り振り、e M B M S のための無線構成（例えば、変調およびコーディングスキーム（M C S ））を決定する。M C E 128は、別個のエンティティまたはe N B 106の一部であり得る。e N B 106はまた、基地局、ノードB、アクセスポイント、ベーストランシーバ基地局、無線基地局、無線トランシーバ、トランシーバ機能、基本サービスセット（B S S ）、拡張サービスセット（E S S ）、または何らかの他の適した専門用語で呼ばれ得る。e N B 106は、U E 102に対してE P C 110へのアクセスポイントを提供する。U E 102の例は、セルラ電話、スマートフォン、セッション開 40

始プロトコル(S I P)電話、ラップトップ、携帯情報端末(P D A)、衛星ラジオ、全地球測位システム、マルチメディアデバイス、ビデオデバイス、デジタルオーディオプレイヤ(例えは、M P 3 プレイヤ)、カメラ、ゲーム機器、タブレット、または任意の他の同様の機能的なデバイスを含む。 U E 1 0 2 はまた、当業者によって、モバイル局、加入者局、モバイルユニット、加入者ユニット、ワイヤレスユニット、遠隔ユニット、モバイルデバイス、ワイヤレスデバイス、ワイヤレス通信デバイス、遠隔デバイス、モバイル加入者局、アクセス端末、モバイル端末、ワイヤレス端末、遠隔端末、ハンドセット、ユーザエージェント、モバイルクライアント、クライアント、または何らかの他の適した専門用語で呼ばれ得る。

【 0 0 1 3 】

10

[0023] e N B 1 0 6 は、E P C 1 1 0 に接続される。E P C 1 1 0 は、モビリティ管理エンティティ(M M E) 1 1 2 、ホーム加入者サーバ(H S S) 1 2 0 、他のM M E 1 1 4 、サービングゲートウェイ 1 1 6 、マルチメディアブロードキャストマルチキャストサービス(M B M S) ゲートウェイ 1 2 4 、ブロードキャストマルチキャストサービスセンター(B M - S C) 1 2 6 、およびパケットデータネットワーク(P D N) ゲートウェイ 1 1 8 を含み得る。M M E 1 1 2 は、U E 1 0 2 とE P C 1 1 0 との間でのシグナリングを処理する制御ノードである。一般に、M M E 1 1 2 は、ペアラおよび接続管理を提供する。全てのユーザIPパケットは、サービングゲートウェイ 1 1 6 を通じて転送され、それ自体は、P D N ゲートウェイ 1 1 8 に接続される。P D N ゲートウェイ 1 1 8 は、U E I P アドレス割り振り、並びに他の機能を提供する。P D N ゲートウェイ 1 1 8 およびB M - S C 1 2 6 は、I P サービス 1 2 2 に接続される。I P サービス 1 2 2 は、インターネット、インターネット、I P マルチメディアサブシステム(I M S)、P S ストリーミングサービス(P S S)、および/または他のI P サービスを含み得る。B M - S C 1 2 6 は、M B M S ユーザサービスプロビジョニングおよび配信のための機能を提供し得る。B M - S C 1 2 6 は、コンテンツプロバイダM B M S 送信のためのエントリポイントとしての役割を果たし、P L M N 内のM B M S ベアラサービスを認可および開始するために使用され、M B M S 送信をスケジュールおよび配信するために使用され得る。M B M S ゲートウェイ 1 2 4 は、特定のサービスをブロードキャストするマルチキャストブロードキャスト単一周波数ネットワーク(M B S F N) エリアに属するe N B (例えは、1 0 6 、1 0 8) にM B M S トライフィックを分配するために使用され、セッション管理(開始/停止) およびe M B M S に関連する課金情報(charging information) を収集することを担い得る。

20

【 0 0 1 4 】

30

[0024] ある態様において、U E 1 0 2 は、L T E ネットワークおよびミリメートル波(m m W : millimeter wave) システムを介して信号を通信することが可能である。それ故に、U E 1 0 2 は、L T E リンクを通じてe N B 1 0 6 および/または他のe N B 1 0 8 と通信し得る。加えて、U E 1 0 2 は、接続ポイント(C P) または基地局(B S) 1 3 0 (m m W システム通信の可能な) とm m W リンクを通じて通信し得る。

【 0 0 1 5 】

40

[0025] さらなる態様において、他のe N B 1 0 8 のうちの少なくとも1つは、L T E ネットワークおよびm m W システムを介して信号を通信することが可能であり得る。そのため、e N B 1 0 8 は、L T E + m m W e N B と呼ばれ得る。別の態様において、C P / B S 1 3 0 は、L T E ネットワークおよびm m W システムを介して信号を通信することが可能であり得る。そのため、C P / B S 1 3 0 は、L T E + m m W C P / B S と呼ばれ得る。U E 1 0 2 は、L T E リンクを通じて並びにm m W リンクを通じて他のe N B 1 0 8 と通信し得る。

【 0 0 1 6 】

[0026] さらなる別の態様において、他のe N B 1 0 8 は、L T E ネットワークおよびm m W システムを介して信号を通信することが可能であり得るが、その一方でC P / B S 1 3 0 は、m m W システムのみを介して信号を通信することが可能である。それ故に、L

50

TE ネットワークを介して他の eNB 108 にシグナリングできない CP / BS 130 は、mmW バックホールリンクを通じて他の eNB 108 と通信し得る。UE 102 と CP 130 との間の EPS 100 のような指向性ワイヤレスネットワークにおける発見技法が、以下においてさらに詳細に論じられる。

【0017】

[0027] 図 2 は、ネットワークアーキテクチャ（例えば、LTE ネットワークアーキテクチャ）にあるアクセスネットワーク 200 の例を例示する図である。この例において、アクセスネットワーク 200 は、いくつかのセルラ領域（セル）202 に分割される。1 つまたは複数のより低電力クラスの eNB 208 は、セル 202 のうちの 1 つまたは複数と重複するセルラ領域 210 を有し得る。より低電力クラスの eNB 208 は、フェムトセル（例えば、ホーム eNB (HeNB)）、ピコセル、マイクロセル、または遠隔無線ヘッド（RRH）であり得る。マクロ eNB 204 は各々、それぞれのセル 202 に割り当てられ、セル 202 内の全ての UE 206 に対して EPC 110 へのアクセスポイントを提供するように構成される。アクセスネットワーク 200 のこの例には集中型コントローラが存在しないが、代替の構成では集中型コントローラが使用され得る。eNB 204 は、無線ベアラ制御、アドミッション制御、モビリティ制御、スケジューリング、セキュリティ、およびサービスゲートウェイ 116 への接続性を含む、全ての無線に関連する機能を担う。eNB は、（セクタとも呼ばれる）1 つまたは複数（例えば、3 つ）のセルをサポートし得る。「セル」という用語は、特定のカバレッジエリアをサービスしている eNB サブシステムおよび / または eNB の最小のカバレッジエリアを指すことができる。さらに、「eNB」、「基地局」、および「セル」という用語は、本明細書では同義で使用され得る。

【0018】

[0028] ある態様において、UE 206 は、LTE ネットワークおよびミリメートル波（mmW）システムを介して信号を通信し得る。それ故に、UE 206 は、LTE リンクを通じて eNB 204 と通信し、mmW リンクを通じて（mmW システム通信が可能な）接続ポイント（CP）または基地局（BS）212 と通信し得る。さらなる態様において、eNB 204 および CP / BS 212 は、LTE ネットワークおよび mmW システムを介して信号を通信し得る。そのため、UE 206 は、（eNB 204 が、mmW システム通信が可能なときに）LTE リンクおよび mmW リンクを通じて eNB 204 と通信し得るか、または（CP / BS 212 が、LTE ネットワーク通信が可能なときに）mmW リンクおよび LTE リンクを通じて CP / BS 212 と通信し得る。さらなる別の態様において、eNB 204 は、LTE ネットワークおよび mmW システムを介して信号を通信するが、その一方で CP / BS 212 は、mmW システムのみを介して信号を通信する。それ故に、LTE ネットワークを介して eNB 204 にシグナリングできない CP / BS 212 は、mmW バックホールリンクを通じて eNB 204 と通信し得る。

【0019】

[0029] アクセスネットワーク 200 によって採用される変調および多元接続スキームは、展開されている特定の電気通信規格に依存して異なり得る。LTE アプリケーションでは、周波数分割複信（FDD）および時分割複信（TDD）の両方をサポートするために、OFDM が DL 上で使用され、SC-FDMA が UL 上で使用される。以下の詳細な説明から当業者が容易に認識することになるように、本明細書に提示される様々な概念は、LTE アプリケーションによく適している。しかしながら、これらの概念は、他の変調および多元接続技法を採用する他の電気通信規格に容易に拡張され得る。例として、これらの概念は、エボリューションデータオプティマイズド（EV-DO）またはウルトラモバイルブロードバンド（UMB）に拡張され得る。EV-DO および UMB は、CDMA 2000 規格ファミリの一部として、第 3 世代パートナーシッププロジェクト 2 (3GPP2) によって公表されたエアインターフェース規格であり、モバイル局にブロードバンドインターネットアクセスを提供するために CDMA を採用する。これらの概念はまた、広帯域 CDMA (W-CDMA (登録商標))、および TD-SCDMA のような CDMA

10

20

30

40

50

Aの他の変形例を採用するユニバーサル地上無線アクセス(UTRA)、TDMAを採用するモバイル通信のためのグローバルシステム(GSM(登録商標))、およびOFDMAを採用するフラッシュOFDM、IEEE802.20、IEEE802.16(WiMAX)、IEEE802.11(Wi-Fi)、および発展型UTRA(E-UTRA)に拡張され得る。UTRA、E-UTRA、UMTS、LTE、およびGSMは、3GPPの組織からの文書において説明されている。CDMA2000およびUMBは、3GPP2の組織からの文書において説明されている。採用された実際のワイヤレス通信規格および多元接続技術は、特定のアプリケーションおよびシステム上に課せられる全体的な設計制約に依存するであろう。

【0020】

10

[0030] eNB204は、MIMO技術をサポートする複数のアンテナを有し得る。MIMO技術の使用は、eNB204が、空間多重化、ビームフォーミング、および送信ダイバーシティをサポートするために空間ドメインを活用することを可能にする。空間多重化は、同じ周波数上で同時にデータの異なるストリームを送信するために使用され得る。データストリームは、データレートを増大させるために単一のUE206に、または、全体的なシステム容量を増大させるために複数のUE206に、送信され得る。これは、各データストリームを空間的にプリコーディングし(すなわち、振幅および位相のスケーリングを適用し)、その後、DL上で複数の送信アンテナを通じて各空間的にプリコーディングされたストリームを送信することによって達成される。空間的にプリコーディングされたデータストリームは、異なる空間シグネチャでUE206へ到達し、それは、UE206の各々が、そのUE206に宛てられた1つまたは複数のデータストリームを復元することを可能にする。ULにおいて、各UE206は、空間的にプリコーディングされたデータストリームを送信し、それは、eNB204が、各空間的にプリコーディングされたデータストリームのソースを識別することを可能にする。

20

【0021】

[0031] 空間多重化は一般に、チャネル条件が良好なときに使用される。チャネル条件があまり良好でないとき、1つまたは複数の方向に送信エネルギーを集中させるためにビームフォーミングが使用され得る。これは、複数のアンテナを通じた送信のためにデータを空間的にプリコーディングすることによって達成され得る。セルの端で良好なカバレッジを達成するために、単一ストリームのビームフォーミング送信が、送信ダイバーシティと組み合わせて使用され得る。

30

【0022】

[0032] 以下の詳細な説明において、アクセネットワークの様々な態様が、DL上でOFDMをサポートするMIMOシステムに関連して説明されることになる。OFDMは、OFDMシンボル内のいくつかサブキャリアにわたってデータを変調するスペクトル拡散技法である。サブキャリアは、正確な周波数で間隔が空けられている。間隔を空けることは、受信機が、サブキャリアからのデータを復元することを可能にする「直交性」を提供する。時間ドメインにおいて、OFDMシンボル間干渉に対抗するために、ガードインターバル(例えば、サイクリックプリフィクス)が各OFDMシンボルに追加され得る。ULは、高いピーク対平均電力比(PAPR)を補償するために、DFT拡散されたOFDM信号の形態でSC-FDMAを使用し得る。

40

【0023】

[0033] 図3は、アクセネットワークにおいてUE350と通信状態にある基地局310のブロック図である。基地局310は、例えば、LTEシステムのeNB、ミリメートル波(mmW)システムの接続ポイント(CP)／アクセスポイント／基地局、LTEシステムおよびmmWシステムを介して信号と通信することが可能なeNB、またはLTEシステムおよびmmWシステムを介して信号と通信することが可能な接続ポイント(CP)／アクセスポイント／基地局であり得る。UE350は、LTEシステムおよび／またはmmWシステムを介して信号を通信することが可能であり得る。DLにおいて、コアネットワークからの上位レイヤパケットは、コントローラ／プロセッサ375に提供され

50

る。DLにおいて、コントローラ／プロセッサ375は、様々な優先度メトリックに基づいたUE350への無線リソース割り振り、論理チャネルとトランスポートチャネルとの間での多重化、パケットセグメンテーションおよび並び替え、暗号化、およびヘッダ圧縮を提供する。コントローラ／プロセッサ375はまた、HARQ動作、損失パケットの再送、およびUE350へのシグナリングを担う。

【0024】

[0034] 送信(TX)プロセッサ316は、様々な信号処理機能を実施する。信号処理機能は、UE350での前方誤り訂正(FEC)を容易にするためにコーディングおよびインターリーブすることと、様々な変調スキーム(例えば、2位相偏移変調(BPSK)、4位相偏移変調(QPSK)、M位相偏移変調(M-PSK)、M値直交振幅変調(M-QAM))に基づいて信号コンステレーションにマッピングすることとを含む。コーディングおよび変調されたシンボルはその後、並列ストリームに分けられる。各ストリームはその後、時間ドメインOFDMシンボルストリームを搬送する物理チャネルを生成するために、OFDMサブキャリアにマッピングされ、時間および/または周波数ドメインにおいて基準信号(例えば、パイロット)と多重化され、その後、逆高速フーリエ変換(IFFT)を使用してともに組み合わされる。OFDMストリームは、複数の空間ストリームを生成するために空間的にプリコーディングされる。チャネル推定器374からのチャネル推定値は、コーディングおよび変調スキームを決定するために、並びに空間処理のために使用され得る。チャネル推定値は、UE350によって送信されたチャネル条件フィードバックおよび/または基準信号から導出され得る。各空間ストリームはその後、別個の送信機318TXを介して異なるアンテナ320に提供され得る。各送信機318TXは、送信のためにそれぞれの空間ストリームを用いてRFキャリアを変調し得る。

【0025】

[0035] UE350では、各受信機354RXは、そのそれぞれのアンテナ352を通じて信号を受信する。各受信機354RXは、RFキャリア上に変調された情報を復元し、受信(RX)プロセッサ356にその情報を提供する。RXプロセッサ356は、様々な信号処理機能を実施する。RXプロセッサ356は、UE350に宛てられた任意の空間ストリームを復元するために、情報に対して空間処理を行い得る。複数の空間ストリームがUE350に宛てられる場合、それらは、RXプロセッサ356によって単一のOFDMシンボルストリームへと組み合わされ得る。RXプロセッサ356はその後、高速フーリエ変換(FFT)を使用して、OFDMシンボルストリームを時間ドメインから周波数ドメインに変換する。周波数ドメイン信号は、OFDM信号のサブキャリアごとに別個のOFDMシンボルストリームを備える。各サブキャリア上のシンボル、および基準信号は、基地局310によって送信された最も可能性の高い信号コンステレーションポイントを決定することによって復元および復調される。これらの軟判定は、チャネル推定器358によって計算されたチャネル推定値に基づき得る。軟判定はその後、物理チャネル上で基地局310によって当初送信されたデータおよび制御信号を復元するために、復号およびデインターリーブされる。データおよび制御信号はその後、コントローラ／プロセッサ359に提供される。

【0026】

[0036] コントローラ／プロセッサ359は、プログラムコードおよびデータを記憶するメモリ360と連携され得る。メモリ360は、コンピュータ可読媒体と呼ばれ得る。ULにおいて、コントローラ／プロセッサ359は、コアネットワークからの上位レイヤパケットを復元するために、制御信号処理、ヘッダの解凍、暗号解読、パケットのリアシンプリ、トランスポートチャネルと論理チャネルとの間での逆多重化を提供する。上位レイヤパケットはその後、データシング362に提供される。様々な制御信号もまた、処理のためにデータシンク362に提供され得る。コントローラ／プロセッサ359はまた、HARQ動作をサポートするために、肯定応答(ACK)および/または否定応答(NACK)プロトコルを使用する誤り検出を担う。

【0027】

10

20

30

40

50

[0037] U Lにおいて、データソース367は、コントローラ／プロセッサ359に上位レイヤパケットを提供するために使用される。基地局310によるD L送信に関連して説明された機能と同様に、コントローラ／プロセッサ359は、基地局310による無線リソース割り振りに基づいた論理チャネルとトランスポートチャネルと間での多重化、パケットセグメンテーションおよび並び替え、暗号化、およびヘッダ圧縮を提供する。コントローラ／プロセッサ359はまた、H A R Q動作、損失パケットの再送、および基地局310へのシグナリングを担う。

【0028】

[0038] 基地局310によって送信されたフィードバックまたは基準信号からチャネル推定器358によって導出されたチャネル推定値は、適切なコーディングおよび変調スキームを選択することと、空間処理を容易にすることを行るために、T Xプロセッサ368によって使用され得る。T Xプロセッサ368によって生成された空間ストリームは、別個の送信機354T Xを介して異なるアンテナ352に提供され得る。各送信機354T Xは、送信のためにそれぞれの空間ストリームを用いてR Fキャリアを変調し得る。

【0029】

[0039] U L送信は、U E 350での受信機機能に関連して説明されたのと同様の方法で基地局310において処理される。各受信機318R Xは、そのそれぞれのアンテナ320を通じて信号を受信する。各受信機318R Xは、R Fキャリア上に変調された情報を復元し、R Xプロセッサ370にその情報を提供する。

【0030】

[0040] コントローラ／プロセッサ375は、プログラムコードおよびデータを記憶するメモリ376と連携され得る。メモリ376は、コンピュータ可読媒体と呼ばれ得る。U Lにおいて、コントローラ／プロセッサ375は、U E 350からの上位レイヤパケットを復元するために、制御信号処理、ヘッダの解凍、暗号解読、パケットのリアセンブリ、トランスポートチャネルと論理チャネルとの間での逆多重化を提供する。コントローラ／プロセッサ375からの上位レイヤパケットは、コアネットワークに提供され得る。コントローラ／プロセッサ375はまた、H A R Q動作をサポートするために、A C Kおよび／またはN A C Kプロトコルを使用する誤り検出を担う。

【0031】

[0041] L T Eの動機は、モバイルデータ需要のためにセルラネットワーク帯域幅を増大させることである。モバイルデータ需要が増大するにつれて、需要を支えるために様々な他の技術が利用され得る。例えば、高速モバイルデータは、ミリメートル波(m m W)チャネルを使用して配信され得る。

【0032】

[0042] m m Wリンクは、m m Wビームフォーミングが可能な送信機からm m Wビームフォーミングが可能な受信機へのベースバンドシンボルの配信であると定義され得る。m m Wリソースユニットは、ビーム幅、ビーム方向、およびタイムスロットの特定の組み合わせを含み得る。タイムスロットは、L T Eサブフレームのフラクション(fraction)であり、L T E物理ダウンリンク制御チャネル(P D C C H)フレームタイミングとアラインされ(aligned)得る。送信機における送信電力を増大させることなしに、受信m m W信号強度を効果的に増大させるために、ビームフォーミングが適用され得る。受信機利得は、送信機および受信機のいずれか、または両方のm m Wビーム幅を低減することによって増大され得る。例えば、ビーム幅は、位相偏移をアンテナアレイに適用することによって変更され得る。

【0033】

[0043] m m W通信システムは、非常に高い周波数帯域(例えば、1 0 G H zから3 0 0 G H z)で動作し得る。そのような高キャリア周波数は、広い帯域幅の使用を可能にする。例えば、6 0 G H zのm m Wワイヤレスネットワークは、およそ6 0 G H zの周波数帯域において広い帯域幅を提供し、非常に高いデータレート(例えば、最大で6 . 7 G b p s)をサポートする能力を有する。非常に高い周波数帯域は、例えば、バックホール通

10

20

30

40

50

信のために、またはネットワークアクセス（例えば、ネットワークにアクセスするUE）のために使用され得る。mmWシステムによってサポートされるアプリケーションは、例えば、圧縮されていないビデオストリーミング、sync-n-goファイル転送、ビデオゲーム、およびワイヤレスディスプレイへの投射を含み得る。

【0034】

[0044] mmWシステムは、チャネルが低利得を有することを克服するために、いくつかのアンテナおよびビームフォーミングの助力を受けて動作し得る。例えば、高キャリア周波数帯域における重度の減衰は、送信される信号の範囲を数メートル（例えば、1から3メートル）に制限し得る。また、障害物の存在（例えば、壁、家具、人間、等）は、高周波数ミリメートル波の伝搬をブロックし得る。そのため、高キャリア周波数における伝搬の特性は、損失を克服するために、ビームフォーミングの必要性を要する。ビームフォーミングは、受信デバイスに対して特定の方向に高周波数信号をビームフォーミングするように協調するアンテナのアレイ（例えば、フェーズドアレイ）を介して実施され得、従って、信号の範囲を拡張する。mmWシステムは、スタンドアロン様式で動作し得る一方で、mmWシステムは、LTEのような、より確立されているがより低い周波数（およびより低い帯域幅）システムと共に実施され得る。

【0035】

[0045] ある態様において、本開示は、LTEシステムとmmWシステムとの間での協調技法を提供する。例えば、本開示は、基地局の発見(discovery)、同期(synchronization)、またはビームフォーミングを助けるために、よりロバストなシステムの存在を活用し得る。mmWシステムとより低い周波数システム（例えば、LTE）との間での協調は、1) mmWチャネル上での連携(association)、同期、または発見をサポートするシグナリングのタイプが、異なるより低い周波数のロバストなキャリア上で送られることができること、2) mmWチャネルとより低い周波数キャリア（例えば、LTE）との間での発見および同期シグナリングを送る順序、3) 既存の接続の活用、4) 送信されたメッセージに基地局(BS) / ユーザ機器(UE)によって含められるべき情報、および5) LTEシグナリングに含められるべき情報、によって容易にされ得る。

【0036】

[0046] ある態様において、mmW可能接続ポイント(CP: connection point)または基地局(BS) (mmW可能デバイスのためのネットワークアクセスポイント)は、街灯(light poles)、建物側(building sides)上に取り付けられ得る、および/またはメトロセルとコロケートされ得る。mmWリンクは、障害物の周りの主要な反射パス(reflected paths)または回折パス(diffracted paths)あるいは見通し線(LOS: line of sight)に沿ったビームフォーミングによって形成され得る。mmW可能デバイスの課題は、ビームフォーミングのための適切なLOSまたは反射パスを見出すことである。

【0037】

[0047] 図4A-4Cは、LTEシステムと併せて使用されるmmWシステムの実例的な展開を例示する図である。図4Aにおいて、図400は、LTEシステムがmmWシステムとは独立して、および並行して動作する展開を例示している。図4Aに示されるように、UE402は、LTEシステムおよびmmWシステムを介して信号を通信することができる。それ故に、UE402は、LTEリンク410を通じてeNB404と通信し得る。LTEリンク410と並行して、UE402はまた、第1のmmWリンク412を通じて第1のBS406と通信し、第2のmmWリンク414を通じて第2のBS408と通信し得る。

【0038】

[0048] 図4Bにおいて、図430は、LTEシステムおよびmmWシステムがコロケートされる展開を例示している。図4Bに示されるように、UE432は、LTEシステムおよびmmWシステムを介して信号を通信することができる。ある態様において、BS434は、LTEシステムおよびmmWシステムを介して信号を通信することができるLTE eNBであり得る。そのため、BS434は、LTE + mmW eNBと呼ばれ

10

20

30

40

50

得る。別の態様において、B S 4 3 4 は、L T E システムおよびm m W システムを介して信号を通信することが可能なm m W C P であり得る。そのため、B S 4 3 4 は、L T E + m m W B S と呼ばれ得る。U E 4 3 2 は、L T E リンク 4 3 6 を通じてB S 4 3 4 と通信し得る。その一方で、U E 4 3 2 はまた、m m W リンク 4 3 8 を通じてB S 4 3 4 と通信し得る。

【0 0 3 9】

[0049] 図 4 C において、図 4 7 0 は、L T E システムおよびm m W システムを介して信号を通信することが可能なB S (L T E + m m W 基地局) がm m W システムのみを介して信号を通信することが可能なB S と共に存在する展開を例示している。図 4 C に示されるように、U E 4 7 2 は、L T E リンク 4 8 0 を通じてL T E + m m W B S 4 7 4 と通信し得る。L T E + m m W B S 4 7 4 は、L T E + m m W e N B であり得る。L T E リンク 4 8 0 と並行して、U E 4 7 2 はまた、第 1 のm m W リンク 4 8 2 を通じて第 2 のB S 4 7 6 と通信し、第 2 のm m W リンク 4 8 4 を通じて第 3 のB S 4 7 8 と通信し得る。第 2 のB S 4 7 6 はさらに、第 1 のm m W バックホールリンク 4 8 4 を通じてL T E + m m W B S 4 7 4 と通信し得る。第 3 のB S 4 7 8 はさらに、第 2 のm m W バックホールリンク 4 8 6 を通じてL T E + m m W B S 4 7 4 と通信し得る。

10

【0 0 4 0】

[0050] 図 5 A および 5 B は、C P とU E との間でのビームフォーミングされた信号の送信の例を例示する図である。C P は、m m W システムにおいてB S (m m W B S) として具現化され得る。図 5 A を参照すると、図 5 0 0 は、異なる送信方向 (例えば、方向 A 、 B 、 C 、および D) にビームフォーミングされた信号 5 0 6 (例えば、同期信号 (synchronization signals) または発見信号 (discovery signals)) を送信するm m W システムのC P 5 0 4 を例示している。ある例において、C P 5 0 4 は、A - B - C - D のシーケンスに従って送信方向をスイープスルー (sweep through) し得る。別の例において、C P 5 0 4 は、B - D - A - C のシーケンスに従って送信方向をスイープスルーし得る。図 5 A に関しては 4 つの送信方向および 2 つの送信シーケンスのみ説明されるが、任意の数の異なる送信方向および送信シーケンスが考えられる。

20

【0 0 4 1】

[0051] 信号を送信した後で、C P 5 0 4 は、受信モードに切り替わり得る。受信モードにおいて、C P 5 0 4 は、C P 5 0 4 が以前に異なる送信方向に同期 / 発見信号を送信したシーケンスまたはパターンに対応する (マッピングする) シーケンスまたはパターンで異なる受信方向をスイープスルーし得る。例えば、C P 5 0 4 が以前にA - B - C - D のシーケンスに従って送信方向に同期 / 発見信号を送信した場合、C P 5 0 4 は、U E 5 0 2 からの連携信号 (association signal) を受信することを試みるために、A - B - C - D のシーケンスに従って受信方向をスイープスルーし得る。別の例において、C P 5 0 4 が以前にB - D - A - C のシーケンスに従って送信方向に同期 / 発見信号を送信した場合、C P 5 0 4 は、U E 5 0 2 からの連携信号を受信することを試みるために、B - D - A - C のシーケンスに従って受信方向をスイープスルーし得る。

30

【0 0 4 2】

[0052] 各ビームフォーミングされた信号上での伝搬遅延は、U E 5 0 2 が受信 (R X) スイープを行うことを可能にする。受信モードにあるU E 5 0 2 は、同期 / 発見信号 5 0 6 を検出することを試みるために、異なる受信方向をスイープスルーし得る (図 5 B を参照)。同期 / 発見信号 5 0 6 のうちの 1 つまたは複数は、U E 5 0 2 によって検出され得る。強い同期 / 発見信号 5 0 6 が検出されると、U E 5 0 2 は、強い同期 / 発見信号に対応するC P 5 0 4 の最適な送信方向およびU E 5 0 2 の最適な受信方向を決定し得る。例えば、U E 5 0 2 は、強い同期 / 発見信号 5 0 6 の予備的なアンテナ重み / 方向を決定し、さらに、C P 5 0 4 がビームフォーミングされた信号を最適に受信することが予期される時間および / またはリソースを決定し得る。その後において、U E 5 0 2 は、ビームフォーミングされた信号を介してC P 5 0 4 と連携することを試み得る。

40

【0 0 4 3】

50

[0053] 図 5 B の図 520 を参照すると、UE502 は、異なる受信方向（例えば、方向 E、F、G、および H）のビームフォーミングされた発見信号をリッスン（listen）し得る。ある例において、UE502 は、E - F - G - H のシーケンスに従って受信方向をスイープスルーし得る。別の例において、UE502 は、F - H - E - J のシーケンスに従って受信方向をスイープスルーし得る。図 5 B に関しては 4 つの受信方向および 2 つの受信シーケンスのみ説明されるが、任意の数の異なる受信方向および受信シーケンスが考えられる。

【0044】

[0054] UE502 は、異なる送信方向（例えば、方向 E、F、G、および H）にビームフォーミングされた信号 526（例えば、連携信号）を送信することによって、連携を試み得る。ある態様において、UE502 は、CP504 が連携信号を最適に受信することが予期される時間 / リソースにおいて UE502 の最適な受信方向に沿って送信することによって、連携信号 526 を送信し得る。受信モードにある CP504 は、受信方向に対応する 1 つまたは複数のタイムスロット中に、異なる受信方向をスイープスルーし、UE502 からの連携信号 526 を検出し得る。強い連携信号 526 が検出されると、CP504 は、強い連携信号に対応する UE502 の最適な送信方向および CP504 の最適な受信方向を決定し得る。例えば、CP504 は、強い連携信号 526 の予備的なアンテナ重み / 方向を決定し、さらに、UE502 がビームフォーミングされた信号を最適に受信することが予期される時間および / またはリソースを決定し得る。図 5 A および 5 B に関して上述されたプロセスのいずれも、UE502 および CP504 が互いにリンクを確立するために最も最適な送信および受信方向を最終的に把握する（learn）ように、経時に繰り返され得るか、または改良され得る。そのような改良および繰り返しは、ビームトレーニングと呼ばれ得る。

【0045】

[0055] ある態様において、CP504 は、いくつかのビームフォーミング方向に従つて同期 / 発見信号を送信するためのシーケンスまたはパターンを選び得る。CP504 はその後、同期 / 発見信号を検出することを試みるために、いくつかのビームフォーミング方向をスイープスルーするのに UE502 にとって十分に長い量の時間の間、信号を送信し得る。例えば、CP のビームフォーミング方向は、n によって表され得、ここで、n は、0 から N までの整数であり、N は、送信方向の最大数である。その上、UE のビームフォーミング方向は、k によって表され得、ここで、k は、0 から K までの整数であり、K は、受信方向の最大数である。UE502 が CP504 からの同期 / 発見信号を検出すると、UE502 は、最も強い同期 / 発見信号は UE502 のビームフォーミング方向が $k = 2$ であり、CP504 のビームフォーミング方向が $n = 3$ であるときに受信されることを発見し得る。それ故に、UE502 は、対応する応答タイムスロット中に CP504 に応答する（ビームフォーミングされた信号を送信する）ために、同じアンテナ重み / 方向を使用し得る。すなわち、UE502 は、CP504 が CP504 のビームフォーミング方向 $n = 3$ において受信スイープを行うことが予期されるときのタイムスロット中に、UE502 のビームフォーミング方向 $K = 2$ を使用して CP504 に信号を送り得る。

【0046】

[0056] mmW 通信システムにおいて、mmW CP または mmW 基地局は、いくつかの UE と通信するために、リソースをスケジュールし得る。本開示は、帯域幅効率を改善し、同じ時間間隔中の複数の UE との通信を効率的にスケジュールするために、（例えば、FDMA および / または OFDMA を伴って）帯域幅を分割し、通信ビーム幅を調整するための適応方法を提供する。

【0047】

[0057] 図 6 は、時分割多元接続（TDM A）スケジューリングを例示する図 600 である。ある態様において、ビームフォーミング（例えば、IEEE802.11ad の MAC プロトコルに従ったビームフォーミング）は、固定された通信ビーム幅を使用する、図 6 に示される TDM A 構造に従って、CP といくつかのデバイス（UE）との間で行わ

10

20

30

40

50

れ得る。例えば、第1のタイムスロット620中に、CP602は、固定された幅を有する通信ビーム650を使用して、アップリンクおよび/またはダウンリンク方向にUE1 604と通信するために、帯域幅660全体を充て得る。その後において、CP602は、第2のタイムスロット622中にアップリンクおよび/またはダウンリンク方向にUE2 606と通信するために、通信ビーム650の方向を切り替え得る。CP602は、第2のタイムスロット622中にUE2 606と通信するために、帯域幅660全体を充て得る。

【0048】

[0058] 図7は、固定されたビーム幅を使用する複数のUEのための周波数分割多元接続(FDMA)スケジューリングを例示する図700である。通信システムにおいて、2つ以上のUEは、互いに近く近接していることがあり得る、および/または、同じビームフォーミング方向を有し得る(例えば、密に占有されたエリア内のUE)。それ故に、同じビームフォーミング方向を有する2つのUEとの通信は、帯域幅効率を改善するために、FDMA/OFDMA技法を使用してともにスケジュールされ得る。互いに近く近接していることから、2つのUEは、それらが干渉から雑音制限されており、従って、分割された帯域幅に起因してそれほどデータレートを失わないことがあり得るという事実から利益を得る。

【0049】

[0059] 図7を参照すると、実例的なダウンリンク動作において、CP702は、全ての近くのUE(例えば、UE1 704、UE2 706、UE3 708、およびUE4 710)についての良好なビームフォーミング方向を認識し得る。CP702は、同様のビームフォーミング方向を有するUE(例えば、UE3 708およびUE4 710)を対にし得る。例えば、CP702は、UE3 708のビームフォーミング方向がUE4 710のビームフォーミング方向の1つのビーム幅内にあるかどうかを決定することによって、UE3 708がUE4 710と同様のビームフォーミング方向を有しているかどうかを決定し得る。加えてまたは代替として、CP702は、UE3 708のビームフォーミング方向とUE4 710のビームフォーミング方向との間の角度が角度しきい値よりも小さいかどうかを決定することによって、UE3 708およびUE4 710が同様のビームフォーミング方向を有しているかどうかを決定し得る。

【0050】

[0060] CP702がこれらUEは同様のビームフォーミング方向を有していると決定してこれらUEを対にすると、CP702は、対にされたUE間の帯域幅リソースを分割し(例えば、FDMA/OFDMA技法を使用して)、同じ時間間隔中に単一の通信ビームを使用してこれらUEと通信し得る。例えば、第1のタイムスロット720中に、CP702は、UE3 708とUE4 710との間で帯域幅760を分割し、固定された幅を有する通信ビーム750を使用して、UE3 708(UE3 708に割り振られた帯域幅リソースを介して)およびUE4 710(UE4 710に割り振られた帯域幅リソースを介して)にダウンリンク信号を送信し得る。それ故に、複数のUEのためのFDMAスケジューリングを使用することによって、CP702は、(図6において説明されるTDMア動作とは異なり)2つのUEと通信しているときにビーム方向を切り替える必要がないことによって時間を節約し得る。UEの数が多い場合、FDMAスケジューリングはさらに、FDMAスケジューリングを介して全てのUEをスケジュールすることの一巡(one round)がTDMアスケジューリングよりも短い時間で終わり得ることから、CP702が、時間を節約することを可能にする。

【0051】

[0061] 引き続き図7を参照すると、第2のタイムスロット722中に、CP702は、固定された幅を有する通信ビーム752を使用して、アップリンクおよび/またはダウンリンク方向にUE1 704と通信するために、帯域幅760全体を充て得る。その後において、CP702は、固定された幅を有する通信ビーム754を使用して、第3のタイムスロット724中にアップリンクおよび/またはダウンリンク方向にUE2 706

10

20

30

40

50

と通信し得る。C P 7 0 2 は、第3のタイムスロット7 2 4 中にU E 2 8 0 6 と通信するため、帯域幅7 6 0 全体を充て得る。

【 0 0 5 2 】

[0062] 図8は、適応ビーム幅を使用する複数のU E のためのF DMAスケジューリングを例示する図8 0 0 である。ある態様において、いくつかのU E は、C P (またはm m W B S) に近く近接し得るか、または高品質信号バスを有し得る。それ故に、U E は、対応するスペクトル比が最大スペクトル効率を上回り得るように、高い信号対雑音比 (S N R) 、例えば、S N R しきい値を超えるS N R が可能であり得る。故に、強い狭ビームを使用して個々に高S N R U E をスケジュールすることは無駄であり得る。ある態様において、これら高S N R U E は、帯域幅およびスケジューリング効率を増大するために、単一の通信ビームを使用して一緒にスケジュールされ得る。通信ビームの幅は、これらU E のビームフォーミング方向が狭ビームでカバーできない場合には、適応的に調整され得る。
10

【 0 0 5 3 】

[0063] 図8を参照すると、実例的なダウンリンク動作において、C P 8 0 2 は、全ての近くのU E (例えば、U E 1 8 0 4 、U E 2 8 0 6 、U E 3 8 0 8 、およびU E 4 8 1 0) についての良好なビームフォーミング方向およびS N R を認識し得る。C P 8 0 2 は、十分に大きいS N R (例えば、しきい値を超えるS N R) を有するU E (例えば、U E 3 8 0 8 およびU E 4 8 0 8) を対にし得、従って、極めて大きいビームフォーミング利得を必要としない。加えてまたは代替として、C P 8 0 2 は、同様のビームフォーミング方向に従ってこれらU E を対にし得る。例えば、C P 8 0 2 は、U E 3 8 0 8 のビームフォーミング方向とU E 4 8 1 0 のビームフォーミング方向との間の角度が角度しきい値よりも小さいかどうかを決定することによって、U E 3 8 0 8 およびU E 4 8 1 0 が同様のビームフォーミング方向を有しているかどうかを決定し得る。
20

【 0 0 5 4 】

[0064] C P 8 0 2 がこれらU E を対にすると、C P 8 0 2 は、U E 3 8 0 8 およびU E 4 8 1 0 のビームフォーミング方向をカバーするために、通信ビーム8 5 0 の幅を調整 (サイジング) し得る。C P 8 0 2 はその後、対にされたU E 間の帯域幅リソースを分割し (例えば、F DMA / O F DMA 技法を使用して) 、調整された幅を有する通信ビーム8 5 0 を使用してU E と通信し得る。例えば、第1のタイムスロット8 2 0 中に、C P 8 0 2 は、U E 3 8 0 8 とU E 4 8 1 0 との間で帯域幅8 6 0 を分割し、調整された幅を有する通信ビーム8 5 0 を使用して、U E 3 8 0 8 (U E 3 8 0 8 に割り振られた帯域幅リソースを介して) およびU E 4 8 1 0 (U E 4 7 1 0 に割り振られた帯域幅リソースを介して) にダウンリンク信号を送信し得る。
30

【 0 0 5 5 】

[0065] 引き続き図8を参照すると、第2のタイムスロット8 2 2 中に、C P 8 0 2 は、固定された幅を有する通信ビーム8 5 2 を使用して、アップリンクおよび / またはダウンリンク方向にU E 1 8 0 4 と通信するために、帯域幅8 6 0 全体を充て得る。その後において、C P 8 0 2 は、固定された幅を有する通信ビーム8 5 4 を使用して、第3のタイムスロット8 2 4 中にアップリンクおよび / またはダウンリンク方向にU E 2 8 0 6 と通信し得る。C P 8 0 2 は、第3のタイムスロット8 2 4 中にU E 2 8 0 6 と通信するために、帯域幅8 6 0 全体を充て得る。
40

【 0 0 5 6 】

[0066] 実例的なダウンリンク動作において、2つのU E は、互いに近く近接し得る、例えば、2つのU E のビームフォーミング方向の間の角度は、しきい値よりも小さいことがあり得る。それ故に、C P は、異なるタイムスロット中での2つのU E との通信をスケジュールし得る (例えば、T DMAスケジューリング) 。C P は、第1のU E に第1のタイムスロットの全ての帯域幅リソースを、第2のU E に第2のタイムスロットの全ての帯域幅リソースを捧げ得る (dedicate) 。S N R ₁ は、第1のU E のS N R であり、S N R ₂ は、第2のU E のS N R であり得る。それ故に、C P がT DMAスケジューリングアルゴ
50

リズムを使用する場合、総スペクトル効率は、以下の式(1)によって提供され得る。

【0057】

【数1】

式(1)：

$$\text{総スペクトル効率} = \log_2(1 + \text{SNR}_1) + \log_2(1 + \text{SNR}_2)$$

【0058】

[0068] しかしながら、T D M AスケジューリングおよびビームフォーミングC Pにおける位相切り替えによって引き起こされるレイテンシが生じ得る。その上、S N Rが極めて大きい場合、C PにおけるS N R計算は、(例えば、自己雑音を含む)他の変数を考慮に入れ得る。ある例において、最大S N R(S N R_{max})が30dBに等しい場合、スペクトル効率を計算するための有用なS N R(S N R_{true})は、以下の式(2)によって提供され得る。

【0059】

【数2】

式(2)：

$$\text{SNR}_{\text{true}} = f(\text{SNR}) := \frac{1}{\frac{1}{\text{SNR}_{\text{max}}} + \frac{1}{\text{SNR}}}$$

10

【0060】

[0070] それ故に、調整されたスペクトル効率は、以下の式(3)によって提供され得る。

【0061】

【数3】

式(3)：

$$\text{スペクトル効率} = \log_2(1 + f(\text{SNR}_1)) + \log_2(1 + f(\text{SNR}_2))$$

30

【0062】

[0072] ある態様において、C Pは、ダウンリンク動作に関して同じタイムスロット中の2つのU Eとの通信をともにスケジュールし得る(例えば、F D M Aスケジューリング)。xが第1のU Eに割り当てられた電力のフラクションであり、yが第1のU Eに割り当てられた帯域幅のフラクションである場合、F D M Aスケジューリングのための総データレートは、以下の式(4)によって提供され得る。

【0063】

【数4】

式(4)：

$$\text{総データレート} = 2(x \log_2 \left(1 + f\left(\frac{y}{x} \text{SNR}_1\right)\right) + (1-x) \log_2 \left(1 + f\left(\frac{1-y}{(1-x)} \text{SNR}_2\right)\right))$$

40

【0064】

[0074] 2つのU Eとの通信をスケジュールするために、C Pは、2つのU Eのビームフォーミング方向を包含するように通信ビーム幅を広げ得る。ビーム幅を広げることは、

50

アレイ利得を減少させ得るが、スペクトル効率を増大させ得る。ある例において、 L は、通信ビーム幅を広げることによるアレイ利得での損失であり得る。それ故に、スペクトル効率は、以下の式(5)によって提供され得る。

【0065】

【数5】

式(5)：

$$\text{スペクトル効率} = 2(x \log_2 \left(1 + f \left(\frac{y}{xL} \text{SNR}_1 \right) \right) + (1-x) \log_2 (1 + f(1-y1-xL\text{SNR}2)))$$

10

【0066】

[0076] ある態様において、2つのUEのビームフォーミング方向を包含するように通信ビーム幅を広げるための基準は、両方のUEがスペクトル効率を得ることになるかどうかである。ビームを広げることに起因したアレイ利得での損失(L)および2つのUEのSNR値は、ビームを広げることが適正であるかどうかを決定するために観測され得る。実例的なシナリオにおいて、UE1についての $\text{SNR}_1 = 50 \text{ dB}$ 、UE2についての $\text{SNR}_2 = -5 \text{ dB}$ 、および $L = 1.5$ である。それ故に、UE1は、多くのデータレートを失うことなしにより少ない電力がスケジュールされ得る場合には帯域制限され(より帯域幅があるとより良い)、UE2は、多くのデータレートを失うことなしにより少ない帯域幅がスケジュールされ得る場合には電力制限され得る(より電力があるとより良い)。故に、ある特定のケース(例えば、特定の損失(L)値に対応する特定のSNR値を有する2つのUE)において、FDMAスケジューリングを介して2つのUEと通信するためにビーム幅を広げることは、ビームを広げることが両方のUEについてのスペクトル効率利得を生成することから、適正である。

20

【0067】

[0077] ある態様において、ビームを広げることの程度は、制限され得る。ビーム幅が増大されるにつれて、アレイ利得での損失(L)は、増大する。ある例において、 $L = 2$ であり、UE2についてのスペクトル効率は、以下の式(6)によって近似され(approximated)得る。

【0068】

30

【数6】

式(6)：

$$\text{UE2のスペクトル効率} = 2(1-x)f\left(\frac{1-y}{(1-x)L}\text{SNR}_2\right)$$

【0069】

[0079] f が線形である場合、FDMAスケジューリングを使用するUE2のスペクトル効率は、 $(1-y)\text{SNR}_2$ であり、それは、TDMAスケジューリングを使用するUE2のスペクトル効率よりも大きくない。そのため、アレイ利得での損失が $L = 2$ であるところまでビーム幅を広げることは、そのように広げることがUE2のスペクトル効率を改善しないことから、UE2にとって適切ではない。とりわけ、UE1のスペクトル効率は、 $L = 2$ のときに増大し得る。

40

【0070】

[0080] 実例的なアップリンク動作において、CPは、2つのUEについての帯域幅リソースの分割を制御し得る。TDMAスケジューリングを使用するスペクトル効率は、上記の式(3)によって提供され得る。FDMAスケジューリングを使用するスペクトル効率は、以下の式(7)によって提供され得る。

【0071】

【数7】

式(7)：

スペクトル効率 =

$$2(x \log_2 \left(1 + f\left(\frac{SNR_1}{xL}\right) \right) + (1-x) \log_2 \left(1 + f\left(\frac{SNR_2}{(1-x)L}\right) \right))$$

【0072】

[0082] ダウンリンク動作と同様に、アップリンク動作でのある特定のケース（例えば、特定の損失（L）値に対応する特定のSNR値を有する2つのUE）の場合、FDMAスケジューリングを介してアップリンクで2つのUEと通信するためにビーム幅を広げることは、ビームを広げることが両方のUEについてのスペクトル効率利得を生成することから、適正である。ある態様において、両方のUEが電力制限されるとき、アップリンクで2つのUE間の帯域幅リソースを分割することは、両方のUEについてのSNR値並びにスペクトル効率が増大することになることから、UEを大きく害することはないはずである。10

【0073】

[0083] 図9は、ワイヤレス通信システムにおけるビームフォーミングのフローチャート900である。方法は、CP（例えば、CP702またはCP802）によって行われ得る。ステップ902では、CPは、少なくとも2つのユーザ機器（UE）（例えば、UE3708およびUE4710、またはUE3808およびUE4810）のビームフォーミング方向および信号対雑音比（SNR）を決定する。20

【0074】

[0084] ステップ904で、CPは、少なくとも2つのUEのビームフォーミング方向およびSNRに基づいて、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定する。ある態様において、CPは、第1のUEのビームフォーミング方向と第2のUEのビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、第1のUEの第1のSNRおよび第2のUEの第2のSNRをSNRしきい値と比較することによって、少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定する。それ故に、CPは、第1のSNRおよび第2のSNRがSNRしきい値よりも大きく、測定された角度が角度しきい値よりも小さいときに、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の第1のUEおよび第2のUEとの通信をスケジュールすることを決定する。30

【0075】

[0085] 別の態様において、CPは、第1のUEのビームフォーミング方向と第2のUEのビームフォーミング方向との間の角度を測定することによって、少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定する。測定された角度が角度しきい値よりも小さいとき、CPはまず、第1のUEおよび第2のUEが異なる通信ビームを介した異なる時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、第1のUEの第1のスペクトル効率および第2のUEの第2のスペクトル効率を決定する。第1のスペクトル効率は、第1のUEのSNRに基づいて決定され、第2のスペクトル効率は、第2のUEのSNRに基づいて決定され得る。40

【0076】

[0086] CPはその後、第1のUEおよび第2のUEが単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、第1のUEの第3のスペクトル効率および第2のUEの第4のスペクトル効率を決定する。第3のスペクトル効率は、第1のUEのSNR、第1のUEに割り当てられた電力のフラクション、第1のUEに割り当てられた帯域幅リソースのフラクション、および／または、単一の通信ビームの幅に起因した第1のUEのアレイ利得での損失に基づいて決定され得る。第4のスペクトル効率は、第2のUEのSNR、第2のUEに割り当てられた電力のフラクション、第2のUEに割り当てられた帯域幅リソースのフラクション、および／または、単一の通信ビームの幅50

に起因した第2のUEのアレイ利得での損失に基づいて決定され得る。その後において、CPは、第1のUEの第3のスペクトル効率が第1のUEの第1のスペクトル効率よりも大きく、第2のUEの第4のスペクトル効率が第2のUEの第2のスペクトル効率よりも大きいときに、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の第1のUEおよび第2のUEとの通信をスケジュールすることを決定する。

【0077】

[0087] 単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の少なくとも2つのUEとの通信がスケジュールされると、動作は、ステップ906に進む。ステップ906で、CPは、少なくとも2つのUE間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振る。ステップ908で、CPは、少なくとも2つのUEのビームフォーミング方向を包含するように単一の通信ビームの幅をサイジングする（調整する）。ある態様において、単一の通信ビームの幅は、第3のスペクトル効率が第1のUEの第1のスペクトル効率よりも大きくなり、第4のスペクトル効率が第2のUEの第2のスペクトル効率よりも大きくなることを容易にするためにサイジングされる。

10

【0078】

[0088] ステップ910で、CPは、サイジングされた単一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リソースを介して同じ時間間隔中に少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数と通信する。通信することは、少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数にダウンリンク信号を送信すること、またはそれらからアップリンク信号を受信することを含み得る。

20

【0079】

[0089] 図10は、例証的な装置1002における異なるモジュール／手段／コンポーネント間でのデータフローを例示する概念的なデータフロー図1000である。装置は、CP（例えば、CP702またはCP802）であり得る。装置は、受信モジュール1004、ビームフォーミング方向決定モジュール1006、SNR決定モジュール1008、スケジューリングモジュール1010、リソース割り振りモジュール1012、通信モジュール1014、および送信モジュール1016を含む。

【0080】

[0090] ビームフォーミング方向決定モジュール1006は、少なくとも2つのユーザ機器（UE）（例えば、第1のUE1050および第2のUE1060）のビームフォーミング方向を決定する。SNR決定モジュール1008は、少なくとも2つのUEの信号対雑音比（SNR）を決定する。スケジューリングモジュール1010は、少なくとも2つのUEのビームフォーミング方向およびSNRに基づいて、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定する。

30

【0081】

[0091] ある態様において、スケジューリングモジュール1010は、第1のUE1050のビームフォーミング方向と第2のUE1060のビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、第1のUE1050の第1のSNRおよび第2のUE1060の第2のSNRをSNRしきい値と比較することを行うことによって、少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定する。それ故に、スケジューリングモジュール1010は、第1のSNRおよび第2のSNRがSNRしきい値よりも大きく、測定された角度が角度しきい値よりも小さいときに、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の第1のUE1050および第2のUE1060との通信をスケジュールすることを決定する。

40

【0082】

[0092] 別の態様において、スケジューリングモジュール1010は、第1のUE1050のビームフォーミング方向と第2のUE1060のビームフォーミング方向との間の角度を測定することによって、少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定する。測定された角度が角度しきい値よりも小さいとき、スケジューリングモジ

50

ユール1010はまず、第1のUE1050および第2のUE1060が異なる通信ビームを介した異なる時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、第1のUE1050の第1のスペクトル効率および第2のUE1060の第2のスペクトル効率を決定する。第1のスペクトル効率は、第1のUE1050のSNRに基づいて決定され、第2のスペクトル効率は、第2のUE1060のSNRに基づいて決定され得る。

【0083】

[0093] スケジューリングモジュール1010はその後、第1のUE1050および第2のUE1060が単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、第1のUE1050の第3のスペクトル効率および第2のUE1060の第4のスペクトル効率を決定する。10 第3のスペクトル効率は、第1のUE1050のSNR、第1のUE1050に割り当てられた電力のフラクション、第1のUE1050に割り当てられた帯域幅リソースのフラクション、および／または、単一の通信ビームの幅に起因した第1のUE1050のアレイ利得での損失に基づいて決定され得る。第4のスペクトル効率は、第2のUE1060のSNR、第2のUE1060に割り当てられた電力のフラクション、第2のUE1060に割り当てられた帯域幅リソースのフラクション、および／または、単一の通信ビームの幅に起因した第2のUE1060のアレイ利得での損失に基づいて決定され得る。20 その後において、スケジューリングモジュール1010は、第1のUE1050の第3のスペクトル効率が第1のUE1050の第1のスペクトル効率よりも大きく、第2のUE1060の第4のスペクトル効率が第2のUE1060の第2のスペクトル効率よりも大きいときに、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の第1のUE1050および第2のUE1060との通信をスケジュールすることを決定する。

【0084】

[0094] 単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の少なくとも2つのUEとの通信がスケジュールされると、リソース割り振りモジュール1012は、少なくとも2つのUE間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振る。30 通信モジュール1014はその後、少なくとも2つのUEのビームフォーミング方向を包含するように単一の通信ビームの幅をサイジングする（調整する）。ある態様において、単一の通信ビームの幅は、第3のスペクトル効率が第1のUE1050の第1のスペクトル効率よりも大きくなり、第4のスペクトル効率が第2のUE1060の第2のスペクトル効率よりも大きくなることを容易にするためにサイジングされる。

【0085】

[0095] その後において、通信モジュール1014は、サイジングされた単一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リソースを介して同じ時間間隔中に少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数と（リソースモジュール1004および／または送信モジュール1060を介して）通信する。40 通信することは、少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数にダウンリンク信号を送信すること、またはそれからアップリンク信号を受信することを含み得る。

【0086】

[0096] 装置は、前述された図9のフローチャートにおけるアルゴリズムのステップの各々を行う追加のモジュールを含み得る。そのため、前述された図9のフローチャートにおける各ステップは、モジュールによって行われ、装置は、それらのモジュールのうちの1つまたは複数を含み得る。モジュールは、記載されたプロセス／アルゴリズムを行うように特に構成された1つまたは複数のハードウェアコンポーネントであり得るか、記載されたプロセス／アルゴリズムを行うように構成されたプロセッサによって実施され得るか、プロセッサによる実施のためにコンピュータ可読媒体内に記憶され得るか、またはそれらの何らかの組み合わせであり得る。

【0087】

[0097] 図11は、処理システム1114を採用する装置1002'のためのハードウェア実施の例を例示する図110である。50 処理システム1114は、一般にバス112

4で表されるバスアーキテクチャを伴って実施され得る。バス1124は、処理システム1114の特定のアプリケーションおよび全体的な設計制約に依存して、任意の数の相互接続バスおよびブリッジを含み得る。バス1124は、プロセッサ1104、モジュール1004、1006、1008、1010、1012、1014、1016、およびコンピュータ可読媒体/メモリ1106によって表される、1つまたは複数のプロセッサおよび/またはハードウェアモジュールを含む様々な回路をともにリンクする。バス1124はまた、タイミングソース、周辺機器、電圧レギュレータ、および電力管理回路のような様々な他の回路をリンクし得るが、それらは、当該技術において良く知られており、従つて、これ以上は説明されない。

【0088】

[0098] 処理システム1114は、トランシーバ1110に結合され得る。トランシーバ1110は、1つまたは複数のアンテナ1120に結合される。トランシーバ1110は、送信媒体を通じて様々な他の装置と通信するための手段を提供する。トランシーバ1110は、1つまたは複数のアンテナ1120から信号を受信し、受信された信号から情報を抽出し、抽出された情報を処理システム1114、具体的には受信モジュール1004に提供する。加えて、トランシーバ1110は、処理システム1114、具体的には送信モジュール1016から情報を受信し、受信された情報に基づいて、1つまたは複数のアンテナ1120に適用されるべき信号を生成する。処理システム1114は、コンピュータ可読媒体/メモリ1106に結合されたプロセッサ1104を含む。プロセッサ1104は、コンピュータ可読媒体/メモリ1106上に記憶されたソフトウェアの実行を含む全般的処理を担う。ソフトウェアは、プロセッサ1104によって実行されたとき、処理システム1114に、任意の特定の装置に関して上記に説明された様々な機能を行わせる。コンピュータ可読媒体/メモリ1106はまた、ソフトウェアを実行するときにプロセッサ1104によって操作されるデータを記憶するために使用され得る。処理システムはさらに、モジュール1004、1006、1008、1010、1012、1014、および1016のうちの少なくとも1つを含む。モジュールは、プロセッサ1104において稼働中で、コンピュータ可読媒体/メモリ1106に常駐/記憶されるソフトウェアモジュール、プロセッサ1104に結合された1つまたは複数のハードウェアモジュール、またはこれらの何らかの組み合わせであり得る。処理システム1114は、基地局310のコンポーネントであり、メモリ376、および/またはTXプロセッサ316、RXプロセッサ370、およびコントローラ/プロセッサ375のうちの少なくとも1つを含み得る。

【0089】

[0099] 一構成において、ワイヤレス通信システムにおけるビームフォーミングのための装置1002/1002'は、少なくとも2つのユーザ機器(UE)のビームフォーミング方向および信号対雑音比(SNR)を決定するための手段と、少なくとも2つのUEのビームフォーミング方向およびSNRに基づいて、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定するための手段と、少なくとも2つのUE間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振るための手段と、少なくとも2つのUEのビームフォーミング方向を包含するように単一の通信ビームの幅をサイジングするための手段と、サイジングされた単一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リソースを介して同じ時間間隔中に少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数と通信するための手段とを含む。

【0090】

[00100] 前述された手段は、前述された手段によって記載された機能を行うように構成された装置1002'の処理システム1114、および/または、装置1002の前述されたモジュールのうちの1つまたは複数であり得る。上記に説明されたように、処理システム1114は、TXプロセッサ316、RXプロセッサ370、およびコントローラ/プロセッサ375を含み得る。そのため、一構成において、前述された手段は、前述された手段によって記載された機能を行うように構成されたTXプロセッサ316、RXプロ

10

20

30

40

50

ロセッサ370、およびコントローラ／プロセッサ375であり得る。

【0091】

[00101] 開示されたプロセス／フローチャートにおけるステップの特定の順序または階層は、例証的なアプローチの例示であることが理解される。設計の選好に基づいて、これらプロセス／フローチャートにおけるステップの特定の順序または階層は、再配置され得ることが理解される。さらに、いくつかのステップは、組み合わされ得るか、または省略され得る。添付の方法の請求項は、サンプルの順序で様々なステップの要素を提示しており、提示された特定の順序または階層に限定されることを意図しない。

【0092】

[00102] 先の説明は、いかなる当業者であっても、本明細書で説明された様々な態様を実施することを可能にするために提供される。これらの態様への様々な修正は、当業者にとって容易に明らかとなり、本明細書に定義された包括的な原理は、他の態様に適用され得る。このことから、特許請求の範囲は、本明細書に示された態様に限定されることを意図しないが、特許請求の範囲の文言と一致する全範囲を付与されるべきであり、ここにおいて、単数形での要素への言及は、そうであると具体的に記載されない限り、「1つおよび1つのみ」を意味することを意図せず、むしろ「1つまたは複数」を意味する。「例証的 (exemplary)」という用語は、本明細書では、「例、事例、または例示としての役割を果たすこと」を意味するように使用される。「例証的」であるとして本明細書で説明されたいずれの態様も、他の態様よりも好ましいまたは有利であるとして必ずしも解釈されるべきではない。そうでないと具体的に記載されない限り、「何らかの／いくつかの／いくらかの (some)」という用語は、1つまたは複数を指す。「A、B、またはCのうちの少なくとも1つ」、「A、B、およびCのうちの少なくとも1つ」、および「A、B、C、またはそれらの任意の組み合わせ」のような組み合わせは、A、B、および／またはCの任意の組み合わせを含み、複数のA、複数のB、または複数のCを含み得る。具体的には、「A、B、またはCのうちの少なくとも1つ」、「A、B、およびCのうちの少なくとも1つ」、および「A、B、C、またはそれらの任意の組み合わせ」のような組み合わせは、Aのみ、Bのみ、Cのみ、AとB、AとC、BとC、またはAとBとCであり得、ここで、任意のそのような組み合わせは、A、B、またはCの1つまたは複数のメンバを含み得る。当業者に知られているか、または後に知られることとなる、本開示全体を通じて説明された様々な態様の要素と構造的および機能的に同等な物は全て、参照によって本明細書に明確に組み込まれ、特許請求の範囲によって包含されることを意図する。その上、本明細書のどの開示も、そのような開示が特許請求の範囲に明示的に記載されているかどうかにかかわらず、公衆にささげることを意図しない。要素が「～のための手段」というフレーズを使用して明確に記載されていない限り、どの請求項の要素もミーンズプラスファンクションとして解釈されるべきではない。

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。

【C1】 ワイヤレス通信システムにおけるビームフォーミングの方法であって、少なくとも2つのユーザ機器（UE）のビームフォーミング方向および信号対雑音比（SNR）を決定することと、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向および前記SNRに基づいて、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定することと、前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの前記通信がスケジュールされるとき、前記少なくとも2つのUE間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振ることと、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向を包含するように前記単一の通信ビームの幅をサイジングすることと、前記サイジングされた単一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リソースを介して前記同じ時間間隔中に前記少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数と通信することとを備える、方法。

【C2】 前記通信することは、前記少なくとも2つのUEのうちの前記1つまたは複数にダウンリンク信号を送信すること、または、前記少なくとも2つのUEのうちの前記1つまたは複数からアップリンク信号を受信することのうちの少なくとも1つを備える、C

10

20

30

40

50

1に記載の方法。

[C 3] 前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを前記決定することは、第1のUEの前記ビームフォーミング方向と第2のUEの前記ビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、前記第1のUEの第1のSNRおよび前記第2のUEの第2のSNRをSNRしきい値と比較することと、前記第1のSNRおよび前記第2のSNRが前記SNRしきい値よりも大きく、前記測定された角度が角度しきい値よりも小さいときに、前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記第1のUEおよび前記第2のUEとの通信をスケジュールすることを決定することとを備える、C 1に記載の方法。

[C 4] 前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを前記決定することは、第1のUEの前記ビームフォーミング方向と第2のUEの前記ビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、前記測定された角度が角度しきい値よりも小さいとき、前記第1のUEおよび前記第2のUEが異なる通信ビームを介した異なる時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、前記第1のUEの第1のスペクトル効率および前記第2のUEの第2のスペクトル効率を決定することと、前記第1のUEおよび前記第2のUEが前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、前記第1のUEの第3のスペクトル効率および前記第2のUEの第4のスペクトル効率を決定することと、前記第1のUEの前記第3のスペクトル効率が前記第1のUEの前記第1のスペクトル効率よりも大きく、前記第2のUEの前記第4のスペクトル効率が前記第2のUEの前記第2のスペクトル効率よりも大きいときに、前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記第1のUEおよび前記第2のUEとの通信をスケジュールすることを決定することとを備える、C 1に記載の方法。

[C 5] 前記第1のスペクトル効率は、前記第1のUEのSNRに基づいて決定され、前記第2のスペクトル効率は、前記第2のUEのSNRに基づいて決定される、C 4に記載の方法。

[C 6] 前記第3のスペクトル効率は、前記第1のUEのSNRと、前記第1のUEに割り当てられた電力のフラクションと、前記第1のUEに割り当てられた帯域幅リソースのフラクションと、前記单一の通信ビームの前記幅に起因した前記第1のUEのアレイ利得での損失とのうちの少なくとも1つに基づいて決定され、前記第4のスペクトル効率は、前記第2のUEのSNRと、前記第2のUEに割り当てられた電力のフラクションと、前記第2のUEに割り当てられた帯域幅リソースのフラクションと、前記单一の通信ビームの前記幅に起因した前記第2のUEのアレイ利得での損失とのうちの少なくとも1つに基づいて決定される、C 4に記載の方法。

[C 7] 前記单一の通信ビームの前記幅は、前記第3のスペクトル効率が前記第1のUEの前記第1のスペクトル効率よりも大きくなり、前記第4のスペクトル効率が前記第2のUEの前記第2のスペクトル効率よりも大きくなることを容易にするためにサイジングされる、C 4に記載の方法。

[C 8] ワイヤレス通信システムにおけるビームフォーミングのための装置であって、少なくとも2つのユーザ機器(UE)のビームフォーミング方向および信号対雑音比(SNR)を決定するための手段と、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向および前記SNRに基づいて、单一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定するための手段と、前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの前記通信がスケジュールされるとき、前記少なくとも2つのUE間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振るための手段と、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向を包含するように前記单一の通信ビームの幅をサイジングするための手段と、前記サイジングされた单一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リソースを介して前記同じ時間間隔中に前記少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数と通信するための手段とを備える、装置。

10

20

30

40

50

[C 9] 前記通信するための手段は、前記少なくとも2つのUEのうちの前記1つまたは複数にダウンリンク信号を送信すること、または、前記少なくとも2つのUEのうちの前記1つまたは複数からアップリンク信号を受信することのうちの少なくとも1つを行うように構成される、C 8に記載の装置。

[C 10] 前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを前記決定するための手段は、第1のUEの前記ビームフォーミング方向と第2のUEの前記ビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、前記第1のUEの第1のSNRおよび前記第2のUEの第2のSNRをSNRしきい値と比較することと、前記第1のSNRおよび前記第2のSNRが前記SNRしきい値よりも大きく、前記測定された角度が角度しきい値よりも小さいときに、前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記第1のUEおよび前記第2のUEとの通信をスケジュールすることを決定することとを行うように構成される、C 8に記載の装置。

[C 11] 前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを前記決定するための手段は、第1のUEの前記ビームフォーミング方向と第2のUEの前記ビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、前記測定された角度が角度しきい値よりも小さいとき、前記第1のUEおよび前記第2のUEが異なる通信ビームを介した異なる時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、前記第1のUEの第1のスペクトル効率および前記第2のUEの第2のスペクトル効率を決定することと、前記第1のUEおよび前記第2のUEが前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、前記第1のUEの第3のスペクトル効率および前記第2のUEの第4のスペクトル効率を決定することと、前記第1のUEの前記第3のスペクトル効率が前記第1のUEの前記第1のスペクトル効率よりも大きく、前記第2のUEの前記第4のスペクトル効率が前記第2のUEの前記第2のスペクトル効率よりも大きいときに、前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記第1のUEおよび前記第2のUEとの通信をスケジュールすることを決定することとを行うように構成される、C 8に記載の装置。

[C 12] 前記第1のスペクトル効率は、前記第1のUEのSNRに基づいて決定され、前記第2のスペクトル効率は、前記第2のUEのSNRに基づいて決定される、C 11に記載の装置。

[C 13] 前記第3のスペクトル効率は、前記第1のUEのSNRと、前記第1のUEに割り当てられた電力のフラクションと、前記第1のUEに割り当てられた帯域幅リソースのフラクションと、前記単一の通信ビームの前記幅に起因した前記第1のUEのアレイ利得での損失とのうちの少なくとも1つに基づいて決定され、前記第4のスペクトル効率は、前記第2のUEのSNRと、前記第2のUEに割り当てられた電力のフラクションと、前記第2のUEに割り当てられた帯域幅リソースのフラクションと、前記単一の通信ビームの前記幅に起因した前記第2のUEのアレイ利得での損失とのうちの少なくとも1つに基づいて決定される、C 11に記載の装置。

[C 14] 前記単一の通信ビームの前記幅は、前記第3のスペクトル効率が前記第1のUEの前記第1のスペクトル効率よりも大きくなり、前記第4のスペクトル効率が前記第2のUEの前記第2のスペクトル効率よりも大きくなることを容易にするためにサイジングされる、C 11に記載の装置。

[C 15] ワイヤレス通信システムにおけるビームフォーミングのための装置であって、メモリと、前記メモリに結合され、少なくとも2つのユーザ機器(UE)のビームフォーミング方向および信号対雑音比(SNR)を決定することと、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向および前記SNRに基づいて、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定することと、前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの前記通信がスケジュールされるとき、前記少なくとも2つのUE間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振ることと、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング

10

20

30

40

50

方向を包含するように前記单一の通信ビームの幅をサイジングすることと、前記サイジングされた单一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リソースを介して前記同じ時間間隔中に前記少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数と通信することとを行なうように構成された少なくとも1つのプロセッサとを備える、装置。

[C16] 前記少なくとも1つのプロセッサは、前記少なくとも2つのUEのうちの前記1つまたは複数にダウンリンク信号を送信すること、または、前記少なくとも2つのUEのうちの前記1つまたは複数からアップリンク信号を受信することを行なうことによって通信するように構成される、C15に記載の装置。

[C17] 前記少なくとも1つのプロセッサは、第1のUEの前記ビームフォーミング方向と第2のUEの前記ビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、前記第1のUEの第1のSNRおよび前記第2のUEの第2のSNRをSNRしきい値と比較することと、前記第1のSNRおよび前記第2のSNRが前記SNRしきい値よりも大きく、前記測定された角度が角度しきい値よりも小さいときに、前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記第1のUEおよび前記第2のUEとの通信をスケジュールすることを決定することとを行なうことによって、前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定するように構成される、C15に記載の装置。

[C18] 前記少なくとも1つのプロセッサは、第1のUEの前記ビームフォーミング方向と第2のUEの前記ビームフォーミング方向との間の角度を測定することと、前記測定された角度が角度しきい値よりも小さいとき、前記第1のUEおよび前記第2のUEが異なる通信ビームを介した異なる時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、前記第1のUEの第1のスペクトル効率および前記第2のUEの第2のスペクトル効率を決定することと、前記第1のUEおよび前記第2のUEが前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の通信のためにスケジュールされる場合に、前記第1のUEの第3のスペクトル効率および前記第2のUEの第4のスペクトル効率を決定することと、前記第1のUEの前記第3のスペクトル効率が前記第1のUEの前記第1のスペクトル効率よりも大きく、前記第2のUEの前記第4のスペクトル効率が前記第2のUEの前記第2のスペクトル効率よりも大きいときに、前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記第1のUEおよび前記第2のUEとの通信をスケジュールすることを決定することとを行なうことによって、前記单一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定するように構成される、C15に記載の装置。

[C19] 前記第1のスペクトル効率は、前記第1のUEのSNRに基づいて決定され、前記第2のスペクトル効率は、前記第2のUEのSNRに基づいて決定される、C18に記載の装置。

[C20] 前記第3のスペクトル効率は、前記第1のUEのSNRと、前記第1のUEに割り当てられた電力のフラクションと、前記第1のUEに割り当てられた帯域幅リソースのフラクションと、前記单一の通信ビームの前記幅に起因した前記第1のUEのアレイ利得での損失とのうちの少なくとも1つに基づいて決定され、前記第4のスペクトル効率は、前記第2のUEのSNRと、前記第2のUEに割り当てられた電力のフラクションと、前記第2のUEに割り当てられた帯域幅リソースのフラクションと、前記单一の通信ビームの前記幅に起因した前記第2のUEのアレイ利得での損失とのうちの少なくとも1つに基づいて決定される、C18に記載の装置。

[C21] 前記单一の通信ビームの前記幅は、前記第3のスペクトル効率が前記第1のUEの前記第1のスペクトル効率よりも大きくなり、前記第4のスペクトル効率が前記第2のUEの前記第2のスペクトル効率よりも大きくなることを容易にするためにサイジングされる、C18に記載の装置。

[C22] コンピュータ可読媒体上に記憶されたコンピュータプログラム製品であって、少なくとも1つのプロセッサ上で実行されると、前記少なくとも1つのプロセッサに、少なくとも2つのユーザ機器(UE)のビームフォーミング方向および信号対雑音比(S

NR)を決定することと、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向および前記SNRに基づいて、単一の通信ビームを介した同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの通信をスケジュールするかどうかを決定することと、前記単一の通信ビームを介した前記同じ時間間隔中の前記少なくとも2つのUEとの前記通信がスケジュールされるとき、前記少なくとも2つのUE間でそれぞれ帯域幅リソースを割り振ることと、前記少なくとも2つのUEの前記ビームフォーミング方向を包含するように前記単一の通信ビームの幅をサイジングすることと、前記サイジングされた単一の通信ビームを使用して、それぞれ割り振られた帯域幅リソースを介して前記同じ時間間隔中に前記少なくとも2つのUEのうちの1つまたは複数と通信することを行なわせるコードを備える、コンピュータプログラム製品。

10

【図1】

図1

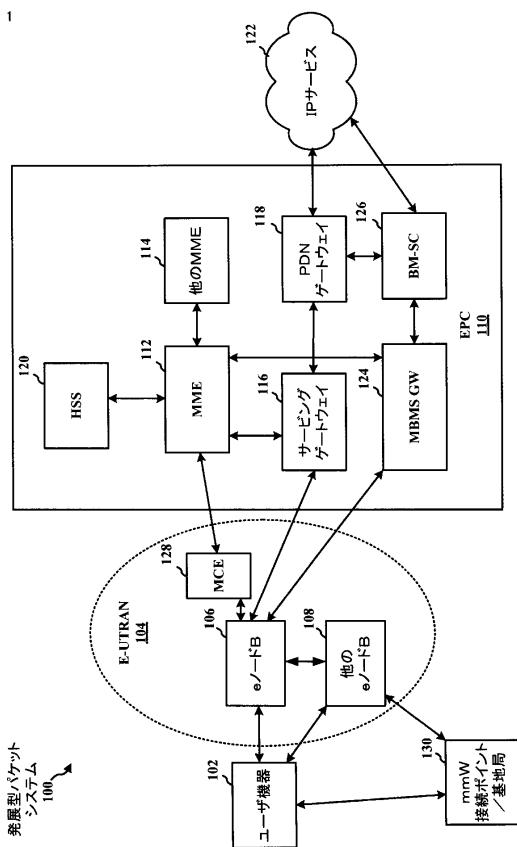


FIG. 1

【図2】

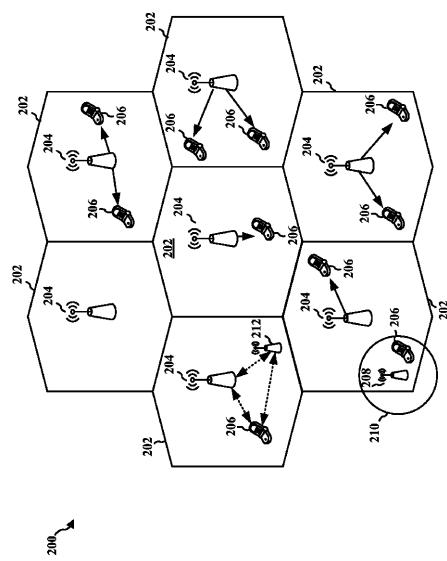


FIG. 2

【図3】

図3

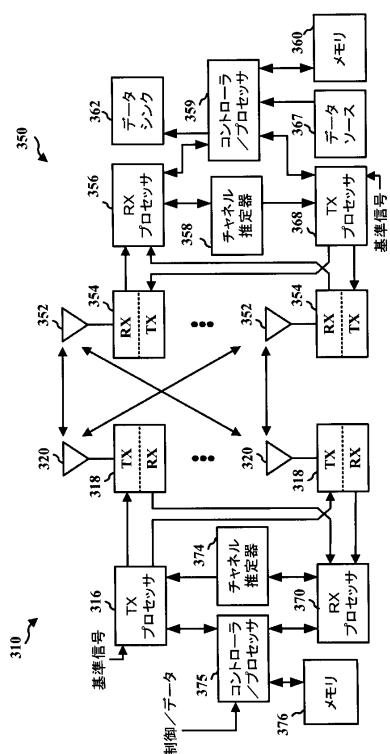


FIG.3

【図4A】

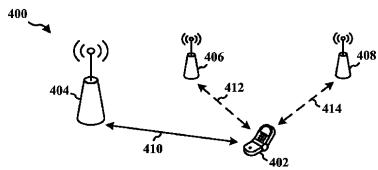


FIG. 4A

【図4B】

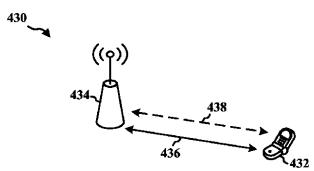


FIG. 4B

【図4C】

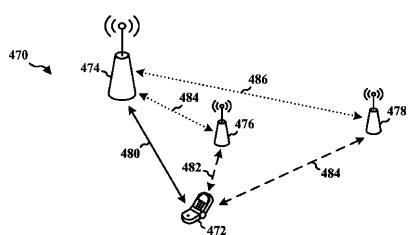


FIG. 4C

【図5A】

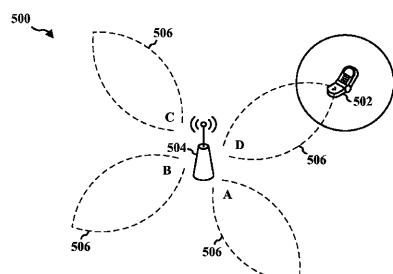


FIG. 5A

【図5B】

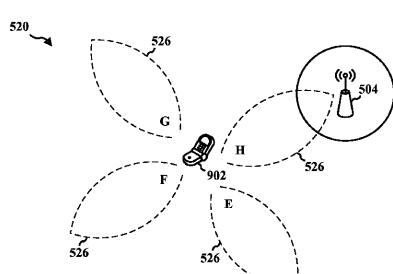


FIG. 5B

【図6】

図6

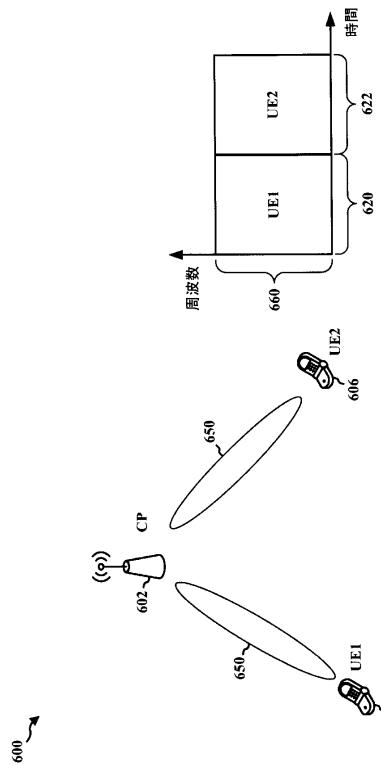


FIG. 6

【図7】

図7

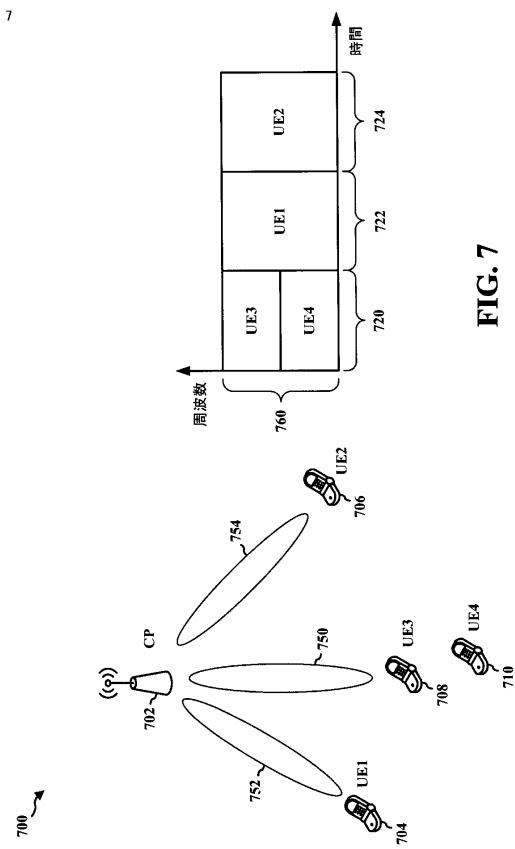


FIG. 7

【図8】

図8

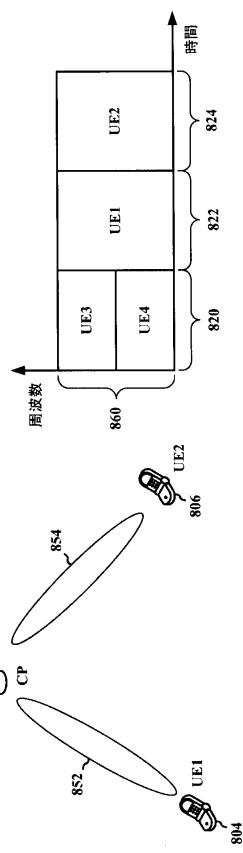


FIG. 8

【図9】

図9

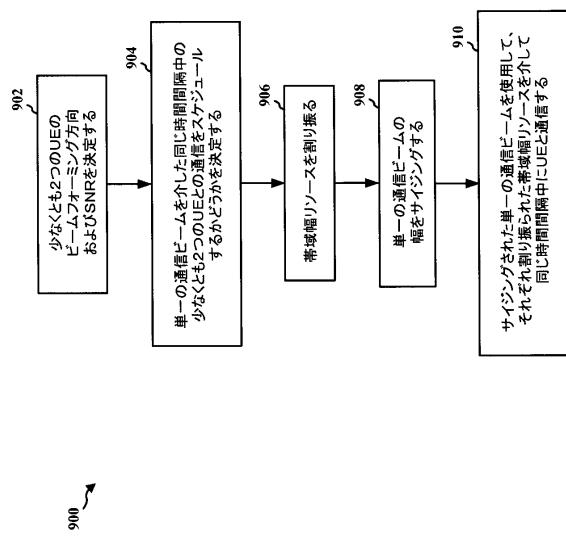


FIG. 9

【図10】

図10

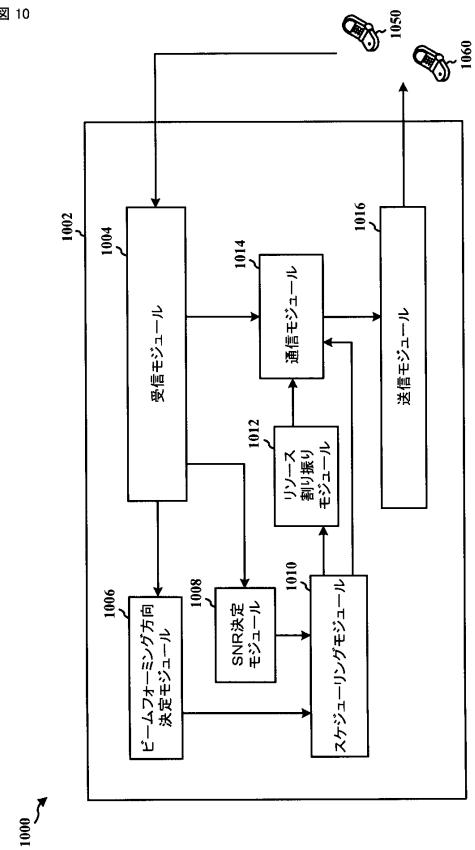


FIG. 10

【図 11】

図 11

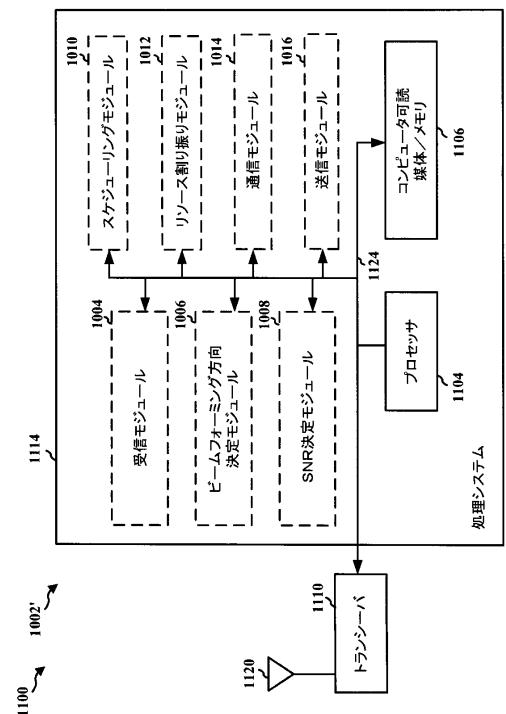


FIG. 11

フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 4 B 7/0452 1 0 0

(72)発明者 ジャン、ジェンリアン

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、クワアルコム・インコーポレイテッド気付

(72)発明者 スプラマニアン、サンダー

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、クワアルコム・インコーポレイテッド気付

(72)発明者 リ、ジュンイ

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、クワアルコム・インコーポレイテッド気付

(72)発明者 サンパス、アシュワイン

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、クワアルコム・インコーポレイテッド気付

審査官 北村 智彦

(56)参考文献 特開2 0 0 3 - 2 3 5 0 7 2 (JP, A)

特開2 0 0 3 - 1 1 0 4 9 6 (JP, A)

国際公開第2 0 0 8 / 0 1 9 7 0 6 (WO, A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 4 B 7 / 0 6

H 0 4 B 7 / 0 4 5 2

H 0 4 J 1 / 0 0

H 0 4 L 2 7 / 2 6

H 0 4 W 1 6 / 2 8

I E E E X p l o r e

3 G P P T S G R A N W G 1 - 4

S A W G 1 - 2

C T W G 1