

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7659048号
(P7659048)

(45)発行日 令和7年4月8日(2025.4.8)

(24)登録日 令和7年3月31日(2025.3.31)

(51)国際特許分類

F I

H 0 4 J 99/00 (2009.01)

H 0 1 Q 21/06 (2006.01)

H 0 4 W 16/28 (2009.01)

H 0 4 J 99/00

H 0 1 Q 21/06

H 0 4 W 16/28

請求項の数 40 (全49頁)

(21)出願番号	特願2023-511846(P2023-511846)	(73)特許権者	507364838
(86)(22)出願日	令和2年8月19日(2020.8.19)		クアルコム、インコーポレイテッド
(65)公表番号	特表2023-544677(P2023-544677 A)		アメリカ合衆国 カリフォルニア 9 2 1 2 1 サン ディエゴ モアハウス ドライブ 5 7 7 5
(43)公表日	令和5年10月25日(2023.10.25)	(74)代理人	100108453
(86)国際出願番号	PCT/CN2020/109925		弁理士 村山 靖彦
(87)国際公開番号	WO2022/036577	(74)代理人	100163522
(87)国際公開日	令和4年2月24日(2022.2.24)		弁理士 黒田 晋平
審査請求日	令和5年8月1日(2023.8.1)	(72)発明者	ウェイ・シ
			アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2 1 2 1-1 7 1 4・サン・ディエゴ・モアハウス・ドライブ・5 7 7 5
		(72)発明者	ユ・ジャン
			アメリカ合衆国・カリフォルニア・9 2

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 軌道角運動量ビームの生成およびステアリング

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のための方法であって、
前記第1のデバイスが軌道角運動量ビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に少なくとも部分的に基づいて、第1のリングエリアを決定するステップであって、前記角度方向が、複数のアンテナ素子を含む平面アレイに相対し、前記第1のリングエリアが前記角度方向に沿った平面に配向される、決定するステップと、
前記平面の法線方向に、前記平面アレイ上に前記第1のリングエリアを投影して第2のリングエリアを決定するステップと、
前記平面アレイ上における、前記第1のリングエリアの投影に相当する前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを前記複数のアンテナ素子から選択するステップと、
前記角度方向に従って、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記第2のデバイスに送信するステップとを含む、
方法。

【請求項2】

前記複数のアンテナ素子からアンテナ素子の前記セットを前記選択するステップが、
前記平面アレイ上の前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子の前記セットをアクティブ化するステップと、

前記平面アレイ上の前記第2のリングエリアの外側に位置する前記複数のアンテナ素子の残りを非アクティブ化するステップと
をさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記角度方向が0度に等しく、前記第2のリングエリアが円形リングエリアを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記角度方向が0度とは異なる角度に等しく、前記第2のリングエリアが楕円リングエリアを含む、請求項2に記載の方法。

【請求項5】

アンテナ素子の前記セットに対する複素数値重みのセットを決定するステップであって、複素数値重みの前記セットの各複素数値重みが、アンテナ素子の前記セットの1つのアンテナ素子に対応し、軌道角運動量モードインデックスの関数および1つまたは複数の空間パラメータに少なくとも部分的に基づく、決定するステップと、

複素数値重みの前記セットをアンテナ素子の前記セットに適用するステップであって、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記送信するステップが、複素数値重みの前記セットを前記適用するステップに少なくとも部分的に基づく、適用するステップと

をさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

アンテナ素子に対する複素数値重みを決定するための前記1つまたは複数の空間パラメータが、

前記角度方向、

前記第1のリングエリア上の前記アンテナ素子の投影されたロケーションと前記第1のリングエリアの中心との間の距離、

前記第1のリングエリアの基準線から前記第1のリングエリア上の前記アンテナ素子の前記投影されたロケーションまでの前記第1のリングエリアの前記中心で測定された角度、または

前記軌道角運動量ビームを使用して送信された信号の波長のうちの1つまたは複数を含む、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記第1のリングエリアが、第1の半径に関連する第1の円と前記第1の半径とは異なる第2の半径に関連する第2の円との間のエリアによって定義される、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

前記平面アレイが一様平面アレイを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記平面アレイが、マルチアンテナアレイまたはインテリジェントサーフェスを含む、請求項1に記載の方法。

【請求項10】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のための方法であって、

前記第1のデバイスが軌道角運動量ビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に少なくとも部分的に基づいて、第1のリングエリアを決定するステップであって、前記角度方向が、複数のアンテナ素子を含む平面アレイに相対し、前記第1のリングエリアが前記角度方向に沿った平面に配向される、決定するステップと、

前記平面の法線方向に、前記平面アレイ上に前記第1のリングエリアを投影して第2のリングエリアを決定するステップと、

前記平面アレイ上における、前記第1のリングエリアの投影に相当する前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを前記複数のアンテナ素子から選択するステップと、

10

20

30

40

50

前記角度方向に従って、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記第2のデバイスから受信するステップとを含む、方法。

【請求項 1 1】

前記複数のアンテナ素子からアンテナ素子の前記セットを前記選択するステップが、前記平面アレイ上の前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子の前記セットをアクティブ化するステップと、

前記平面アレイ上の前記第2のリングエリアの外側に位置する前記複数のアンテナ素子の残りを非アクティブ化するステップとをさらに含む、請求項10に記載の方法。

【請求項 1 2】

前記角度方向が0度に等しく、前記第2のリングエリアが円形リングエリアを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項 1 3】

前記角度方向が0度とは異なる角度に等しく、前記第2のリングエリアが楕円リングエリアを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項 1 4】

アンテナ素子の前記セットに対する複素数値重みのセットを決定するステップであって、複素数値重みの前記セットの各複素数値重みが、アンテナ素子の前記セットの1つのアンテナ素子に対応し、軌道角運動量モードインデックスの関数および1つまたは複数の空間パラメータに少なくとも部分的に基づく、決定するステップと、

複素数値重みの前記セットをアンテナ素子の前記セットに適用するステップであって、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記受信するステップが、複素数値重みの前記セットを前記適用するステップに少なくとも部分的に基づく、適用するステップと

をさらに含む、請求項10に記載の方法。

【請求項 1 5】

アンテナ素子に対する複素数値重みを決定するために使用される前記1つまたは複数の空間パラメータが、

前記角度方向、

前記第1のリングエリア上の前記アンテナ素子の投影されたロケーションと前記第1のリングエリアの中心との間の距離、

前記第1のリングエリアの基準線から前記第1のリングエリア上の前記アンテナ素子の前記投影されたロケーションまでの前記第1のリングエリアの前記中心で測定された角度、または

前記軌道角運動量ビームを使用して受信された信号の波長のうちの1つまたは複数を含む、請求項14に記載の方法。

【請求項 1 6】

前記第1のリングエリアが、第1の半径に関連付けられた第1の円と前記第1の半径とは異なる第2の半径に関連付けられた第2の円との間のエリアによって定義される、請求項10に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記平面アレイが一様平面アレイを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記平面アレイが、マルチアンテナアレイまたはインテリジェントサーフェスを含む、請求項10に記載の方法。

【請求項 1 9】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のための装置であって、プロセッサと、前記プロセッサに結合されたメモリと、前記メモリ内に記憶され、

10

20

30

40

50

前記第1のデバイスが軌道角運動量ビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に少なくとも部分的に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、前記角度方向が、複数のアンテナ素子を含む平面アレイに相対し、前記第1のリングエリアが前記角度方向に沿った平面に配向される、決定することと、
前記平面の法線方向に、前記平面アレイ上に前記第1のリングエリアを投影して第2のリングエリアを決定することと、

前記平面アレイ上における、前記第1のリングエリアの投影に相当する前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを前記複数のアンテナ素子から選択することと、

前記角度方向に従って、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記第2のデバイスに送信することと

を前記装置に行わせるために前記プロセッサによって実行可能な命令とを備える、装置。

【請求項20】

前記複数のアンテナ素子からアンテナ素子の前記セットを選択するための前記命令が、
前記平面アレイ上の前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子の前記セットをアクティブ化することと、

前記平面アレイ上の前記第2のリングエリアの外側に位置する前記複数のアンテナ素子の残りを非アクティブ化することと

を前記装置に行わせるために前記プロセッサによってさらに実行可能である、請求項19に記載の装置。

【請求項21】

前記角度方向が0度に等しく、前記第2のリングエリアが円形リングエリアを含む、請求項19に記載の装置。

【請求項22】

前記角度方向が0度とは異なる角度に等しく、前記第2のリングエリアが楕円リングエリアを含む、請求項19に記載の装置。

【請求項23】

前記命令が、

アンテナ素子の前記セットに対する複素数値重みのセットを決定することであって、複素数値重みの前記セットの各複素数値重みが、アンテナ素子の前記セットの1つのアンテナ素子に対応し、軌道角運動量モードインデックスの関数および1つまたは複数の空間パラメータに少なくとも部分的に基づく、決定することと、

複素数値重みの前記セットをアンテナ素子の前記セットに適用することであって、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記送信することが、複素数値重みの前記セットを前記適用することに少なくとも部分的に基づく、適用することとを前記装置に行わせるために前記プロセッサによってさらに実行可能である、請求項19に記載の装置。

【請求項24】

前記1つまたは複数の空間パラメータが、

前記角度方向、

前記第1のリングエリア上の前記アンテナ素子の投影されたロケーションと前記第1のリングエリアの中心との間の距離、

前記第1のリングエリアの基準線から前記第1のリングエリア上の前記アンテナ素子の前記投影されたロケーションまでの前記第1のリングエリアの前記中心で測定された角度、または

前記軌道角運動量ビームを使用して送信された信号の波長のうちの1つまたは複数を含む、請求項23に記載の装置。

【請求項25】

前記第1のリングエリアが、第1の半径に関連する第1の円と前記第1の半径とは異なる第2の半径に関連する第2の円との間のエリアによって定義される、請求項19に記載の装

10

20

30

40

50

置。

【請求項 26】

前記平面アレイが一様平面アレイを含む、請求項19に記載の装置。

【請求項 27】

前記平面アレイが、マルチアンテナアレイまたはインテリジェントサーフェスを含む、請求項19に記載の装置。

【請求項 28】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のための装置であって、プロセッサと、前記プロセッサに結合されたメモリと、前記メモリ内に記憶され、

前記第1のデバイスが軌道角運動量ビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に少なくとも部分的に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、前記角度方向が、複数のアンテナ素子を含む平面アレイに相対し、前記第1のリングエリアが前記角度方向に沿った平面に配向される、決定することと、

前記平面の法線方向に、前記平面アレイ上に前記第1のリングエリアを投影して第2のリングエリアを決定することと、

前記平面アレイ上における、前記第1のリングエリアの投影に相当する前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを前記複数のアンテナ素子から選択することと、

前記角度方向に従って、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記第2のデバイスから受信することと

を前記装置に行わせるために前記プロセッサによって実行可能な命令と

を備える、装置。

【請求項 29】

前記複数のアンテナ素子からアンテナ素子の前記セットを選択するための前記命令が、前記平面アレイ上の前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子の前記セットをアクティブ化することと、

前記平面アレイ上の前記第2のリングエリアの外側に位置する前記複数のアンテナ素子の残りを非アクティブ化することと

を前記装置に行わせるために前記プロセッサによってさらに実行可能である、請求項28に記載の装置。

【請求項 30】

前記角度方向が0度に等しく、前記第2のリングエリアが円形リングエリアを含む、請求項28に記載の装置。

【請求項 31】

前記角度方向が0度とは異なる角度に等しく、前記第2のリングエリアが楕円リングエリアを含む、請求項28に記載の装置。

【請求項 32】

前記命令が、

アンテナ素子の前記セットに対する複素数値重みのセットを決定することであって、複素数値重みの前記セットの各複素数値重みが、アンテナ素子の前記セットの1つのアンテナ素子に対応し、軌道角運動量モードインデックスの関数および1つまたは複数の空間パラメータに少なくとも部分的に基づく、決定することと、

複素数値重みの前記セットをアンテナ素子の前記セットに適用することであって、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記受信することが、複素数値重みの前記セットを前記適用することに少なくとも部分的に基づく、適用することとを前記装置に行わせるために前記プロセッサによってさらに実行可能である、請求項28に記載の装置。

【請求項 33】

前記1つまたは複数の空間パラメータが、

前記角度方向、

前記第1のリングエリア上の前記アンテナ素子の投影されたロケーションと前記第1のリ

10

20

30

40

50

ングエリアの中心との間の距離、

前記第1のリングエリアの基準線から前記第1のリングエリア上の前記アンテナ素子の前記投影されたロケーションまでの前記第1のリングエリアの前記中心で測定された角度、または

前記軌道角運動量ビームを使用して受信された信号の波長のうちの1つまたは複数を含む、請求項32に記載の装置。

【請求項34】

前記第1のリングエリアが、第1の半径に関連付けられた第1の円と前記第1の半径とは異なる第2の半径に関連付けられた第2の円との間のエリアによって定義される、請求項28に記載の装置。

【請求項35】

前記平面アレイが一様平面アレイを含む、請求項28に記載の装置。

【請求項36】

前記平面アレイが、マルチアンテナアレイまたはインテリジェントサーフェスを含む、請求項28に記載の装置。

【請求項37】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のための装置であって、

前記第1のデバイスが軌道角運動量ビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に少なくとも部分的に基づいて、第1のリングエリアを決定するための手段であって、前記角度方向が、複数のアンテナ素子を含む平面アレイに相対し、前記第1のリングエリアが前記角度方向に沿った平面に配向される、決定するための手段と、
前記平面の法線方向に、前記平面アレイ上に前記第1のリングエリアを投影して第2のリングエリアを決定するための手段と、

前記平面アレイ上における、前記第1のリングエリアの投影に相当する前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを前記複数のアンテナ素子から選択するための手段と、

前記角度方向に従って、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記第2のデバイスに送信するための手段とを含む、装置。

【請求項38】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のための装置であって、

前記第1のデバイスが軌道角運動量ビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に少なくとも部分的に基づいて、第1のリングエリアを決定するための手段であって、前記角度方向が、複数のアンテナ素子を含む平面アレイに相対し、前記第1のリングエリアが前記角度方向に沿った平面に配向される、決定するための手段と、
前記平面の法線方向に、前記平面アレイ上に前記第1のリングエリアを投影して第2のリングエリアを決定するための手段と、

前記平面アレイ上における、前記第1のリングエリアの投影に相当する前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを前記複数のアンテナ素子から選択するための手段と、

前記角度方向に従って、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記第2のデバイスから受信するための手段とを含む、装置。

【請求項39】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のためのコードを記憶する非一時的コンピュータ可読記録媒体であって、前記コードが、

前記第1のデバイスが軌道角運動量ビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に少なくとも部分的に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、前記角度方向が、複数のアンテナ素子を含む平面アレイに相対し、前記第1のリングエリアが前記角度方向に沿った平面に配向される、決定することと、

前記平面の法線方向に、前記平面アレイ上に前記第1のリングエリアを投影して第2のリングエリアを決定することと、

前記平面アレイ上における、前記第1のリングエリアの投影に相当する前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを前記複数のアンテナ素子から選択することと、

前記角度方向に従って、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記第2のデバイスに送信することと

を行うためにプロセッサによって実行可能な命令を含む、非一時的コンピュータ可読記録媒体。

【請求項 40】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のためのコードを記憶する非一時的コンピュータ可読記録媒体であって、前記コードが、

前記第1のデバイスが軌道角運動量ビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に少なくとも部分的に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、前記角度方向が、複数のアンテナ素子を含む平面アレイに相対し、前記第1のリングエリアが前記角度方向に沿った平面に配向される、決定することと、

前記平面の法線方向に、前記平面アレイ上に前記第1のリングエリアを投影して第2のリングエリアを決定することと、

前記平面アレイ上における、前記第1のリングエリアの投影に相当する前記第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを前記複数のアンテナ素子から選択することと、

前記角度方向に従って、アンテナ素子の前記セットを介して前記軌道角運動量ビームを前記第2のデバイスから受信することと

を行うためにプロセッサによって実行可能な命令を含む、非一時的コンピュータ可読記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

以下は、軌道角運動量(OAM:orbital angular momentum)ビームの生成およびステアリングを含むワイヤレス通信に関する。

【背景技術】

【0002】

ワイヤレス通信システムは、音声、ビデオ、パケットデータ、メッセージング、ブロードキャストなどの様々なタイプの通信コンテンツを提供するために広く展開されている。これらのシステムは、利用可能なシステムリソース(たとえば、時間、周波数、および電力)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であり得る。そのような多元接続システムの例には、ロングタームエボリューション(LTE)システム、LTEアドバンスド(LTE-A)システム、またはLTE-A Proシステムなどの第4世代(4G)システム、および新無線(NR)システムと呼ばれることがある第5世代(5G)システムを含む。これらのシステムは、符号分割多元接続(CDMA)、時分割多元接続(TDMA)、周波数分割多元接続(FDMA)、直交周波数分割多元接続(OFDMA)、または離散フーリエ変換拡散直交周波数分割多重化(DFT-S-OFDM)などの技術を採用し得る。ワイヤレス多元接続通信システムは、場合によっては、ユーザ機器(UE)として知られていることがある複数の通信デバイスのための通信を各々が同時にサポートする、1つまたは複数の基地局または1つまたは複数のネットワークアクセスノードを含み得る。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0003】

説明する技法は、軌道角運動量(OAM)ビームの生成およびステアリングをサポートする、改善された方法、システム、デバイス、および装置に関する。概して、本開示は、OAMビームをステアリングするためのアンテナ素子の平面アレイなどのグループからアンテナ素子を選択し、OAMビームを通信(たとえば、送信または受信)するために選択されたアン

10

20

30

40

50

テナ素子の各々でない場合、その少なくともいくつかに重みをロードするための技法について説明する。いくつかの例では、基地局またはユーザ機器(UE)であってよいデバイスは、それに基づいてアンテナ素子が平面アレイ上のエリア内に入る、アンテナ素子の平面アレイなどのグループから1つまたは複数のアンテナ素子を選択し得る。デバイスは、デバイスがOAMビームを通信(たとえば、送信または受信)し得る角度方向に基づいて平面アレイ上のエリアを決定し得る。たとえば、デバイスは、(たとえば、デバイスがOAMビームを送信および受信し得る方向に対して直角な平面内の)平面アレイから角度方向に配向された第1のエリアを決定し、平面アレイ上の第1のエリアの投影に基づいて、第2のエリアを決定し、それに基づいてアンテナ素子が平面アレイ上の第2のエリア内に位置する、アンテナ素子の平面アレイからアンテナ素子を選択し得る。いくつかの例では、第1および第2のエリアは、円形リングエリアまたは楕円リングエリアなど、リングエリアであってよい。デバイスは、オプションの中でも、選択されたアンテナ素子に関連するOAMモードインデックスの関数および1つまたは複数の空間パラメータに基づく、各選択されたアンテナ素子に対する、複素数値重みであってよい重みを決定し得る。

【0004】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信の方法について説明する。本方法は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定するステップであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定するステップと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択するステップと、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信するステップとを含み得る。

【0005】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のための装置について説明する。本装置は、プロセッサと、プロセッサに結合されたメモリと、メモリに記憶された命令とを含み得る。これらの命令は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することと、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信することとを装置に行わせるためにプロセッサによって実行可能であり得る。

【0006】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のための別の装置について説明する。本装置は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定するための手段であって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定するための手段と、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択するための手段と、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信するための手段とを含み得る。

【0007】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のためのコードを記憶する非一時的コンピュータ可読媒体について説明する。本コードは、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することと、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信することとを行うために、プロセッサによって実行可能な命令を含み得る。

【0008】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することは、平面アレイ上の第1のリングエリアの投影に基づいて平面アレイ上の第2のリングエリアを決定し、平面アレイ上の第2のリングエリア内に位置し得るアンテナ素子のセットを選択するための動作、特徴、手段、または命令を含み得る。

【0009】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、平面アレイ上の第2のリングエリアを決定することは、角度方向に基づいて、第1のリングエリアを平面アレイ上に投影するための動作、特徴、手段、または命令を含み得る。

【0010】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することは、平面アレイ上の第2のリングエリア内に位置し得るアンテナ素子のセットをアクティブ化し、平面アレイ上の第2のリングエリアの外側に位置し得るアンテナ素子のセットの残りを非アクティブ化するための動作、特徴、手段、または命令を含み得る。

【0011】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、角度方向は0度に等しくてよく、第2のリングエリアは円形リングエリアを含む。

【0012】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、角度方向は、0度とは異なる角度に等しくてよく、第2のリングエリアは楕円リングエリアを含む。

【0013】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、アンテナ素子のセットに対する複素数値重みのセットを決定することであって、複素数値重みのセットの各複素数値重みが、アンテナ素子のセットの1つのアンテナ素子に対応し、OAMモードインデックスの関数および1つまたは複数の空間パラメータに基づく、決定することと、複素数値重みのセットをアンテナ素子のセットに適用することであって、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを送信することが、複素数値重みのセットを適用することに基づき得る、適用することを行うための動作、特徴、手段、または命令をさらに含み得る。

【0014】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、1つまたは複数の空間パラメータは、角度方向、第1のリングエリア上のアンテナ素子の投影されたロケーションと第1のリングエリアの中心との間の距離、第1のリングエリアの基準線から第1のリングエリア上のアンテナ素子の投影されたロケーションまで第1のリングエリアの中心で測定された角度、またはOAMビームを使用して送信された信号の波長を含んでよい。

【0015】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、第1のリングエリアは、第1の半径に関連する第1の円と第1の半径とは異なる第2の半径に関連する第2の円との間のエリアによって定義され得る。

【0016】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、平面アレイは均一平面アレイ(UPA:uniform planar array)を含む。

【0017】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、平面アレイは、マルチアンテナアレイまたはインテリジェントサーフェス(intelligent surface)を含む。

【0018】

10

20

30

40

50

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信の方法について説明する。本方法は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定するステップであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定するステップと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択するステップと、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信するステップとを含み得る。

【0019】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のための装置について説明する。本装置は、プロセッサと、プロセッサに結合されたメモリと、メモリに記憶された命令とを含み得る。これらの命令は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することと、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信することとを装置に行わせるためにプロセッサによって実行可能であり得る。

【0020】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のための別の装置について説明する。本装置は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定するための手段であって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定するための手段と、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択するための手段と、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信するための手段とを含み得る。

【0021】

第1のデバイスにおけるワイヤレス通信のためのコードを記憶する非一時的コンピュータ可読媒体について説明する。本コードは、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することと、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信することとを行うために、プロセッサによって実行可能な命令を含み得る。

【0022】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することは、平面アレイ上の第1のリングエリアの投影に基づいて平面アレイ上の第2のリングエリアを決定し、平面アレイ上の第2のリングエリア内に位置し得るアンテナ素子のセットを選択するための動作、特徴、手段、または命令を含み得る。

【0023】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、平面アレイ上の第2のリングエリアを決定することは、角度方向に基づいて、第1のリングエリアを平面アレイ上に投影するための動作、特徴、手段、または命令を含み得る。

【0024】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することは、平面アレイ上の第2のリングエリア内に位置し得るアンテナ素子のセットをアクティブ化し、平面アレイ上の第2のリングエリアの外側に配置され得るアンテナ素子のセットの残りを非アクティブ化するための動作、特徴、手段、または命令をさらに含み得る。

【0025】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、角度方向は0度に等しくてよく、第2のリングエリアは円形リングエリアを含む。

【0026】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、角度方向は、0度とは異なる角度に等しくてよく、第2のリングエリアは楕円リングエリアを含む。

【0027】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例は、アンテナ素子のセットに対する複素数値重みのセットを決定することであって、複素数値重みのセットの各複素数値重みが、アンテナ素子のセットの1つのアンテナ素子に対応し、OAMモードインデックスの関数および1つまたは複数の空間パラメータに基づく、決定することと、複素数値重みのセットをアンテナ素子のセットに適用することであって、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを受信することが、複素数値重みのセットを適用することに基づき得る、適用することを行うための動作、特徴、手段、または命令をさらに含み得る。

【0028】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、1つまたは複数の空間パラメータは、角度方向、第1のリングエリア上のアンテナ素子の投影されたロケーションと第1のリングエリアの中心との間の距離、第1のリングエリアの基準線から第1のリングエリア上のアンテナ素子の投影されたロケーションまでの第1のリングエリアの中心で測定された角度、またはOAMビームを使用して受信された信号の波長を含み得る。

【0029】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、第1のリングエリアは、第1の半径に関連する第1の円と第1の半径とは異なる第2の半径に関連する第2の円との間のエリアによって定義され得る。

【0030】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、平面アレイはUPAを含む。

【0031】

本明細書で説明する方法、装置、および非一時的コンピュータ可読媒体のいくつかの例では、平面アレイは、マルチアンテナアレイまたはインテリジェントサーフェスを含む。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本開示の態様による軌道角運動量(OAM)ビームの生成およびステアリングをサポートするワイヤレス通信システムの例を示す図である。

【図2】本開示の態様による軌道角運動量(OAM)ビームの生成およびステアリングをサポートするワイヤレス通信システムの例を示す図である。

【図3】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする投影の例を示す図である。

【図4】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする例示的なアンテナ素子選択手順を示す図である。

【図5】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートするプロセスフローの例を示す図である。

【図6】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートするデバイスのブロック図である。

【図7】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートするデバイスのブロック図である。

【図8】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする通信

10

20

30

40

50

マネージャのブロック図である。

【図 9】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートするデバイスを含むシステムの図である。

【図 10】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法を示すフローチャートである。

【図 11】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法を示すフローチャートである。

【図 12】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法を示すフローチャートである。

【図 13】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法を示すフローチャートである。

【図 14】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法を示すフローチャートである。

【図 15】本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法を示すフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0033】

いくつかのワイヤレス通信システムでは、基地局またはユーザ機器(UE)などのワイヤレスデバイス、または両方は、たとえば、1つまたは複数の方向にわたって通信信号を配向させるためのビームを使用して、指向的に通信し得る。軌道角運動量(OAM)対応通信システムなど、いくつかのシステムでは、ワイヤレスデバイスは、軌道角運動量(OAM)ビームを使用して通信することができ、軌道角運動量(OAM)ビームは、信号指向性を提供することに加えて、信号またはチャネル多重化のための追加の次元も提供し得る。いくつかの態様では、たとえば、そのような追加の次元は、OAMビームの状態またはモードを含んでよく、OAMビームの異なる状態またはモードは互いに直交であり得る。したがって、異なるOAM状態またはOAMモードは、OAMリンクの容量を増大させるためにともに多重化され得る。場合によっては、ワイヤレスデバイスは、OAMビームを生成するための方法に基づいて、スパイラル位相板(SPP:spiral phase plate)または均一円形アレイ(UCA:uniform circular array)を使用し得る。しかしながら、OAMビームを生成するためにSPPまたはUCAを必要とするそのような使用事例では、ワイヤレスデバイスは、限定されたビームステアリング容量を得ることがあり、結果として、OAMベースの通信における適用および利用が制限され得る。

【0034】

本開示のいくつかの実装形態では、ワイヤレスデバイスは、平面アレイ上の決定されたエリア内に位置するアンテナ素子の平面アレイからアンテナ素子を選択することに基づいて、所望の角度方向でOAMビームをステアリングし得る。いくつかの例では、ワイヤレスデバイスはワイヤレスデバイスがOAMビームを送信または受信し得る角度方向に基づいて平面アレイ上のエリアを決定し得る。平面アレイからアンテナ素子を選択すると、ワイヤレスデバイスは、OAMモードインデックスおよび選択されたアンテナ素子の各々のロケーションに基づいて、素子単位で、選択されたアンテナ素子の各々でない場合、少なくともそのうちのいくつかに重みを適用またはロードし得る。たとえば、ワイヤレスデバイスは、OAMモードインデックス、および選択されたアンテナ素子に関連する1つまたは複数の角度値または距離値をアンテナ素子重み関数内に入力することに基づいて、各選択されたアンテナ素子に対する重みを決定し得る。

【0035】

本明細書で説明する主題の特定の態様は、1つまたは複数の潜在的な利点を実現するために実装され得る。説明する技法は、OAMビームを送信または受信するためのワイヤレスデバイスのより高いステアリング能力を実現するために実装され得る。たとえば、説明するアンテナ素子選択技法の実装に基づいて、ワイヤレスデバイスは、より高い自由度でOAMビームをステアリングすることができ、結果として、ワイヤレスデバイスはより高い方

10

20

30

40

50

向性でOAMビームを使用して別のワイヤレスデバイスとシグナリングを通信(たとえば、送信または受信)することが可能になり得る。言い換えれば、ワイヤレスデバイスは、説明するアンテナ素子選択技法の実装に基づいて、OAMビームをより指向的に送信または受信することが可能であり得る。さらに、OAMビームをステアリングするための、同様に、OAMビームをより指向的に送信または受信するための、より高い能力に基づいて、ワイヤレスデバイスは、信頼性を増大する、また通信に成功するより高い尤度を得ることができる。たとえば、OAMビームをより指向的に送信または受信することに基づいて、OAMビームによって搬送されるシグナリングは、干渉を受けにくいことがあり、OAMビームによって搬送されるシグナリングは、受信側デバイスにおいてより高い受信電力に関連付けられることがある。さらに、OAMビームの使用の実装に基づいて、ワイヤレスデバイスは、より高いデータレートおよびより密な通信ネットワークを得ることができる。

10

【0036】

本開示の態様について、ワイヤレス通信システムの文脈で最初に説明する。本開示の態様についてはさらに、平面アレイ上のエリアの投影、および平面アレイ上の決定されたエリアに基づくアンテナ素子選択手順の文脈で説明する。本開示の態様について、OAMビームの生成およびステアリングに関係する装置の図、システムの図、およびフローチャートによってさらに例示し、かつそれらを参照しながら説明する。

【0037】

図1は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートするワイヤレス通信システム100の例を示す。ワイヤレス通信システム100は、1つまたは複数の基地局105、1つまたは複数のUE115、およびコアネットワーク130を含んでよい。いくつかの例では、ワイヤレス通信システム100は、ロングタームエボリューション(LTE)ネットワーク、LTEアドバンスド(LTE-A)ネットワーク、LTE-A Proネットワーク、またはニューラジオ(NR)ネットワークであってよい。いくつかの例では、ワイヤレス通信システム100は、拡張ブロードバンド通信、超高信頼(たとえば、ミッションクリティカル)通信、低レイテンシ通信、低コストで低複雑度のデバイスとの通信、またはそれらの任意の組合せをサポートし得る。

20

【0038】

基地局105は、ワイヤレス通信システム100を形成するために地理的エリア全体にわたって分散されることがあり、異なる形態をなすかまたは異なる能力を有するデバイスであってよい。基地局105およびUE115は、1つまたは複数の通信リンク125を介してワイヤレス通信し得る。各基地局105は、UE115および基地局105がその上で1つまたは複数の通信リンク125を確立し得る、カバレッジエリア110を提供し得る。カバレッジエリア110は、基地局105およびUE115がその上で1つまたは複数の無線アクセス技術による信号の通信をサポートし得る、地理的エリアの一例であってよい。

30

【0039】

UE115は、ワイヤレス通信システム100のカバレッジエリア110全体にわたって分散されることがあり、各UE115は、異なる時間において固定もしくはモバイルまたはその両方であり得る。UE115は、異なる形態をなすかまたは異なる能力を有するデバイスであり得る。いくつかの例示的なUE115が図1に示されている。本明細書で説明するUE115は、図1に示すように、他のUE115、基地局105、またはネットワーク機器(たとえば、コアネットワークノード、中継デバイス、統合アクセスおよびバックホール(IAB)ノード、または他のネットワーク機器)などの様々なタイプのデバイスと通信することが可能であり得る。

40

【0040】

基地局105は、コアネットワーク130と、もしくは互いと、またはその両方と通信し得る。たとえば、基地局105は、1つまたは複数のバックホールリンク120を通じて(たとえば、S1、N2、N3、または他のインターフェースを介して)コアネットワーク130とインターフェースし得る。基地局105は、バックホールリンク120上で(たとえば、X2、Xn、または他のインターフェースを介して)、直接(たとえば、基地局105間で直接)、もしくは間接的に(たとえば、コアネットワーク130を介して)のいずれかで、またはその両方で互い

50

に通信し得る。いくつかの例では、バックホールリンク120は、1つまたは複数のワイヤレスリンクであってよく、または1つまたは複数のワイヤレスリンクを含んでもよい。

【0041】

本明細書で説明する基地局105のうちの1つまたは複数は、基地トランシーバ局、無線基地局、アクセスポイント、無線トランシーバ、ノードB、eノードB(eNB)、次世代ノードBもしくはギガノードB(そのいずれもgNBと呼ばれることがある)、ホームノードB、ホームeノードB、または他の好適な用語を含み得るか、または当業者によってそのように呼ばれることがある。

【0042】

UE115は、モバイルデバイス、ワイヤレスデバイス、リモートデバイス、ハンドヘルドデバイス、もしくは加入者デバイス、または何らかの他の好適な用語を含み得るか、またはそのように呼ばれることがあり、「デバイス」は、例の中でも、ユニット、局、端末、またはクライアントと呼ばれることもある。UE115はまた、セルラーフォン、携帯情報端末(PDA)、タブレットコンピュータ、ラップトップコンピュータ、またはパーソナルコンピュータなどのパーソナル電子デバイスを含み得るか、またはそのように呼ばれることがある。いくつかの例では、UE115は、例の中でも、アプライアンス、車両、またはメーターなどの様々な物品において実装され得る、例の中でも、ワイヤレスローカルループ(WLL)局、モノのインターネット(IoT)デバイス、あらゆるモノのインターネット(IoE)デバイス、またはマシンタイプ通信(MTC)デバイスを含み得るか、またはそのように呼ばれることがある。

【0043】

本明細書で説明するUE115は、図1に示すように、リレーとして働くことがあり得る他のUE115、ならびに、例の中でも、マクロeNBもしくはgNB、スモールセルeNBもしくはgNB、または中継基地局を含む、基地局105およびネットワーク機器などの、様々なタイプのデバイスと通信することが可能であり得る。

【0044】

UE115および基地局105は、1つまたは複数のキャリア上で1つまたは複数の通信リンク125を介して互いとワイヤレス通信し得る。「キャリア」という用語は、通信リンク125をサポートするための定義された物理レイヤ構造を有する無線周波数スペクトルリソースのセットを指すことがある。たとえば、通信リンク125のために使用されるキャリアは、所与の無線アクセス技術(たとえば、LTE、LTE-A、LTE-A Pro、NR)のための1つまたは複数の物理レイヤチャネルに従って動作させられる無線周波数スペクトル帯域の一部分(たとえば、帯域幅部分(BWP))を含んでよい。各物理レイヤチャネルは、収集シグナリング(たとえば、同期信号、システム情報)、キャリアに対する動作を協調させる制御シグナリング、ユーザデータ、または他のシグナリングを搬送し得る。ワイヤレス通信システム100は、キャリアアグリゲーションまたはマルチキャリア動作を使用して、UE115との通信をサポートし得る。UE115は、キャリアアグリゲーション構成に従って、複数のダウンリンク構成要素キャリアおよび1つまたは複数のアップリンク構成要素キャリアで構成され得る。キャリアアグリゲーションは、周波数分割複信(FDD)構成要素キャリアと時分割複信(TDD)構成要素キャリアの両方とともに使用され得る。

【0045】

いくつかの例では(たとえば、キャリアアグリゲーション構成では)、キャリアはまた、他のキャリアに対する動作を協調させる収集シグナリングまたは制御シグナリングを有してもよい。キャリアは、周波数チャネル(たとえば、発展型ユニバーサルモバイル電気通信システム地上波無線アクセス(E-UTRA)絶対無線周波数チャネル番号(EARFCN))に関連付けられることがあり、UE115による発見のためにチャネルラスタに従って配置されることがある。キャリアは、初期収集および接続が、UE115によってキャリアを介して行われ得る、スタンドアロンモードで動作され得るか、またはキャリアは、接続が、(たとえば、同じまたは異なる無線アクセス技術の)異なるキャリアを使用してアンカリングされる、非スタンドアロンモードで動作され得る。

【0046】

ワイヤレス通信システム100の中に示されている通信リンク125は、UE115から基地局105へのアップリンク送信、または基地局105からUE115へのダウンリンク送信を含み得る。キャリアは、(たとえば、FDDモードでは)ダウンリンク通信もしくはアップリンク通信を搬送し得るか、または(たとえば、TDDモードでは)ダウンリンク通信およびアップリンク通信を搬送するように構成され得る。

【0047】

キャリアは、無線周波数スペクトルの特定の帯域幅に関連付けられてもよく、いくつかの例では、キャリア帯域幅は、キャリアまたはワイヤレス通信システム100の「システム帯域幅」と呼ばれることがある。たとえば、キャリア帯域幅は、特定の無線アクセス技術のキャリアのためのいくつかの決定された帯域幅のうちの1つ(たとえば、1.4、3、5、10、15、20、40、または80メガヘルツ(MHz))であり得る。ワイヤレス通信システム100のデバイス(たとえば、基地局105、UE115、またはその両方)は、特定のキャリア帯域幅上の通信をサポートするハードウェア構成を有し得るか、またはキャリア帯域幅のセットのうちの1つのキャリア帯域幅上の通信をサポートするように構成可能であり得る。いくつかの例では、ワイヤレス通信システム100は、複数のキャリア帯域幅に関連するキャリアを介した同時通信をサポートする、基地局105またはUE115を含み得る。いくつかの例では、サービスされる各UE115は、キャリア帯域幅の部分(たとえば、サブバンド、BWP)、またはすべての上で動作するように構成され得る。

【0048】

キャリア上で送信される信号波形は、(たとえば、直交周波数分割多重化(OFDM)または離散フーリエ変換拡散OFDM(DFT-S-OFDM)などのマルチキャリア変調(MCM)技法を使用して)複数のサブキャリアから構成され得る。MCM技法を採用するシステムでは、リソース要素は1つのシンボル期間(たとえば、1つの変調シンボルの持続時間)および1つのサブキャリアを含んでもよく、シンボル期間およびサブキャリア間隔は反比例する。各リソース要素によって搬送されるビットの数は、変調方式(たとえば、変調方式の順序、変調方式のコーディングレート、または両方)に依存し得る。したがって、UE115が受信するリソース要素が多いほど、および変調方式の次数が高いほど、UE115のデータレートは高くなり得る。ワイヤレス通信リソースは、無線周波数スペクトルリソース、時間リソース、および空間リソース(たとえば、空間レイヤまたはビーム)の組合せを指すことがあり、複数の空間レイヤの使用は、UE115との通信のためのデータレートまたはデータの完全性をさらに高め得る。

【0049】

キャリアに対する1つまたは複数のヌメロロジーがサポートされてもよく、ここで、ヌメロロジーは、サブキャリア間隔(Δf)およびサイクリックプレフィックスを含み得る。キャリアは、同じまたは異なるヌメロロジーを有する1つまたは複数のBWPに分割され得る。いくつかの例では、UE115は複数のBWPで構成され得る。いくつかの例では、キャリアに対する単一のBWPが所与の時間にアクティブであってもよく、UE115のための通信が1つまたは複数のアクティブなBWPに制限されることがある。

【0050】

基地局105またはUE115のための時間間隔は、たとえば、 $T_s = 1 / (\Delta f_{\max} \cdot N_f)$ 秒のサンプリング周期を指すことがある、基本時間ユニットの倍数単位で表され得、ここで、 $\Delta f_{\max}$ は、最大のサポートされたサブキャリア間隔を表すことがあり、 N_f は、最大のサポートされた離散フーリエ変換(DFT)サイズを表すことがある。通信リソースの時間間隔は、指定された持続時間(たとえば、10ミリ秒(ms))を各々有する無線フレームに従って編成され得る。各無線フレームは、(たとえば、0から1023までに及ぶ)システムフレーム番号(SFN)によって識別され得る。

【0051】

各フレームは、複数の連続的に番号付けされたサブフレームまたはスロットを含んでもよく、各サブフレームまたはスロットは、同じ持続時間を有してもよい。いくつかの例で

10

20

30

40

50

は、フレームは(たとえば、時間領域において)サブフレームに分割されてもよく、各サブフレームはいくつかのスロットにさらに分割されてもよい。代替として、各フレームは可変数のスロットを含んでもよく、スロットの数はサブキャリア間隔に依存し得る。各スロットは、(たとえば、各シンボル期間にプリペンドされたサイクリックプレフィックスの長さに応じて)いくつかのシンボル期間を含み得る。いくつかのワイヤレス通信システム100では、スロットは、1つまたは複数のシンボルを含む複数のミニスロットにさらに分割されてもよい。サイクリックプレフィックスを除いて、各シンボル期間は、1つまたは複数(たとえば、 N_f 個)のサンプリング期間を含み得る。シンボル期間の持続時間は、サブキャリア間隔または動作の周波数帯域に依存し得る。

【0052】

サブフレーム、スロット、ミニスロット、またはシンボルは、ワイヤレス通信システム100の(たとえば、時間領域における)最小スケジューリングユニットであることがあり、送信時間間隔(TTI)と呼ばれることがある。いくつかの例では、TTI持続時間(たとえば、TTI中のシンボル期間の数)は、可変であり得る。追加または代替として、ワイヤレス通信システム100の最小スケジューリングユニットは、(たとえば、短縮TTI(sTTI)のバーストにおいて)動的に選択され得る。

【0053】

物理チャネルは、様々な技法に従ってキャリア上で多重化されてもよい。物理制御チャネルおよび物理データチャネルは、たとえば、時分割多重化(TDM)技法、周波数分割多重化(FDM)技法、またはハイブリッドTDM-FDM技法のうちの1つまたは複数を使用して、ダウンリンクキャリア上で多重化され得る。物理制御チャネルのための制御領域(たとえば、制御リソースセット(コアセット))は、シンボル期間の数によって定義されてよく、キャリアのシステム帯域幅またはシステム帯域幅のサブセットにわたって延びてよい。1つまたは複数の制御領域(たとえば、コアセット)が、UE115のセットのために構成され得る。たとえば、UE115のうちの1つまたは複数の探索空間セットに従って制御情報を求めて制御領域を監視または探索してよく、各探索空間セットは、カスケード方式で位置する1つまたは複数のアグリゲーションレベルにおける1つまたは複数の制御チャネル候補を含んでよい。制御チャネル候補のためのアグリゲーションレベルは、所与のペイロードサイズを有する制御情報フォーマットのための符号化された情報に関連する制御チャネルリソース(たとえば、制御チャネル要素(CCE:control channel element))の数を指すことがある。探索空間セットは、制御情報を複数のUE115へ送るために構成された共通探索空間セット、および制御情報を特定のUE115へ送るためのUE固有探索空間セットを含んでよい。

【0054】

各基地局105は、1つまたは複数のセル、たとえば、マクロセル、スモールセル、ホットスポット、もしくは他のタイプのセル、またはそれらの任意の組合せを介して、通信カバレッジを提供し得る。「セル」という用語は、(たとえば、キャリア上での)基地局105との通信のために使用される論理通信エンティティを指すことがあり、近隣セルを区別するための識別子(たとえば、物理セル識別子(PCID)、仮想セル識別子(VCID)、またはその他)に関連付けられ得る。いくつかの例では、セルはまた、論理通信エンティティが動作する地理的カバレッジエリア110または地理的カバレッジエリア110の一部(たとえば、セクタ)を指すことがある。そのようなセルは、基地局105の能力などの様々な要因に応じて、より小さいエリア(たとえば、構造物、構造物のサブセット)からより大きいエリアに及ぶことがある。たとえば、セルは、例の中でも、建物、建物のサブセット、または地理的カバレッジエリア110の間もしくは地理的カバレッジエリア110と重複する外部空間であり得るか、またはそれらを含み得る。

【0055】

マクロセルは、概して、比較的大きい地理的エリア(たとえば、半径数千メートル)をカバーし、マクロセルをサポートするネットワークプロバイダのサービスに加入しているUE115による無制限アクセスを可能にし得る。スモールセルは、マクロセルと比較して低

10

20

30

40

50

電力の基地局105に関連付けられることがあり、スモールセルは、マクロセルと同じまたはマクロセルとは異なる(たとえば、認可、無認可)周波数帯域において動作することがある。スモールセルは、ネットワークプロバイダのサービスに加入しているUE115に無制限アクセスを提供してもよく、またはスモールセルとの関連付けを有するUE115(たとえば、限定加入者グループ(CSG)内のUE115、自宅またはオフィス内のユーザに関連するUE115)に制限付きアクセスを提供してもよい。基地局105は、1つまたは複数のセルをサポートすることができ、1つまたは複数のコンポーネントキャリアを使用して1つまたは複数のセル上での通信をサポートすることもできる。

【0056】

いくつかの例では、キャリアは、複数のセルをサポートすることができ、異なるセルは、異なるタイプのデバイスにアクセスを提供し得る異なるプロトコルタイプ(たとえば、MTC、狭帯域IoT(NB-IoT)、拡張モバイルブロードバンド(eMBB))に従って構成され得る。

【0057】

いくつかの例では、基地局105は可動であってもよく、したがって、移動する地理的カバレッジエリア110に通信カバレッジを提供し得る。いくつかの例では、異なる技術に関連する異なる地理的カバレッジエリア110は重複することがあるが、異なる地理的カバレッジエリア110は同じ基地局105によってサポートされ得る。他の例では、異なる技術に関連する重複する地理的カバレッジエリア110は、異なる基地局105によってサポートされ得る。ワイヤレス通信システム100は、たとえば、異なるタイプの基地局105が同じまたは異なる無線アクセス技術を使用して様々な地理的カバレッジエリア110にカバレッジを提供する、ヘテロジニアスネットワークを含み得る。

【0058】

ワイヤレス通信システム100は、同期動作または非同期動作をサポートし得る。同期動作の場合、基地局105は同様のフレームタイミングを有することがあり、異なる基地局105からの送信は時間的にほぼ整合されることがある。非同期動作の場合、基地局105は異なるフレームタイミングを有することがあり、異なる基地局105からの送信は、いくつかの例では、時間的に整合されないことがある。本明細書で説明する技法は、同期動作または非同期動作のいずれかのために使用され得る。

【0059】

MTCデバイスまたはIoTデバイスなど、いくつかのUE115は、低コストまたは低複雑度のデバイスであり得、マシン間の自動化された通信を(たとえば、マシンツーマシン(M2M)通信を介して)提供し得る。M2M通信またはMTCは、人間が介在することなく、デバイスが互いにまたは基地局105と通信することを可能にするデータ通信技術を指すことがある。いくつかの例では、M2M通信またはMTCは、センサーまたはメーターを組み込んで情報を測定またはキャプチャし、そのような情報を利用するかもしれないその情報をアプリケーションプログラムと対話する人間に提示する中央サーバもしくはアプリケーションプログラムにその情報を中継する、デバイスからの通信を含み得る。いくつかのUE115は、情報を収集するか、またはマシンもしくは他のデバイスの自動化された挙動を可能にするように設計され得る。MTCデバイスの用途の例は、スマートメータリング、インベントリ監視、水位監視、機器監視、ヘルスケア監視、野生生物監視、天候および地質学的現象監視、フリート管理および追跡、リモートセキュリティ検知、物理アクセス制御、ならびにトランザクションベースのビジネス課金を含む。

【0060】

いくつかのUE115は、半二重通信などの、電力消費を低減する動作モード(たとえば、送信または受信を介した一方向通信をサポートするが、送信および受信を同時にサポートしないモード)を用いるように構成され得る。いくつかの例では、半二重通信は、低減されたピークレートで実行されてよい。UE115のための他の電力節約技法は、アクティブな通信に関与していないときに節電ディープスリープモードに入ること、(たとえば、狭帯域通信に従って)限られた帯域幅にわたって動作すること、またはこれらの技法の組合せを含む。たとえば、いくつかのUE115は、キャリア内の、キャリアのガードバンド内の、または

10

20

30

40

50

キャリアの外側の定義された部分または範囲(たとえば、サブキャリアまたはリソースブロック(RB)のセット)に関連付けられた狭帯域プロトコルタイプを使用する動作のために構成され得る。

【0061】

ワイヤレス通信システム100は、超高信頼通信もしくは低レイテンシ通信、またはそれらの様々な組合せをサポートするように構成され得る。たとえば、ワイヤレス通信システム100は、超高信頼低レイテンシ通信(URLLC)またはミッションクリティカル通信をサポートするように構成され得る。UE115は、超高信頼、低レイテンシ、またはクリティカル機能(たとえば、ミッションクリティカル機能)をサポートするように設計され得る。超高信頼通信は、プライベート通信またはグループ通信を含んでもよく、ミッションクリティカルプッシュトゥーク(MCPTT)、ミッションクリティカルビデオ(MCVideo)、またはミッションクリティカルデータ(MCData)などの、1つまたは複数のミッションクリティカルサービスによってサポートされ得る。ミッションクリティカル機能に対するサポートは、サービスの優先度付けを含んでもよく、ミッションクリティカルサービスは、公共安全または一般的な商業用途のために使用されてもよい。超高信頼、低レイテンシ、ミッションクリティカル、および超高信頼低レイテンシという用語は、本明細書で互換的に使用され得る。

10

【0062】

いくつかの例では、UE115はまた、デバイスツーデバイス(D2D)通信リンク135上で(たとえば、ピアツーピア(P2P)プロトコルまたはD2Dプロトコルを使用して)他のUE115と直接通信することが可能であり得る。D2D通信を利用する1つまたは複数のUE115は、基地局105の地理的カバレッジエリア110内にあり得る。そのようなグループの中の他のUE115は、基地局105の地理的カバレッジエリア110の外にあるか、または場合によっては基地局105からの送信を受信できないことがある。いくつかの例では、D2D通信を介して通信するUE115のグループは、各UE115がグループの中のあらゆる他のUE115に送信する1対多(1:M)システムを利用し得る。いくつかの例では、基地局105は、D2D通信のためのリソースのスケジューリングを容易にする。他の場合、D2D通信は、基地局105の関与なしにUE115間で行われる。

20

【0063】

いくつかのシステムでは、D2D通信リンク135は、車両(たとえば、UE115)間の、サイドリンク通信チャネルなどの通信チャネルの一例であってよい。いくつかの例では、車両は、ビークルツーエブリシング(V2X)通信、車両間(V2V)通信、またはこれらの何らかの組合せを使用して通信し得る。車両は、交通状態、信号スケジューリング、天候、安全、緊急事態に関連する情報、またはV2Xシステムに関係する任意の他の情報をシグナリングし得る。いくつかの例では、V2Xシステム内の車両は、路側ユニットなどの路側インフラストラクチャと、または車両ネットワーク間(V2N)通信を使用して1つもしくは複数のネットワークノード(たとえば、基地局105)を介してネットワークと、あるいはその両方と通信し得る。

30

【0064】

コアネットワーク130は、ユーザ認証、アクセス認可、トラッキング、インターネットプロトコル(IP)接続性、および他のアクセス機能、ルーティング機能、またはモビリティ機能を提供し得る。コアネットワーク130は、発展型パケットコア(EPC)または5Gコア(5GC)であってよく、発展型パケットコア(EPC)または5Gコア(5GC)は、アクセスおよびモビリティを管理する少なくとも1つの制御プレーンエンティティ(たとえば、モビリティ管理エンティティ(MME)、アクセスおよびモビリティ管理機能(AMF))、ならびにパケットをルーティングするかまたは外部ネットワークに相互接続する少なくとも1つのユーザプレーンエンティティ(たとえば、サービングゲートウェイ(S-GW)、パケットデータネットワーク(PDN)ゲートウェイ(P-GW)、またはユーザプレーン機能(UPF))を含んでよい。制御プレーンエンティティは、コアネットワーク130に関連する基地局105によってサービスされるUE115のためのモビリティ、認証、およびベアラ管理などの、非アクセス層(NA

40

50

S)機能を管理し得る。ユーザIPパケットは、IPアドレス割振りならびに他の機能を提供し得るユーザプレーンエンティティを通じて転送され得る。ユーザプレーンエンティティは、ネットワーク事業者IPサービス150に接続され得る。事業者IPサービス150は、インターネット、イントラネット、IPマルチメディアサブシステム(IMS)、またはパケット交換ストリーミングサービスへのアクセスを含んでよい。

【0065】

基地局105などのネットワークデバイスのうちのいくつかは、アクセスノードコントローラ(ANC)の一例であってよいアクセスネットワークエンティティ140などの下位構成要素を含んでよい。各アクセスネットワークエンティティ140は、ラジオヘッド、スマートラジオヘッド、または送信/受信ポイント(TRP)と呼ばれることがある1つまたは複数の他のアクセスネットワーク送信エンティティ145を通じてUE115と通信し得る。各アクセスネットワーク送信エンティティ145は、1つまたは複数のアンテナパネルを含んでよい。いくつかの構成では、各アクセスネットワークエンティティ140または基地局105の様々な機能は、様々なネットワークデバイス(たとえば、ラジオヘッドおよびANC)にわたって分散されてよく、または単一のネットワークデバイス(たとえば、基地局105)の中に統合されてもよい。

【0066】

ワイヤレス通信システム100は、300メガヘルツ(MHz)から300ギガヘルツ(GHz)の範囲の中で、1つまたは複数の周波数帯域を使用して動作し得る。一般に、300MHzから3GHzまでの領域は、波長が約1デシメートルから1メートルの長さに及ぶので、極超短波(UHF:ultra-high frequency)領域またはデシメートル帯域として知られている。UHF波は、建物および環境特性によって遮断または方向転換されることがあるが、これらの波は、マクロセルが屋内に位置するUE115にサービスを提供するのに十分に構造物を貫通し得る。UHF波の送信は、300MHzを下回るスペクトルの短波(HF:high frequency)または超短波(VHF:very high frequency)部分のより低い周波数およびより長い波を使用する送信と比較して、より小型のアンテナおよびより短い距離(たとえば、100キロメートル未満)に関連付けられ得る。

【0067】

ワイヤレス通信システム100はまた、センチメートル帯域としても知られている、3GHzから30GHzまでの周波数帯域を使用するセンチメートル波(SHF:super high frequency)領域において、またはミリメートル帯域としても知られている、(たとえば、30GHzから300GHzまでの)スペクトルのミリメートル波(EHF:extremely high frequency)領域において動作し得る。いくつかの例では、ワイヤレス通信システム100は、UE115と基地局105との間のミリメートル波(mmW)通信をサポートすることができ、それぞれのデバイスのEHFアンテナは、UHFアンテナよりも小型で間隔がより密であり得る。いくつかの例では、このことはデバイス内でのアンテナアレイの使用を容易にし得る。しかしながら、EHF送信の伝搬は、SHF送信またはUHF送信よりもさらに大きい大気減衰を受け、距離がより短いことがある。本明細書で開示する技法は、1つまたは複数の異なる周波数領域を使用する送信にわたって採用されることがあり、これらの周波数領域にわたる帯域の指定された使用は、国または規制団体によって異なることがある。

【0068】

ワイヤレス通信システム100は、認可無線周波数スペクトル帯域と無認可無線周波数スペクトル帯域の両方を利用し得る。たとえば、ワイヤレス通信システム100は、5GHz産業科学医療用(ISM)帯域などの無認可帯域において、認可支援アクセス(LAA)、LTE無認可(LTE-U)無線アクセス技術、またはNR技術を採用し得る。無認可無線周波数スペクトル帯域の中で動作するとき、基地局105およびUE115などのデバイスは、衝突検出および回避のためのキャリア検知を採用し得る。いくつかの例では、無認可帯域における動作は、認可帯域(たとえば、LAA)において動作する構成要素キャリアと連携したキャリアアグリゲーション構成に基づき得る。無認可スペクトルの中での動作は、特に、ダウンリンク送信、アップリンク送信、P2P送信、またはD2D送信を含み得る。

【0069】

基地局105またはUE115は、送信ダイバーシティ、受信ダイバーシティ、多入力多出力(MIMO)通信、またはビームフォーミングなどの技法を採用するために使用され得る、複数のアンテナを装備することがある。基地局105またはUE115のアンテナは、MIMO動作または送信ビームフォーミングもしくは受信ビームフォーミングをサポートし得る、1つまたは複数のアンテナアレイまたはアンテナパネル内に位置し得る。たとえば、1つまたは複数の基地局アンテナまたはアンテナアレイは、アンテナタワーなどのアンテナアセンブリにおいて一緒に置かれてよい。いくつかの例では、基地局105に関連するアンテナまたはアンテナアレイは、多様な地理的ロケーションに位置し得る。基地局105は、基地局105がUE115との通信のビームフォーミングをサポートするために使用し得る、アンテナポートのいくつかの行および列を有するアンテナアレイを有してよい。同様に、UE115は、様々なMIMO動作またはビームフォーミング動作をサポートし得る1つまたは複数のアンテナアレイを有してよい。追加または代替として、アンテナパネルは、アンテナポートを介して送信される信号のための無線周波数ビームフォーミングをサポートし得る。

10

【0070】

基地局105またはUE115は、異なる空間レイヤを介して複数の信号を送信または受信することによってマルチパス信号伝搬を活用し、スペクトル効率を高めるために、MIMO通信を使用し得る。そのような技法は、空間多重化と呼ばれることがある。複数の信号は、たとえば、異なるアンテナまたはアンテナの異なる組合せを介して送信デバイスによって送信され得る。同様に、複数の信号は、異なるアンテナまたはアンテナの異なる組合せを介して受信デバイスによって受信され得る。複数の信号の各々は、別個の空間ストリームと呼ばれることがあり、同じデータストリーム(たとえば、同じコードワード)または異なるデータストリーム(たとえば、異なるコードワード)に関連するビットを搬送し得る。異なる空間レイヤは、チャネル測定および報告のために使用される異なるアンテナポートに関連付けられ得る。MIMO技法は、複数の空間レイヤが、同じ受信デバイスへ送信されるシングルユーザMIMO(SU-MIMO)、および複数の空間レイヤが、複数のデバイスへ送信されるマルチユーザMIMO(MU-MIMO)を含む。

20

【0071】

空間フィルタ処理、指向性送信、または指向性受信と呼ばれることもあるビームフォーミングは、送信デバイスと受信デバイスとの間の空間経路に沿ってアンテナビーム(たとえば、送信ビーム、受信ビーム)を成形またはステアリングするために送信デバイスまたは受信デバイス(たとえば、基地局105、UE115)において使用され得る信号処理技法である。ビームフォーミングは、アンテナアレイに対して特定の配向で伝搬するいくつかの信号が、強め合う干渉を受け、他の信号が、弱め合う干渉を受けるように、アンテナアレイのアンテナ素子を介して通信される信号を合成することによって達成され得る。アンテナ素子を介して通信される信号の調整は、送信デバイスまたは受信デバイスが、振幅オフセット、位相オフセット、またはその両方を、デバイスに関連するアンテナ素子を介して搬送される信号に適用することを含んでよい。アンテナ素子の各々に関連する調整は、(たとえば、送信デバイスもしくは受信デバイスのアンテナアレイに対する、またはいくつかの他の配向に対する)特定の配向に関連するビームフォーミング重みセットによって規定され得る。

30

40

【0072】

基地局105またはUE115は、ビームフォーミング動作の一部としてビーム掃引技法を使用し得る。たとえば、基地局105は、UE115との指向性通信のためのビームフォーミング動作を行うために、複数のアンテナまたはアンテナアレイ(たとえば、アンテナパネル)を使用し得る。いくつかの信号(たとえば、同期信号、基準信号、ビーム選択信号、または他の制御信号)は、異なる方向で複数回、基地局105によって送信され得る。たとえば、基地局105は、送信の異なる方向に関連する異なるビームフォーミング重みセットに従って信号を送信し得る。異なるビーム方向での送信は、(たとえば、基地局105などの送信デバイスによって、またはUE115などの受信デバイスによって)基地局105によるもっと後の送

50

信または受信のためのビーム方向を識別するために使用され得る。

【0073】

特定の受信デバイスに関連するデータ信号などのいくつかの信号は、単一のビーム方向(たとえば、UE115などの受信デバイスに関連する方向)において基地局105によって送信され得る。いくつかの例では、単一のビーム方向に沿った送信に関連するビーム方向は、1つまたは複数のビーム方向に送信された信号に基づいて決定され得る。たとえば、UE115は、基地局105によって異なる方向に送信された信号のうちの1つまたは複数を受信することがあり、UE115が最も高い信号品質または場合によっては許容可能な信号品質で受信した信号の指示を基地局105に報告し得る。

【0074】

いくつかの例では、デバイスによる(たとえば、基地局105またはUE115による)送信は、複数のビーム方向を使用して実行されてよく、デバイスは、(たとえば、基地局105からUE115への)送信のための合成されたビームを生成するために、デジタルプリコーディングまたは無線周波数ビームフォーミングの組合せを使用し得る。UE115は、1つまたは複数のビーム方向のためのプリコーディング重みを示すフィードバックを報告してよく、フィードバックは、システム帯域幅または1つまたは複数のサブバンドにわたるビームの構成された数に対応し得る。基地局105は、プリコーディングされてよくまたはプリコーディングされなくてもよい基準信号(たとえば、セル固有基準信号(CRS)、チャネル状態情報基準信号(CSI-RS))を送信し得る。UE115は、プリコーディング行列インジケータ(PMI)またはコードブックベースのフィードバック(たとえば、マルチパネルタイプコードブック、線形結合タイプコードブック、ポート選択タイプコードブック)であり得る、ビーム選択のためのフィードバックを提供し得る。これらの技法について、基地局105によって1つまたは複数の方向に送信される信号を参照しながら説明するが、UE115は、(たとえば、UE115による後続の送信または受信のためのビーム方向を識別するために)信号を異なる方向に複数回送信するための、または(たとえば、データを受信デバイスに送信するために)信号を単一の方向に送信するための、同様の技法を採用し得る。

【0075】

受信デバイス(たとえば、UE115)は、同期信号、基準信号、ビーム選択信号、または他の制御信号などの様々な信号を基地局105から受信するとき、複数の受信構成(たとえば、指向性リスニング)を試みてもよい。たとえば、受信デバイスは、異なるアンテナサブアレイを介して受信することによって、異なるアンテナサブアレイに従って受信信号を処理することによって、アンテナアレイの複数のアンテナ素子において受信された信号に適用される異なる受信ビームフォーミング重みセット(たとえば、異なる指向性リスニング重みセット)に従って受信することによって、またはアンテナアレイの複数のアンテナ素子において受信された信号に適用される異なる受信ビームフォーミング重みセットに従って受信信号を処理することによって、複数の受信方向を試みてもよく、それらのいずれも、異なる受信構成または受信方向による「リスニング」と呼ばれることがある。いくつかの例では、受信デバイスは、(たとえば、データ信号を受信するとき)単一のビーム方向に沿って受信するために単一の受信構成を使用し得る。単一の受信構成は、異なる受信構成方向(たとえば、複数のビーム方向によるリスニングに基づいて、最も高い信号強度、最も高い信号対雑音比(SNR)、または場合によっては許容可能な信号品質を有すると決定されたビーム方向)によるリスニングに基づいて決定されたビーム方向に整合され得る。

【0076】

ワイヤレス通信システム100は、階層化プロトコルスタックに従って動作するパケットベースのネットワークであり得る。ユーザプレーンでは、ベアラまたはパケットデータコンバージェンスプロトコル(PDCP)レイヤにおける通信は、IPベースであってよい。無線リンク制御(RLC)レイヤは、論理チャネル上で通信するためにパケットセグメンテーションおよびリアセンブリを実行し得る。媒体アクセス制御(MAC)レイヤは、優先度処理と、トランスポートチャネルへの論理チャネルの多重化とを実行し得る。MACレイヤはまた、MACレイヤにおける再送信をサポートしてリンク効率を改善するために、誤り検出技法、

10

20

30

40

50

誤り訂正技法、またはその両方を使用し得る。制御プレーンでは、無線リソース制御(RRC)プロトコルレイヤが、ユーザプレーンデータのための無線ベアラをサポートする、UE115と基地局105またはコアネットワーク130との間のRRC接続の確立、構成、および保守を行ってよい。物理レイヤにおいて、トランスポートチャネルは物理チャネルにマッピングされ得る。

【0077】

UE115および基地局105は、データの受信に成功する尤度を高めるために、データの再送信をサポートし得る。ハイブリッド自動再送要求(HARQ)フィードバックは、データが通信リンク125上で正しく受信される尤度を高めるための1つの技法である。HARQは、誤り検出(たとえば、巡回冗長検査(CRC)を使用する)、前方誤り訂正(FEC)、および再送信(たとえば、自動再送要求(ARQ))の組合せを含み得る。HARQは、劣悪な無線条件(たとえば、低い信号対雑音条件)でのMACレイヤにおけるスループットを改善し得る。いくつかの例では、デバイスは、デバイスが特定のスロットの中の前のシンボルにおいて受信されたデータに対してそのスロットの中でHARQフィードバックを提供し得る、同一スロットHARQフィードバックをサポートし得る。他の場合、デバイスは、後続のスロットにおいて、または何らかの他の時間間隔に従ってHARQフィードバックを提供し得る。

【0078】

場合によっては、ワイヤレスシステム100は、OAMベースの通信システムの例であってよい、または場合によってはそれをサポートし得、基地局105またはUE115は、OAMビームを介して通信し得る。いくつかの例では、基地局105またはUE115は、それに基づいてアンテナ素子が平面アレイ上の決定されたエリア内に入る、アンテナ素子(たとえば、基地局105またはUE115上のアンテナ素子)の平面アレイからアンテナ素子のセットを選択することに基づいて、OAMビームを生成およびステアリングし得る。いくつかの実装形態では、たとえば、基地局105またはUE115は、本明細書で θ と呼ばれることがあり、それを介して基地局105またはUE115がOAMビームを使用して別のワイヤレスデバイスと通信し得る、平面アレイに対して定義され得る角度方向に基づいて、第1のエリアを決定し得る。いくつかの態様では、第1のエリアは、基地局105またはUE115がOAMビームを使用して通信し得る角度方向 θ に対して直角である平面内に位置する(たとえば、計算目的で使用されてよく、物理的に存在しないことがある)論理エリアであってよい。

【0079】

基地局105またはUE115は、平面アレイ上の第1のエリアの投影に基づいて、第2のエリアを決定し得る。たとえば、第2のエリアは、角度方向 θ による平面アレイ上の第1のエリアの投影に関連付けられてよい。したがって、第2のエリアは、平面アレイと共面の平面上に配置され得る。基地局105またはUE115は、平面アレイ上の第2のエリアの決定に基づいて、それに基づいてアンテナ素子が第2のエリア内に位置する平面アレイからアンテナ素子を選択し得る。たとえば、基地局105またはUE115は、第2のエリアに入るアンテナ素子を選択することができ、第2のエリアから外れるアンテナ素子を選択するのを控えることができる。それに基づいてアンテナ素子が第2のエリア内に位置する平面アレイからアンテナ素子を選択すると、基地局105またはUE115は、角度方向 θ に従って選択されたアンテナ素子を介してOAMビームを送信または受信し得る。

【0080】

図2は、本開示の態様による、OAMの生成およびステアリングをサポートするワイヤレス通信システム200の例を示す。いくつかの例では、ワイヤレス通信システム200は、ワイヤレス通信システム100の態様を実装し得る。ワイヤレス通信システム200は、本明細書で説明する対応するデバイスの例であってよい、基地局105-aとUE115-aとの間の通信を示し得る。いくつかの例では、第6世代(6G)システムの一例であってよいワイヤレス通信システム200は、OAMベースの通信をサポートすることができ、したがって、基地局105-aおよびUE115-aは、地理的カバレッジエリア110-a内で通信リンク205(たとえば、OAMリンク205)上でOAMビーム210を送信または受信し得る。

【0081】

たとえば、基地局105-aまたはUE115-aは、異なる信号を区別するために電磁波のOAMを使用することによってOAMベースの通信をサポートし得る。電磁波のOAMは、電磁波のスピン角運動量(SAM:spin angular momentum)とは異なってよく、以下に示す、式1による量子力学において定義されるように電磁波の角運動量全体に寄与し得る。

【0082】

【数1】

$$J = \iiint \mathbf{r} \times \mathbf{S} \, dx dy dz = \Sigma + L \quad (1)$$

【0083】

式1に示すように、Jは、電磁波の角運動量に等しく、rは、位置ベクトルであり、 $\mathbf{S} = \mathbf{E} \times \mathbf{H}$ であり、ポインティングフラックス(Poynting flux)に等しく、Eは電界ベクトルに等しく、Hは、磁界の補助場(auxiliary field)ベクトルに等しく、 Σ は、電磁波のSAMに等しく(また代替としてSと示されることがある)、Lは、電磁波のOAMに等しい。場合によっては、電磁波のSAMは、電磁波の偏光に関連付けられることがある。たとえば、電磁波は、左および右など、異なる偏光(たとえば、円偏光)に関連付けられることがある。したがって、電磁波のSAMは、複数の(たとえば、2つの)自由度を有し得る。

【0084】

場合によっては、電磁波のOAMは、(たとえば、光ビームがらせん波形またはねじれ波形に関連付けられ得る例では)らせん(helical)波面形状またはねじれ波面形状の形をとってよい、電磁波の磁界空間分布に関連付けられてよい。たとえば、電磁波(たとえば、光ビーム)は、らせんモード(OAMモードと呼ばれることもある)であってよく、そのようならせんモードは、中央に(たとえば、ビーム軸において)光渦を有するらせんとして成形された波面によって特徴付けられてよく、各らせんモードは、異なるらせん波形構造に関連付けられる。らせんモード(たとえば、OAM状態と呼ばれることもあるOAMモード)は、モードインデックスmによって定義されることがあるか、またはそのように呼ばれることがあり、モードインデックスmの符号は、らせんの「掌性」(たとえば、左または右)に対応し、モードインデックスmの大きさ(たとえば、 $|m|$)は、電磁波の、異なるが、インターリーブされたらせんの量に対応する。

【0085】

たとえば、 $m=0$ のOAMモードインデックスに関連する電磁波の場合、電磁波はらせんではなく、電磁波の波形は、複数の切断面である(たとえば、電磁波は一連の平行面である)。 $m=+1$ のOAMモードインデックスに関連する電磁波の場合、電磁波は、右回り方向に伝搬し得(たとえば、右円偏光を有するか、または時計回りの円偏光を有すると理解され得る)、電磁波の波面は、電磁波の波長 λ に等しいステップ長さ(step length)を有する単一のらせん面として成形され得る。同様に、電磁波の一回転にわたる位相遅延は、 2π に等しくてよい。同様に、 $m=-1$ のOAMモードインデックスの場合、電磁波は、左回り方向に伝搬し得(たとえば、左円偏光を有するか、または反時計回りの円偏光を有すると理解され得る)、電磁波の波面は、電磁波の波長 λ に等しいステップ長さを有する単一のらせん面としてやはり成形され得る。同様に、電磁波の一回転にわたる位相遅延は、 -2π に等しくてよい。

【0086】

さらなる例として、 $m=\pm 2$ のOAMモードインデックスの場合、電磁波は、右回り方向(+2の場合)または左回り方向(-2の場合)のいずれかで伝搬し得、電磁波の波面は、2つの、異なるが、インターリーブされたらせん面を含み得る。そのような例では、各らせん面のステップ長さは、 $\lambda/2$ に等しくてよい。同様に、電磁波の一回転にわたる位相遅延は、 $\pm 4\pi$ に等しくてよい。一般論として、モード-mの電磁波は、(mの符号に応じて)右回り方向または左回り方向のいずれかで伝搬し得、m個の、異なるが、 $\lambda/|m|$ に等しい各らせん面のステップ長さを有する、インターリーブされたらせん面を含み得る。同様に、電磁波の一回転にわたる位相遅延は、 $2m\pi$ に等しくてよい。いくつかの例では、電磁波は、電磁

10

20

30

40

50

波のOAMの無限数の自由度(たとえば、 $m=0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \infty$)を提供するように無期限に拡張され得る。したがって、電磁波のOAM(たとえば、式1で定義するようにL)は、無限自由度に関連付けられ得る。

【0087】

いくつかの例では、電磁波のOAMモードインデックス m は、信号またはチャネル多重化のための追加の次元に対応し得るか、または場合によってはそれとして機能し得る(たとえば、そのように定義され得る)。たとえば、(無限であり得る)各OAMモードまたはOAM状態は、サブチャネルなど、通信チャネルと同様に(たとえば、等しく)機能し得る。言い換えれば、OAMモードまたはOAM状態(6Gシステムにおいて)は、(5Gシステムにおいて)通信チャネルに対応し得、その逆も同様である。たとえば、基地局105-aまたはUE115-aが異なる通信チャネルを介して別個の信号を送信し得る方法と同じように、基地局105-aまたはUE115-aは、異なるOAMモードまたはOAM状態を有する電磁波を使用して別個の信号を通信し得る。いくつかの態様では、異なる信号を搬送するための電磁波のOAMモードまたはOAM状態のそのような使用は、OAMビーム210の使用と呼ばれることがある。

【0088】

加えて、いくつかの例では、異なるOAMモード(たとえば、OAM状態)を有する電磁波は、(たとえば、空間が無限の軸セットを含んでよく、シーケンスの次の要素が進み得る別の座標方向を常に有することによって、シーケンスが無限になり得るHilbert的な意味で)互いに対して相互に直交であり得る。同様に、Hilbert的な意味で、直交OAMモードまたはOAM状態は、直交通信チャネル(たとえば、通信チャネル上で送信された直交シーケンス)に対応し、潜在的に無限数のOAMモードまたはOAM状態に基づいて、OAMビーム210の使用を採用するワイヤレス通信システム200は、論理的に無限能力を達成し得る。たとえば、論理的に、無限数のOAM状態またはOAMモードは、多重化のためにともにねじれてよく、異なるOAMモード(たとえば、インデックス)によって搬送される信号同士の間の直交性を保つと同時に、OAMリンク205の能力は無限に近づき得る。

【0089】

場合によっては、基地局105-aまたはUE115-aは、SPPまたはUCA方法を使用してそのようなOAMビーム210を生成し得る。基地局105-aまたはUE115-aがSPP方法を使用する場合、たとえば、基地局105-aまたはUE115-aは、電磁波を光演算子(たとえば、SPP)に通過させることに基づいて、OAMモードインデックス $m=0$ に関連する電磁波(たとえば、モードゼロOAMに関連する非らせん電磁波)をOAMモードインデックス $m \neq 0$ に関連する電磁波(たとえば、非ゼロOAMに関連するらせん電磁波)に変換し得る。そのような光演算子は、幾何学的制約に関連付けられてよく、単一のOAMモードに関連する電磁波を生成することが可能であり得る。言い換えれば、基地局105-aまたはUE115-aは、1つのSPPを使用して、OAMビーム210の1つのOAMモードを生成し得る。したがって、基地局105-aまたはUE115-aは、基地局105-aまたはUE115-aが送信し得るOAMビーム210の各OAMモードに対して異なるSPPを実装することがあるが、これは、非効率的であり得、基地局105-aまたはUE115-aにおいてコストのかかるメモリおよび処理電力量を消費し得る。さらに、SPPを実装してOAMビーム210を生成している基地局105-aまたはUE115-aは、SPPが位置する面に対して直角とは異なる方向にOAMビーム210を送信または受信することが可能でないことがある。

【0090】

基地局105-aまたはUE115-aがOAMビーム210を生成するためにUCA方法を使用する場合、基地局105-aまたはUE115-aは、アンテナ素子の円形アレイ上のアンテナ素子のセットを識別することができ、OAMモードインデックス m に基づいて識別されたアンテナ素子の各々に重みをロードし得る。たとえば、 m のOAMモードインデックスを有するOAMビーム210を生成するために、基地局105-aまたはUE115-aは、UCA上の基準線(たとえば、原点がUCAの中央である、UCAが位置する面上の x 軸)とアンテナ素子との間で測定された角度、OAMモードインデックス m 、および(たとえば、場合によっては、代替として j として示されることがある複素数値重みに対する) i に基づいて各アンテナ素子に対する重み

をUCA上にロードし得る。場合によっては、たとえば、アンテナ素子nに対する重みは、

【0091】

【数2】

$$e^{i \cdot m \cdot \varphi_n}$$

【0092】

に比例し得、式中、

【0093】

【数3】

$$\varphi_n$$

10

【0094】

は、UCA上の基準線とアンテナ素子nとの間で測定された角度に等しい。

【0095】

たとえば、 $m=0$ の場合、基地局105-aまたはUE115-aは、各アンテナ素子の重みは1に等しいと決定し得、 $m=1$ の場合、基地局105-aまたはUE115-aは、各アンテナ素子nの重みは

【0096】

【数4】

$$e^{i \cdot \varphi_n}$$

20

【0097】

に等しいと決定し得、 $m=2$ の場合、基地局105-aまたはUE115-aは、各アンテナ素子nの重みは、

【0098】

【数5】

$$e^{i \cdot 2 \cdot \varphi_n}$$

30

【0099】

に等しいと決定し得る、などである。しかしながら、場合によっては、UCAを実装してOAMビーム210を生成している基地局105-aまたはUE115-aは、UCAが位置する面に対して直角とは異なる方向でOAMビーム210を送信または受信することが可能でないことがある。したがって、基地局105-aまたはUE115-aは、SPPまたはUCA方法を使用するとき、OAMビーム210をステアリングするために限定された能力を有することがあり、これは結果として、OAMビーム210の適用または利用を制限させ得る。

【0100】

本開示のいくつかの実装形態では、基地局105-aまたはUE115-aは、平面アレイ215上のエリア220内の平面アレイ215からアンテナ素子を選択することに基づいて、本明細書で θ と呼ばれる任意の所望の角度方向でOAMビーム210をステアリングし得る。たとえば、基地局105-aは、平面アレイ215-a上のエリア220-a内の基地局105-aの平面アレイ215-aからアンテナ素子を選択することができ、選択されたアンテナ素子を使用して、OAMビーム210をUE115-aに送信することまたはそこから受信することができる。同様に、UE115-aは、平面アレイ215-b上のエリア220-b内のUE115-aの平面アレイ215-bからアンテナ素子を選択することができ、選択されたアンテナ素子を使用して、OAMビーム210を基地局105-aに送信することまたはそこから受信することができる。いくつかの態様では、平面アレイ215は、(マッシュまたはホログラフィック)MIMOアレイまたはインテリジェントサーフェスの例であり得、または場合によってはそれとして機能し得る。

40

50

【0101】

いくつかの例では、基地局105-aまたはUE115-aは、基地局105-aまたはUE115-aがOAMビーム210を通信(たとえば、送信または受信)し得る角度方向 θ に基づいて、平面アレイ215上のエリア220を決定し得る。たとえば、基地局105-aまたはUE115-aは、「等価」円形アレイに関連する第1のエリアを決定することができ、平面アレイ215上の第1のエリアの投影に基づいて、エリア220(たとえば、第2のエリア220)を決定することができる。いくつかの例では、基地局105-aまたはUE115-aは、等価円形アレイに関連する第1のエリアを効果的に使用してOAMビーム210を生成し得、エリア220を使用してOAMビーム210をステアリングし得る。いくつかの態様では、第1のエリアは、基地局105-aまたはUE115-aがOAMビーム210を送信または受信し得る角度方向 θ に対して直角である平面上に位置し得、第1のエリアは、第1のエリアの点(たとえば、一点)が、図3に示すように、平面アレイ215を含む平面内に位置し得るように、位置し得る。第1のエリアの点は平面アレイ215を含む平面内に位置するように示されているが、第1のエリアは、第1のエリアが角度方向 θ に対して直角である平面内に位置するように、任意の他の方法で配置されてよい(たとえば、第1のエリアの一点は、平面アレイ215を含む平面と交差し得ないか、または第1のエリアの複数の点は、平面アレイ215を含む平面と交差し得る)。したがって、基地局105-aまたはUE115-aは、平面アレイ215上の第1のエリアの投影に基づいて、平面アレイ215上のエリア220を決定し得る。平面アレイ215上の等価円形アレイに関連する第1のエリアの投影に関する追加の詳細について、図3を参照することを含めて、本明細書で説明する。

【0102】

基地局105またはUE115は、エリア220の決定に基づいて、それに基づいてアンテナ素子がエリア220内に位置する平面アレイ215からアンテナ素子のセットを選択し得る。たとえば、基地局105-aまたはUE115-aは、エリア220内に位置するアンテナ素子を選択することができ、エリア220の外側に位置するアンテナ素子を選択することを控えることができる。平面アレイ215からのアンテナ素子の選択に関する追加の詳細について、図4を参照することを含めて、本明細書で説明する。平面アレイ215からアンテナ素子のセットを選択すると、基地局105-aまたはUE115-aは、送信または受信されたOAMビーム210のOAMモードインデックス m および各アンテナ素子に関連する1つまたは複数の空間パラメータに基づいて、選択されたアンテナ素子の各々に重みを適用することができる。加えて、いくつかの実装形態では、選択されたアンテナ素子のセットに適用された重みは、OAMビームが送信される距離に対する減衰損失を明らかにし得る減衰損失関数に基づき得る。したがって、減衰損失関数は、距離依存減衰損失関数と同等に呼ばれることがある。選択されたアンテナ素子のセットの各アンテナ素子に適用された重みに関する追加の詳細について、図3を参照することを含めて、本明細書で説明する。

【0103】

したがって、基地局105-aまたはUE115-aは、平面アレイ220上のエリア220内に位置する、選択されたアンテナ素子のセットを介して、選択されたアンテナ素子の各々に適用された重みに基づいて、OAMビーム210を送信または受信し得る。さらに、基地局105-aとUE115-aの間であるとして示されているが、基地局105-aもしくはUE115-a、または両方は、OAMビーム210をピアデバイスなどの他のワイヤレスデバイスに送信することまたはそこから受信することが可能である。たとえば、本開示の範囲を超えずに、説明する技法を実装することによって、基地局105-aは、OAMビーム210を別の基地局105に送信することまたはそこから受信することができ、UE115-aは、OAMビーム210を別のUE115に送信することまたはそこから受信することができる。

【0104】

図3は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする投影300の例を示す。いくつかの例では、投影300は、ワイヤレス通信システム100およびワイヤレス通信システム200の態様を実現するために実装され得る。たとえば、基地局105またはUE115は、投影300を実装して、そこから基地局105またはUE115が基地局105

またはUE115がOAMビームを送信または受信し得る(角度方向 θ に関連付けられ得る)ビーム方向325に基づいて平面アレイ305からアンテナ素子310を選択することができるエリアを決定し得る。

【0105】

たとえば、基地局105-aまたはUE115-aは、基地局105-aまたはUE115-aがOAM信号を送信または受信し得るビーム方向325に基づいて、等価円形アレイ320を決定し得る。いくつかの態様では、基地局105またはUE115は、(たとえば、等価円形アレイはビーム方向325に対して直角であり得るので)そこから基地局105またはUE115がビーム方向325にOAMビームを(仮想的にまたは事実上)生成し得る理論的円形アレイとして等価円形アレイ320を決定し得る。図3に示すように、等価円形アレイ320は、原点 O' および半径 R に関連付けられてよく、(たとえば、 x 軸上に示された)一点において平面アレイ305に交差し得る。加えて、ビーム方向325に対して直角であることに基づいて、等価円形アレイ320は、角度方向 θ だけ平面アレイ305に対して角をなし得る。基地局105またはUE115がOAMビームを受信する例では、角度方向 θ は、到来方位角(AoA: azimuth angle of arrival)、もしくは到来天頂角(ZoA: zenith angle of arrival)、または両方に対応し得る。基地局105またはUE115がOAMビームを送信する例では、角度方向 θ は、発射方位角(AoD: azimuth angle of departure)、もしくは発射天頂角(ZoD: zenith angle of departure)、または両方に対応し得る。

10

【0106】

いくつかの実装形態では、基地局105またはUE115は、平面アレイ305上に等価円形アレイ320を投影し得、投影に基づいて楕円アレイ315を決定し得る。さらに、楕円と呼ばれるが、楕円アレイ315は、本開示の範囲を超えずに、他の形状であってよい。たとえば、ビーム方向325が(たとえば、角度方向 $\theta=0$ であるように)平面アレイ305に対して直角である例では、楕円アレイ315は(等価円形アレイ320が円形である場合)円形であり得る。代替として、ビーム方向325が(たとえば、角度方向 $\theta \neq 0$ であるように)平面アレイ305に対して直角ではない例では、楕円アレイ315は楕円であり得る。

20

【0107】

図3に示すように、楕円アレイ315は、平面アレイ305上に位置してよく(たとえば、平面アレイ305と共面であってよく)、 $x^2(\cos \theta)^2 + y^2 = R^2$ (または、より一般的に、 $(x-x_e)^2(\cos \theta)^2 + (y-y_e)^2 = R^2$)によって定義され得る。基地局105またはUE115は、どのアンテナ素子310が $x^2(\cos \theta)^2 + y^2 = R^2$ (または、より一般的に、 $(x-x_e)^2(\cos \theta)^2 + (y-y_e)^2 = R^2$)を満たす平面アレイ305上の座標ロケーションに関連付けられるかを決定することに基づいて、平面アレイ305からアンテナ素子310を選択することができ、選択されたアンテナ素子を使用して、発射角 θ に従ってOAMビームを生成すること、または到来角 θ においてOAMビームを受信することができる。

30

【0108】

さらに、図4を参照することを含めて、本明細書で説明するように、楕円アレイ315は、エリア330に関連付けられてよい、または場合によっては、それを含んでよく(たとえば、 R は、 $R_1 \leq R \leq R_2$ であるように、より小さい半径 R_1 およびより大きい半径 R_2 によって定義された値範囲を含んでよく)、基地局105またはUE115は、エリア330(たとえば、 R_1 および R_2 によって定義されたリングエリア330)内に位置する平面アレイ315からアンテナ素子310を選択し得る。たとえば、等価円形アレイ320は、第1の半径 R_1 に関連する第1の円と第2の半径 R_2 に関連する第2の円との間のエリアとして定義されたエリアに関連付けられてよい、またはそれを含んでよく、それに応じて、平面アレイ305上の均等円形アレイ320に関連するリングエリアの投影は、同様に、 R_1 および R_2 によって定義されたリングエリア330をもたらす。楕円アレイ315がエリア330に関連付けられるか、またはそれを含む、そのような例では、基地局105またはUE115は、 $R_1 \leq x^2(\cos \theta)^2 + y^2 \leq R_2$ を満たす座標ロケーションを有するアンテナ素子を選択し得る。

40

【0109】

各選択されたアンテナ素子310に対して、基地局105またはUE115は、OAMモードイ

50

ンデックス m および1つまたは複数の空間パラメータに基づいて、複素数値重みであってよい重み w を決定し、それを適用し得る。たとえば、基地局105またはUE115は、OAMモードインデックス m および1つまたは複数の空間パラメータが入力であり得るアンテナ素子重み関数 $w(\phi)$ に基づいて、アンテナ素子310に対する重みを決定し得る。たとえば、アンテナ素子310に対して決定される重みは、アンテナ素子310に関連する角度 ϕ に基づき得る。図3に示すように、アンテナ素子310は、

【0 1 1 0】

【数6】

$$\left(x_e + \frac{R \cos \phi}{\sin \theta}, y_e + R \sin \phi\right)$$

10

【0 1 1 1】

の (x, y) 座標を有してよく、アンテナ素子310は $z=0$ に位置してよい。いくつかの態様では、角度 ϕ は、楕円アレイ315の(たとえば、 x 軸として示される)基準線からアンテナ素子310までの楕円アレイ315の(たとえば、座標 (x_e, y_e) を有し得る)原点 O を中心に測定され得る。関数 $w(\phi)$ は、以下に示すように、式2に従って定義され得る:

【0 1 1 2】

【数7】

$$w(\phi) = \frac{\alpha}{|h(x)|} \exp \left\{ i \left[m\phi' + \frac{2\pi}{\lambda} d(\phi', \theta) \right] \right\} \quad (2)$$

20

【0 1 1 3】

式2に示すように、 α は正の定数であってよく、 $h(x)$ は減衰損失関数(たとえば、距離依存減衰損失関数)であってよく、自由空間伝搬のために、

【0 1 1 4】

【数8】

$$h(x) = \frac{\beta}{4\pi x} \exp \left(-i \frac{2\pi}{\lambda} x \right)$$

30

【0 1 1 5】

であり、式中、 β は定数であり、 λ は、電磁波(たとえば、OAMビーム)の波形である。いくつかの例では、減衰損失関数 $h(x)$ への入力 x は、距離関数 $d(\phi', \theta)$ であってよく、これは、

【0 1 1 6】

【数9】

$$d(\phi', \theta) \triangleq R(1 + \cos \phi') \tan \theta$$

【0 1 1 7】

のように定義され得、式中、 R は、等価円形アレイ320上のアンテナ素子310の投影されたロケーション P と等価円形アレイ320の中心(たとえば、 O')との間の距離であり得る。したがって、1つまたは複数の空間パラメータは、角度方向 θ 、等価円形アレイ320上のアンテナ素子の投影されたロケーション P と等価円形アレイ320の中心(たとえば、 O')との間の距離 R 、等価円形アレイ320の基準線(たとえば、等価円形アレイ320が x 軸に交差するところから等価円形アレイ320が z 軸に交差するところまでに引かれた距離)から等価円形アレイ320上のアンテナ素子の投影されたロケーション P までの等価円形アレイ320の中心 O' で測定された角度 ϕ' 、および信号を搬送している電磁波(たとえば、OAMビーム)の波長 λ のうちの1つまたは複数を含み得る。

40

【0 1 1 8】

50

いくつかの態様では、式2における

【0 1 1 9】

【数 1 0】

$$\frac{\alpha}{|h(x)|}$$

【0 1 2 0】

条件は、随意であってよく、したがって、アンテナ素子310に対する重みの計算に含まれても含まなくてもよい。たとえば、 $w(\phi)$ は、

【0 1 2 1】

【数 1 1】

$$w(\phi) = \exp\left\{i\left[m\phi' + \frac{2\pi}{\lambda}d(\phi', \theta)\right]\right\}$$

【0 1 2 2】

に従って決定され得る。加えて、基地局105またはUE115は、以下で式3に示すように、 ϕ と ϕ' と θ との間の関係に基づいて、アンテナ素子310に対する重みを決定し得る。

【0 1 2 3】

【数 1 2】

$$\cos \phi = \frac{\cos \phi'}{\sqrt{(\cos \theta)^2 + (\sin \theta)^2 (\cos \phi')^2}} \quad (3)$$

【0 1 2 4】

さらに、単一のアンテナ素子310に対する重みを決定する文脈で説明され、示されているが、基地局105またはUE115は、OAMモードインデックス m および各それぞれのアンテナ素子310に関連する1つまたは複数の空間パラメータに基づいて、選択されたアンテナ素子の各々に対する重みを同様に決定し得る。アンテナ素子単位で選択されたアンテナ素子310の各々に対する重み(たとえば、複素数値重み)を決定すると、基地局105またはUE115は、決定された重みを選択されたアンテナ素子310の各々に適用またはロードすることができ、重みを適用またはロードすることに基づいて、OAMビームを送信または受信し得る。

【0 1 2 5】

図4は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする例示的なアンテナ選択手順400および401を示す。いくつかの例では、アンテナ選択手順400および401は、ワイヤレス通信システム100およびワイヤレス通信システム200の態様を実現するために実装され得る。たとえば、基地局105またはUE115は、アンテナ選択手順400またはアンテナ選択手順401のうちの1つを実装して、平面アレイ405上のエリア415内に位置する平面アレイ405からアンテナ素子410を選択し得る。いくつかの態様では、平面アレイ405は、MIMOアレイ(たとえば、マッシュまたはホログラフィックMIMOアレイまたはマルチアンテナアレイ)またはアンテナ素子410のインテリジェントサーフェスなど、均一平面アレイ(UPA)の一例であってよい。さらに、アンテナ素子410は矩形パターンで平面アレイ405上に分散されている(たとえば、均一に分散されている)として示されているが、アンテナ素子410は、本開示の範囲を超えずに、三角状パターンなど、任意のパターンで平面アレイ405上に分散されてよい。

【0 1 2 6】

図2および図3を参照することを含めて、本明細書でより詳細に説明するように、基地局105またはUE115は、平面アレイ405上の第1のエリア(たとえば、第1のリングエリア、第1の楕円エリア、または別のエリア形状)の投影に基づいて、エリア415を決定することができ、第1のエリアは、角度方向 θ に対して直角である平面上に配置される。第1のエリ

10

20

30

40

50

アが第1のリングエリアである例では、第1のリングエリアは、第1の半径R1に関連する第1の円と第2の半径R2に関連する第2の円との間のエリアとして定義され得る。いくつかの態様では、第1の半径R1は、第2の半径R2よりも小さくてよい。したがって、平面アレイ405上の第1のリングエリアの投影は、(たとえば、基地局105またはUE115がOAMビームを送信または受信し得る角度方向 θ がゼロに等しい例では)第1の半径R1に関連する内円および第2の半径R2に関連する外円によって定義される円形リングエリア415-a、または(たとえば、基地局105またはUE115がOAMビームを送信または受信し得る角度方向 θ がゼロに等しくない例では)半短軸R1に関連する内楕円および半短軸R2に関連する外楕円によって定義される楕円リングエリア415-bを生じ得る。

【0127】

したがって、基地局105またはUE115がOAMビームを送信または受信し得る角度方向 θ がゼロに等しい例では、基地局105またはUE115は、アンテナ選択手順400を実装して、どのアンテナ素子410-aが円形リングエリア415-a内に位置するかを決定することに基づいて、平面アレイ405-aからアンテナ素子410-aを選択し得る。たとえば、基地局105またはUE115は、R2の半径によって定義された円の内側およびR1の半径によって定義された円の外側であるアンテナ素子410-aを選択することができ、R2の半径によって定義された円の外側またはR1の半径によって定義された円の内側であるアンテナ素子410-aを選択するのを控えることができる。代替として、基地局105またはUE115がOAMビームを送信または受信し得る角度方向 θ が0とは異なる角度に等しい例では、基地局105またはUE115は、アンテナ選択手順401を実装し、どのアンテナ素子410-bが楕円リングエリア415-b内に位置するかを決定することに基づいて、平面アレイ405-bからアンテナ素子410-bを選択し得る。たとえば、基地局105またはUE115は、R2の半短軸によって定義される楕円の内側およびR1の半短軸によって定義される楕円の外側であるアンテナ素子410-bを選択することができ、R2の半短軸によって定義される楕円の外側またはR1の半短軸によって定義される楕円の内側であるアンテナ素子410-bを選択するのを控えることができる。さらに、円形リングエリア415-aおよび楕円リングエリア415-bの文脈で説明するが、基地局105またはUE115は、同様のアンテナ選択手順を実装して、本開示の範囲を超えずに、平面アレイ405上の異なって成形されたエリア415からアンテナ素子410を選択し得る。

【0128】

いくつかの例では、エリア415内に位置するアンテナ素子410のセットを選択することは、エリア415内に位置するアンテナ素子410のセットをアクティブ化することと、エリア415の外部に位置する平面アレイ405上のアンテナ素子410の残りを非アクティブ化する(たとえば、オフにする)こととを含み得る。したがって、基地局105またはUE115は、アクティブ化されたアンテナ素子410を使用してOAMビームを送信または受信することができ、非アクティブ化されたアンテナ素子410のうちのいずれも使用するのを控えることができる。選択されたアンテナ素子410のセットをアクティブ化すると、基地局105またはUE115は、素子単位で、複素数値重みなどの重みをアクティブ化されたアンテナ素子410の各々でなければ、少なくともそのうちのいくつかに適用し得る。素子単位の重みの決定および適用またはロードに関する追加の詳細について、図3を参照することを含めて、

【0129】

図5は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートするプロセスフロー500の例を示す。いくつかの例では、プロセスフロー500は、ワイヤレス通信システム100またはワイヤレス通信システム200の態様を実装してよい。プロセスフロー500は、基地局105またはUE115など、本明細書で説明する他のデバイスの例であってよい、第1のデバイス505と第2のデバイス510との間のOAMベースの通信を示し得る。いくつかの例では、第1のデバイス505および第2のデバイス510は、各々、第1のデバイス505がOAMビームを第2のデバイス510に送信し得る角度方向 θ に基づいて、アンテナ素子のそれぞれの平面アレイからアンテナ素子のセットを選択し得る。いくつかの特徴が

10

20

30

40

50

説明されるものとは異なる順序で実行されるか、またはまったく実行されないプロセスフローの代替例が実装され得る。いくつかの例では、動作は、以下で述べない追加の特徴を含んでよく、またはさらなる動作が追加されてよい。

【0130】

515-aおよび515-bにおいて、第1のデバイス505および第2のデバイス510は、第1のデバイス505および第2のデバイス510がOAMビームを使用して通信し得る角度方向(たとえば、 θ)に基づいて、第1のリングエリアを決定し得る。いくつかの態様では、角度方向は(各それぞれのデバイスにおける)アンテナ素子の平面アレイに相対し、第1のリングエリアは角度方向に配向され得る。たとえば、第1のリングエリアは、角度方向に対して直角である平面内に位置し得る。

10

【0131】

520および525において、第1のデバイス505および第2のデバイス510は各々、第1のリングエリアに基づいて、そのそれぞれの平面アレイ上のアンテナ素子からアンテナ素子のセットを選択し得る。たとえば、520-aおよび520-bにおいて、第1のデバイス505および第2のデバイス510は各々、平面アレイ上の第1のリングエリアの投影に基づいて、平面アレイ上の第2のリングエリアを決定し得る。たとえば、第1のデバイス505および第2のデバイス510は各々、第1のリングエリアが平面アレイに対して配向される角度方向に基づいて、そのそれぞれの平面アレイ上に第1のリングエリアを投影し得る。

【0132】

525-aおよび525-bにおいて、第1のデバイス505および第2のデバイス510は各々、そのそれぞれの平面アレイ上の第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを選択し得る。いくつかの例では、第1のデバイス505および第2のデバイス510は各々、アンテナ素子の選択されたセットをアクティブ化し、そのそれぞれの平面アレイ上の第2のリングエリアの外側に位置するアンテナ素子の残りを非アクティブ化し得る。第1のデバイス505および第2のデバイス510が各々、第2のリングエリアからアンテナ素子のセットをどのように選択し得るかに関する追加の詳細について、図4を参照することを含めて、本明細書で説明する。

20

【0133】

530-aおよび530-bにおいて、第1のデバイス505および第2のデバイス510は各々、アンテナ素子のセットに対する複素数値重みのセットを決定し得、複素数値重みのセットの各複素数値重みは、アンテナ素子のセットの1つのアンテナ素子に対応し、OAMモードインデックス(たとえば、OAMモードインデックス m)の関数および1つまたは複数の空間パラメータに基づく。たとえば、第1のデバイス505および第2のデバイス510は、アンテナ素子単位で複素数値重みのセットを決定し得る。いくつかの例では、関数は、 $w(\Phi)$ と呼ばれることがあり、式2に従って定義され得る。いくつかの態様では、1つまたは複数の空間パラメータは、角度方向 θ 、(たとえば、図3に示すような)第1のリングエリア上のアンテナ素子の投影されたロケーションPと第1のリングエリアの中心 O' との間の距離 R 、第1のリングエリアの基準線(たとえば、図3に示すように、第1のリングエリアが x 軸に交差するところから第1のリングエリアが z 軸に交差するところまで引かれた第1のリングエリアの直径)から第1のリングエリア上のアンテナ素子の投影されたロケーションPまでの第1のリングエリアの中心 O' で測定された角度 Φ' 、およびOAMビームを使用して送信または受信された信号の波長 λ (たとえば、信号を搬送する電磁波の波長 λ)のうちの1つまたは複数を含み得る。いくつかの実装形態では、1つまたは複数の空間パラメータは、減衰損失関数 $h(x)$ をさらに含み得る。第1のデバイス505および第2のデバイス510が複素数値重みのセットをどのように決定し得るかに関する追加の詳細について、図3を参照することを含めて、本明細書で説明する。

30

40

【0134】

535-aおよび535-bにおいて、第1のデバイス505および第2のデバイス510は各々、複素数値重みのセットをアンテナ素子のそのそれぞれの選択されたセットに適用し得る。いくつかの例では、複素数値重みのセットをアンテナ素子のセットに適用することは、複素

50

数値重みのセットをアンテナ素子のセットにロードすることと等しく呼ばれることがある。いくつかの例では、複素数値重みのセットは、MIMO送信におけるプリコーダの役割と同様の役割を果たし得る。たとえば、各重みは、アンテナ素子に対応して重み付けされる量で多重化される。たとえば、第1のデバイス505は、送信側で、アンテナ素子単位の重みでOAMモード(たとえば、インデックス)によって送信および搬送されることになる情報符号を多重化し(たとえば、重み付けし)、最終的な送信に先立って、その積を選択されたアンテナ素子にマッピングすることに基づいて、複素数値重みのセットをアンテナ素子の選択されたセットに適用し得る。第2のデバイス510は、受信側で、アンテナ素子単位の重みで選択されたアンテナ素子において受信された信号を多重化すること(たとえば、重み付けすること)に基づいて、複素数値重みのセットをアンテナ素子の選択されたセットに適用し得る。第2のデバイス510は、情報符号を検出するために、重み付け後の値に対する加算を決定し得る(たとえば、加算を実行し得る)。

10

【0135】

540において、第1のデバイス505は、角度方向に従って、第1のデバイス505によって選択されたアンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイス510に送信し得る。同様に、第2のデバイス510は、角度方向に従って、第2のデバイス510によって選択されたアンテナ素子のセットを介してOAMビームを第1のデバイス505から受信し得る。いくつかの例では、第1のデバイス505および第2のデバイス510は、複素数値重みのセットをアンテナ素子のそれぞれの選択されたセットに適用することに基づいて、OAMビームを送信および受信し得る。

20

【0136】

さらに、プロセスフロー500は第1のデバイス505と第2のデバイス510の両方が説明する動作を実行することを示すが、いくつかの例では、本開示の範囲から超えずに、両方ではなく、第1のデバイス505または第2のデバイス510が説明する動作を実行し得る。

【0137】

図6は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートするデバイス605のブロック図600を示す。デバイス605は、本明細書で説明するようなデバイスの態様の一例であってよい。デバイス605は、受信機610、通信マネージャ615、送信機620を含み得る。デバイス605は、プロセッサを含んでもよい。これらの構成要素の各々は、(たとえば、1つまたは複数のバスを介して)互いと通信していてもよい。

30

【0138】

受信機610は、パケット、ユーザデータ、または様々な情報チャネルに関連する制御情報(たとえば、制御チャネル、データチャネル、ならびにOAMビームの生成およびステアリングに関する情報など)のような情報を受信し得る。情報は、デバイス605の他の構成要素に渡され得る。受信機610は、図9を参照して説明するトランシーバ920の態様の一例であってよい。受信機610は、単一のアンテナまたはアンテナのセットを利用してもよい。

【0139】

いくつかの実装形態では、通信マネージャ615は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することと、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信することとを行い得る。

40

【0140】

いくつかの他の実装形態では、通信マネージャ615は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することと、角度方向に従って、

50

アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信することを行い得る。通信マネージャ615は、本明細書で説明する通信マネージャ910の態様の一例であってよい。

【0141】

通信マネージャ615またはその下位構成要素は、ハードウェア、プロセッサによって実行されるコード(たとえば、ソフトウェアまたはファームウェア)、またはそれらの任意の組合せで実装されてよい。プロセッサによって実行されるコードで実装される場合、通信マネージャ615またはその下位構成要素の機能は、汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ(DSP)、特定用途向け集積回路(ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)もしくは他のプログラマブル論理デバイス、個別ゲートもしくはトランジスタ論理、個別ハードウェア構成要素、または本開示で説明する機能を実行するように設計されたそれらの任意の組合せによって実行されてよい。

10

【0142】

通信マネージャ615またはその下位構成要素は、機能の部分が1つまたは複数の物理構成要素によって異なる物理的口ケーションにおいて実装されるように分散されることを含めて、様々な位置に物理的に位置し得る。いくつかの例では、通信マネージャ615またはその下位構成要素は、本開示の様々な態様による別個の異なる構成要素であってよい。いくつかの例では、通信マネージャ615またはその下位構成要素は、限定はしないが、入力/出力(I/O)構成要素、トランシーバ、ネットワークサーバ、別のコンピューティングデバイス、本開示で説明する1つまたは複数の他の構成要素、または本開示の様々な態様によるそれらの組合せを含む、1つまたは複数の他のハードウェア構成要素と組み合わせられてよい。

20

【0143】

送信機620は、デバイス605の他の構成要素によって生成された信号を送信してよい。いくつかの例では、送信機620は、トランシーバモジュール内で受信機610と一緒に置かれてよい。たとえば、送信機620は、図9を参照しながら説明するトランシーバ920の態様の一例であってよい。送信機620は、単一のアンテナまたはアンテナのセットを利用してよい。

【0144】

いくつかの例では、通信マネージャ615は、モバイルデバイスモデムのための集積回路またはチップセットとして実装され得、受信機610および送信機620は、1つまたは複数の帯域を介してワイヤレス送信およびワイヤレス受信を可能にするために、モバイルデバイスモデムと結合されたアナログ構成要素(たとえば、増幅器、フィルタ、アンテナ)として実装され得る。

30

【0145】

本明細書で説明するような通信マネージャ615は、1つまたは複数の潜在的な利点を実現するために実装され得る。いくつかの実装形態では、通信マネージャ615は、平面アレイ上の第1のリングエリアの投影に基づいて、平面アレイからアンテナ素子のセットを選択することに基づいて、より大きい指向性でOAMビームを送信または受信することが可能であり得る。したがって、通信マネージャ615は、OAMベースの通信においてより大きい指向性を達成することに基づいて、通信に成功するより高い尤度(たとえば、別のデバイスにおいてデバイス605によって送信されたOAMビームの受信に成功するより高い尤度またはデバイス605においてOAMの受信に成功するより高い尤度のいずれか)に関連付けられ得る。たとえば、OAMベースの通信においてより大きい指向性を達成することに基づいて、OAMビームは、干渉および経路損失を受けにくい可能性があり得る。

40

【0146】

さらに、通信に成功するより高い尤度に基づいて、デバイス605は、より少数の再送信を実行するなど、より効率的に他のデバイスと潜在的に通信し得、これは、通信マネージャ615がデバイス605の1つまたは複数の処理構成要素をより頻繁に、もしくはより長い持続時間にわたって、または両方でオフにすることを可能にし得る。したがって、デバイ

50

ス605は、改善された節電およびより長いバッテリー寿命を得ることができる。

【0147】

図7は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートするデバイス705のブロック図700を示す。デバイス705は、本明細書で説明するようなデバイス605またはデバイス115の態様の一例であってよい。デバイス705は、受信機710、通信マネージャ715、および送信機730を含み得る。デバイス705は、プロセッサを含んでもよい。これらの構成要素の各々は、(たとえば、1つまたは複数のバスを介して)互いと通信していてもよい。

【0148】

受信機710は、パケット、ユーザデータ、または様々な情報チャネルに関連する制御情報(たとえば、制御チャネル、データチャネル、ならびにOAMビームの生成およびステアリングに関する情報など)のような情報を受信し得る。情報は、デバイス705の他の構成要素に渡され得る。受信機710は、図9を参照しながら説明する送信機920の態様の一例であってよい。受信機710は、単一のアンテナを利用してもまたは一組のアンテナを利用してもよい。

【0149】

通信マネージャ715は、本明細書で説明する通信マネージャ615の態様の一例であってよい。通信マネージャ715は、アンテナ選択構成要素720およびOAMビーム構成要素725を含み得る。通信マネージャ715は、本明細書で説明する通信マネージャ910の態様の一例であってよい。

【0150】

いくつかの実装形態では、通信マネージャ715はOAMビームを送信し得る。いくつかの実装形態では、アンテナ選択構成要素720は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することとを行い得る。OAMビーム構成要素725は、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信し得る。

【0151】

いくつかの他の実装形態では、通信マネージャ715はOAMビームを受信し得る。いくつかの実装形態では、アンテナ選択構成要素720は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することとを行い得る。OAMビーム構成要素725は、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信し得る。

【0152】

送信機730は、デバイス705の他の構成要素によって生成された信号を送信してよい。いくつかの例では、送信機730は、トランシーバモジュール内で受信機710と一緒に置かれてよい。たとえば、送信機730は、図9を参照しながら説明するトランシーバ920の態様の一例であってよい。送信機730は、単一のアンテナまたは一組のアンテナを利用してよい。

【0153】

図8は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする通信マネージャ805のブロック図800を示す。通信マネージャ805は、本明細書で説明する通信マネージャ615、通信マネージャ715、または通信マネージャ910の態様の一例であってよい。通信マネージャ805は、アンテナ選択構成要素810、OAMビーム構成要素815、アンテナアクティブ化構成要素820、アンテナ非アクティブ化構成要素825、アンテナ

10

20

30

40

50

重み構成要素830、およびアンテナアレイ構成要素835を含み得る。これらのモジュールの各々は、(たとえば、1つまたは複数のバスを介して)互いと直接または間接的に通信していてもよい。

【0154】

アンテナ選択構成要素810は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することを行い得る。いくつかの例では、アンテナ選択構成要素810は、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択し得る。

10

【0155】

いくつかの例では、アンテナ選択構成要素810は、平面アレイ上の第1のリングエリアの投影に基づいて、平面アレイ上の第2のリングエリアを決定し得る。いくつかの例では、アンテナ選択構成要素810は、平面アレイ上の第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを選択し得る。いくつかの例では、アンテナ選択構成要素810は、角度方向に基づいて、平面アレイ上に第1のリングエリアを投影し得る。

【0156】

場合によっては、角度方向は0度に等しく、第2のリングエリアは円形リングエリアを含む。場合によっては、角度方向は0度とは異なる角度に等しく、第2のリングエリアは楕円リングエリアを含む。場合によっては、第1のリングエリアは、第1の半径に関連する第1の円と第1の半径とは異なる第2の半径に関連する第2の円との間のエリアによって定義される。

20

【0157】

いくつかの例では、OAMビーム構成要素815は、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信し得る。いくつかの他の例では、OAMビーム構成要素815は、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信し得る。

【0158】

アンテナアクティブ化構成要素820は、平面アレイ上の第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットをアクティブ化し得る。アンテナ非アクティブ化構成要素825は、平面アレイ上の第2のリングエリアの外側に位置するアンテナ素子のセットの残りを非アクティブ化し得る。

30

【0159】

アンテナ重み構成要素830は、アンテナ素子のセットに対する複素数値重みのセットを決定し得、複素数値重みのセットの各複素数値重みは、アンテナ素子のセットの1つのアンテナ素子に対応し、OAMモードインデックスの関数および1つまたは複数の空間パラメータに基づく。いくつかの例では、アンテナ重み構成要素830は、複素数値重みのセットをアンテナ素子のセットに適用し得、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを送信することは、複素数値重みのセットを適用することに基づく。

【0160】

場合によっては、1つまたは複数の空間パラメータは、角度方向、第1のリングエリア上のアンテナ素子の投影されたロケーションと第1のリングエリアの中心との間の距離、第1のリングエリア上の基準線から第1のリングエリア上のアンテナ素子の投影されたロケーションまでの第1のリングエリアの中心で測定された角度、またはOAMビームを使用して送信された信号の波長のうちの1つまたは複数を含んでよい。場合によっては、1つまたは複数の空間パラメータは、減衰損失関数をさらに含んでよい。たとえば、減衰損失関数は、複素数値重みのセットを決定するために使用される関数の随意的の成分であってよい。

40

【0161】

アンテナアレイ構成要素835は、アンテナアレイにわたって分散されたアンテナ素子を含み得る。場合によっては、平面アレイはUPAを含む。場合によっては、平面アレイは、

50

マルチアンテナアレイまたはインテリジェントサーフェスを含む。

【0162】

図9は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートするデバイス905を含むシステム900の図を示す。デバイス905は、デバイス605、デバイス705、または本明細書で説明するようなデバイスの構成要素の一例であってよい、またはそれらの構成要素を含んでよい。デバイス905は、通信マネージャ910、I/Oコントローラ915、トランシーバ920、アンテナ925、メモリ930、プロセッサ940、およびコーディングマネージャ950を含む、通信を送信および受信するための構成要素を含む、双方向の音声およびデータ通信のための構成要素を含み得る。これらの構成要素は、1つまたは複数のバス(たとえば、バス945)を介して電子通信していることがあるかまたはそれに結合されることがある。

10

【0163】

いくつかの実装形態では、通信マネージャ910は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することと、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信することとを行い得る。

【0164】

いくつかの実装形態では、通信マネージャ910は、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することと、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択することと、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信することとを行い得る。

20

【0165】

I/Oコントローラ915は、デバイス905のための入力信号および出力信号を管理してよい。I/Oコントローラ915はまた、デバイス905に組み込まれていない周辺装置を管理してよい。場合によっては、I/Oコントローラ915は、外部周辺装置への物理接続またはポートを表し得る。場合によっては、I/Oコントローラ915は、iOS(登録商標)、ANDROID(登録商標)、MS-DOS(登録商標)、MS-WINDOWS(登録商標)、OS/2(登録商標)、UNIX(登録商標)、LINUX(登録商標)、または別の知られているオペレーティングシステムなどの、オペレーティングシステムを利用し得る。他の場合、I/Oコントローラ915は、モデム、キーボード、マウス、タッチスクリーン、または類似のデバイスを表してよく、またはそれらと相互作用し得る。場合によっては、I/Oコントローラ915は、プロセッサの一部として実装され得る。場合によっては、ユーザは、I/Oコントローラ915を介して、またはI/Oコントローラ915によって制御されるハードウェア構成要素を介して、デバイス905と対話し得る。

30

【0166】

トランシーバ920は、本明細書で説明するように、1つまたは複数のアンテナ、有線リンク、またはワイヤレスリンクを介して、双方向に通信してよい。たとえば、トランシーバ920は、ワイヤレストランシーバを表してよく、別のワイヤレストランシーバと双方向に通信してよい。トランシーバ920はまた、パケットを変調し、変調されたパケットを送信のためにアンテナに提供し、アンテナから受信されたパケットを復調するためのモデムも含み得る。

40

【0167】

場合によっては、ワイヤレスデバイスは、単一のアンテナ925を含んでよい。しかしながら、場合によっては、デバイスは、複数のワイヤレス送信を同時に送信または受信することが可能であり得る、2つ以上のアンテナ925を有してよい。

【0168】

50

メモリ930は、ランダムアクセスメモリ(RAM)および読取り専用メモリ(ROM)を含んでよい。メモリ930は、実行されると、プロセッサに本明細書で説明する様々な機能を実行させる命令を含む、コンピュータ可読のコンピュータ実行可能コード935を記憶し得る。場合によっては、メモリ930は、特に、周辺構成要素または周辺デバイスとの対話などの、基本的なハードウェア動作またはソフトウェア動作を制御し得る基本I/Oシステム(BIOS)を含み得る。

【0169】

プロセッサ940は、インテリジェントハードウェアデバイス(たとえば、汎用プロセッサ、DSP、中央処理ユニット(CPU)、マイクロコントローラ、ASIC、FPGA、プログラマブル論理デバイス、個別ゲートもしくはトランジスタ論理構成要素、個別ハードウェア構成要素、またはそれらの任意の組合せ)を含み得る。場合によっては、プロセッサ940は、メモリコントローラを使用してメモリアレイを動作させるように構成されてよい。他の場合には、メモリコントローラは、プロセッサ940に統合され得る。プロセッサ940は、様々な機能(たとえば、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする機能またはタスク)をデバイス905に実行させるために、メモリ(たとえば、メモリ930)内に記憶されたコンピュータ可読命令を実行するように構成され得る。

【0170】

コード935は、ワイヤレス通信をサポートするための命令を含む、本開示の態様を実装するための命令を含み得る。コード935は、システムメモリまたは他のタイプのメモリなどの、非一時的コンピュータ可読媒体内に記憶されてもよい。場合によっては、コード935は、プロセッサ940によって直接的に実行可能でないことがあるが、(たとえば、コンパイルされ実行されたとき)本明細書で説明する機能をコンピュータに実行させ得る。

【0171】

図10は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法1000を示すフローチャートを示す。方法1000の動作は、本明細書で説明するようなデバイスまたはその構成要素によって実装され得る。たとえば、方法1000の動作は、図6～図9を参照して説明したように、通信マネージャによって実行され得る。いくつかの例では、デバイスは、本明細書で説明する機能を実行するようにデバイスの機能要素を制御するための命令のセットを実行し得る。追加または代替として、デバイスは、専用ハードウェアを使用して、本明細書で説明する機能の態様を実行し得る。

【0172】

1005において、デバイスは、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することを行い得る。1005の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1005の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0173】

1010において、デバイスは、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択し得る。1010の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1010の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0174】

1015において、デバイスは、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信し得る。1015の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1015の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、OAMビーム構成要素によって実行され得る。

【0175】

図11は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法1100を示すフローチャートを示す。方法1100の動作は、本明細書で説明するような

10

20

30

40

50

デバイスまたはその構成要素によって実装され得る。たとえば、方法1100の動作は、図6～図9を参照して説明したように、通信マネージャによって実行され得る。いくつかの例では、デバイスは、本明細書で説明する機能を実行するようにデバイスの機能要素を制御するための命令のセットを実行し得る。追加または代替として、デバイスは、専用ハードウェアを使用して、本明細書で説明する機能の態様を実行し得る。

【0176】

1105において、デバイスは、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することを行い得る。1105の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1105の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

10

【0177】

1110において、デバイスは、平面アレイ上の第1のリングエリアの投影に基づいて、平面アレイ上の第2のリングエリアを決定し得る。1110の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1110の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0178】

1115において、デバイスは、平面アレイ上の第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを選択し得る。1115の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1115の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

20

【0179】

1120において、デバイスは、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信し得る。1120の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1120の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、OAMビーム構成要素によって実行され得る。

【0180】

図12は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法1200を示すフローチャートを示す。方法1200の動作は、本明細書で説明するようなデバイスまたはその構成要素によって実装され得る。たとえば、方法1200の動作は、図6～図9を参照して説明したように、通信マネージャによって実行され得る。いくつかの例では、デバイスは、本明細書で説明する機能を実行するようにデバイスの機能要素を制御するための命令のセットを実行し得る。追加または代替として、デバイスは、専用ハードウェアを使用して、本明細書で説明する機能の態様を実行し得る。

30

【0181】

1205において、デバイスは、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することを行い得る。1205の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1205の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

40

【0182】

1210において、デバイスは、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択し得る。1210の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1210の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0183】

1215において、デバイスは、アンテナ素子のセットに対する複素数値重みのセットを決定することであって、複素数値重みのセットの各複素数値重みが、アンテナ素子のセッ

50

トの1つのアンテナ素子に対応し、OAMモードインデックスの関数および1つまたは複数の空間パラメータに基づく、決定することを行い得る。1215の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1215の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ重み構成要素によって実行され得る。

【0184】

1220において、デバイスは、複素数値重みのセットをアンテナ素子のセットに適用し得る。1220の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1220の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ重み構成要素によって実行され得る。

【0185】

1225において、デバイスは、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスに送信し得る。1225の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1225の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、OAMビーム構成要素によって実行され得る。

【0186】

図13は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法1300を示すフローチャートを示す。方法1300の動作は、本明細書で説明するようなデバイスまたはその構成要素によって実装され得る。たとえば、方法1300の動作は、図6～図9を参照して説明したように、通信マネージャによって実行され得る。いくつかの例では、デバイスは、本明細書で説明する機能を実行するようにデバイスの機能要素を制御するための命令のセットを実行し得る。追加または代替として、デバイスは、専用ハードウェアを使用して、本明細書で説明する機能の態様を実行し得る。

【0187】

1305において、デバイスは、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することを行い得る。1305の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1305の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0188】

1310において、デバイスは、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択し得る。1310の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1310の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0189】

1315において、デバイスは、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信し得る。1315の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1315の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、OAMビーム構成要素によって実行され得る。

【0190】

図14は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法1400を示すフローチャートを示す。方法1400の動作は、本明細書で説明するようなデバイスまたはその構成要素によって実装され得る。たとえば、方法1400の動作は、図6～図9を参照して説明したように、通信マネージャによって実行され得る。いくつかの例では、デバイスは、本明細書で説明する機能を実行するようにデバイスの機能要素を制御するための命令のセットを実行し得る。追加または代替として、デバイスは、専用ハードウェアを使用して、本明細書で説明する機能の態様を実行し得る。

【0191】

1405において、デバイスは、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向

10

20

30

40

50

が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することを行い得る。1405の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1405の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0192】

1410において、デバイスは、平面アレイ上の第1のリングエリアの投影に基づいて、平面アレイ上の第2のリングエリアを決定し得る。1410の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1410の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0193】

1415において、デバイスは、平面アレイ上の第2のリングエリア内に位置するアンテナ素子のセットを選択し得る。1415の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1415の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0194】

1420において、デバイスは、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信し得る。1420の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1420の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、OAMビーム構成要素によって実行され得る。

【0195】

図15は、本開示の態様による、OAMビームの生成およびステアリングをサポートする方法1500を示すフローチャートを示す。方法1500の動作は、本明細書で説明するようなデバイスまたはその構成要素によって実装され得る。たとえば、方法1500の動作は、図6～図9を参照して説明したように、通信マネージャによって実行され得る。いくつかの例では、デバイスは、本明細書で説明する機能を実行するようにデバイスの機能要素を制御するための命令のセットを実行し得る。追加または代替として、デバイスは、専用ハードウェアを使用して、本明細書で説明する機能の態様を実行し得る。

【0196】

1505において、デバイスは、第1のデバイスがOAMビームを使用して第2のデバイスと通信し得る角度方向に基づいて、第1のリングエリアを決定することであって、角度方向が、アンテナ素子のセットを含む平面アレイに相対し、第1のリングエリアが角度方向に配向される、決定することを行い得る。1505の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1505の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0197】

1510において、デバイスは、第1のリングエリアに基づいて、アンテナ素子のセットからアンテナ素子のセットを選択し得る。1510の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1510の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ選択構成要素によって実行され得る。

【0198】

1515において、デバイスは、アンテナ素子のセットに対する複素数値重みのセットを決定することであって、複素数値重みのセットの各複素数値重みが、アンテナ素子のセットの1つのアンテナ素子に対応し、OAMモードインデックスの関数および1つまたは複数の空間パラメータに基づく、決定することを行い得る。1515の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1515の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ重み構成要素によって実行され得る。

【0199】

1520において、デバイスは、複素数値重みのセットをアンテナ素子のセットに適用し得る。1520の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1520の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、アンテナ重み構

10

20

30

40

50

成要素によって実行され得る。

【0200】

1525において、デバイスは、角度方向に従って、アンテナ素子のセットを介してOAMビームを第2のデバイスから受信し得る。1525の動作は、本明細書で説明する方法に従って実行されてよい。いくつかの例では、1525の動作の態様は、図6～図9を参照しながら説明したように、OAMビーム構成要素によって実行され得る。

【0201】

本明細書で説明した方法が可能な実装形態を表すこと、動作およびステップが再構成されるかまたは場合によっては修正される場合があること、ならびに他の実装形態が可能であることに留意されたい。さらに、これらの方法のうちの2つ以上からの態様が組み合わ

10

【0202】

LTE、LTE-A、LTE-A Pro、またはNRシステムの態様が例として説明されることがあり、LTE、LTE-A、LTE-A Pro、またはNR用語が説明の大部分において使用されることがあるが、本明細書で説明する技法はLTE、LTE-A、LTE-A Pro、またはNRネットワーク以外に適用可能である。たとえば、説明した技法は、ウルトラモバイルブロードバンド(UMB)、米国電気電子技術者協会(IEEE)802.11(Wi-Fi)、IEEE802.16(WiMAX)、IEEE802.20、Flash-OFDMなどの様々な他のワイヤレス通信システム、ならびに本明細書で明示的に述べられない他のシステムおよび無線技術に適用可能であり得る。

【0203】

本明細書で説明した情報および信号は、多種多様な技術および技法のいずれかを使って表され得る。たとえば、説明全体にわたって言及され得るデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、およびチップは、電圧、電流、電磁波、磁場もしくは磁性粒子、光場もしくは光学粒子、またはそれらの任意の組合せによって表されてよい。

20

【0204】

本明細書の本開示に関して説明した様々な例示的なブロックおよび構成要素は、汎用プロセッサ、DSP、ASIC、CPU、FPGAもしくは他のプログラマブル論理デバイス、個別ゲートもしくはトランジスタ論理、個別ハードウェア構成要素、または本明細書で説明した機能を実行するように設計されたそれらの任意の組合せを用いて実装または実行され得る。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであり得るが、代替として、プロセッサは、任意

30

【0205】

本明細書において説明した機能は、ハードウェア、プロセッサによって実行されるソフトウェア、ファームウェア、またはそれらの任意の組合せで実装され得る。プロセッサによって実行されるソフトウェアにおいて実装される場合、機能は、1つまたは複数の命令またはコードとして、コンピュータ可読媒体上に記憶され、またはコンピュータ可読媒体を介して送信され得る。他の例および実装形態が、本開示および添付の特許請求の範囲の範囲内にある。たとえば、ソフトウェアの性質に起因して、本明細書で説明した機能は、プロセッサによって実行されるソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、ハードワイヤリング、またはこれらのうちのいずれかの組合せを使用して実装され得る。機能を実装する特徴はまた、機能の部分が異なる物理的ロケーションにおいて実装されるように分散されることを含めて、様々な位置において物理的に位置し得る。

40

【0206】

コンピュータ可読媒体は、ある場所から別の場所へのコンピュータプログラムの転送を容易にする任意の媒体を含む、非一時的コンピュータ記憶媒体と通信媒体の両方を含む。非一時的記憶媒体は、汎用または専用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、非一時的コンピュータ可読媒体は、RAM

50

、ROM、電氣的消去可能プログラマブルROM(EEPROM)、フラッシュメモリ、コンパクトディスク(CD)ROMもしくは他の光ディスクストレージ、磁気ディスクストレージもしくは他の磁気ストレージデバイス、または命令またはデータ構造の形態の所望のプログラムコード手段を搬送または記憶するために使用され得、汎用もしくは専用コンピュータまたは汎用もしくは専用プロセッサによってアクセスされ得る、任意の他の非一時的媒体を含み得る。また、任意の接続がコンピュータ可読媒体と適切に呼ばれる。たとえば、ソフトウェアが、同軸ケーブル、光ファイバーケーブル、ツイストペア、デジタル加入者回線(DSL)、または赤外線、無線、およびマイクロ波などのワイヤレス技術を使用して、ウェブサイト、サーバ、または他のリモートソースから送信される場合、同軸ケーブル、光ファイバーケーブル、ツイストペア、DSL、または赤外線、無線、およびマイクロ波などのワイヤレス技術は、コンピュータ可読媒体の定義に含まれる。本明細書で使用するディスク(disk)およびディスク(disc)は、CD、レーザーディスク(登録商標)(disc)、光ディスク(disc)、デジタル多用途ディスク(DVD)(disc)、フロッピーディスク(disk)、およびBlu-ray(登録商標)ディスク(disc)を含み、ここで、ディスク(disk)は、通常、データを磁氣的に再生し、ディスク(disc)は、レーザーを用いてデータを光学的に再生する。上記の組合せも、コンピュータ可読媒体の範囲内に含まれる。

【0207】

特許請求の範囲を含めて本明細書で使用する時、項目の列挙(たとえば、「のうちの少なくとも1つ」または「のうちの1つまたは複数」などの句で始まる項目の列挙)において使用されるような「または」は、たとえば、A、B、またはCのうちの少なくとも1つという列挙が、AまたはBまたはCまたはABまたはACまたはBCまたはABC(すなわち、AおよびBおよびC)を意味するような、包括的な列挙を示す。また、本明細書で使用する「に基づいて」という句は、条件の閉集合への参照として解釈されてはならない。たとえば、「条件Aに基づいて」として説明する例示的なステップは、本開示の範囲から逸脱することなく、条件Aと条件Bの両方に基づいてよい。言い換えれば、本明細書で使用する「に基づいて」という句は、「に少なくとも部分的に基づいて」という句と同様に解釈されるものとする。

【0208】

添付の図において、同様の構成要素または特徴は、同じ参照ラベルを有し得る。さらに、同じタイプの様々な構成要素は、参照ラベルの後に、ダッシュと、同様の構成要素を区別する第2のラベルとを続けることによって区別され得る。第1の参照ラベルのみが本明細書で 사용되는場合、説明は、第2の参照ラベル、または他の後続の参照ラベルにかかわらず、同じ第1の参照ラベルを有する同様の構成要素のうちのいずれにも適用可能である。

【0209】

添付の図面に関して本明細書に記載される説明は、例示的な構成について説明しており、実装され得るかまたは特許請求の範囲内に入るすべての例を表すものではない。本明細書で 사용되는「例」という用語は、「例、事例、または例示として働くこと」を意味し、「好ましい」または「他の例よりも有利な」を意味しない。詳細な説明は、説明する技法の理解をもたらすための具体的な詳細を含む。しかしながら、これらの技法は、これらの具体的な詳細なしに実践され得る。いくつかの事例では、説明される例の概念を不明瞭にすることを回避するために、知られている構造およびデバイスはブロック図の形態で示される。

【0210】

本明細書での説明は、当業者が本開示を作成または使用することを可能にするために与えられる。本開示の様々な修正が当業者に明らかになり、本明細書で定義される一般原理は、本開示の範囲から逸脱することなく他の変形形態に適用され得る。したがって、本開示は、本明細書で説明する例および設計に限定されず、本明細書で開示する原理および新規の特徴に一致する最も広い範囲を与えられるべきである。

【符号の説明】

【0211】

10

20

30

40

50

100	ワイヤレス通信システム	
105	基地局	
105-a	基地局	
110	カバレッジエリア、地理的カバレッジエリア	
110-a	カバレッジエリア	
115	UE	
115-a	UE	
120	バックホールリンク	
125	通信リンク	
130	コアネットワーク	10
135	デバイスツーデバイス(D2D)通信リンク	
140	アクセスネットワークエンティティ	
145	アクセスネットワーク送信エンティティ	
150	ネットワーク事業者IPサービス	
200	ワイヤレス通信システム	
205	通信リンク、OAMリンク	
210	OAMビーム	
215	平面アレイ	
215-a	平面アレイ	
215-b	平面アレイ	20
220	エリア、第2のエリア	
220-a	エリア	
220-b	エリア	
300	投影	
305	平面アレイ	
310	アンテナ素子	
315	楕円アレイ	
320	等価円形アレイ	
325	ビーム方向	
330	エリア、リングエリア	30
400	アンテナ選択手順	
401	アンテナ選択手順	
405	平面アレイ	
405-a	平面アレイ	
405-b	平面アレイ	
410	アンテナ素子	
410-a	アンテナ素子	
410-b	アンテナ素子	
415	エリア	
415-a	円形リングエリア	40
415-b	楕円リングエリア	
500	プロセスフロー	
600	ブロック図	
605	デバイス	
610	受信機	
615	通信マネージャ	
620	送信機	
700	ブロック図	
705	デバイス	
710	受信機	50

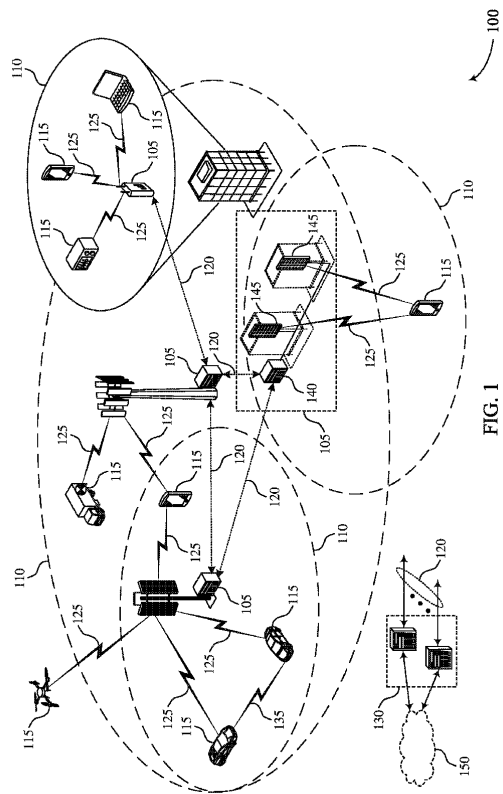
715	通信マネージャ	
720	アンテナ選択構成要素	
725	OAMビーム構成要素	
730	送信機	
800	ブロック図	
805	通信マネージャ	
810	アンテナ選択構成要素	
815	OAMビーム構成要素	
820	アンテナアクティブ化構成要素	
825	アンテナ非アクティブ化構成要素	10
830	アンテナ重み構成要素	
835	アンテナアレイ構成要素	
900	システム	
905	デバイス	
910	通信マネージャ	
915	I/Oコントローラ	
920	トランシーバ	
925	アンテナ	
930	メモリ	
940	プロセッサ	20
945	バス	
950	コーディングマネージャ	
1000	方法	
1100	方法	
1200	方法	
1300	方法	
1400	方法	
1500	方法	

30

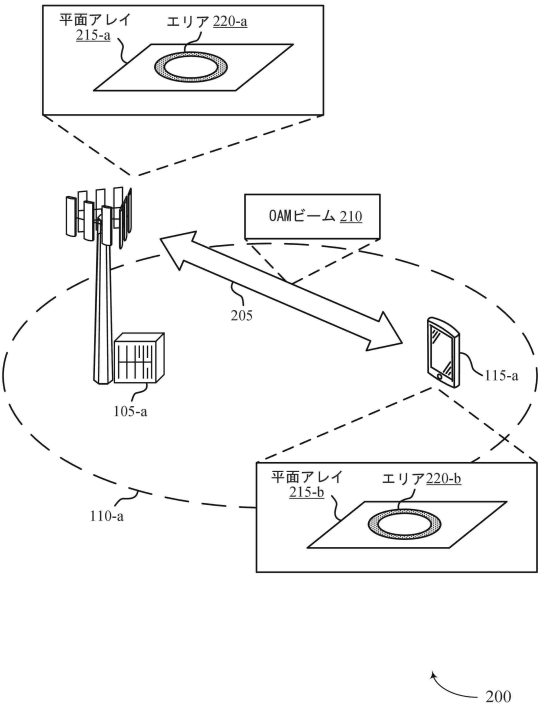
40

50

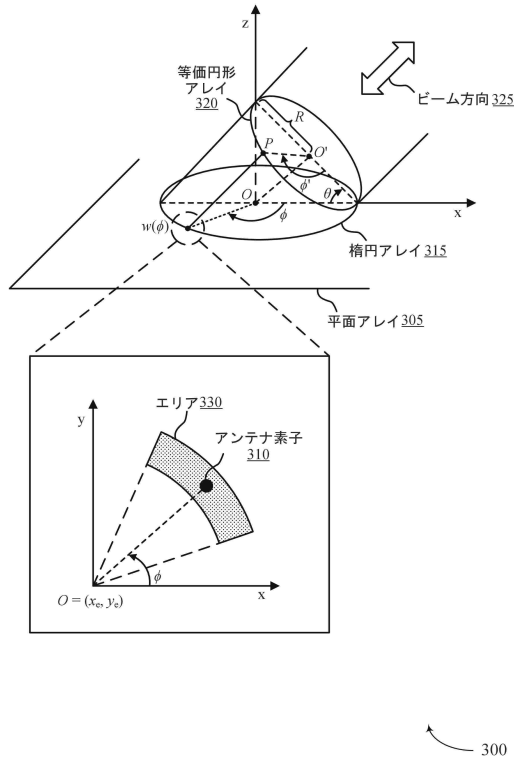
【図面】
【図 1】



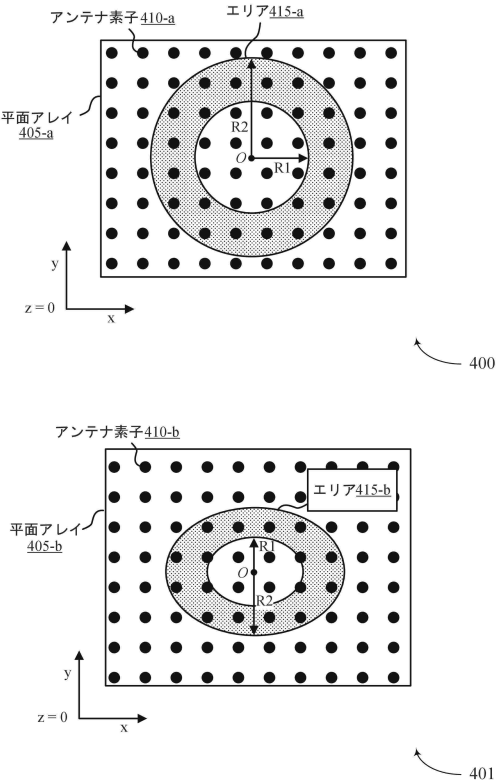
【図 2】



【図 3】



【図 4】



10

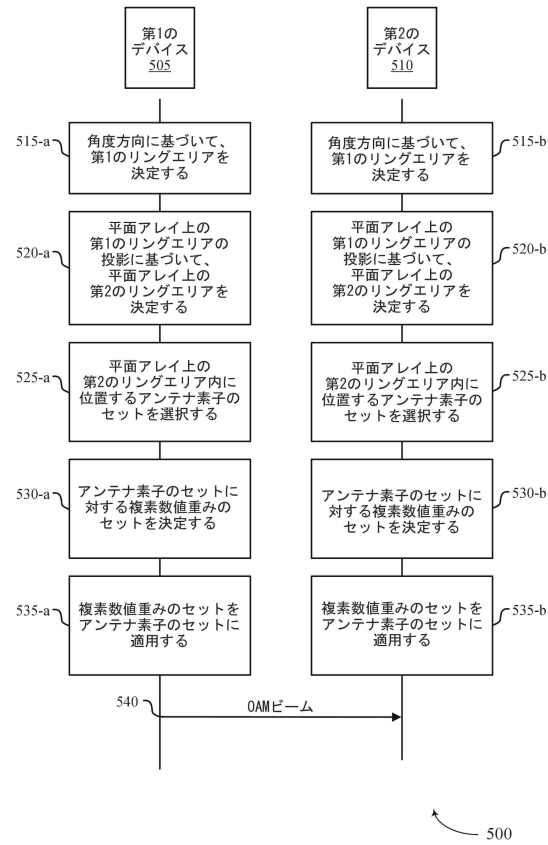
20

30

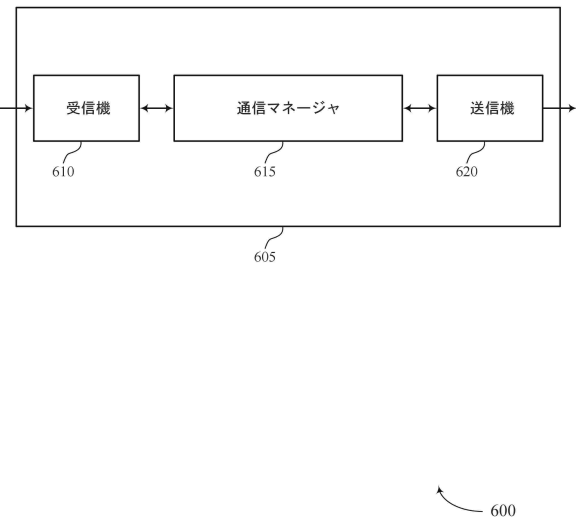
40

50

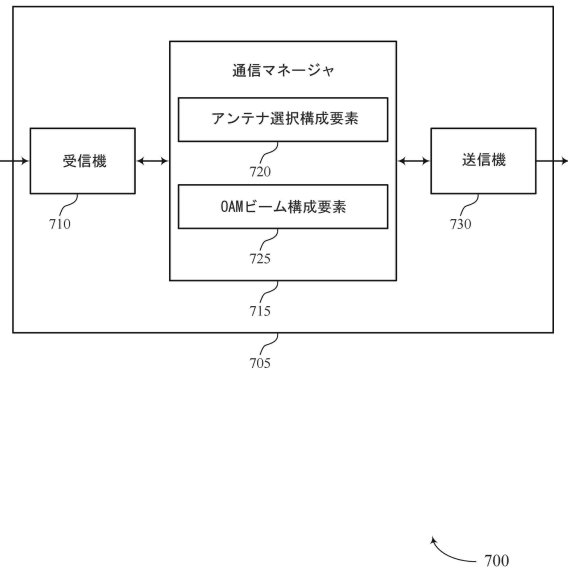
【図 5】



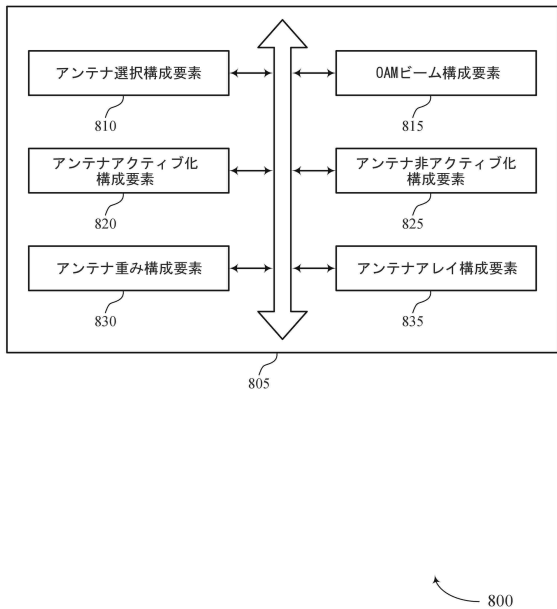
【図 6】



【図 7】



【図 8】



10

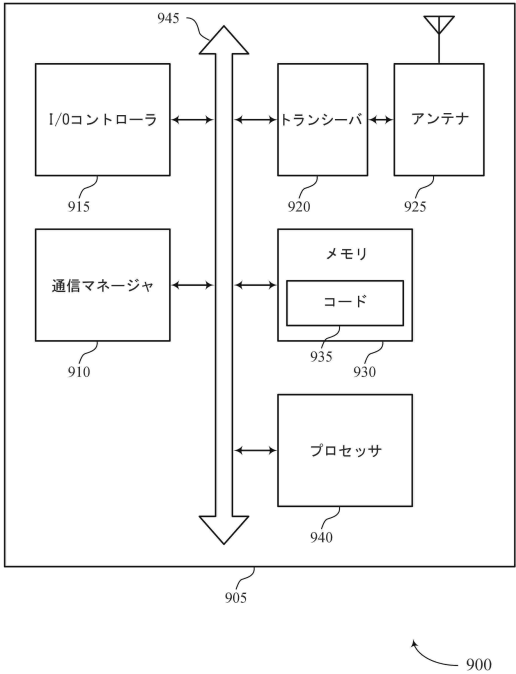
20

30

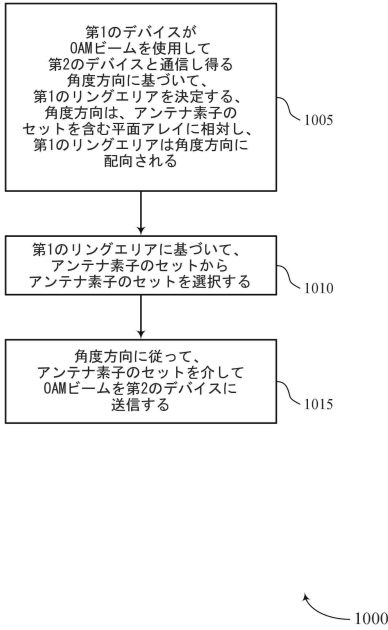
40

50

【図 9】



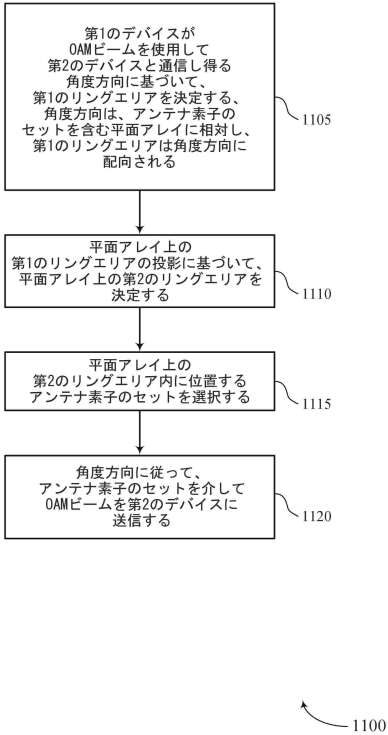
【図 10】



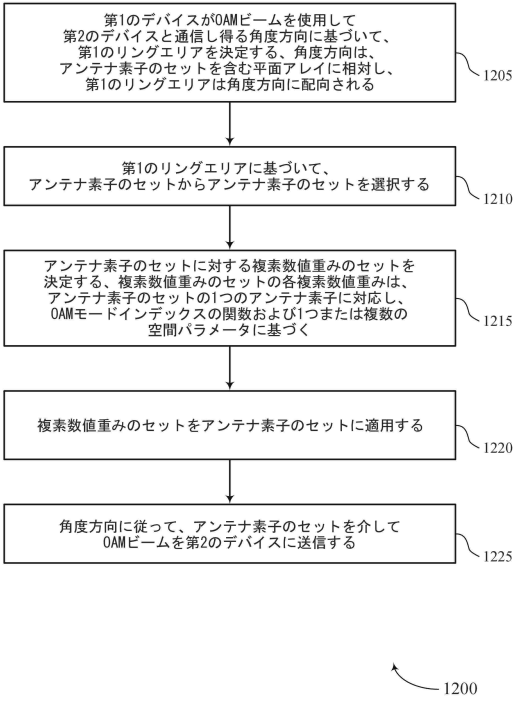
10

20

【図 11】



【図 12】

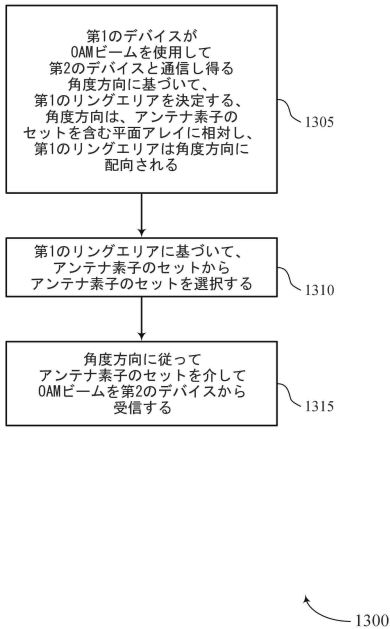


30

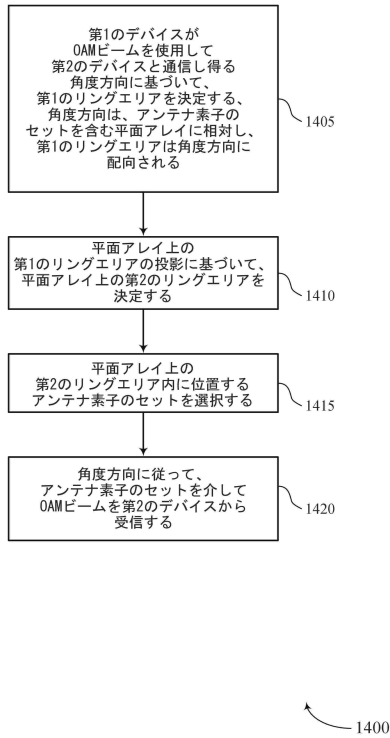
40

50

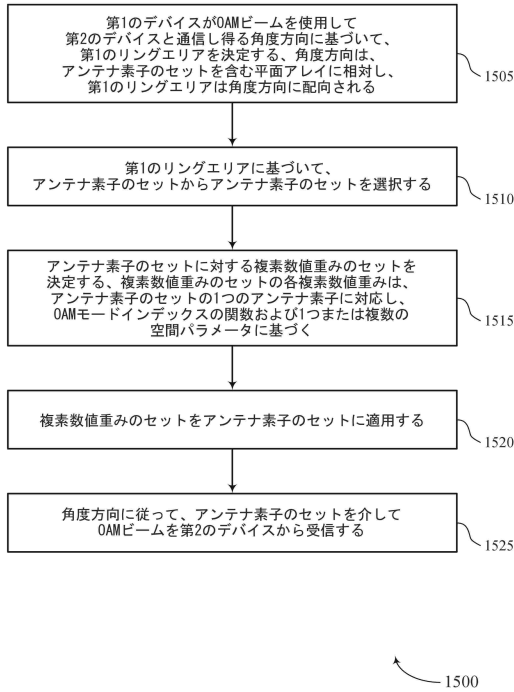
【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 ハオ ・ シュ
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 ミン ・ ファン
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 チャオ ・ ウエイ
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 チャンロン ・ シュ
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 リアンミン ・ ウ
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 チェンシ ・ ハオ
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 チアオユ ・ リ
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 カンチ ・ リュウ
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 ジン ・ ダイ
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 ルイ ・ フ
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- (72)発明者 ジエン ・ リ
アメリカ合衆国 ・ カリフォルニア ・ 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4 ・ サン ・ ディエゴ ・ モアハウス ・ ドライヴ ・ 5 7 7 5
- 審査官 谷岡 佳彦
- (56)参考文献 特開 2 0 1 7 - 1 5 3 0 1 8 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 6 / 0 1 5 6 0 9 9 (U S , A 1)
中国特許出願公開第 1 0 8 2 8 2 2 0 8 (C N , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 1 7 6 2 6 (U S , A 1)
Yufei Zhao et al., Orbital angular momentum beamforming for index modulation with partial arc reception, Electronics Letters, 28th November 2019, The Institution of Engineering and Technology, 2019年, Vol. 55, No. 24, 1271~1273, <https://ietresearch.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1049/el.2019.2374>
- (58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
H 0 4 J 9 9 / 0 0
H 0 1 Q 2 1 / 0 6
H 0 4 W 1 6 / 2 8