

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2018-509063

(P2018-509063A)

(43) 公表日 平成30年3月29日(2018.3.29)

(51) Int.Cl.

H04B 7/06 (2006.01)
H04B 7/08 (2006.01)

F 1

H04B 7/06
H04B 7/06
H04B 7/08

テーマコード (参考)

020
890
422

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 21 頁)

(21) 出願番号 特願2017-541308 (P2017-541308)
 (86) (22) 出願日 平成28年1月7日 (2016.1.7)
 (85) 翻訳文提出日 平成29年9月12日 (2017.9.12)
 (86) 國際出願番号 PCT/US2016/012539
 (87) 國際公開番号 WO2016/126368
 (87) 國際公開日 平成28年8月11日 (2016.8.11)
 (31) 優先権主張番号 14/615,969
 (32) 優先日 平成27年2月6日 (2015.2.6)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 595020643
 クアアルコム・インコーポレイテッド
 Q U A L C O M M I N C O R P O R A T
 E D
 アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
 121-1714、サン・ディエゴ、モア
 ハウス・ドライブ 5775
 (74) 代理人 100108855
 弁理士 蔵田 昌俊
 (74) 代理人 100109830
 弁理士 福原 淑弘
 (74) 代理人 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】ミリメートル波フェーズドアレイシステムの利得を制御するための方法および装置

(57) 【要約】

本明細書で説明されるシステムおよび方法は、ミリメートル波(MMW)フェーズドアレイシステムにおける効率的なワイヤレス通信を提供する。本システムは複数のアンテナ要素を備え得、複数のアンテナ要素の各々はトランシーバに結合され、トランシーバは少なくとも1つの電力増幅器を有する。本システムは、1つまたは複数のアンテナ要素が遮断されることを示す電力検出器出力に応答して、トランシーバを有効または無効にするように構成された利得コントローラをさらに備え得る。遮断されたアンテナ要素のうちのいくつかのトランシーバを無効にすることは、遮断されないアンテナ要素に関連付けられた電力増幅器が最大効率において動作し続けることを可能にする。

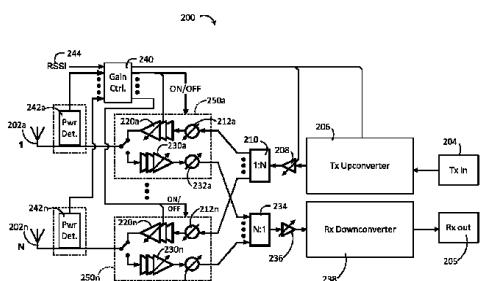


FIG. 2

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

フェーズドアレイシステムであって、
第1のアンテナ要素および第2のアンテナ要素と、
第1の電力増幅器を有する第1のトランシーバと、前記第1のトランシーバが前記第1のアンテナ要素に動作可能に結合される、
第2の電力増幅器を有する第2のトランシーバと、前記第2のトランシーバが前記第2のアンテナ要素に動作可能に結合される、
前記第1のアンテナ要素に結合され、第1の検出器出力を与えるように構成された第1の電力検出器と、
前記第2のアンテナ要素に結合され、第2の検出器出力を与えるように構成された第2の電力検出器と、
前記第1のトランシーバと、前記第1の電力検出器と、前記第2のトランシーバと、前記第2の電力検出器とに動作可能に結合された利得コントローラと、前記利得コントローラが、前記第1の検出器出力と前記第2の検出器出力とに基づいて、前記第1のトランシーバおよび前記第2のトランシーバのうちの1つまたは複数を無効にするように構成される、
を備える、フェーズドアレイシステム。

【請求項 2】

前記利得コントローラは、前記第1の検出器出力および前記第2の検出器出力のうちの1つが、前記フェーズドアレイシステムが最大線形実効等方放射電力(EIRP)の所定の範囲内の状態で動作していることを示すとき、前記第1のトランシーバおよび前記第2のトランシーバのうちの1つまたは複数を有効または無効にするようにさらに構成された、請求項1に記載のフェーズドアレイシステム。

【請求項 3】

前記利得コントローラは、それぞれの前記第1のトランシーバおよび前記第2のトランシーバのうちの1つまたは複数が無効にされたとき、前記第1の電力増幅器および前記第2の電力増幅器の最大効率と最大利得とを維持するために、前記第1の電力増幅器および前記第2の電力増幅器にコマンドを送信するように構成された、請求項1に記載のフェーズドアレイシステム。

【請求項 4】

前記利得コントローラが、前記第1の検出器出力および前記第2の検出器出力のそれに応答して、前記第1の電力増幅器および前記第2の電力増幅器のうちの1つまたは複数の利得を調整するようにさらに構成され、

ここにおいて、前記利得が、前記第1のトランシーバおよび前記第2のトランシーバの出力電力レベルを決定するように構成された、

請求項1に記載のフェーズドアレイシステム。

【請求項 5】

3つ以上のアンテナ要素と3つ以上のトランシーバとをさらに備え、前記利得コントローラがさらに、前記3つ以上のトランシーバに動作可能に結合された、請求項1に記載のフェーズドアレイシステム。

【請求項 6】

前記第1の検出器出力が、反射電力の測定値に基づいて、前記第1のアンテナ要素がいつ妨害されるかを示すように構成された、請求項1に記載のフェーズドアレイシステム。

【請求項 7】

前記利得コントローラは、前記第1の検出器出力が、前記第1のアンテナ要素がもはや妨害されていないことを示すとき、前に無効にされた前記第1のトランシーバを有効にするようにさらに構成された、請求項6に記載のフェーズドアレイシステム。

【請求項 8】

前記第1の検出器出力および前記第2の検出器出力が、少なくとも出力電力測定値と受

10

20

30

40

50

信信号強度とを示すように構成された、請求項 1 に記載のフェーズドアレイシステム。

【請求項 9】

前記第 1 のトランシーバおよび前記第 2 のトランシーバが、それぞれ、送信機と、受信機と、低雑音増幅器とをさらに備える、請求項 1 に記載のフェーズドアレイシステム。

【請求項 10】

フェーズドアレイシステムにおけるワイヤレス通信のための方法であって、前記フェーズドアレイシステムが、少なくとも、第 1 の電力増幅器を有する第 1 のトランシーバに動作可能に結合された第 1 のアンテナ要素と、第 2 の電力増幅器を有する第 2 のトランシーバに動作可能に結合された第 2 のアンテナ要素とを有し、前記方法が、

前記第 1 のトランシーバと前記第 2 のトランシーバとを有効にすることと、

第 1 の電力検出器および第 2 の電力検出器のうちの少なくとも 1 つからの検出器出力を検出することと、

最大効率の所定の範囲において前記フェーズドアレイシステムの動作を維持しながら、前記検出器出力に基づいて、前記第 1 のトランシーバおよび前記第 2 のトランシーバのうちの 1 つまたは複数を無効にすることと
を備える、方法。

【請求項 11】

前記検出器出力が、前記フェーズドアレイシステムが最大線形実効等方放射電力 (EIRP) の所定の範囲内の状態で動作していることを示すとき、前記第 1 のトランシーバおよび前記第 2 のトランシーバのうちの 1 つまたは複数を有効または無効にすることをさらに備える、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記検出器出力に応答して、前記第 1 の電力増幅器および前記第 2 の電力増幅器のうちの 1 つまたは複数の利得を調整することをさらに備え、前記利得が、それぞれの前記第 1 のトランシーバまたは前記第 2 のトランシーバの出力電力レベルを決定する、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

前記無効にすることは、アンテナ要素妨害を示す前記第 1 のアンテナ要素および前記第 2 のアンテナ要素のうちの 1 つまたは複数における反射電力の測定値を示す前記検出器出力にさらに基づく、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 14】

第 1 の検出器出力または第 2 の検出器出力のそれぞれが、無効にされた第 1 のトランシーバまたは第 2 のトランシーバに関連付けられた前記第 1 のアンテナ要素または前記第 2 のアンテナ要素がもはや妨害されていないことを示すとき、前に無効にされた前記第 1 のトランシーバおよび前記第 2 のトランシーバのうちの 1 つまたは複数を有効にすることをさらに備える、請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記第 1 の電力検出器および前記第 2 の電力検出器のうちの 1 つまたは複数から、出力電力測定値と受信信号強度とを受信することをさらに備える、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 16】

前記第 1 のトランシーバおよび前記第 2 のトランシーバの各々が、送信機と、受信機と、低雑音増幅器とをさらに備える、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 17】

フェーズドアレイシステムにおけるワイヤレス通信のための装置であって、前記フェーズドアレイシステムが、複数のトランシーバのうちのそれぞれの第 1 のトランシーバおよび第 2 のトランシーバに動作可能に結合された第 1 のアンテナ要素および第 2 のアンテナ要素を有し、前記装置は、

前記第 1 のトランシーバおよび前記第 2 のトランシーバの各々を有効にすることと、

前記複数のトランシーバのうちの残りの有効にされたトランシーバの最大効率を維持しながら、検出器出力に基づいて、前記第 1 のトランシーバおよび前記第 2 のトランシー

10

20

30

40

50

バのうちの1つまたは複数を無効にすることと

を行うための利得制御手段と、

前記利得制御手段に第1の検出器出力を与えるための第1の検出手段と、前記第1の検出手段が前記第1のアンテナに動作可能に結合される、

前記利得制御手段に第2の検出器出力を与えるための第2の検出手段と、前記第2の検出手段が前記第2のアンテナに動作可能に結合される、

を備える、装置。

【請求項18】

前記第1の検出手段が第1の電力検出器を備え、前記第2の検出手段が第2の電力検出器を備える、請求項17に記載の装置。

10

【請求項19】

前記利得制御手段は、前記第1の検出手段または前記第2の検出手段が、前記フェーズドアレイシステムが最大線形実効等方放射電力(EIRP)に近づく状態で動作していることを示すとき、前記第1のトランシーバおよび前記第2のトランシーバのうちの1つまたは複数を有効または無効にするようにさらに構成された、請求項17に記載の装置。

【請求項20】

前記利得制御手段が、前記第1の検出器出力または前記第2の検出器出力に応答して、前記第1の電力増幅器および前記第2の電力増幅器のうちの1つまたは複数の利得を調整するための手段をさらに備え、前記利得が、それぞれの前記第1のトランシーバまたは前記第2のトランシーバの出力電力レベルを決定する、請求項17に記載の装置。

20

【請求項21】

前記利得制御手段は、前記第1のアンテナ要素および前記第2のアンテナ要素のうちの1つまたは複数におけるアンテナ要素妨害を示す前記第1の検出手段または前記第2の検出手段に基づいて、前記第1のトランシーバおよび前記第2のトランシーバのうちの1つまたは複数を無効にするようにさらに構成された、請求項17に記載の装置。

【請求項22】

前記利得制御手段は、前記第1の検出手段の出力および前記第2の検出手段のうちのそれぞれの1つが、無効にされた第1のトランシーバまたは第2のトランシーバに関連付けられた前記第1のアンテナ要素または前記第2のアンテナ要素がもはや妨害されていないことを示すとき、前に無効にされた前記第1のトランシーバおよび前記第2のトランシーバのうちの1つまたは複数を有効にするようにさらに構成された、請求項21に記載の装置。

30

【請求項23】

前記利得制御手段が、前記第1の検出手段および前記第2の検出手段のうちの1つまたは複数から、前記第1のアンテナおよび前記第2のアンテナの受信信号強度指示と出力電力レベルとを受信するための手段をさらに備える、請求項17に記載の装置。

【請求項24】

前記フェーズドアレイシステムが3つ以上のアンテナと3つ以上のトランシーバとを備える、請求項17に記載の装置。

40

【請求項25】

フェーズドアレイシステムであって、

複数のアンテナ要素と、前記複数のアンテナ要素の各アンテナ要素が複数のトランシーバのうちのそれぞれのトランシーバに結合され、各トランシーバが、調整可能利得をもつ少なくとも1つの電力増幅器を有する、

前記複数のアンテナ要素の各アンテナ要素に結合され、検出器出力を与えるように構成された電力検出器と、前記検出器出力が、前記複数のアンテナ要素のうちのそれぞれのアンテナ要素における少なくとも出力電力レベルと反射エネルギーレベルとを示すように構成されている、

前記複数のトランシーバのうちのトランシーバの各々に、および各電力検出器に動作可能に結合された利得コントローラと

50

を備え、前記利得コントローラが、

前記検出器出力を受信することと、前記検出器出力に基づいて、

前記フェーズドアレイシステムのための選択された送信電力レベルを達成するよう
に1つまたは複数の選択された電力増幅器の前記調整可能利得を調整することと、

前記複数のトランシーバのうちの前記トランシーバのうちの1つまたは複数を有効
または無効にすることと

を行うように構成された、フェーズドアレイシステム。

【請求項26】

前記利得コントローラは、前記検出器出力が、前記フェーズドアレイシステムが最大線
形実効等方放射電力(EIRP)に近づく状態で動作していることを示すとき、前記複数
のトランシーバのうちの前記トランシーバのうちの1つまたは複数を有効または無効にす
るようさらに構成された、請求項25に記載のフェーズドアレイシステム。

10

【請求項27】

複数の有効にされた電力増幅器は、前記複数のトランシーバのうちの他のトランシーバ
のうちの1つまたは複数が無効にされるとき、最大効率および最大利得において連続的に
動作する、請求項25に記載のフェーズドアレイシステム。

【請求項28】

前記利得コントローラは、前記検出器出力が、前記複数のアンテナ要素のうちの少なく
とも1つのアンテナ要素の妨害を示す前記複数のアンテナ要素のうちの1つまたは複数に
おける反射電力の測定値、を示すとき、前記複数のトランシーバのうちの1つまたは複数
のトランシーバを無効にすることと、前記複数のトランシーバのうちの1つまたは複数に
おける反射電力の測定値、を示すとき、前記複数のトランシーバのうちの1つまたは複数
のトランシーバを無効にするよう構成された、請求項25に記載のフェーズドアレイシ
ステム。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001]本開示は一般にワイヤレス通信に関する。より詳細には、本開示は、ミリメート
ル波フェーズドアレイ通信システム(millimeter wave phased array communication sys
tems)に関する。

【背景技術】

【0002】

[0002]ミリメートル波(MMW:Millimeter wave)送信は見通し線(line-of-sight)に沿って進み、建築物の壁によって遮断され(blocked)、または群葉によって減衰され
得る。高い自由空間損失および大気吸収(atmospheric absorption)は、伝搬を数キロメ
ートルに制限することがある。したがって、MMWは、周波数再利用によってスペクトル
利用を改善する、パーソナルエリアネットワークなどの極めて稠密な通信ネットワークの
ために有用である。

30

【0003】

[0003]MMW送信の比較的高い減衰により、受信された送信の精度および利得を増加さ
せるために、複数アンテナアレイが使用され得る。アンテナアレイのうちのいくつかは、
多入力、多出力(MIMO)アンテナアレイ、またはフェーズドアレイシステムであり得
る。

40

【発明の概要】

【0004】

[0004]本開示の一態様は、第1のアンテナ要素と第2のアンテナ要素とを備える、フェ
ーズドアレイシステムを提供する。第1のトランシーバが、第1の電力増幅器を有し、第
1のアンテナ要素に動作可能に結合され得る。第2のトランシーバが、第2の電力増幅器
を有し、第2のアンテナ要素に動作可能に結合され得る。第1の電力検出器が、第1のアン
テナ要素に結合され、第1の検出器出力を与えることができる。第2の電力検出器が、
第2のアンテナ要素に結合され、第2の検出器出力を与えることができる。利得コントロ
ーラが、第1のトランシーバと、第1の電力検出器と、第2のトランシーバと、第2の電

50

力検出器とに動作可能に結合され得る。利得コントローラは、第1の検出器出力と第2の検出器出力とに基づいて、第1のトランシーバおよび第2のトランシーバのうちの1つまたは複数を無効にすることができる。

【0005】

[0005]本開示の別の態様は、フェーズドアレイシステムにおけるワイヤレス通信のための方法を提供する。フェーズドアレイシステムは、少なくとも、第1の電力増幅器を有する第1のトランシーバに動作可能に結合された第1のアンテナ要素と、第2の電力増幅器を有する第2のトランシーバに動作可能に結合された第2のアンテナ要素とを有することができる。本方法は、第1のトランシーバと第2のトランシーバとを有効にすることを備え得る。本方法は、第1の電力検出器および第2の電力検出器のうちの少なくとも1つからの検出器出力を検出することをさらに備え得る。本方法は、最大効率の所定の範囲においてアンテナアレイの動作を維持しながら、検出器出力に基づいて、第1のトランシーバおよび第2のトランシーバのうちの1つまたは複数を無効にすることをさらに備え得る。

10

【0006】

[0006]本開示の別の態様は、フェーズドアレイシステムにおけるワイヤレス通信のための装置を提供する。フェーズドアレイシステムは、複数のトランシーバのうちのそれぞれの第1のトランシーバおよび第2のトランシーバに動作可能に結合された第1のアンテナ要素および第2のアンテナ要素を有することができる。本装置は、第1のトランシーバおよび第2のトランシーバの各々を有効にするための利得制御手段を備え得る。利得制御手段は、さらに、有効にされたトランシーバの最大効率を維持しながら、検出器出力に基づいて、第1のトランシーバおよび第2のトランシーバのうちの1つまたは複数を無効にすることができる。本装置は、利得制御手段に第1の検出器出力を与えるための第1の検出手段をさらに備え得る。第1の検出手段は、第1のアンテナに動作可能に結合され得る。本装置は、利得制御手段に第2の検出器出力を与えるための第2の検出手段をさらに備え得る。第2の検出手段は、第2のアンテナに動作可能に結合され得る。

20

【0007】

[0007]本開示の別の態様は、複数のアンテナ要素を備えるフェーズドアレイシステムを提供する。複数のアンテナ要素の各アンテナ要素は、複数のトランシーバのうちのそれぞれのトランシーバに結合され得る。各トランシーバは、調整可能利得をもつ少なくとも1つの電力増幅器を有することができる。電力検出器が、複数のアンテナ要素の各アンテナに結合され、検出器出力を与えるように構成され得る。検出器出力は、複数のアンテナ要素のうちのそれぞれのアンテナ要素における少なくとも出力電力レベルと反射エネルギーレベルとを示すように構成され得る。利得コントローラは、複数のトランシーバのうちのトランシーバの各々に、および各電力検出器に動作可能に結合され得る。利得コントローラは検出器出力を受信することができる。利得コントローラは、さらに、検出器出力に基づいて、フェーズドアレイシステムのための選択された送信電力レベルを達成するように1つまたは複数の選択された電力増幅器の調整可能利得を調整することができる。利得コントローラは、さらに、検出器出力に基づいて、複数のトランシーバのうちのトランシーバのうちの1つまたは複数を有効または無効にすることができる。

30

【0008】

[0008]本発明の他の特徴および利点は、例として、本発明の態様を示す以下の説明から明らかであろう。

40

【0009】

[0009]本開示の詳細は、その構造と動作の両方について、添付の図面の検討によって部分的に収集され得、同様の参照番号は同様の部分を指す。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】[0010]例示的なフェーズドアレイシステムの総伝送効率対実効等方放射電力(EIRP: effective isotropically radiated power)の一例を示すプロット図。

【図2】[0011]本開示による、フェーズドアレイシステムの例示的な実施形態の機能プロ

50

ック図。

【図3】[0012]図2の例示的なフェーズドアレイシステムの総伝送効率 (total transmission efficiency) の一例を示すプロット図。

【図4 A】[0013]本開示による、フェーズドアレイシステムにおける最適な効率を維持するためトランシーバを選択的に無効にするための例示的な方法を示すフローチャート。

【図4 B】[0014]フェーズドアレイシステムにおける最適な効率を維持するためにトランシーバを選択的に無効にするための別の実施形態を示すフローチャート。

【詳細な説明】

【0011】

[0015]添付の図面に関して以下に記載される詳細な説明は、様々な構成を説明するものであり、本明細書で説明される概念が実施され得る構成のみを表すものではない。詳細な説明は、様々な概念の完全な理解を与えるための具体的な詳細を含む。ただし、これらの概念はこれらの具体的な詳細なしに実施され得ることが当業者には明らかであろう。いくつかの事例では、よく知られている構造および構成要素は、説明を簡潔にするために簡略化された形態で示されている。

10

【0012】

[0016]ミリメートル波 (mmW または MMW) 送信は、一般に、電磁スペクトルの 30 ~ 300 ギガヘルツ周波数内に入ると考えられる。この範囲は、極高周波数 (EHF : Extremely High Frequency) 範囲と呼ばれることもある。 EHF は、無線周波数の帯域のための国際電気通信連合 (ITU) 名称であり、それを上回る電磁放射は、テラヘルツ放射とも呼ばれる、遠赤外光であると見なされる。 MMW 帯域内の電波は、約 1 から 10 ミリメートルまでの波長を有し、これにより、ミリメートル帯域またはミリメートル波という名前が与えられている。

20

【0013】

[0017]MMW 放射の送信周波数および波長により、MMW システムは、大気吸収および減衰を受けやすいことがある。 MMW 送信は、構造物 (たとえば、壁および建築物)、あるいは群葉または降水などの他の自然現象によって妨げられるかまたは減衰され得る。したがって、いくつかの MMW システムは、ワイヤレスシステムの利得を増加させ、余分の伝搬経路損失を補償するために、フェーズドアレイなどのアンテナアレイを使用し得る。したがって、MMW システムは、さもなければ減衰される信号の強度を高めるように、受信機と送信機の両方の利得 (G) を調整するように構成され得る。

30

【0014】

[0018]フェーズドアレイアンテナは、送信された放射を「ステアリング」し、複数のビームまたは送信「ローブ」を作成するために、送信されたエネルギーの位相および大きさを使用する複数のアンテナ要素を備え得る。送信されたエネルギーは、送信フェーズドアレイ要素の平面にわたる電磁エネルギーにおける位相および大きさの変動から生じる、強め合うまたは弱め合う干渉 (constructive or destructive interference) を活用することによって、ステアリングまたはダイレクトされ (directed) 得る。

【0015】

[0019]MMW システムは、低雑音増幅器 (LNA)、電力増幅器 (PA)、ミキサ、および中間周波数 (IF) / ベースバンド (BB) 増幅器など、複数の内部構成要素により実装されるプログラマブル利得で構成され得る。フェーズドアレイアンテナからの総放射エネルギーは、次いで、様々な PA、LNA、または同様の構成要素の利得を調整することによって制御され得る。しかしながら、増幅構成要素の利得を調整することによる送信機電力の低減は、あるレベルで、構成要素の効率を低減し、準最適性能および電力損失を生じることがある。たとえば、1つまたは複数のアンテナ要素の PA の利得が、総送信電力を減少させるために低減されるとき、PA バイアスは A 級増幅器動作へシフトする。これはまた、負荷インピーダンスを、最適な、整合したインピーダンスから離れてシフトし得る。

40

【0016】

50

[0020]図1は、本開示による、例示的なフェーズドアレイシステムの総伝送効率対実効等方放射電力(EIRP)(total transmission efficiency versus effective isotropically radiated power)の一例を示すプロット図である。垂直(y)軸は総伝送効率であり、水平(x)軸はEIRPである。EIRPは、デシベル、特にdBm、または1ミリワット(mW)を基準とする測定電力のデシベルでの電力比換算で(in terms of)参照され得る。EIRPは、代替的に、1ワット(W)を基準とする、dBW換算で(in terms of dBW)参照され得る。

【0017】

[0021]本明細書で説明されるように、EIRPは、概して、(すべての方向において電力を一様に分散する)理論等方性アンテナ(theoretical isotropic antenna)が、最大アンテナ利得の方向において観測されるピーク電力密度を生成するために放出する電力量を指すことがある。いくつかの実施形態では、EIRPは、いくつかの送信構成要素(たとえば、LNA、PAなど)およびコネクタ内で生じる損失を考慮に入れ得、アンテナ要素またはアンテナアレイ全体の利得を含む。EIRPは、しばしば、等価信号強度をもつ等方性送信機(isotropic transmitter)によって放出された基準電力を上回るデシベル(dBm、dBW)換算で(in terms of decibels)示される。EIRPは、異なるタイプのエミッタあるいは異なるサイズまたは形態を有するエミッタ間の比較のために有用であり得る。

10

【0018】

[0022]プロット100によって記述される例示的なフェーズドアレイシステムは、固定数の有効にされたフェーズドアレイアンテナ要素を仮定する。たとえば、図1のプロット100を生成し得るフェーズドアレイは、所与の送信中に常に有効にされる8つのアンテナ要素を有し得る。

20

【0019】

[0023]図示のように、プロット100は、結果として生じるシステムEIRPの線形性が減少するにつれて、システムの伝送効率が増加することを示す。最大線形EIRP110は、システムが線形性要件を満たす、最大EIRPと呼ばれることがある。所与のシステムが、最大線形EIRP100を下回る電力レベルで送信することを必要とされる場合、フェーズドアレイ要素のPAのうちの1つまたは複数の利得は低減され、フェーズドアレイ全体の全体的電力レベルを低減し得る。いくつかの実施形態では、これは、システムが所与の出力電力について必要な電力よりも多くの電力を消費し得るので、全体的システム効率の低減を生じることがある。

30

【0020】

[0024]図2は、フェーズドアレイシステムの一実施形態の機能ブロック図である。図示のように、フェーズドアレイシステム200は、複数のアンテナ要素(要素)202a～202n(まとめて、要素202)を含み得る。アンテナ要素202の各々は、概して、それぞれ、個々のアンテナと見なされ得る。

40

【0021】

[0025]アンテナ要素202は202a、202nと標示され、たとえば、図示のように、アンテナ要素1:Nなど、任意の数のアンテナ要素202が存在し得ることを示す。図示のように、省略記号と同様の一連の3つのドットが、図2の要素の反復部分を示す。これは、図2中のいくつかの場所に示されている。いくつかの実施形態では、アンテナ要素202の各々は、以下で説明される様々な構成要素を介して、送信機入力と受信機出力とに動作可能に接続され得る。この実施形態では、アンテナ要素202の各々は、本明細書で開示されるように、MMW送信を送信および受信するように構成される。

【0022】

[0026]フェーズドアレイシステム200は、送信機入力(Tx in)204を含み得る。いくつかの実施形態では、Tx in 204は、モバイル電子デバイス中の(フェーズドアレイシステム以外の)無線機の他の要素など、いくつかの電子機器からの信号源からの送信機入力を表し得る。送信機入力は、無線周波数(RF)送信、または受信機への

50

送信のための他の同様の入力であり得る。

【0023】

[0027] T_x in 204 は、送信機 (T_x) アップコンバータ 206 に動作可能に結合される。 T_x アップコンバータ 206 は、MMWフェーズアレイシステム 200 が動作している周波数帯域に入力を変換するように構成された、いくつかの副構成要素を含み得る。

【0024】

[0028] T_x アップコンバータ 206 は、必要に応じて、アップコンバートされた信号を増幅するように構成された少なくとも 1 つの送信機可変利得増幅器 (T_x VGA) 208 に動作可能に接続され得る。 T_x VGA 208 は、電力スプリッタ 210 に動作可能に結合され得る。電力スプリッタ 210 は、 T_x VGA 208 からの入来信号を、アンテナ要素 202a ~ 202n の各々への送信のために、n 個の部分にスプリットするように構成され得る。いくつかの実施形態では、電力スプリッタ 210 は、アンテナ要素 202 の各々による送信のために、信号を等量部分にスプリットし得る。スプリットされた信号の各部分は、次いで、図示のように、 T_x 位相シフタ 212a ~ 212n (まとめて、 T_x 位相シフタ 212) は、それらが、フェーズドアレイシステム 200 の (たとえば、フェーズドアレイビームフォーミングのための) 所望の送信方向を生成するために必要に応じて受信する、信号の位相をシフトするように構成され得る。 T_x 位相シフタ 212 は、多段電力増幅器 (PA) 220a ~ 220n (まとめて、PA 220) など、電力増幅器に動作可能に結合され得る。PA 220 は、矢印によって示された、プログラマブル利得を有する電力増幅器の 1 つまたは複数の段を含み得る。利得は、以下で説明されるように、コントローラによってプログラムされ得る。PA 220 の各々は、対応するアンテナ要素 202a ~ 202n に動作可能に接続され得る。したがって、PA 220 は、アンテナ要素 202 から送信される信号の電力レベルに直接影響を及ぼし得る。

【0025】

[0029] いくつかの実施形態では、PA 220 と要素 202 との間の接続は、(図示のように) 切替え接続 (switched connection) であり、それは、アンテナ要素 202 の各々が信号を送信することと信号を受信することとの間で切り替わることを可能にする。

【0026】

[0030] 一実施形態では、アンテナ要素 202 の各々は、同じ切替え接続を介して、多段低雑音増幅器 (LNA) 230a ~ 230n (まとめて、LNA 230) に動作可能に接続され得る。MMW送信の比較的高い減衰により、LNA 230 の各々は、低雑音増幅の 1 つまたは複数の段を含み得、アレイシステム 200 の残りに使用可能信号を与える。LNA 230 は、アンテナ要素 202 の各々において受信される入来信号に、 R_x 位相シフタ 232a ~ 232n (まとめて、 R_x 位相シフタ 232) に動作可能に接続され得る。 R_x 位相シフタ 232 の各々は、さらに、 R_x VGA 236 にさらに動作可能に接続され得る電力コンバイナ 234 に、位相シフトされた信号を与える。 R_x VGA 236 は、 R_x ダウンコンバータ 238 へのさらなる送信のために、組み合わせられた受信信号の利得を調整し得る。 R_x ダウンコンバータ 238 は、さらに、受信機出力 (R_x out) 205 に動作可能に結合され得る。 R_x out 205 は、所与のモバイルデバイスまたは他の適用可能なシステムによって必要とされるさらなる分析または変換を受け得る RF 出力に類似し得る。

【0027】

[0031] 一実施形態では、フェーズドアレイシステム 200 は、利得コントローラ 240 をさらに含む。利得コントローラ 240 は、PA 220 の各々に動作可能に結合され、PA 220 の可変利得を制御するように構成され得る。そのような調整は、アンテナ要素 202 との最適なまたは整合したインピーダンスを維持する際に有益であり得る。利得コントローラ 240 はまた、電力検出器 242a ~ 242n (まとめて電力検出器 242) からいくつかの入力を受信するように構成され得る。電力検出器 242 の各々は、アンテナ

10

20

30

40

50

要素 202 のアレイにわたる送信電力レベルまたは受信電力レベルの推定値を与えるために、それぞれのアンテナ要素 202 に動作可能に結合され得る。電力検出器 242 は、アンテナ要素 202 における入射 RF エネルギーと反射 RF エネルギーの両方を測定するように構成され得る。たとえば、反射 RF エネルギーは、アンテナ要素 202a において送信され、アンテナ要素 202a に、反射されて戻されたエネルギーであり得る。反射エネルギーは、モバイルワイヤレスデバイス（たとえば、UE）の場合のような手による遮断など、アンテナ妨害または遮断（antenna obstruction or blockage）を示し得る。

【0028】

[0032] 利得コントローラ 240 はまた、受信信号強度指示（RSSI）244 を受信するように構成され得る。RSSI 244 は、アレイシステム 200 において受信された全体的または平均信号強度指示であり得る。利得コントローラ 240 に入力される RSSI 244 は、さらに、各アンテナ要素 202 における電力レベル測定値の各々のための基準値を与える。そのような基準値は、さらに、受信信号または送信信号の方向の決定のためにアレイシステム 200 にとって有用であり得る。一実施形態では、RSSI 244 は、電力検出器 242 によって与えられ得る。

10

【0029】

[0033] いくつかの実施形態では、電力検出器 242 は、各アンテナ要素 202 に容量結合され、（たとえば、各アンテナ要素 202 中の）チャネルごとの送信電力を測定するように構成され得る。電力検出器 242 はまた、手または他の物体によるアンテナの遮断を検出するために、所与のアンテナ要素 202 のための入射波（エネルギー）と反射波（エネルギー）の両方をさらに測定するために、結合された伝送線路に基づき得る。

20

【0030】

[0034] そのような実施形態は、個々のアンテナ要素 202 送信電力の測定値に基づいて、および／または RSSI 244 を監視することによって、個々のアンテナ要素 202 の利得を制御し得る。利得コントローラ 240 は、さらに、アンテナ要素 202 を個々に無効にすることなしに、要素単位で（たとえば、アンテナ要素 202 ごとに）個々に電力増幅器 220 利得を調整することによって、アンテナ送信電力を変化させ得る。そのような実施形態は、さらに、受信信号の電力レベルを適宜に調整するために、LNA 230 の利得を変化させ得る。

30

【0031】

[0035] しかしながら、図 1 中において上述のように、PA 220 利得を調整または低減することによって、送信機電力（たとえば、アンテナ要素 202 の送信電力レベル）を低減することは、PA 220 の出力電力がその電力消費よりも速く減少するので、アレイシステム 200 の全体的効率を低減する。いくつかの実施形態では、PA 220 の出力電力はバイアス電流の 2 乗に比例し、電力消費はバイアス電流に比例する。この状況は、たとえば、フェーズドアレイシステム 200 が電話（phone）またはタブレットなどのユーザ機器（UE）において実装されたとき、起こり得る。そのような実施形態では、ユーザの手が、アレイシステム 200 の一部分を遮断し得る。したがって、MMW フェーズドアレイシステム 200 システムは、アレイシステム 200 中のアンテナ要素 202 の一部または全部の送信遮断について調整し得る。しかしながら、そのような遮断されたアンテナを介した信号の送信または試みられた受信は、電力の著しい浪費を生じ得る。

40

【0032】

[0036] 利得コントローラ 240 は、さらに、複数のトランシーバブロック（トランシーバ）250a～250n（まとめて、トランシーバ 250）に動作可能に結合され得る。トランシーバ 250 は、本明細書で説明されるように、少なくとも、Tx 位相シフタ 212 および PA 220 の各ペア、ならびに Rx 位相シフタ 232 および LNA 230 の各ペアの集合的な機能を指すことがある。トランシーバ 250 は破線で示されており、少なくとも、説明される 4 つの要素の機能を指すことがある。たとえば、トランシーバ 250a は、Tx 位相シフタ 212a、PA 220a、LNA 230a、および Rx 位相シフタ 232a の機能を指す。一実施形態では、本明細書で開示されるトランシーバ 250 はまた

50

、波形生成 / 送信および受信構成要素、たとえば、P A 2 2 0 およびL N A 2 3 0 を指すことがある。別の実施形態では、トランシーバ2 5 0 は、アンテナ要素2 0 2 からエネルギーを送信および受信するように構成された送信機 / 受信機ペアを指すことがある。別の実施形態では、トランシーバ2 5 0 は、特定のアンテナ要素2 0 2 (たとえば、アンテナ要素2 0 2 a) からの送信または受信動作中に、アレイシステム2 0 0 から電力を引き出す構成要素を指すことがある、たとえば、トランシーバ2 5 0 a が無効にされたとき、電力はアンテナ要素2 0 2 a から送信されず、トランシーバへの電力は最小限に抑えられる。

【0 0 3 3】

[0037]動作中、利得コントローラ2 4 0 は、必要に応じて、1つまたは複数のそれぞれのトランシーバ2 5 0 を除去する (remove) か、またはさもなければ非アクティブにするようにさらに構成され得る。そのような動作は、オンオフ電力スイッチと同様であり得る。これは、選択されたトランシーバ2 5 0 から電力を選択的に除去することによって、アレイシステム2 0 0 全体の効率および送信電力レベルを最適化するように働き得る。

10

【0 0 3 4】

[0038]一実施形態では、および以下で図3に関して説明されるように、遮断されたアンテナ要素2 0 2 a の存在下で、利得コントローラ2 4 0 は、電力検出器2 4 2 から電力レベルに関する電力情報を受信し得る。その情報は、アンテナ要素2 0 2 のうちの1つまたは複数が遮断されているか、またはさもなければ妨害されていることを、利得コントローラ2 4 0 に示し得る。応答して、利得コントローラは、たとえば、いくつかの遮断されたアンテナ (たとえば、アンテナ要素2 0 2) に対応する、いくつかのアンテナ要素2 0 2 を無効にし得る。したがって、利得コントローラ2 4 0 は、関連付けられたトランシーバプロック2 5 0 a から電力を除去する。その結果、電力はアンテナ要素2 0 2 a に送出されないことがある。これは、後述のように、システム全体 (たとえば、アレイシステム2 0 0) の電力消費を低減するように働き得る。いくつかの実施形態では、利得コントローラ2 4 0 は、システム2 0 0 の最大効率を維持するために、遮断された (1つまたは複数の) アンテナ要素2 0 2 に応答して、他のP A 2 2 0 のうちの1つまたは複数の利得をコンカレントに調整し (たとえば、上げまたは下げ) 得る。

20

【0 0 3 5】

[0039]図3は、図2の例示的なフェーズドアレイシステムの総伝送効率の一例を示すプロット図である。図示のように、プロット図3 0 0 は、y軸に沿った総伝送 (T x) 効率とともに、x軸に沿ったE I R P を示す。プロット図1 0 0 (図1) と同様に、E I R P の単位は、d B m / d B W 換算で参照され得る。

30

【0 0 3 6】

[0040]図3 0 0 は、図1 0 0 と同様である点線3 0 2 を含み、P A 2 2 0 における調整可能利得を組み込んだフェーズドアレイシステム (たとえば、アレイシステム2 0 0) の効率を示す。点線3 0 2 は、ポイント3 0 4 における最小効率を有する最小E I R P から、図3 0 0 の右側における (破線で示された) 最大線形E I R P 3 0 6 まで増加する。

【0 0 3 7】

[0041]図3 0 0 はまた、本開示の一実施形態に従って動作させられるアレイシステム2 0 0 (図2) の伝送効率を示すライン3 2 0 を示す。ライン3 2 0 は、曲線の左側のポイント3 2 2 において開始し、ポイント3 2 4 において最大総効率までE I R P を増加させる。ポイント3 2 4 は、ポイント3 0 4 と同じまたは同様の効率を有し得るが、より低い最大E I R P においてである。

40

【0 0 3 8】

[0042]そのような実施形態によれば、いくつかのアンテナ要素2 0 2 を無効にすることによって、信号はそれらのアンテナ要素2 0 2 から受信および / または送信されない。選択された受信機 / 送信機ペア (たとえば、要素2 0 2 a) を無効にすることによって、ある空間的方向におけるアレイシステム2 0 0 の総利得は、 $20 * \log (N_{\text{enabled}})$ として変化させられ、ここで、 N_{enabled} は、アレイシステム2 0 0 中の有効にされたアン

50

テナの数である。利得は、有効にされたチャネル（たとえば、アンテナ要素202）の電力増幅器220が、最大効率で、最大利得設定で動作し続け得るよう変化させられる。

【0039】

[0043]たとえば、アレイシステム200が8つのアンテナ要素202を有する場合、個々のアンテナ要素202を有効または無効にすることは、利得コントローラ240が、1つ～8つの有効にされた要素202の各々についてアレイシステム200の全体的利得を増分的にG+0dB、G+6dB、G+9.5dB、G+12dB、G+14dB、G+15.6dB、G+16.9dB、およびG+18dBに設定することを可能にし得、ここで、Gはオフセット利得である。これは、有効にされた電力増幅器220のバイアスまたは出力電力に影響を及ぼすことなしに可能であり得る。N_{enabled}が1に近づくとき、アンテナ要素202を有効または無効にするときの利得の変動は、ポイント330において示されるドロップなど、大きくなる。したがって、利得コントローラ240は、有効にされたPA220の利得を、中間電力（EIRP）レベルおよび関連付けられた効率に調整し得る。10

【0040】

[0044]右から左へ見ると、図3は、単一のトランシーバ250を無効にすることの効果におけるそのような対数的増加を示す。ポイント304において、システム200は、最大効率および最大EIRPにおいて動作している。一実施形態では、これは、トランシーバ250a～n（および対応するPA220）の全部がすべて最大利得において機能していることを示し得る。アンテナ要素202のうちの1つまたは複数が遮断される場合、電力検出器242のうちの1つまたは複数は、アンテナ要素202のうちの1つまたは複数の部分的な妨害があることを、利得コントローラに示し得る。利得コントローラ240は、次いで、EIRPがポイント314に低減されるまで、システム効率に影響を及ぼすことなしに1つまたは複数のトランシーバの非アクティブ化を指令し得、ポイント314未満では、追加のトランシーバを非アクティブにする（たとえば、オフにする）ことは、所望よりも大きいEIRPステップを生じる。ポイント314において、別のトランシーバを完全に非アクティブにすることから起こり得るよりも小さい増分（increments）でのEIRPにおける漸次的低減が必要とされる場合、利得コントローラ240は、有効にされたPA220a～nのうちの1つまたは複数の利得の減少を指令し得る。利得の減少は、ポイント315に向かって、EIRPおよび効率の減少を生じ得る。20

【0041】

[0045]ポイント315において、効率は、利得コントローラ240がトランシーバ250a～nのうちの1つを無効にし得るレベルに、減少されたEIRPとともに減少する。利得コントローラ250は、さらに、有効のままであるトランシーバ250の利得をそれらの個々の最大線形値に同時にリセットし得る。一実施形態では、トランシーバ250a～nのうちの1つのみが無効にされ、n-1個のトランシーバ250が有効のままであるとき、EIRPは、最大許容EIRPステップよりも小さいことがある、値、 $20 * 10^g (n / (n - 1)) dB$ によって定義されるEIRPステップによって低減され得る。EIRPステップは、たとえば、ポイント314からポイント315へのEIRPの低減を表し得る。ポイント314からポイント315へのステップが小さいので、有効にされたトランシーバ250のPA220の利得を調整する必要はないことがある。30

【0042】

[0046]EIRPは、上述のように、EIRPステップ値、 $20 * 10^g (N_{enabled} / (N_{enabled} + 1))$ が（たとえば、ポイント314における）最大許容EIRPステップよりも大きくなるまで、トランシーバ250を非アクティブにすることによってさらに低減され得る。言い換えれば、有効にされたトランシーバ250と利用可能な総トランシーバ250との比がより小さくなるので、連続するEIRP減分（decrements）の大きさは増加し得る。したがって、EIRPの追加の低減は、EIRPがポイント315に向かうまで、有効にされたトランシーバ250の1つまたは複数のPA220の利得を低減することによって達成され得、ポイント315において、有効にされたトランシーバの利得40

10

20

30

40

50

低減は $20 * \log(N_{\text{enabled}} / (N_{\text{enabled}} + 1))$ に等しい。EIRPをポイント315未満に調整することは、一つまたは複数のトランシーバ250を非アクティブしながら、同時に、他の有効にされたトランシーバ250に関連付けられたPA220の利得をそれらの最大線形値に復元すること(restoring)によって達成され得、以下同様である。これは、妨害されていないアンテナ要素202に関連付けられた有効にされたPA220の最適性能を生じ得る。

【0043】

[0047]一実施形態では、各トランシーバ250、および拡張によって、フェーズドアレイの各アンテナ要素202(アンテナ)は、利得コントローラ240によって決定されたように有効または無効にされるように構成される。個々のアンテナ要素202に(内部接続を介して)接続されたTx_in204およびRx_out205は、図2に示されているように、効果的にオンおよびオフにされ得る(たとえば、オン/オフスイッチ)。利得コントローラ240は、個々のアンテナ要素202に接続されたトランシーバ250に指令するための信号を生成し得る。

10

【0044】

[0048]したがって、アレイシステム200のより低い利得のモードにおいて、または、1つまたは複数のアンテナ要素202の部分的な手の遮断中に、図1に関して説明されたシステムにわたる送信および受信効率の有意な改善は、利得コントローラ240がトランシーバブロック250を選択的に有効/無効にするように構成されたときに実現され得る。図3で説明されたようなアレイシステム200の効率は、利得設定Gmax-2010g(N)において効率を増加させることができ、ここで、Nはアンテナの数である。

20

【0045】

[0049]図4Aは、本開示による、フェーズドアレイシステムにおける最適な効率を維持するためにトランシーバを選択的に無効にするための方法を示すフローチャートである。図示のように、方法400はブロック410において開始し、フェーズドアレイシステム200がアレイ中の複数のアンテナ要素202を有効にする。一実施形態では、有効にすることは、複数の選択的に有効にされたアンテナ要素202に関連付けられたトランシーバ250に電力を加えること(applying)を指すことがある。別の実施形態では、選択的に有効にされたアンテナ要素202は、アレイ200中のアンテナ要素202の全部を備え得る。また別の実施形態では、利得コントローラ240は、本明細書で開示されるように、アンテナ要素202を有効にするように機能し得る。

30

【0046】

[0050]ブロック420において、利得コントローラ240は、電力検出器242のうちの1つまたは複数からの入力とRSSI244とを受信し得る。その入力およびRSSI244はまた、検出器出力と総称されることがある。そのような出力は、1つまたは複数のアンテナ要素202における反射電力(reflected power)を示し得る。したがって、検出器出力は、アンテナ要素202のうちの1つまたは複数が妨害されるか、またはさもなければ遮断され得ることを示し得る。一実施形態では、妨害の存在下での(たとえば、関連付けられたトランシーバ250による)継続的送信は、浪費された電力およびより低い効率を生じ得る。

40

【0047】

[0051]ブロック430において、利得コントローラ240は、検出器出力に応答して、影響を受けた(1つまたは複数の)アンテナ要素202に関連付けられたトランシーバ250から電力を除去し得る。一実施形態では、トランシーバ250から電力を除去することは、影響を受けた(1つまたは複数の)アンテナ要素202に関連付けられた送信機/受信機ペアをオフにすることを指すことがある。その結果、アクティブのままであるアンテナ要素202(たとえば、遮断されない(unblocked)アンテナ要素202)は、本明細書で開示されるように、それらの最大効率において動作し続ける。

【0048】

[0052]いくつかの実施形態では、方法400は、検出器出力に基づいて、選択されたト

50

ランシーバ 250 を有効および無効にすることによって、アレイシステム 200 の最大効率を維持するかまたはさもなければ達成するために採用され得る。

【0049】

[0053] 図 4B は、本開示による、フェーズドアレイシステムにおける最適な効率を維持するためにトランシーバを選択的に無効にするための別の実施形態を示すフロー チャートである。図示のように、方法 450 はブロック 460 から始まり、フェーズドアレイシステム 200 の複数のアンテナ要素 202 が有効にされる。一実施形態では、そのような複数は、システム 200 中のアンテナ要素 202 の全部であり得る。

【0050】

[0054] ブロック 470 において、利得コントローラ 240 は、(たとえば、電力検出器 242 から) 電力検出器出力を受信し得る。検出器出力は、システム 200 の最大線形 EIRP に近づく状態での動作を示し得る。一実施形態では、そのような出力は、出力電力レベルと、電力増幅器 220 の利得と、RSSI 244との間の比較の結果であり得る。検出器出力は、さらに、1つまたは複数のアンテナ要素 202 の部分的遮断または全遮断を示し得る。ブロック 480 において、利得コントローラ 240 は、影響を受けたトランシーバ 250 に関連付けられた電力増幅器 220 のうちの1つまたは複数の利得を調整し得る。一実施形態では、「調整すること」は、影響を受けた電力増幅器 220 の利得の増加または減少を含み得る。

【0051】

[0055] ブロック 485 において、電力増幅器 220 の調整された(1つまたは複数の)利得に応答して、利得コントローラ 240 は、調整された電力増幅器 220 またはそれらの関連付けられたトランシーバ 250、アンテナ要素 202、および/あるいはアレイシステム 200 全体の効率の減少を示す(たとえば、電力検出器 242 からの)検出器出力を受信し得る。

【0052】

[0056] ブロック 490 において、利得コントローラ 240 は、さらに、電力増幅器 220 の減少された効率に応答して、影響を受けた(1つまたは複数の)トランシーバ 250 から電力を除去し得る。一実施形態では、最適性能未満で動作しているトランシーバ 250 から電力を除去することは、システム 200 全体の全体的伝送効率を増加させ、残りの有効にされたトランシーバ 250(たとえば、遮断による影響を及ぼされていないトランシーバ 250)および関連付けられた電力増幅器 220 がそれらの最大効率において動作し続けることを可能にし得る。

【0053】

[0057] したがって、いくつかの実施形態では、利得コントローラ 240 は、フェーズドアレイシステム 200 の最大 EIRP を達成するかまたはさもなければ維持するために、ブロック 470 またはブロック 485 において検出器出力を受信し、トランシーバ 250(および拡張によって、電力増幅器 220)を有効または無効にし得る。

【0054】

[0058] 本開示の実施形態は、特定の実施形態について上記で説明されたが、本発明の多くの変形形態が可能である。たとえば、様々な構成要素の数は増加または減少され得、電源電圧を決定するモジュールおよびステップは、周波数、別のシステムパラメータ、またはパラメータの組合せを決定するために変更され得る。さらに、様々な実施形態の特徴は、上記で説明された組合せとは異なる組合せで組み合わせられ得る。

【0055】

[0059] 当業者は、本明細書で開示される実施形態について説明された様々な例示的なブロックが様々な形態で実装され得ることを諒解されよう。いくつかのブロックは、概してこれらの機能について上記で説明された。そのような機能がどのように実装されるかは、全体的なシステムに課される設計制約に依存する。当業者は、説明された機能を特定の適用例ごとに様々な方法で実装し得るが、そのような実装の決定は、本発明の範囲からの逸脱を生じるものと解釈されるべきではない。さらに、ブロックまたはステップ内の機能の

10

20

30

40

50

グループ化は、説明を簡単にするためのものである。本開示から逸脱することなく、特定の機能またはステップが、あるブロックから移動され得るか、またはブロックにわたって分散され得る。

【0056】

[0060]本明細書で開示された実施形態に関して説明された様々な例示的な論理ブロック、たとえば、利得コントローラ240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(AVIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)または他のプログラマブル論理デバイス、個別ゲートまたはトランジスタ論理、個別ハードウェア構成要素、あるいは本明細書で説明され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、任意のプロセッサ、コントローラ(たとえば、本明細書で開示される利得コントローラ240)、マイクロコントローラ、または状態機械であり得る。プロセッサはまた、コンピューティングデバイスの組合せ、たとえば、DSPとマイクロプロセッサとの組合せ、複数のマイクロプロセッサ、DSPコアと連携する1つまたは複数のマイクロプロセッサ、あるいは任意の他のそのような構成として実装され得る。

10

【0057】

[0061]本明細書で開示された実施形態に関して説明された方法またはアルゴリズムのステップは、直接ハードウェアで実施されるか、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュールで実施されるか、またはその2つの組合せで実施され得る。ソフトウェアモジュールは、RAMメモリ、フラッシュメモリ、ROMメモリ、EPROMメモリ、EEPROM(登録商標)メモリ、レジスタ、ハードディスク、リムーバブルディスク、CD-ROM、または任意の他の形態の記憶媒体中に常駐し得る。例示的な記憶媒体は、プロセッサが記憶媒体から情報を読み取り、記憶媒体に情報を書き込むことができるようにプロセッサに結合され得る。代替として、記憶媒体はプロセッサに一体化され得る。プロセッサおよび記憶媒体はASIC中に存在し得る。

20

【0058】

[0062]開示された実施形態の上記の説明は、当業者が本開示を製作または使用できるように与えられた。これらの実施形態への様々な修正は当業者には容易に明らかであり、本明細書で説明された一般原理は、本開示の趣旨または範囲から逸脱することなく他の実施形態に適用され得る。したがって、本明細書で提示された説明および図面は、本開示の現在好ましい実施形態を表し、したがって、本開示によって広く企図される主題を表すことを理解されたい。本開示の範囲は、当業者に明らかになり得る他の実施形態を完全に包含することと、したがって、本開示の範囲は、添付の特許請求の範囲以外のものによって限定されないこととをさらに理解されたい。

30

【図 1】

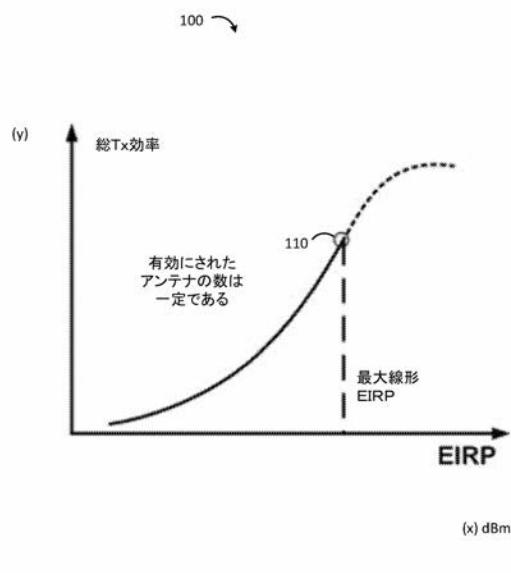


FIG. 1

【図 2】

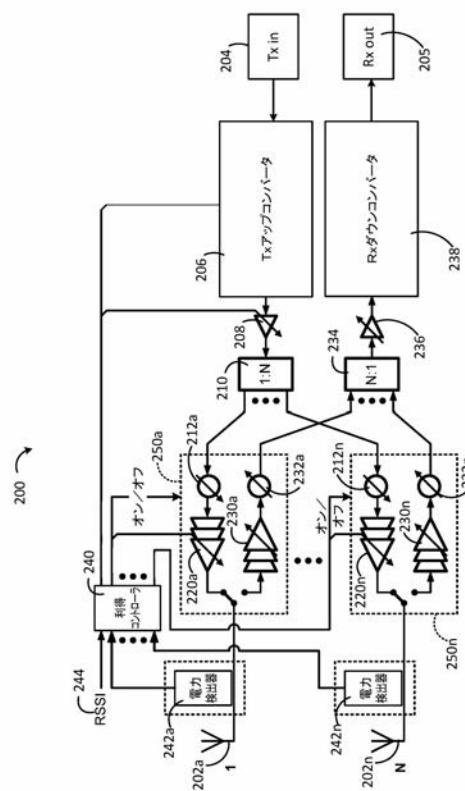


FIG. 2

【図 3】

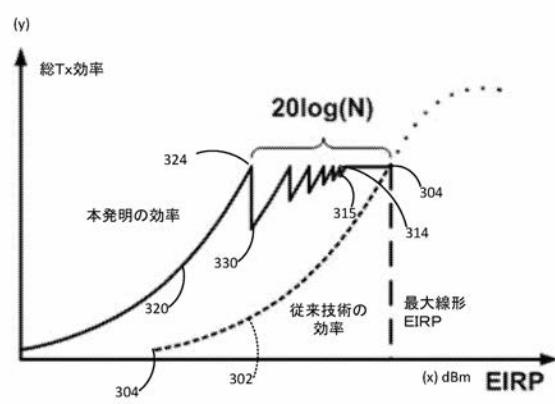


FIG. 3

【図 4 A】

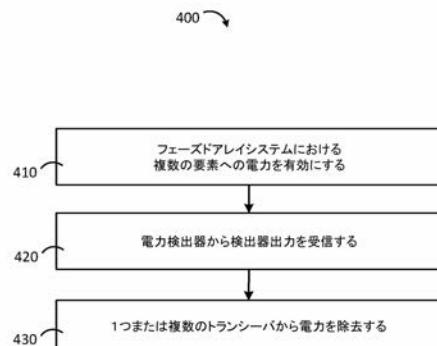


FIG. 4A

【図 4 B】

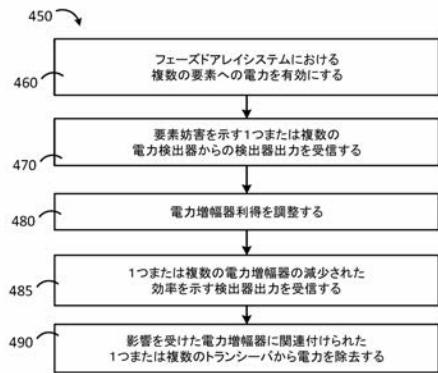


FIG. 4B

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2016/012539									
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. H04W52/52 H04B17/13 ADD. H03G3/30 H04W52/42											
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC											
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H03G H04W H01Q H04B											
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched											
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data											
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Category*</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th style="text-align: left; padding: 2px;">Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">WO 98/57442 A2 (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]) 17 December 1998 (1998-12-17) claims 1-21 figures 4,5 page 5, lines 9-11 page 9, lines 25-27 -----</td> <td style="padding: 2px;">1-28</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px;">A</td> <td style="padding: 2px;">MARK A GOUKER ET AL: "A 16-Element Subarray for Hybrid-Circuit Tile-Approach Spatial Power Combining", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 44, no. 11, 1 November 1996 (1996-11-01), XP011036602, ISSN: 0018-9480 the whole document -----</td> <td style="padding: 2px;">1-28 -/-</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	A	WO 98/57442 A2 (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]) 17 December 1998 (1998-12-17) claims 1-21 figures 4,5 page 5, lines 9-11 page 9, lines 25-27 -----	1-28	A	MARK A GOUKER ET AL: "A 16-Element Subarray for Hybrid-Circuit Tile-Approach Spatial Power Combining", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 44, no. 11, 1 November 1996 (1996-11-01), XP011036602, ISSN: 0018-9480 the whole document -----	1-28 -/-
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.									
A	WO 98/57442 A2 (ERICSSON TELEFON AB L M [SE]) 17 December 1998 (1998-12-17) claims 1-21 figures 4,5 page 5, lines 9-11 page 9, lines 25-27 -----	1-28									
A	MARK A GOUKER ET AL: "A 16-Element Subarray for Hybrid-Circuit Tile-Approach Spatial Power Combining", IEEE TRANSACTIONS ON MICROWAVE THEORY AND TECHNIQUES, IEEE SERVICE CENTER, PISCATAWAY, NJ, US, vol. 44, no. 11, 1 November 1996 (1996-11-01), XP011036602, ISSN: 0018-9480 the whole document -----	1-28 -/-									
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.									
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed											
T later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family											
Date of the actual completion of the international search 29 March 2016		Date of mailing of the international search report 05/04/2016									
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL-2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer van der Pol, Edwin									

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2016/012539

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	<p>KLEIN JONATHAN ET AL: "Improving cubesat downlink capacity with active phased array antennas", 2014 IEEE AEROSPACE CONFERENCE, IEEE, 1 March 2014 (2014-03-01), pages 1-8, XP032607511, DOI: 10.1109/AERO.2014.6836238 [retrieved on 2014-06-16] paragraph [0002] figures 1,2,3</p> <p>-----</p> <p>US 5 038 146 A (TROYCHAK JOSEPH A [US] ET AL) 6 August 1991 (1991-08-06) claims 1-13 figures 1,2A,2B,3 column 1, line 38 - line 43 column 2, line 36 - line 65 column 3, line 63 - column 4, line 26</p> <p>-----</p> <p>US 2010/142590 A1 (HOEHNE THOMAS [FI] ET AL) 10 June 2010 (2010-06-10) claims 1-23 figure 2 paragraph [0002] - paragraph [0004] paragraph [0030] - paragraph [0038]</p> <p>-----</p>	1-28
A		1-28
A		1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2016/012539

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
WO 9857442	A2 17-12-1998	AU	741431 B2	29-11-2001
		AU	8046198 A	30-12-1998
		BR	9809990 A	01-08-2000
		CA	2293334 A1	17-12-1998
		CN	1267409 A	20-09-2000
		EP	0986861 A2	22-03-2000
		US	6334050 B1	25-12-2001
		WO	9857442 A2	17-12-1998
<hr/>				
US 5038146	A 06-08-1991	NONE		
<hr/>				
US 2010142590	A1 10-06-2010	CN	101548479 A	30-09-2009
		EP	2095535 A1	02-09-2009
		KR	20090087036 A	14-08-2009
		US	2010142590 A1	10-06-2010
		WO	2008068547 A1	12-06-2008
<hr/>				

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,R0,RS,SE,SI,SK,SM,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IR,IS,JP,KE,KG,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US

(72)発明者 アパリン、プラディミル

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75

(72)発明者 アラビ、カリム

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92121、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 57
75