

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第6990069号

(P6990069)

(45)発行日 令和4年2月3日(2022.2.3)

(24)登録日 令和3年12月7日(2021.12.7)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 Q 21/06 (2006.01)

H 0 1 Q 21/06

H 0 1 Q 1/27 (2006.01)

H 0 1 Q 1/27

H 0 1 Q 1/32 (2006.01)

H 0 1 Q 1/32

Z

H 0 1 Q 3/04 (2006.01)

H 0 1 Q 3/04

H 0 1 Q 3/26 (2006.01)

H 0 1 Q 3/26

Z

請求項の数 9 外国語出願 (全29頁)

(21)出願番号 特願2017-172570(P2017-172570)

(22)出願日 平成29年9月8日(2017.9.8)

(65)公開番号 特開2018-110372(P2018-110372 A)

(43)公開日 平成30年7月12日(2018.7.12)

審査請求日 令和2年9月4日(2020.9.4)

(31)優先権主張番号 15/292,294

(32)優先日 平成28年10月13日(2016.10.13)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者 500520743

ザ・ボーイング・カンパニー

The Boeing Company

アメリカ合衆国、60606-2016

イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサ

イド・プラザ、100

(74)代理人 110002077

園田・小林特許業務法人

(72)発明者 ウィーラン、デーヴィッド エー、

アメリカ合衆国 カリフォルニア 926

47, ハンティントンビーチ, ボルザ

アベニュー 5301, ザ・ボーイング

カンパニー

(72)発明者 フェリア, インジェー、

アメリカ合衆国 カリフォルニア 926

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 適合性のあるダイヤモンド形のフェーズドアレイアンテナシステムを使用した無線通信システム及び方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

アンテナシステム(200)であって、

ダイヤモンド形(206)を形成する放射エレメント(204)のアレイ(202)を備え、

前記ダイヤモンド形は、第1の軸(210)と第2の軸(212)とを含み、

前記ダイヤモンド形は、複数の飛行中の通信リレープラットフォーム(110)が共有する基準面(120)に合わせて位置調整された前記第1の軸に合わせて配向され、

前記アレイに対する前記基準面の位置の変化に応じて、前記第1の軸が前記基準面に合わせて位置調整されたまま維持されるように、前記ダイヤモンド形が再配向され、

前記アレイは、円形の平面アレイ(208)を含み、

前記円形の平面アレイは、電圧印加された放射エレメント(204a)と、電源切断された放射エレメント(204b)とを含み、

前記電圧印加された放射エレメントは、前記ダイヤモンド形を形成する、システム。

【請求項2】

前記アレイに電子的に結合したプロセッサ(236)を更に備え、

前記プロセッサは、前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントに電圧を印加し、及び前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントの電源を切断することによって、前記ダイヤモンド形を電子的に配向させるように構成され、

前記プロセッサは、前記ダイヤモンド形を前記アレイの中心(216)の周りで回転させ

るために、前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントに電圧を印加し、及び前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントの電源を切断することによって、前記ダイヤモンド形を電子的に再配向させるように構成されている、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記アレイに機械的に連結された回転機構（240）を更に備え、
前記回転機構は、前記ダイヤモンド形を機械的に配向させるように構成され、
前記回転機構は、前記アレイの中心（216）の周りで前記アレイを回転させることによって、前記ダイヤモンド形を機械的に再配向させるように構成されている、
請求項 1 又は 2 に記載のシステム。

10

【請求項 4】

前記第 1 の軸と前記第 2 の軸は、等しい長さを有する、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 5】

前記第 1 の軸と前記第 2 の軸は、異なる長さを有する、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 6】

通信システム（100）であって、
共有の基準面（120）内で経路（122）に沿って移動している複数の飛行中の通信リレープラットフォーム（110）と、
ダイヤモンド形（206）を形成する放射エレメント（204）のアレイ（202）を備えるアンテナシステム（200）によって、前記通信リレープラットフォームのうちの 1 つと無線通信しているユーザ端末（108）と

20

を備え、

前記ダイヤモンド形は、第 1 の軸（210）と第 2 の軸（212）とを含み、
前記ダイヤモンド形は、前記基準面に合わせて位置調整された前記第 1 の軸に合わせて配向され、

前記ユーザ端末に対する少なくとも 1 つの前記通信リレープラットフォームの位置の変化に応じて、前記第 1 の軸が前記基準面に合わせて位置調整されたまま維持されるように、
前記ダイヤモンド形が再配向され、

30

前記アレイは、円形の平面アレイ（208）を含み、

前記円形の平面アレイは、電圧印加された放射エレメント（204a）と、電源切断された放射エレメント（204b）とを含み、

前記電圧印加された放射エレメントは、前記ダイヤモンド形を形成する、システム。

【請求項 7】

前記アンテナシステムは更に、前記アレイに電子的に結合したプロセッサ（236）を備え、

前記プロセッサは、前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントに電圧を印加し、及び前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントの電源を切断することによって、前記ダイヤモンド形を電子的に配向させるように構成され、

40

前記プロセッサは、前記ダイヤモンド形を前記アレイの中心（216）の周りで回転させるために、前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントに電圧を印加し、及び前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントの電源を切断することによって、前記ダイヤモンド形を電子的に再配向させるように構成されている、
請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

通信方法（300）であって、
放射エレメント（204）のアレイ（202）を、第 1 の軸（210）及び第 2 の軸（212）を含むダイヤモンド形（206）に構成すること（302）と、
前記第 1 の軸が複数の飛行中の通信リレープラットフォーム（110）が共有する基準面

50

(120)に合わせて位置調整されるように、前記ダイヤモンド形を配向させること(304)と、

前記アレイに対する前記基準面の位置の変化に応じて、前記第1の軸が前記基準面に合わせて位置調整されたまま維持されるように、前記ダイヤモンド形を再配向させること(306)と、

前記放射エレメントを円形の平面アレイ(208)に配置すること(308)と、

前記ダイヤモンド形を形成するために、前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントに電圧を印加する、及び前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントの電源を切断すること(310)と、

前記ダイヤモンド形を配向させるために、前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントに電圧を印加する、及び前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントの電源を切断すること(312)と、

前記第1の軸を前記基準面に合わせて位置調整すること(314)と

を含む方法。

【請求項9】

前記ダイヤモンド形を再配向させるために、前記放射エレメントのうちの選択された更に異なる放射エレメントに電圧を印加する、及び前記放射エレメントのうちの選択された更に異なる放射エレメントの電源を切断すること(316)と、

前記第1の軸を前記基準面に合わせて再位置調整すること(318)と

を更に含む、請求項8に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は概して、無線通信に関し、より具体的には、適合性のあるダイヤモンド形を有するフェーズドアレイアンテナシステムを用いた無線通信システム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現代の無線通信システム及びネットワークは、地上ベースの基地局とユーザ端末との間の通信(例：情報の送受信)をルーティングするために、飛行中の(例えば軌道上の又は空中の)通信プラットフォームに大きく依存している。上記のような通信環境では、信頼性のあるサービスのために非干渉ベースのスペクトル共有が要求される。

【0003】

ユーザ端末から軌道上の又は空中の通信プラットフォームへの無線通信方向において、スペクトル共有の実行可能性を決める主な要因は、ユーザ端末のアンテナによって送信される高周波信号のサイドローブ(side lobe)の振幅(又は相対利得)である。

【0004】

上記サイドローブ干渉を低減するための従来の解決法は概して、モバイルユーザ端末には適切ではない。一実施例として、リフレクタアンテナはサイドローブ干渉を低減させるが、これらは大型であり、モバイル環境で動作するには複雑な機械的ビーム照準機構を必要とする。別の実施例として、円形平面アレイは小型であり、電子ビームの操縦が可能であるが、高振幅のサイドローブを発生させるため、スペクトル効率が制限される。

【0005】

従って当業者は、無線通信システムにおけるサイドローブ干渉低減の分野において研究開発の努力を継続している。

【発明の概要】

【0006】

一実施例では、本開示のアンテナシステムは、ダイヤモンド形を形成する放射エレメントのアレイを含む。ダイヤモンド形は、第1の軸と第2の軸とを含む。ダイヤモンド形は、複数の飛行中の通信リレープラットフォームが共有する基準平面に合わせて第1の軸が位置調整されるように配向される。ダイヤモンド形は、アレイに対する基準平面の位置が変

10

20

30

40

50

化したことに応じて、基準平面に合わせた第1の軸が維持されるように再配向される。

【0007】

別の実施例では、本開示の通信システムは、共有基準平面内の経路に沿って移動する、複数の飛行中の通信リレープラットフォームと、アンテナシステムによってリレープラットフォームのうちの1つと無線通信しているモバイルユーザ端末とを含む。アンテナシステムは、ダイヤモンド形を形成する放射エレメントのアレイを含む。ダイヤモンド形は、第1の軸と第2の軸とを含む。ダイヤモンド形は、基準平面に合わせて位置調整された第1の軸に合わせて配向される。ダイヤモンド形は、ユーザ端末に対するリレープラットフォームのうちの少なくとも1つの位置が変化したことに応じて、基準平面に合わせて第1の軸が維持されるように再配向される。

10

【0008】

更に別の実施例では、本開示の方法は、(1)放射エレメントのアレイを、第1の軸と第2の軸とを含むダイヤモンド形に構成し、(2)複数の飛行中の通信リレープラットフォームが共有する基準平面に合わせて第1の軸が位置調整されるようにダイヤモンド形を配向し、(3)アレイに対する前記基準平面の位置が変化したことに応じて、基準平面に合わせて第1の軸が維持されるようにダイヤモンド形を再配向するステップを含む。本開示のシステム及び方法の他の実施例は、以下の詳細な説明、添付の図面及び別記の特許請求の範囲により明確となるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本開示の通信システムの送信リンクを介して通信リレープラットフォームと無線通信しているユーザ端末の視野の概略図である。

20

【図2】本開示の通信システムの返信リンクを介して通信リレープラットフォームと無線通信しているユーザ端末の視野の概略図である。

【図3】ユーザ端末と複数の通信リレープラットフォームのうちの1つとの間の、ユーザからリレープラットフォームへのリンクの一実施例の概略図である。

【図4】ユーザ端末と複数の通信リレープラットフォームのうちの1つとの間の、ユーザからリレープラットフォームへのリンクの別の実施例の概略図である。

【図5】本開示のアンテナシステムの放射エレメントのアレイの一実施例の概略図である。

【図6】放射エレメントによって形成されたダイヤモンド形の一実施例の概略図である。

30

【図7】放射エレメントによって形成されたダイヤモンド形の別の実施例の概略図である。

【図8】基準平面に合わせて第1の軸が位置調整されるように配向された、アレイのダイヤモンド形の一実施例の概略図である。

【図9】別の基準平面に合わせて第1の軸が位置調整されるように再配向された、アレイのダイヤモンド形の一実施例の概略図である。

【図10】図8の基準平面に合わせて第1の軸が位置調整されるように配向されたダイヤモンド形を形成するために選択的に電圧印加された、図5の放射エレメントの概略図である。

【図11】図9の他の基準平面に合わせて第1の軸が位置調整されるように配向されたダイヤモンド形を形成するために選択的に電圧印加された、図5の放射エレメントの概略図である。

40

【図12】図8の基準平面に合わせて第1の軸が位置調整されるように配向された放射エレメントのアレイの別の実施例の概略図である。

【図13】図8の基準平面に合わせて第1の軸が位置調整されるように配向された、図12の放射エレメントのアレイの概略図である。

【図14】放射パターンの比較グラフである。

【図15】本開示のアンテナシステムの一実施例の概略ブロック図である。

【図16】本開示のアンテナシステムの別の実施例の概略ブロック図である。

【図17】本開示の通信方法の一実施例のフロー図である。

【図18】更に別の基準平面に合わせて第1の軸が位置調整されるように再配向された、

50

アレイのダイヤモンド形の一実施例を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下の詳細な説明は、添付の図面に言及している。添付の図面は、具体的な実施例及び／又は本開示によって説明される実施例を示している。他の実施例及び／又は種々の構造及び工程を有する実施例も、本開示の範囲から逸脱するわけではない。同様の参照番号は、異なる図面における同一の特徴、エレメント、又は構成要素を表し得る。

【0011】

本書で「実施例」に言及することは、当該実施例に関連して説明される一又は複数の特徴、エレメント、構成要素又は特性が、少なくとも1つの実施例又は実装態様に含まれることを意味する。したがって、本開示にわたる「一実施例では」、「別の実施例では」という表現、及び類似表現は、同一の実施例を指している場合があるが、必ずしもそうではない場合もある。さらに、任意の一実施例を特徴付ける主題は、任意の他の実施例を特徴付ける主題を含み得るが、必ずしもそうではない場合もある。

【0012】

特許請求され得るが、特許請求されないこともあり得る本開示に係る主題の例示的且つ非網羅的な実施例が、以下に提供される。

【0013】

図1及び図2を参照すると、無線通信システム100の一実施例が開示されている。通信システム100は、送信リンク102（図1）と、返信リンク104（図2）とを含む。ダウンリンクとも称される送信リンク102は、基地局106からユーザ端末108へのデータの無線送信（例：データストリーム）用の通信経路である。アップリンクとも称される返信リンク104は、ユーザ端末108から基地局106へのデータの無線送信用の通信経路である。このように、ダウンリンク及びアップリンクという語は、ユーザ端末108に関連して使用される。

【0014】

図1及び図2に示す実施例には、例示として、1つの基地局106から1つのユーザ端末108へデータを送信する1つの送信リンク102のみ、及び1つのユーザ端末108から1つの基地局106へデータを送信する1つの返信リンク104のみを示したが、本開示の通信システム100は、複数の基地局106から複数のユーザ端末108へデータを送信する複数の送信リンク102、及び／又は複数のユーザ端末108から複数の基地局106へデータを送信する複数の返信リンク104も含みうる。

【0015】

示した実施例では、送信リンク102は、一又は複数の飛行中の（例えば高空域の又は軌道上の）通信リレープラットフォーム110（本書で概してリレープラットフォーム110と称される）を介して一または複数の基地局106から一又は複数のユーザ端末108へデータを送信する。同様に、返信リンク104は、一又は複数のリレープラットフォーム110を介して一または複数のユーザ端末108から一または複数の基地局106へデータを送信する。

【0016】

図1を参照すると、一実施例では、送信リンク102は、一又は複数の基地局からリレープラットフォームへの（BTR）リンク112を含む（BTRリンク112のうち1つのBTRリンクのみがはっきりと図1で識別される）。BTRリンク112は、基地局106からリレープラットフォーム110へのデータの無線送信用の通信経路である。一実施例では、送信リンク102はまた、一又は複数のリレープラットフォームからユーザ端末への（RTU）リンク114も含む（RTUリンク114のうち1つのRTUリンクのみがはっきりと図2で識別される）。RTUリンク114は、リレープラットフォーム110からユーザ端末108へのデータの無線送信用の通信経路である。

【0017】

一実施例として、一又は複数の基地局106は、BTRリンク112を介して一又は複数

10

20

30

40

50

のリレープラットフォーム１１０（第１のリレープラットフォーム１１０ a、第２のリレープラットフォーム１１０ b及び第３のリレープラットフォーム１１０ cとして個々に識別される）と通信する。一実施例として、一又は複数のリレープラットフォーム１１０（第１のリレープラットフォーム１１０ a、第２のリレープラットフォーム１１０ b及び／又は第３のリレープラットフォーム１１０ c等）は、ＲＴＵリンク１１４を介して一または複数のユーザ端末１０８と通信する。

【００１８】

図２を参照すると、逆に、一実施例では、返信リンク１０４は、一又は複数のユーザからリレープラットフォームへの（ＵＴＲ）リンク１１６を含む（ＵＴＲリンク１１６のうち１つのＵＴＲリンクのみがはっきりと図２で識別される）。ＵＴＲリンク１１６は、ユーザ端末１０８からリレープラットフォーム１１０へのデータの無線送信用の通信経路である。一実施例では、返信リンク１０４はまた、一又は複数のリレーから基地局への（ＲＴＢ）リンク１１８も含む（ＲＴＢリンク１１８のうち１つのＲＴＢリンクのみがはっきりと図２で識別される）。ＲＴＢリンク１１８は、リレープラットフォーム１１０から基地局１０６へのデータの無線送信用の通信経路である。

【００１９】

一実施例として、一又は複数のユーザ端末１０８は、ＵＴＲリンク１１６を介して一または複数のリレープラットフォーム１１０（例えば、第１のリレープラットフォーム１１０ a、第２のリレープラットフォーム１１０ b及び／又は第３のリレープラットフォーム１１０ c等）と通信する。一実施例として、一または複数のリレープラットフォーム１１０（例えば、第１のリレープラットフォーム１１０ a、第２のリレープラットフォーム１１０ b及び／又は第３のリレープラットフォーム１１０ c等）は、ＲＴＢリンク１１８を介して一または複数の基地局１０６と通信する。

【００２０】

図１及び図２は、リレープラットフォーム１１０から送受信したときの、基地局１０６及び／又はユーザ端末１０８の例示の視野を示す図である。一般に、複数のリレープラットフォーム１１０の各リレープラットフォームは、基準平面１２０内に位置づけられ、地球１０００に対して経路１２２に沿って移動する。平面１２０は、地球１０００を通過する基準平面として定義される。経路１２２は、平面１２０内のリレープラットフォーム１１０の軌道として定義される。したがって、いかなる時でも、そのリレープラットフォームに関連付けられた経路１２２上の各リレープラットフォーム１１０の位置は、共通の基準平面１２０を共有する。一実施例として、リレープラットフォーム１１０は、平面１２０内の同じ経路１２２に沿って移動（例えば飛行又は周回）する。別の実施例として、リレープラットフォーム１１０は異なる経路１２２に沿って移動し、リレープラットフォーム１１０の位置によって定義された基準平面１２０を共有する。複数のリレープラットフォーム１１０の各リレープラットフォームは、平面１２０内で及び／又は経路１２２に沿って互いに対して（例えば間隔を置いて）位置づけされている。例えば、第２のリレープラットフォーム１１０ b及び第３のリレープラットフォーム１１０ cは、第１のリレープラットフォーム１１０ aに隣接するものとみなされうる。

【００２１】

一般に、通信システム１００は無線通信システムを備え、基地局１０６、ユーザ端末１０８及びリレープラットフォーム１１０の間のＲＦ通信の送信及び返信を可能にし、制御する高周波（ＲＦ）機器を含む。例えば、ＲＦ機器は、送信リンク１０２及び／又は返信リンク１０４を介してデータ又は他の情報を伝達するために、ＲＦ信号を処理し、生成し、送信及び／又は受信するように構成されている。本開示の通信システム１００の様々な実施例では、ＲＦ機器は、基地局１０６、ユーザ端末１０８及び／又はリレープラットフォーム１１０の中で配分されうる、あるいは完全に、又は一部において基地局１０６、ユーザ端末１０８及び／又はリレープラットフォーム１１０によって実装されうる。

【００２２】

図１及び図２を更に参照すると、基地局１０６は地上ベースの基地局であり、また通常、

10

20

30

40

50

地上ステーション、ゲートウェイ又はテレポートとも称される。複数の基地局 106 は、地理的に離れていてよい（例えば互いに間隔を置いて配置されていてよい）。一般的な実施例として、基地局 106 は、一又は複数の音声、動画及び／又はデータサービスプロバイダであってよい。一実施例として、基地局 106 はインターネットサービスプロバイダであってよい。他の実施例として、基地局 106 は電話、音声及び／又はデータサービスプロバイダであってよい。また更に別の実施例として、基地局 106 はテレビ、動画及び／又は音声放送局であってよい。一実施例では、基地局 106 は、地上波ネットワーク（明示せず）に結合されている、又はそうでない場合、地上波ネットワークの一部である。ある具体例として、ネットワークは電気通信ネットワーク、例えばインターネットを含む。したがって、一実施例では、基地局 106 はリレープラットフォーム 110 を介して、ユーザ端末 108 とネットワーク間の接続性を提供する。

10

【0023】

一般に、基地局 106 は、一又は複数のリレープラットフォーム 110 へ（例えば BTR リンク 112 を介して）RF 信号を送信し（図 1）、一又は複数のリレープラットフォーム 110 から（例えば RTB リンク 118 を介して）RF 信号を受信する（図 2）ように構成されている基地局－アンテナシステム（明示せず）を含む。明示していないが、基地局－アンテナシステムは、一又は複数の基地局－アンテナ、基地局－送信器、基地局－受信器及び基地局－コントローラを含む。一実施例では、基地局－アンテナシステムは、別々の送信アンテナ（例：送信するように構成された一または複数のアンテナエレメント）及び受信アンテナ（例：受信するように構成された一または複数のアンテナエレメント）を含む。別の実施例では、基地局－アンテナシステムは、複合の送受信アンテナ（例：送受信するように構成された一または複数のアンテナエレメント）を含む。

20

【0024】

図 1 及び図 2 を参照しつつ図 3 を参照すると、一実施例において、複数のリレープラットフォーム 110（図 1 及び図 2）は、複数の軌道リレープラットフォーム 110 である。一実施例として、複数のリレープラットフォーム 110 は、複数の（例：少なくとも 3 つの）衛星 126（例：第 1 の衛星 126 a、第 2 の衛星 126 b、及び第 3 の衛星 126 c として個々に識別される）の集まり 124 である。このため、この実施例では、平面 120 は軌道面であり、経路 122 は軌道経路又は軌道の弧である。

【0025】

一般に、衛星 126 は、地球 1000 の周りを回るいずれかの軌道プラットフォームであり、基地局 106（図 1 及び図 2）及び／又はユーザ端末 108 と RF 通信を送信及び／又は受信するように構成されている。一実施例として、衛星 126 は静止軌道上にあり、したがって、平面 120 は静止軌道面であり、経路 122 は静止軌道の弧である。別の実施例として、衛星 126 は対地同期軌道上にあり、したがって、平面 120 は対地同期軌道面であり、経路 122 は対地同期軌道の弧である。別の実施例として、衛星 126 は低地球軌道（LEO）上にあり、したがって、平面 120 は低地球軌道面であり、経路 122 は低地球軌道の弧である。別の実施例として、衛星 126 は高地球軌道（HEO）上にあり、したがって、平面 120 は高地球軌道面であり、経路 122 は高地球軌道の弧である。別の実施例として、衛星 126 は中間地球軌道（MEO）上にあり、したがって、平面 120 は中間地球軌道面であり、経路 122 は中間地球軌道の弧である。更に別の実施例として、衛星 126 はモルニヤ軌道（LEO）上にあり、したがって、平面 120 はモルニヤ軌道面であり、経路 122 はモルニヤ軌道の弧である。

30

40

【0026】

具体的で非限定的な一実施例として、衛星 126 は、高スループット衛星（HTS）である。非限定的な一実施例として、衛星 126 は、約 1.0 GHz と約 90 GHz との間のマイクロ波周波数の範囲をカバーする電波を送信する及び／又は受信するように構成される。

【0027】

図 1 及び図 2 を参照しつつ図 4 を参照すると、一実施例として、複数のリレープラットフォーム

50

フォーム１１０（図１及び図２）は、複数の高空域の空中リレープラットフォーム１１０である。一実施例として、複数のリレープラットフォーム１１０は、複数（少なくとも３つ）の航空ビークル１３０（例：第１の航空ビークル１３０a、第２の航空ビークル１３０b及び第３の航空ビークル１３０cとして個々に識別される）の集合１２８である。このため、この実施例では、平面１２０は飛行面であり、経路１２２は飛行経路である。

【００２８】

一般に、航空ビークル１３０は、地球１０００の上の高空域で動作する（例：飛行する）いずれかの飛行中の又は空中のプラットフォームであり、基地局１０６（図１及び図２）及び／又はユーザ端末１０８とＲＦ通信を送受信するように構成されている。航空ビークル１３０は、地球１０００上の所定の地理的領域の上の既定の飛行経路、例えば一または複数の基地局１０６及び／又は一または複数のユーザ端末１０８の上を飛行しうる。航空ビークル１３０は、最低高度及び最高高度内で動作しうる。一実施例として、航空ビークル１３０は、約３９０００フィート（１２ｋｍ）と約１８００００フィート（５５ｋｍ）の間の高度（例えば成層圏）で動作する。別の実施例として、航空ビークル１３０は、５５０００フィート（１６ｋｍ）と約１６４０００フィート（５０ｋｍ）の間の高度で動作する。別の実施例として、航空ビークル１３０は、約６５０００フィート（２０ｋｍ）の高度で動作する。更に別の実施例として、航空ビークル１３０は、少なくとも約６５０００フィート（２０ｋｍ）の高度で動作する。

【００２９】

一実施例として、航空ビークル１３０は無人航空機（ＵＡＶ）である。航空ビークル１３０は、動作高度で長期間（例：数か月の間）飛行することができる。ある具体例として、航空ビークル１３０は太陽電池式の電動ＵＡＶである。例えば、航空ビークル１３０は、高空域長期滞空（ＨＡＬＥ）ＵＡＶであってよい。

【００３０】

一実施例では、各リレープラットフォーム１１０は、サービスエリア１３６をカバーする（サービスエリア１３６全体の通信サービスを提供する）。サービスエリア１３６は、リレープラットフォーム１１０によって生成され送信される（例：投影される）一又は複数のＲＦビーム（例えばスポットビーム）によってカバーされるエリアとして定義される。サービスエリア１３６は、地理的領域、大都市圏、市場地域等であってよい。一又は複数のユーザ端末１０８は、サービスエリア１３６内に位置してよい。一又は複数の基地局１０６（図１及び図２）は、サービスエリア１３６内又はサービスエリア１３６外に位置してよい。

【００３１】

図１及び図２を参照しつつ図３及び図４を参照すると、一実施例において、各リレープラットフォーム１１０（例：衛星１２６又は航空ビークル１３０）は、一又は複数の基地局１０６から（例：ＢＴＲリンク１１２を介して）ＲＦ信号を受信し（図１）、一又は複数の基地局１０６へ（例：ＲＴＢリンク１１８を介して）ＲＦ信号を送信し（図２）、一又は複数のユーザ端末１０８へ（例：ＲＴＵリンク１１４を介して）ＲＦ信号を送信し（図１）、及び／又は一または複数のユーザ端末１０８から（例：ＵＴＲリンク１１６を介して）ＲＦ信号を受信する（図２）ように構成されたりレープラットフォーム－アンテナシステム１３２を含む。明示していないが、リレープラットフォーム－アンテナシステム１３２は、一又は複数のリレープラットフォーム－アンテナ、リレープラットフォーム－送信器、リレープラットフォーム－受信器及びリレープラットフォーム－コントローラを含む。一実施例では、リレープラットフォーム－アンテナシステムは、別々の送信アンテナ（例：送信するように構成された一または複数のアンテナエレメント）及び受信アンテナ（例：受信するように構成された一または複数のアンテナエレメント）を含む。別の実施例では、リレープラットフォーム－アンテナシステムは、複合の送受信アンテナ（例：送受信するように構成された一または複数のアンテナエレメント）を含む。

【００３２】

図１及び図２を参照しつつ図３及び図４を更に参照すると、ユーザ端末１０８は、エンド

10

20

30

40

50

ユーザ（例：音声、動画、又は他のデータ通信装置）によって使用される様々な異なる種類の地上の通信装置のいずれかであってよい。一実施例として、ユーザ端末１０８は、小型の端末（例：携帯情報端末、携帯電話等）を含む。別の実施例として、ユーザ端末１０８は、中型の端末（例：ポータブル端末、ビークル用端末等）を含む。更に別の実施例として、ユーザ端末１０８は、大型の端末（例：船員用端末、飛行用端末）を含む。ある実施例では、ユーザ端末１０８は可動である（例えば位置を変更することができる）。別の実施例では、ユーザ端末１０８は固定である（例えば固定された位置にある）。

【００３３】

一実施例では、ユーザ端末１０８は、一又は複数のリレープラットフォーム１１０から（例えばＲＴＵリンク１１４を介して）ＲＦ信号を受信し（図１）、一又は複数のリレープラットフォーム１１０へ（例えばＵＴＲリンク１１６を介して）ＲＦ信号を送信するように構成されたユーザ端末－アンテナシステム１３４を含む。明示していないが、ユーザ端末－アンテナシステム１３４は、一又は複数のユーザ端末－アンテナ、ユーザ端末－送信器、ユーザ端末－受信器及びユーザ端末－コントローラを含む。一実施例では、ユーザ端末－アンテナシステム１３４は、別々の送信アンテナ（例：送信するように構成された一または複数のアンテナエレメント）と受信アンテナ（例：受信するように構成された一または複数のアンテナエレメント）とを含む。別の実施例では、ユーザ端末－アンテナシステム１３４は、複合の送受信アンテナ（例：送受信するように構成された一または複数のアンテナエレメント）を含む。

【００３４】

本開示は、モバイルユーザ端末の数が増えるほど、モバイル環境を共有する非干渉スペクトルの必要も高まることを認識し考慮している。したがって、本開示の無線通信システム１００、及びより具体的には、無線通信システム１００の、一般にアンテナシステム２００と称される、適合性のあるダイヤモンド形のフェーズドアレイアンテナシステムは、ＵＴＲリンク１１６に沿ったサイドローブ干渉（例えば隣接するリレープラットフォーム１１０間及び／又は隣接するユーザ端末１０８間のサイドローブ干渉）を低減させる。

【００３５】

したがって、一実施例では、本開示のアンテナシステム２００は、本開示の通信システム１００（図１及び図２）のＲＦ機器の一部を画定し、より具体的には、ＵＴＲリンク１１６を介してユーザ端末１０８からリレープラットフォーム１１０へデータを送信する（図２～図４）及び／又はＲＴＵリンク１１４を介してリレープラットフォーム１１０からデータを受信する（図１）ために、ユーザ端末－アンテナシステム１３４（図３及び図４）として用いられる（例えばこれの一実施例である）。

【００３６】

図３及び図４を参照しつつ図５を参照すると、本開示のアンテナシステム２００の一実施例は、複数の放射（例：アンテナ）エレメント２０４の平面アレイ２０２を含む（図５では３つの放射エレメント２０４のみがはっきりと識別される）。一実施例では、放射エレメント２０４は平面の円内に集中している（例：平面の円として配置されている）（例：アレイ２０２は円形の平面アレイ２０８である）。ある具体的な非限定的例として、アレイ２０２（例：円形の平面アレイ２０８）は、約３４インチ（８６ｃｍ）の直径を有するおおむね円形に配置された１４１２個の放射エレメント２０４を含む。別の実施例では、放射エレメント２０４は平面の六角形内に集中している（例：平面の六角形として配置されている）（例：アレイ２０２は六角形の平面アレイである）。更に他の実施例では、放射エレメント２０４は、他の幾何学的形状を有する平面の非円形（例：八角形等）内に集中している（例：アレイ２０２は非円形の平面アレイである）。

【００３７】

リレープラットフォーム１１０（図３及び図４）と通信中のいかなる時でも、ＲＦ信号を生成し、ＲＦ信号をリレープラットフォーム１１０へ送信するために、個々の放射エレメント２０４又は選択された複数の放射エレメント２０４に電圧が印加され（例：オンになり）、個々の他の放射エレメント又は選択された異なる複数の放射エレメント２０４の電

10

20

30

40

50

源が切断される（例：オフになる）。電圧印加された選択された放射エレメント 204（例：電圧印加された放射エレメント 204 a）（図 10）は、ダイヤモンド形 206 を画定する又は形成する。つまり、動作している放射エレメント 204 のうちの選択された放射エレメントが、ダイヤモンドパターン、又は仮想のダイヤモンド形の平面アレイを形成する。必要に応じて、本開示全体において、「ダイヤモンド形、ダイヤモンドパターン、仮想のダイヤモンド形の平面アレイ」という語が交互に使用されうる。

【0038】

本書で使用する「電圧印加された」という語は、関連の放射エレメント 204 が RF 放射によって、又は電気信号によって電圧が印加されていること（例えば、電圧印加された（励起された）放射エレメント 204 a であること）（図 10）を意味する。本開示全体において、電圧印加された放射エレメント 204 a を識別するために、「照射された、作動された、電圧印加、照射、動作している、作動させる」及び同様の語もまた使用されうる。同様に、本書で使用する「電源を切る」という語は、関連の放射エレメント 204 が RF 放射によって、又は電気信号によって電圧印加されていないこと（例えば、電源が切られた（非励起化された）放射エレメント 204 b であること）を意味する（図 10）。本開示全体において、電源が切られた放射エレメント 204 b を識別するために、「照射されていない、動作が停止された、電源切断、電圧印加されていない、電圧印加していない、非照射、動作していない、動作停止」及び同様の語もまた使用されうる。

【0039】

図 5 及び図 10～図 13 を参照しつつ図 6 及び図 7 を簡潔に参照すると、本書で使用する「ダイヤモンド」という語は概して、2 つの平行する辺のペアを有する四辺形であることを指し、この四辺形において反対側の辺は同じ長さであり、対向する角度は等しい。例えば、選択された、円形の平面アレイ 208（図 5、図 10 及び図 11）の複数の動作している放射エレメント 204、又はダイヤモンド形の平面アレイ 218（図 12 及び図 13）の複数の動作している放射エレメント 204 によって形成されたダイヤモンド形 206 は、4 つの辺 214（第 1 の辺 214 a、第 2 の辺 214 b、第 3 の辺 214 c、及び第 4 の辺 214 d として個々に識別される）を含む。第 1 の辺 214 a 及び第 2 の辺 214 b は互いに対向し、第 3 の辺 214 c 及び第 4 の辺 214 d は互いに対向し、4 つの辺 214 は全て、等しい長さを有する。ダイヤモンド形 206 はまた、対向するコーナーのペアを通して延びる第 1 の軸 210、及び別の対向するコーナーのペアを通して延びる第 2 の軸 212 も含む。第 1 の軸 210 と第 2 の軸 212 は、ダイヤモンド形 206 の中心 216 で互いに垂直に交差する。第 1 の軸 210 と第 2 の軸 212 は、対角線、対角軸又は交差軸とも称されうる。

【0040】

一実施例では、図 6 に示すように、第 1 の軸 210 と第 2 の軸 212 は等しい長さを有する。このため、この実施例では、「ダイヤモンド」という語は四角形を指し、4 つの辺 214 はすべて等しい長さであり、4 つのコーナー角度はすべて直角である。

【0041】

一実施例では、図 7 に示すように、第 1 の軸 210 と第 2 の軸 212 は異なる長さを有する。第 1 の軸 210 と第 2 の軸 212 が異なる長さを有する実施例では、第 1 の軸 210 は長軸 220 とも称され、第 2 の軸 212 は短軸 222 と称される。このため、この実施例では、「ダイヤモンド」という語はひし形を指し、4 つの辺 214 はすべて等しい長さであり、対向するコーナー角度は等しい。

【0042】

図 3 及び図 4 を参照しつつ、図 8、図 9 及び図 18 を参照すると、一実施例では、アンテナシステム 200 は、第 1 の軸 210 が複数のリレープラットフォーム 110 の平面 120 に合わせて位置調整されるように（図 1 及び図 2）、アレイ 202 の選択された放射エレメント 204（図 5）によって形成されたダイヤモンド形 206 を配向させるように構成されている。アンテナシステム 200 は更に、平面 120 の相対位置が変化したことに応じて、第 1 の軸 210 が複数のリレープラットフォーム 110（図 1 及び図 2）の平面

120に合わせて位置調整されたままになるように、アレイ202の選択された放射エレメント204（図5）によって形成されたダイヤモンド形206を再配向させるように構成されている。つまり、アンテナシステム200は更に、一又は複数のリレープラットフォーム110の位置に対するユーザ端末108の位置の変化、ユーザ端末108の位置に対するリレープラットフォーム110の位置の変化、又はこれらの組み合わせに適応するように構成されている。

【0043】

図8に、ユーザ端末108とリレープラットフォーム110の第1の相対位置に対応する第1の平面120aに合わせて位置調整された、第1のダイヤモンド形206aの第1の構成又は配向を示す。図9に、ユーザ端末108とリレープラットフォームの第2の相対位置（例：平面120の相対位置の変化）に対応する第2の平面120bに合わせて位置調整された、第2のダイヤモンド形206bの第2の構成又は配向を示す。図9では、第1の平面120aに合わせて位置調整された第1のダイヤモンド形206aの第1の構成又は配向が破線によって示されている。図18に、ユーザ端末108とリレープラットフォームの第3の相対位置（例：平面120の相対位置の別の变化）に対応する第3の平面120cに合わせて位置調整された、第3のダイヤモンド形206cの第3の構成又は配向を示す。図18では、第1の平面120aに合わせて位置調整された第1のダイヤモンド形206aの第1の構成又は配向と、第2の平面120bに合わせて位置調整された第2のダイヤモンド形206bの第2の構成又は配向が破線によって示されている。

【0044】

本書で更に詳しく説明するように、一実施例では、アレイ202の選択された放射エレメント204によって形成されたダイヤモンド形206の配向及び再配向は電子的に実施される。別の実施例では、アレイ202の選択された放射エレメント204によって形成されたダイヤモンド形206の配向及び再配向は機械的に実施される。別の実施例では、アレイ202の選択された放射エレメント204によって形成されたダイヤモンド形206の配向及び再配向は電子的に及び機械的に実施される。

【0045】

図1、図2及び図5～図7を参照しつつ図8を参照すると、一実施例では、アンテナシステム200は、第1の軸210が複数のリレープラットフォーム110の第1の平面120aに合わせて位置調整されるように、アレイ202の選択された放射エレメント204によって形成された第1のダイヤモンド形206を配向させる。つまり、アンテナシステム200から1つのリレープラットフォーム110（例：第1のリレープラットフォーム110a）への無線通信中に、動作している放射エレメント204によって形成されたダイヤモンド形206の配向は、ダイヤモンド形206の対角線（例：第1の軸210）が隣接するリレープラットフォーム110（例：第2のリレープラットフォーム110b及び第3のリレープラットフォーム110c）の方を指すように構成される又は配向されるということである。図1、図2及び図5～図8を参照しつつ図9を参照すると、この実施例では、アンテナシステム200は、第1の軸210が複数のリレープラットフォーム110の第2の平面120bに合わせて位置調整されたまま（例：一致したまま、又は倣ったまま）になるように、アレイ202の選択された放射エレメント204によって形成された第2のダイヤモンド形206bを配向させる（例：第1のダイヤモンド形206aを第2のダイヤモンド形206bに再配向させる又は再構成する）。つまり、アンテナシステム200から1つのリレープラットフォーム110（例：第1のリレープラットフォーム110a）への無線通信中に、（例：ユーザ端末108の動き、一又は複数のリレープラットフォーム110の動き、又はこれらの組み合わせに起因して）ユーザ端末108と一または複数のリレープラットフォーム110の相対位置が変化しうることである。上記相対位置が変化したことに応じて、動作している放射エレメント204によって形成されたダイヤモンド形206の配向は、ダイヤモンド形206の対角線（例：第1の軸210）が、隣接するリレープラットフォーム110（例：第2のリレープラットフォーム110b及び第3のリレープラットフォーム110c）の方を指し続けるように、再構

10

20

30

40

50

成される又は再配向される。

【0046】

図1、図2及び図5～図9を参照しつつ図18を参照すると、この実施例では、アンテナシステム200は、第1の軸210が複数のリレープラットフォーム110の第3の平面120cに合わせて位置調整されたまま（例：に一致したまま、又は倣ったまま）になるように、アレイ202の選択された放射エレメント204によって形成された第3のダイヤモンド形206cを配向させる（例：第2のダイヤモンド形206bを第3のダイヤモンド形206cに再配向させる又は再構成する）。つまり、アンテナシステム200から1つのリレープラットフォーム110（例：第1のリレープラットフォーム110a）への無線通信中に、（例：ユーザ端末108の更なる動き、一又は複数のリレープラットフォーム110の更なる動き、又はこれらの組み合わせに起因して）ユーザ端末108と一または複数のリレープラットフォーム110の相対位置が更に変化しうるということである。上記相対位置が変化したことに応じて、動作している放射エレメント204によって形成されたダイヤモンド形206の配向は、ダイヤモンド形206の対角線（例：第1の軸210）が、隣接するリレープラットフォーム110（例：第2のリレープラットフォーム110b及び第3のリレープラットフォーム110c）の方を指し続けるように、再構成される又は再配向される。

10

【0047】

図8、図9及び図18を参照すると、概して、一実施例では、平面120の相対位置の変化は、第1のリレープラットフォーム110aの周りの平面120の回転運動によって表すことができる、又は理解することができる。一実施例では、ダイヤモンド形206の再配向又は再構成を同様に、アレイ202の中心216のまわりのダイヤモンド形206（又は第1の軸210及び第2の軸212）の回転運動によって表すことができる、又は理解することができる。

20

【0048】

図8、図9及び図18の実施例では、放射エレメント204のアレイ202によって形成されたダイヤモンド形206の異なる配向又は構成を3つのみ示したが、任意の数の他の配向又は構成もまた可能である。

【0049】

更に、図8、図9及び図18に示すアンテナシステム200の例示の実装態様は、等しい長さを有する第1の軸210と第2の軸212を含むダイヤモンド形206（例：図6）を示しているが、アンテナシステム200の別の例示の実装態様では、ダイヤモンド形206は、異なる長さを有する第1の軸210と第2の軸212を含む（例：図7）。一般に、ダイヤモンド形206が異なる長さを有する第1の軸210と第2の軸212を含むとき、第1の軸210（例：長軸220）（図7）は、平面120に合わせて位置調整され、平面120に合わせて位置調整されたままである対角軸である。

30

【0050】

また更に、図8、図9及び図18に示すアンテナシステム200の例示の実装態様は、各々異なる配向で同じ長さを有する第1の軸210及び第2の軸212を含むダイヤモンド形206を示しているが、別の例示の実装態様では、第1の軸210及び／又は第2の軸212のうちの少なくとも1つは、ダイヤモンド形206の異なる配向間で変化する。

40

【0051】

また更に、図8、図9及び図18に示すアンテナシステム200の例示の実装態様は、リレープラットフォーム110が衛星126（例：図3）であることを示しているが、アンテナシステム200の別の例示の実装態様では、リレープラットフォーム110は航空ビークル130（例：図4）である。

【0052】

図5、図8及び図9を参照しつつ図10及び図11を参照すると、一実施例では、アンテナシステム200は、第1の軸210が複数のリレープラットフォーム110の平面120に合わせて位置調整され、複数のリレープラットフォーム110の平面120に位置調

50

整されたままとなるように、アレイ 202 の選択された放射エレメント 204 によって形成されたダイヤモンド形 206 を電子的に構成する、又は配向させる。この実施例では、アンテナシステム 200 は、特定の放射エレメント 204（本書において電圧印加された放射エレメント 204 a として識別される）に電圧を印加し、他の特定の放射エレメント 204（本書において電源切断された放射エレメント 204 a として識別される）の電源を切断することによって、放射エレメント 204 のダイヤモンド形 206 を形成する。したがって、この実施例では、ダイヤモンド形 206 を画定し、構成し又は形成する選択された放射エレメントは、複数の電圧印加された放射エレメント 204 a である。電圧印加された放射エレメント 204 a は、動作しているエレメント又は照射されたエレメントとも称され得、電源切断された放射エレメント 204 b は、動作していない又は照射されていないエレメントとも称されうる。

10

【0053】

図 8、図 9 及び図 18 に示す例示の実装態様にしたがって、図 8 に示すように、ユーザ端末 108 とリレープラットフォーム 110 が第 1 の相対位置にある（例えば、リレープラットフォーム 110 が第 1 の基準面 120 a 内にある、あるいは共通の第 1 の基準面 120 a を共有している）ときに、第 1 の軸 210 がリレープラットフォーム 110 の第 1 の基準面 120 a に合わせて位置調整されるように、第 1 の電子配向で第 1 のダイヤモンド形 206 a を形成する、第 1 の複数の電圧印加された放射エレメント 204 a（例：第 1 の複数の選択された放射エレメント 204）の一実施例を図 10 に示す。同様に、図 9 に示すように、ユーザ端末 108 とリレープラットフォーム 110 が第 2 の相対位置にある（リレープラットフォーム 110 が第 2 の基準面 120 b 内にある、あるいは共通の第 2 の基準面 120 b を共有している）ときに、第 1 の軸 210 がリレープラットフォーム 110 の第 2 の基準面 120 b に合わせて位置調整されるように（例：基準面 120 の相対位置が変化しても基準面 120 に合わせて位置調整されたままとなるように）、第 2 の電子配向で第 2 のダイヤモンド形 206 b を形成する、第 2 の複数の電圧印加された放射エレメント 204 a（例：第 2 の複数の選択された放射エレメント 204）の一実施例を図 11 に示す。つまり、例えばリレープラットフォーム 110 の位置の変化（例：経路 122 の変化）及び／又は（例：モバイルユーザ端末 108 の動きに起因する）アンテナシステム 200 の位置の変化のうちの少なくとも 1 つに起因して、ダイヤモンド形 206 はそれ自体の中心 216 の周りを回転して、第 1 のダイヤモンド形 206 a から第 2 のダイヤモンド形 206 b へ遷移し、またアンテナシステム 200 に対する基準面 120（例：第 1 の面 120 a から第 2 の面 120 b へ）の変化に対応して第 1 の軸 210 の配向又は位置調整を変化させるということである。

20

30

【0054】

したがって、対角線（例：第 1 の軸 210）（図 6～図 9）がリレープラットフォーム 110 の平面 120 に合わせて位置調整されたまま（例：に倣ったまま）維持されるように（図 1、図 2、図 8 及び図 9）、アンテナシステム 200 は基本的に、複数の放射エレメント 204 のうちの異なる放射エレメント 204 に選択的に電圧を印加し、及び複数の放射エレメント 204 のうちの異なる放射エレメント 204 の電源を切断することによって、ダイヤモンド形 206 をその中心 216 の周りで回転させる（図 6 及び図 7）。

40

【0055】

ダイヤモンド形 206 の構成又は配向を変化させる方法は、例えば平面 120 の相対位置が変化する規模又は速さ等の様々な要因に依存しうる。一実施例では、例えば平面 120 の相対位置における比較的小さな変化を表すように、個々の放射エレメント 204 に電圧を印加する、及び個々の放射エレメント 204 の電源を切断することによって、ダイヤモンド形 206 を段階的に回転させる。別の実施例では、例えば平面 120 の相対位置における比較的大きな変化を表すように、多数の放射エレメント 204 に電圧を印加する、及び多数の放射エレメント 204 の電源を切断することによって、ダイヤモンド形 206 が完全に再構成される。

【0056】

50

図 3 及び図 4 を参照しつつ図 1 2 を参照すると、本開示のアンテナシステム 2 0 0 の別の実施例は、平面ダイヤモンド内に集中している（例：平面ダイヤモンドとして配置された）複数の放射エレメント 2 0 4 の平面アレイ 2 0 2 を含む（例：アレイ 2 0 2 はダイヤモンド形の平面アレイ 2 1 8 である）。ある特定の非限定的な実施例として、アレイ 2 0 2 （例：ダイヤモンド形の平面アレイ 2 1 8 ）は、約 2 4 インチ（6 1 c m）× 2 4 インチの寸法を有するダイヤモンド形に配置された 9 0 0 個の動作している放射エレメント 2 0 4 を含む。

【 0 0 5 7 】

図 5、図 1 0 及び図 1 1 に示す実施例と対照的に、本開示のアンテナシステム 2 0 0 のこの実施例では、複数の放射エレメント 2 0 4 の配置はダイヤモンド形 2 0 6 を画定する又は形成する。このため、リレーブラットフォーム 1 1 0 （図 3 及び図 4 ）と通信しているときはいつでも、R F 信号を生成し、R F 信号をリレーブラットフォーム 1 1 0 （例：全ての放射エレメント 2 0 4 又は電圧印加された放射エレメント 2 0 4 a ）に送信するために、全ての放射エレメント 2 0 4 に電圧が印加される、又は照射される。

【 0 0 5 8 】

図 1、図 2 及び図 6 ～図 8 を参照しつつ図 1 2 及び図 1 3 を参照すると、一実施例では、アンテナシステム 2 0 0 は、第 1 の軸 2 1 0 がリレーブラットフォーム 1 1 0 の平面 1 2 0 に合わせて位置調整されるように、アレイ 2 0 2 の複数の放射エレメント 2 0 4 によって形成されたダイヤモンド形 2 0 6 を機械的に配向させるように構成されている。つまり、アンテナシステム 2 0 0 から 1 つのリレーブラットフォーム 1 1 0 （例：第 1 のリレーブラットフォーム 1 1 0 a ）へ無線通信中に、ダイヤモンド形 2 0 6 の対角線（例：第 1 の軸 2 1 0 ）が隣接するリレーブラットフォーム 1 1 0 （例：第 2 のリレーブラットフォーム 1 1 0 b 及び第 3 のリレーブラットフォーム 1 1 0 c ）の方を指すように、放射エレメント 2 0 4 によって形成されたダイヤモンド形 2 0 6 が配向されるということである。

【 0 0 5 9 】

アンテナシステム 2 0 0 は更に、（例えば、ユーザ端末 1 0 8 の動き、一又は複数のリレーブラットフォーム 1 1 0 の動き又はこれらの組み合わせに起因して）一又は複数のリレーブラットフォーム 1 1 0 の位置に対するユーザ端末 1 0 8 の位置の変化、又はユーザ端末 1 0 8 の位置に対するリレーブラットフォーム 1 1 0 の位置の変化に適応するように構成されている。

【 0 0 6 0 】

この実施例では、アンテナシステム 2 0 0 は、第 1 の軸 2 1 0 が複数のリレーブラットフォーム 1 1 0 の平面 1 2 0 に合わせて位置調整されたままになるように（例えば、平面 1 2 0 に倣ったままになるように）、放射エレメント 2 0 4 によって形成されたダイヤモンド形 2 0 6 を機械的に再配向させるようにも構成される（図 1 及び図 2 も参照のこと）。つまり、アンテナシステム 2 0 0 から 1 つのリレーブラットフォーム 1 1 0 （例：第 1 のリレーブラットフォーム 1 1 0 a ）への無線通信中に、ユーザ端末 1 0 8 と一または複数のリレーブラットフォーム 1 1 0 の相対位置が変化するということである。相対位置の上記変化に応じて、ダイヤモンド形 2 0 6 の対角線（例：第 1 の軸 2 1 0 ）が隣接するリレーブラットフォーム 1 1 0 （例：第 2 のリレーブラットフォーム 1 1 0 b 及び第 3 のリレーブラットフォーム 1 1 0 c ）の方を引き続き指すように、放射エレメント 2 0 4 によって形成されたダイヤモンド形 2 0 6 の配向が機械的に再構成される。

【 0 0 6 1 】

図 8、図 9 及び図 1 8 に示す例示の実装態様にしたがって、図 8 に示すように、ユーザ端末 1 0 8 とリレーブラットフォーム 1 1 0 が第 1 の相対位置にあるときに、第 1 の軸 2 1 0 がリレーブラットフォーム 1 1 0 の第 1 の面 1 2 0 a に合わせて位置調整されるように、ダイヤモンド形 2 0 6 を第 1 の機械配向に形成している複数の放射エレメント 2 0 4 の一実施例を図 1 2 に示す。同様に、図 9 に示すように、ユーザ端末 1 0 8 とリレーブラットフォーム 1 1 0 が第 2 の相対位置にあるときに、第 1 の軸 2 1 0 がリレーブラットフォーム 1 1 0 の第 2 の面 1 2 0 b に合わせて位置調整されたままになるように（例：基準面

120の相対位置が変化したときに基準面120に合わせて位置調整されたままになるように)、ダイヤモンド形206を第2の機械配向に形成している複数の放射エレメント204の一実施例を図13に示す。

【0062】

更に別の実施例では、本開示のアンテナシステム200は、前述した実施例の両方の特徴を含む。一実施例として、アンテナシステム200は、第1の軸210がリレープラットフォーム110の平面120に合わせて位置調整されるように、アレイ202の選択された複数の電圧印加された放射エレメント204aによって形成されたダイヤモンド形206を電子的及び機械的の両方で配向させるように構成され、第1の軸210が複数のリレープラットフォーム110の平面120に合わせて位置調整されたままになるように(例：倣ったままになるように)、選択された複数の電圧印加された放射エレメント204aによって形成されたダイヤモンド形206を電子的に及び機械的に再配向させるようにも構成されている。図14に、円形を形成する照射された放射エレメントを有する従来の円形の平面アレイの放射パターン252と比較した、ダイヤモンド形206を形成する照射された放射エレメント204を有するアレイ202を含む本開示のアンテナシステム200の放射パターン250を示す。図13に示す放射パターンは、対角線面に沿っている(例えばリレープラットフォーム110の平面120に沿っている)。水平線は0度の角度に相当し、水平線の下はプラスの角度である。図14の放射パターンは対称であり、メインローブ226のピーク振幅(例：レベル)と、サイドローブ224のピーク振幅を示している。

【0063】

図示したように、アレイ202の照射された放射エレメント204(例：円形の平面アレイ208の電圧印加された放射エレメント204a、あるいはダイヤモンド形の平面アレイ218の放射エレメント204のいずれかによって)形成されたダイヤモンド形206を、リレープラットフォーム110の経路122に対応する平面120に合わせて位置調整された対角線(例：第1の軸210)に合わせて配向させることで、平面120に沿ったサイドローブ224の振幅を約10デシベル(dB)低減させることが可能である。したがって、本開示のアンテナシステム200により結果的に、対角方向に沿って(例：第1の軸210に沿って)サイドローブ干渉が改善される。

【0064】

いかなる特定の理論にも限定されず、本開示のアンテナシステム200の放射パターン250は、基本正弦関数又はシンク関数によって定義される。一実施例として、放射パターン250は、 $\text{Sinc}(x) \times \text{Sinc}(y)$ として定義される(x、y)シンク関数によって表され、(x)は第1の軸210であり、(y)は第2の軸212である。

【0065】

図14に示す放射パターン250は、等しい長さを有する第1の軸210と第2の軸212を含む放射エレメント204のダイヤモンド形206を表している。当業者は、第1の軸210と第2の軸212の長さが互いに変化すると、放射パターン250が変化することを認識するだろう。一般に、対角軸が長いほど、その軸に沿ったサイドローブ干渉の抑制が更に向上し、その軸に沿ったメインローブが更に鮮明になる。

【0066】

図15を参照すると、一実施例、図5、図10及び図11に示す実施例では、例えばアンテナシステム200は、複数の放射エレメント204のアレイ202を含む直接放射アレイアンテナである。一又は複数の放射エレメント204は、一又は複数のフェイズシフタ228(フェイズシフタモジュール)の出力部に関連付けられ接続されている。図15及び図16では、「PS」はフェイズシフタ228を特定している。任意選択的に、アンテナシステム200は、一又は複数の放射エレメント204に関連づけられ、接続された一または複数の増幅器238を含む。コントローラ230(コントローラモジュール)は、放射エレメント204へ供給される入力と、放射エレメント204から供給される出力とを制御するように構成されている。一実施例として、コントローラ230は、RF源23

4（例：RF送信器、RF受信器、又はこれらの組み合わせ）によって供給されるRF入力を制御する。別の実施例として、コントローラ230は配電盤232（配電モジュール）によって供給される電源入力を制御する。コントローラ230及び／又はフェイズシフタ228は、適切なビームウェイト（beamweight）を適用し、放射エレメント204によって送信されたRF信号の振幅及び位相を制御するためにいずれかの適切なビームウェイトの補正も行う。

【0067】

アンテナシステム200はまた、適切にプログラミングされたコンピュータプロセッサ236（又はプロセッサモジュール）も含む。プロセッサ236は、第1の軸210が複数のリレープラットフォーム110の平面120に合わせて位置調整されるように、アレイ202の選択された放射エレメント204（例：電圧印加された放射エレメント204）によって形成されたダイヤモンド形206を電子的に配向させる方法を含む、一連の方法ステップを実行するためのプログラム制御下にあるように構成されている。一実施例として、プロセッサ236は、複数の放射エレメント204のうちの、どの選択された放射エレメントに電圧を印加する及び／又はどの選択された放射エレメントの電源を切断するかを制御する（放射エレメント204のうちのどれが電圧印加された放射エレメント204aであり、電源切断された放射エレメント204bであるかを選択する）。放射エレメント204を制御することで、例えば第1の軸210及び第2の軸212の長さを画定することによって、ダイヤモンド形206の形状及び／又はサイズが設定される。放射エレメント204を制御することで、例えば対角線（例：第1の軸210）の配向がリレープラットフォーム110の平面120に合わせて位置調整されるように第1の軸210と第2の軸212の回転配向を画定することによって、ダイヤモンド形206の配向が構成される。放射エレメント204を制御することで、ユーザ端末108と一または複数のリレープラットフォーム110との間の相対位置が変化したことに応じて対角線（例：第1の軸210）の配向がリレープラットフォーム110の平面120に合わせて位置調整されたままになるようにダイヤモンド形206の配向も再構成される。つまり、プロセッサ236は、ダイヤモンド形206の回転度又は回転配向を制御するように構成されているというのである。

【0068】

例えば、選択された放射エレメント204及び／又はその一部によって形成されたダイヤモンド形206を電子的に配向させうる本開示の方法300（図17）は、非一過性コンピュータ可読記憶媒体、及び非一過性コンピュータ可読記憶媒体に記憶され、例えばアンテナシステム200のコンピュータプロセッサ236等のコンピュータプロセッサによって実行されるコンピュータの制御命令を含むコンピュータプログラム製品として実行される、あるいはコンピュータプログラム製品を用いる。

【0069】

例示のシステム200はまた、一又は複数のデータ記憶装置、入力装置、出力装置、及びネットワークインターフェースも含みうる。例えば、データバス及びマザーボードを含むバスシステムを使用して、システム200の構成要素間のデータ通信を確立し、制御することができる。他のシステムアーキテクチャもまた使用されうる。

【0070】

プロセッサ236は例えば、一又は複数のマイクロプロセッサを含みうる。データ記憶装置は例えば、動的ランダムアクセスメモリ等のランダムアクセスメモリ記憶デバイス、一又は複数のハードドライブ、フラッシュメモリ、及び／又は読み出し専用メモリ、又は他の種類のコンピュータ可読媒体のメモリ装置を含みうる。

【0071】

このため、本書に記載されるシステム及び技術の様々な実装態様は、デジタル電子回路、集積回路、特殊設計ASIC（特定用途向け集積回路）、コンピュータハードウェア、ファームウェア、ソフトウェア、及び／又はこれらの組み合わせにおいて実現される。これらの様々な実装態様は、特殊用途向け又は汎用であってよく、記憶システム、少なくとも

10

20

30

40

50

も1つの入力装置、及び少なくとも1つの出力装置とデータ及び命令を送受信するように結合された少なくとも1つのプログラマブルプロセッサを含むプログラマブルシステム上で実行可能及び／又は解釈可能な一または複数のコンピュータプログラムにおける実装態様を含みうる。

【0072】

これらのコンピュータプログラム（プログラム、ソフトウェア、ソフトウェアアプリケーション又はコードとも称される）は、プログラマブルプロセッサ向けの機械命令を含み、高レベル手続き型の及び／又はオブジェクト指向のプログラミング言語及び／又はアセンブリ／機械語で実行されうる。本書で使用される「機械可読媒体」「コンピュータ可読媒体」という語は、機械命令を機械可読信号として受信する機械可読媒体を含む、プログラマブルプロセッサへ機械命令及び／又はデータを提供するために使用されるいずれかのコンピュータプログラム製品、装置及び／又はデバイス（例：磁気ディスク、光ディスク、メモリ、プログラム可能論理回路（PLD））を指すものである。「機械可読信号」という語は、プログラマブルプロセッサへ機械命令及び／又はデータを提供するために使用されるいずれかの信号を指すものである。

【0073】

図3及び図4を参照しつつ図15を再び参照すると、一実施例では、プロセッサ236は、ユーザ端末108の空間内の位置及び場所を決定するようにも構成されている。一実施例では、プロセッサ236は、全地球測位システム（GPS）装置254（又はGPSモジュール）からユーザ端末108の位置情報を受信する。一実施例として、GPS装置254は、アンテナシステム200に組み込まれている。別の実施例として、GPS装置254は、（例：モバイルプラットフォーム又はビークルの）ユーザ端末108の制御システム又はナビゲーションシステムに組み込まれている。

【0074】

一実施例では、プロセッサ236はまた、各リレープラットフォーム110の空間内の位置及び場所を決定するようにも構成されている。リレープラットフォーム110の種類（例：衛星126又は航空ビークル130）によって、リレープラットフォーム110の位置情報が例えばメモリ内に記憶され、プロセッサ236へ伝達されうる、あるいはプロセッサ236によって決定されうる。一実施例では、所定の時点における各リレープラットフォーム110の位置（例：衛星126の天体位置表又は航空ビークル130の既定の飛行経路）が予め定められ、プロセッサ236へ伝達される。一実施例として、既定の位置情報は、メモリ上に予め読み込まれ（例：ユーザ端末108又はアンテナシステム200内に記憶され）、プロセッサ236へ伝達されうる。別の実施例として、既定の位置情報は、リレープラットフォーム110内に記憶され、プロセッサ236へ伝達されうる。一実施例では、所定の時点における各リレープラットフォーム110の位置が、プロセッサ236によって決定される又は計算される。

【0075】

したがって、プロセッサ236は、リレープラットフォーム110の位置情報に基づいて平面120を決定し、ダイヤモンド形206の対角線（例：第1の軸210）の平面120に合わせた位置調整に基づいてダイヤモンド形206の配向を決定するように構成されている。

【0076】

一実施例では、プロセッサ236は、選択された複数の放射エレメント204に電圧を印加することによって形成されたダイヤモンド形206の最適構成を決定するようにも構成されている。一実施例では、プロセッサ236は、第1の軸210に沿ったサイドローブ干渉の抑制と、第2の軸212に沿ったサイドローブ干渉の抑制とを釣り合わせる（例：最適化する）ために、ダイヤモンド形206の第1の軸210と第2の軸212の長さを計算するように構成されている。プロセッサ236はまた、ダイヤモンド形206の第1の軸210と第2の軸212の長さ、と、ダイヤモンド形206によって形成された全体面積とを釣り合わせる（例：最適化する）ようにも構成されている。当業者は、RF通信に

において、アレイ 202 の電圧印加された放射エレメント 204 a によって画定された面積が大きいほど（例：アンテナ振幅が大きいほど）、RF 信号に付与される指向性が高まることを理解するだろう。このため、プロセッサ 236 は、（例：第 1 の軸 210 と第 2 の軸 212 の長さに基づく）サイドローブの抑制を、（例：ダイヤモンド形 206 の面積に基づく）指向性と釣り合わせるように構成されている。

【0077】

図 16 を参照すると、一実施例、図 12 及び図 13 に示す実施例では、例えばアンテナシステム 200 はまた、回転機構 240 も含む。回転機構 240 は、第 1 の軸 210 が複数のリレープラットフォーム 110 の平面 120 に合わせて位置調整されるように、アレイ 202 の放射エレメント 204 によって形成されたダイヤモンド形 206 を機械的に配向させるように構成されている。プロセッサ 236 は、回転機構 240 によってアレイ 202 の機械的回転度を制御するように構成されている。

10

【0078】

アレイ 202 によって形成されたダイヤモンド形 206 の配向が、（例：ダイヤモンド形 206 の回転配向を画定するために円形の平面アレイ 208 の放射エレメント 204 に選択的に電圧を印加する、また円形の平面アレイ 208 の放射エレメント 204 の電源を切断することによって）電子的に構成される、（例：ダイヤモンド形 206 の回転配向を画定するためにダイヤモンド形の平面アレイ 218 を機械的に回転させることによって）機械的に構成される、又はこれらの組み合わせであるか否かに関わらず、配向の変化の分解能（resolution）は、アレイ 202（例：放射エレメント 204 の数）及び／又は回転機構の構造限界によってのみ限定される。

20

【0079】

図 1～図 16 を参照しつつ図 17 を参照すると、通信方法 300 の一実施例が開示されている。方法 300 は、無線通信に本開示の通信システム 100 及びアンテナシステム 200 を用いた例示の一実装態様である。本開示の範囲を逸脱することなく、方法 300 に変更、追加、または省略を行うことができる。方法 300 は、より多くの、より少ない、又は他のステップを含み得る。加えて、任意の適切な順序でステップを実施してもよい。

【0080】

図 3～図 13 を参照しつつ図 16 を参照すると、一実施例では、方法 300 は、ブロック 302 で示すように放射エレメント 204 のアレイ 202 をダイヤモンド形 206 に構成するステップを含む。ダイヤモンド形は、第 1 の軸 210 と第 2 の軸 212 とを含む。ブロック 304 で示すように、本方法 300 はまた、第 1 の軸 120 が複数の飛行中の通信リレープラットフォーム 110 が共有する基準面 120 に合わせて位置調整されるように、ダイヤモンド形 206 を配向させるステップも含む。ブロック 306 で示すように、本方法 300 はまた、アレイ 202 に対する基準面 120 の位置の変化に応じて第 1 の軸 210 が基準面 120 に合わせて位置調整されたまま維持されるように、ダイヤモンド形 206 を再配向させるステップも含む。

30

【0081】

図 3～図 11 を参照しつつ図 16 を参照すると、本方法 300 の一実装態様では、放射エレメント 204 のアレイ 202 をダイヤモンド形 206 に構成するステップ（ブロック 302）は、ブロック 308 で示すように放射エレメント 204 を円形の平面アレイ 208 に配置するステップと、ブロック 310 で示すようにダイヤモンド形 206 を形成するために選択された放射エレメント 204（例：電圧印加された放射エレメント 204 a 及び電源切断された放射エレメント 204 b）に電圧を印加する、及び選択された放射エレメント 204 の電源を切断するステップとを含む。

40

【0082】

本方法 300 のこの実装態様では、第 1 の軸 210 が基準面 120 に合わせて位置調整されるようにダイヤモンド形 206 を配向させるステップ（ブロック 304）は、ブロック 312 で示すようにダイヤモンド形 206 を配向させるために選択された異なる放射エレメント 204 に電圧を印加する、及び選択された異なる放射エレメント 204 の電源を切

50

断するステップと、ブロック 314 で示すように第 1 の軸 210 を基準面 120 に合わせて位置調整するステップとを含む。

【0083】

本方法 300 のこの実装態様では、第 1 の軸 210 が基準面 120 に合わせて位置調整されたまま維持されるようにダイヤモンド形 206 を再配向させるステップ（ブロック 306）は、ブロック 316 で示すようにダイヤモンド形 206 を再配向させるために選択された更に異なる放射エレメント 204 に電圧を印加し、及び選択された更に異なる放射エレメント 204 の電源を切断するステップと、ブロック 318 で示すように第 1 の軸 210 を基準面 120 に合わせて再位置調整するステップとを含む。

【0084】

図 3、図 4、図 6～図 9、図 12 及び図 13 を参照しつつ図 16 を参照すると、本方法 300 の別の実装態様では、放射エレメント 204 のアレイ 202 をダイヤモンド形 206 に構成するステップ（ブロック 302）は、ブロック 320 で示すように放射エレメント 204 をダイヤモンド形の平面アレイ 218 に配置するステップと、ブロック 322 で示すようにダイヤモンド形 206 を形成するために、放射エレメント 204 に電圧を印加するステップとを含む。

【0085】

本方法 300 のこの実装態様では、第 1 の軸 210 が基準面 120 に合わせて位置調整されるようにダイヤモンド形 206 を配向させるステップ（ブロック 304）は、ブロック 324 で示すようにダイヤモンド形 206 を配向させるためにアレイ 202 を回転させるステップと、ブロック 314 で示すように第 1 の軸 210 を基準面 120 に合わせて位置調整するステップとを含む。

【0086】

本方法 300 のこの実装態様では、第 1 の軸 210 が基準面 120 に合わせて位置調整されたまま維持されるようにダイヤモンド形 206 を再配向させるステップ（ブロック 306）は、ブロック 326 で示すように、ダイヤモンド形 206 を再配向させるためにアレイ 202 を回転させるステップと、ブロック 318 で示すように、第 1 の軸 210 を基準面 120 に合わせて再位置調整するステップを含む。

【0087】

放射エレメント 204 のアレイ 202 を最初に構成するいずれかのステップ（ブロック 302）の間に、第 1 の軸 210 が基準面 120 に合わせて位置調整されるようにダイヤモンド形 206 を配向させるために、アレイ 202 を再配向させ（ブロック 304）、及び／又は第 1 の軸 210 が基準面 120 に合わせて再位置調整される（例：維持される）ようにダイヤモンド形 206 を再配向させるために、アレイ 202 を再び再構成し（ブロック 306）、本方法 300 はまた、リレープラットフォームの位置を決定し、ユーザ端末 108（及びアンテナシステム 200）の位置を決定するステップも含む。この位置情報に基づいて、本方法 300 はまた、平面 120 の相対位置を画定するステップも含む。決定された平面 120 の相対位置に基づいて、本方法 300 はまた、対角線（例：第 1 の軸 210）が平面 120 に合わせて位置調整されるようにダイヤモンド形 206 の配向を決定するステップも含む。

【0088】

したがって、例えば本開示の通信システム 100 及び方法 300 とともに使用される本開示のアンテナシステム 200 は、隣接するリレープラットフォーム 110 とのサイドローブ干渉を低減させるために放射エレメントによって形成されたダイヤモンド形 206 を再配向させることによって、モバイル環境に適応できる放射エレメント 204 の動的に再構成可能なアレイ 202 を提供する。異なる放射エレメント 204 に選択的に電圧を印加し、また異なる放射エレメント 204 の電源を選択的に切断することによってダイヤモンド形 206 を電子的に再構成することで、放射パターンのより良い制御、及び高い自由度が得られる。本開示のアンテナシステム 200 は、アンテナシステム 200 が通信しているリレープラットフォーム 110（例：第 1 のリレープラットフォーム 110 a）に隣接し

10

20

30

40

50

ているリレーブラットフォーム１１０（例：第２のリレーブラットフォーム１１０ｂ及び第３のリレーブラットフォーム１１０ｃ）との干渉がなくなるとまでは言わなくても低減し、システムの信号対ノイズ干渉比（ＳＮＩＲ）の性能が向上する。複数のリレーブラットフォーム１１０の基準面１２０に合わせて位置調整されたダイヤモンド形２０６の対角線（例：第１の軸２１０）を維持することによって、電圧印加された放射エレメント２０４によって形成されたダイヤモンド形２０６の形状を制御することで、平面１２０内に位置づけられた隣接するリレーブラットフォーム１１０（例：第２のリレーブラットフォーム１１０ｂ及び第３のリレーブラットフォーム１１０ｃ）に方向づけられたサイドローブの振幅が最低限に維持される。

【００８９】

本開示全体において、本開示のアンテナシステム２００の様々な構成要素は、「モジュール」と記載されている。本開示の目的において、「モジュール」という語は、ハードウェア、ソフトウェア、又はハードウェアとソフトウェアの組み合わせを含みうる。一実施例として、モジュールは、プロセッサ、記憶デバイス（例：メモリ）、入力装置及び／又はディスプレイを有するコンピュータを含みうる。モジュールはまた、プロセッサによって実行したときに、プロセッサに、記載された機能を実施又は実行させる命令を有するコンピュータ可読記憶媒体も含みうる。

【００９０】

別途提示されない限り、「第１」、「第２」などの語は、本明細書では単に符号として使用されており、これらの用語が表すアイテムに対して、順序的、位置的、又は序列的な要件を課すことを意図していない。さらに、「第２」のアイテムに言及することは、より小さい数のアイテム（例えば、「第１」のアイテム）及び／又はより大きい数のアイテム（例えば、「第３」のアイテム）の存在を必要とするわけでもなく、除外するわけでもない。

【００９１】

本明細書で使用されるように、列挙されたアイテムと共に使用される「～のうちの少なくとも１つ」という表現は、列挙されたアイテムのうちの一又は複数の種々の組み合わせが使用可能であり、かつ、列挙されたアイテムのうち１つだけあればよいということの意味する。アイテムとは、特定の物体、物品、又はカテゴリであり得る。すなわち、「～のうちの少なくとも１つ」は、アイテムの任意の組み合わせ、又はいくつかのアイテムが列挙から使用されうることの意味するが、列挙されたアイテムの全てが必要なわけではない。例えば、「アイテムＡ、アイテムＢ、及びアイテムＣのうちの少なくとも１つ」は、例えば、「アイテムＡ」、「アイテムＡとアイテムＢ」、「アイテムＢ」、「アイテムＡとアイテムＢとアイテムＣ」、又は「アイテムＢとアイテムＣ」を意味し得る。幾つかの場合には、「アイテムＡ、アイテムＢ、及びアイテムＣのうちの少なくとも１つ」は、例えば、限定するものではないが、「２個のアイテムＡと１個のアイテムＢと１０個のアイテムＣ」、「４個のアイテムＢと７個のアイテムＣ」、又は他の好適な組み合わせを意味し得る。

【００９２】

更に、本開示は以下の条項による例を含む。

【００９３】

条項１．アンテナシステム（２００）であって、
ダイヤモンド形（２０６）を形成する放射エレメント（２０４）のアレイ（２０２）を備え、
前記ダイヤモンド形は、第１の軸（２１０）と第２の軸（２１２）とを含み、
前記ダイヤモンド形は、複数の飛行中の通信リレーブラットフォーム（１１０）が共有する基準面（１２０）に合わせて位置調整された前記第１の軸に合わせて配向され、
前記アレイに対する前記基準面の位置の変化に応じて、前記第１の軸が前記基準面に合わせて位置調整されたまま維持されるように、前記ダイヤモンド形が再配向される、システム。

【００９４】

10

20

30

40

50

条項 2 . 前記アレイは、円形の平面アレイ (2 0 8) を含み、
前記円形の平面アレイは、電圧印加された放射エレメント (2 0 4 a) と、電源切断された放射エレメント (2 0 4 b) とを含み、
前記電圧印加された放射エレメントは、前記ダイヤモンド形を形成する、
条項 1 に記載のシステム。

【 0 0 9 5 】

条項 3 . 前記アレイに電子的に結合したプロセッサ (2 3 6) を更に備え、
前記プロセッサは、前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントに電圧を印加し、及び前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントの電源を切断することによって、前記ダイヤモンド形を電子的に配向させるように構成され、
前記プロセッサは、前記ダイヤモンド形を前記アレイの中心 (2 1 6) の周りで回転させるために、前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントに電圧を印加し、また前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントの電源を切断することによって、前記ダイヤモンド形を電子的に再配向させるように構成されている、
条項 2 に記載のシステム。

【 0 0 9 6 】

条項 4 .
前記アレイは、ダイヤモンド形の平面アレイ (2 1 8) を含み、
前記ダイヤモンド形の平面アレイは、電圧印加された放射エレメント (2 0 4 a) を含み、
前記電圧印加された放射エレメントは、前記ダイヤモンド形を形成する、
条項 1 に記載のシステム。

【 0 0 9 7 】

条項 5 . 前記アレイに機械的に連結された回転機構 (2 4 0) を更に備え、
前記回転機構は、前記ダイヤモンド形を機械的に配向させるように構成され、
前記回転機構は、前記アレイの中心 (2 1 6) の周りで前記アレイを回転させることによって、前記ダイヤモンド形を機械的に再配向させるように構成されている、
条項 4 に記載のシステム。

【 0 0 9 8 】

条項 6 . 前記第 1 の軸と前記第 2 の軸は、等しい長さを有する、条項 1 に記載のシステム。

【 0 0 9 9 】

条項 7 . 前記第 1 の軸と前記第 2 の軸は、異なる長さを有する、条項 1 に記載のシステム。

【 0 1 0 0 】

条項 8 . 通信システム (1 0 0) であって、
共有の基準面 (1 2 0) 内で経路 (1 2 2) に沿って移動している複数の飛行中の通信リレープラットフォーム (1 1 0) と、
ダイヤモンド形 (2 0 6) を形成する放射エレメント (2 0 4) のアレイ (2 0 2) を備えるアンテナシステム (2 0 0) によって、前記通信リレープラットフォームのうちの 1 つと無線通信しているユーザ端末 (1 0 8) と
を備え、

前記ダイヤモンド形は、第 1 の軸 (2 1 0) と第 2 の軸 (2 1 2) とを含み、
前記ダイヤモンド形は、前記基準面に合わせて位置調整された前記第 1 の軸に合わせて配向され、
前記ユーザ端末に対する少なくとも 1 つの前記リレープラットフォームの位置の変化に応じて、前記第 1 の軸が前記基準面に合わせて位置調整されたまま維持されるように、前記ダイヤモンド形が再配向される、システム。

【 0 1 0 1 】

条項 9 . 前記アレイは、円形の平面アレイ (2 0 8) を含み、
前記円形の平面アレイは、電圧印加された放射エレメント (2 0 4 a) と、電源切断された放射エレメント (2 0 4 b) とを含み、
前記電圧印加された放射エレメントは、前記ダイヤモンド形を形成する、

条項 8 に記載のシステム。

【 0 1 0 2 】

条項 1 0 . 前記アンテナシステムは更に、前記アレイに電子的に結合したプロセッサ (2 3 6) を備え、

前記プロセッサは、前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントに電圧を印加し、また前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントの電源を切断することによって、前記ダイヤモンド形を電子的に配向させるように構成され、

前記プロセッサは、前記ダイヤモンド形を前記アレイの中心 (2 1 6) の周りで回転させるために、前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントに電圧を印加し、また前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントの電源を切断することによって、前記ダイヤモンド形を電子的に再配向させるように構成されている、

条項 9 に記載のシステム。

【 0 1 0 3 】

条項 1 1 . 前記アレイは、ダイヤモンド形の平面アレイ (2 1 8) を含み、

前記ダイヤモンド形の平面アレイは、電圧印加された放射エレメント (2 0 4 a) を含み、

前記電圧印加された放射エレメントは、前記ダイヤモンド形を形成する、

条項 8 に記載のシステム。

【 0 1 0 4 】

条項 1 2 . 前記アンテナシステム 2 0 0 は更に、前記アレイに機械的に連結された回転機構 (2 4 0) を備え、

前記回転機構は、前記ダイヤモンド形を機械的に配向させるように構成され、

前記回転機構は、前記アレイの中心 (2 1 6) の周りで前記アレイを回転させることによって、前記ダイヤモンド形を機械的に再配向させるように構成されている、

条項 1 1 に記載のシステム。

【 0 1 0 5 】

条項 1 3 . 前記飛行中の通信リレープラットフォームは各々、衛星 (1 2 6) を含み、前記基準面は軌道面である、条項 8 に記載のシステム。

【 0 1 0 6 】

条項 1 4 . 前記飛行中の通信リレープラットフォームは各々、高空域航空ビークル (1 3 0) を含み、前記基準面は軌道面である、条項 8 に記載のシステム。

【 0 1 0 7 】

条項 1 5 . 前記ユーザ端末は、ビークル用端末、飛行用端末、及び船員用端末のうちの 1 つである、条項 8 に記載のシステム。

【 0 1 0 8 】

条項 1 6 . 通信方法 (3 0 0) であって、

放射エレメント (2 0 4) のアレイ (2 0 2) を、第 1 の軸 (2 1 0) 及び第 2 の軸 (2 1 2) を含むダイヤモンド形 (2 0 6) に構成すること (3 0 2) と、

前記第 1 の軸が複数の飛行中の通信リレープラットフォーム (1 1 0) が共有する基準面 (1 2 0) に合わせて位置調整されるように、前記ダイヤモンド形を配向させること (3 0 4) と、

前記アレイに対する前記基準面の位置の変化に応じて、前記第 1 の軸が前記基準面に合わせて位置調整されたまま維持されるように、前記ダイヤモンド形を再配向させること (3 0 6) と

を含む方法。

【 0 1 0 9 】

条項 1 7 .

前記放射エレメントを円形の平面アレイ (2 0 8) に配置すること (3 0 8) と、

前記ダイヤモンド形を形成するために、前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントに電圧を印加する、及び前記放射エレメントのうちの選択された放射エレメントの電源を切断すること (3 1 0) と、

10

20

30

40

50

前記ダイヤモンド形を配向させるために、前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントに電圧を印加する、及び前記放射エレメントのうちの選択された異なる放射エレメントの電源を切断すること（３１２）と、
前記第１の軸を前記基準面に合わせて位置調整すること（３１４）と
を更に含む、条項１６に記載の方法。

【０１１０】

条項１８．

前記ダイヤモンド形を再配向させるために、前記放射エレメントのうちの選択された更に異なる放射エレメントに電圧を印加する、及び前記放射エレメントのうちの選択された更に異なる放射エレメントの電源を切断すること（３１６）と、
前記第１の軸を前記基準面に合わせて再位置調整すること（３１８）と
を更に含む、条項１７に記載の方法。

【０１１１】

条項１９．

前記放射エレメントをダイヤモンド形の平面アレイ（２１８）に配置すること（３２０）と、

前記ダイヤモンド形を形成するために、前記放射エレメントに電圧を印加すること（３２２）と、

前記ダイヤモンド形を配向させるために、前記アレイを回転させること（３２４）と、

前記第１の軸を前記基準面に合わせて位置調整すること（３１４）と

を更に含む、条項１６に記載の方法。

【０１１２】

条項２０．

前記ダイヤモンド形を再配向させるために、前記アレイを回転させること（３２６）と、

前記第１の軸を前記基準面に合わせて再位置調整すること（３１８）と

を更に含む、条項１９に記載の方法。

【０１１３】

本開示のシステム及び方法の様々な実施例を示し、また説明してきたが、当業者は、明細書を読むことで、変更を想起しうる。本願は、こうした変更例を含み、特許請求の範囲によってのみ限定されるものである。

10

20

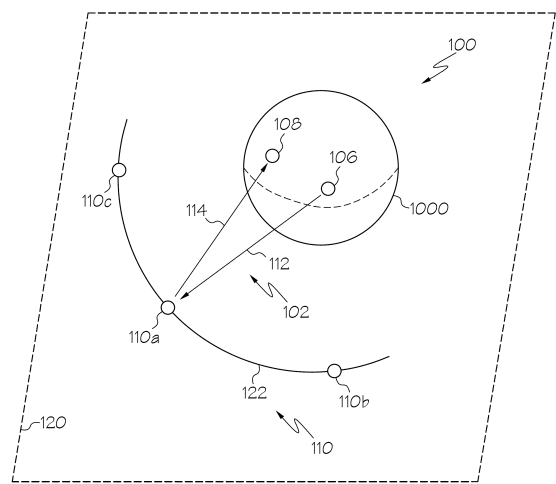
30

40

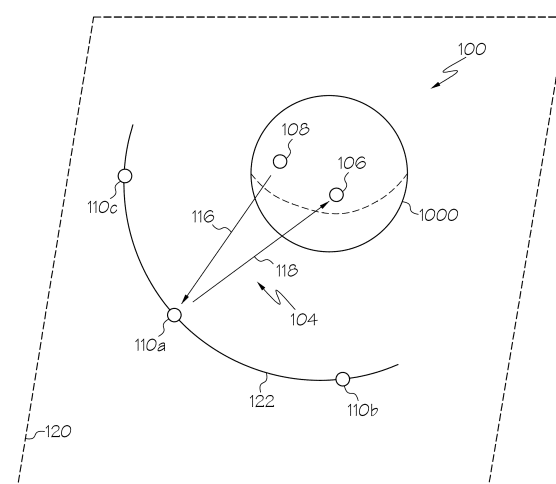
50

【図面】

【図 1】

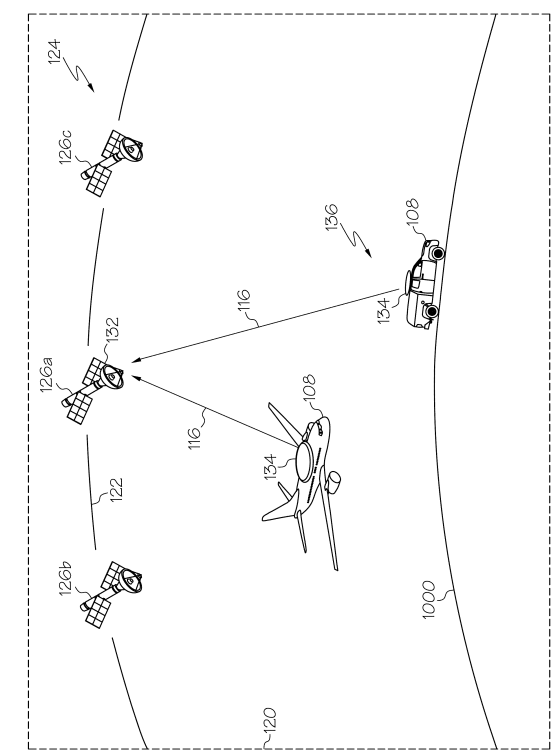


【図 2】

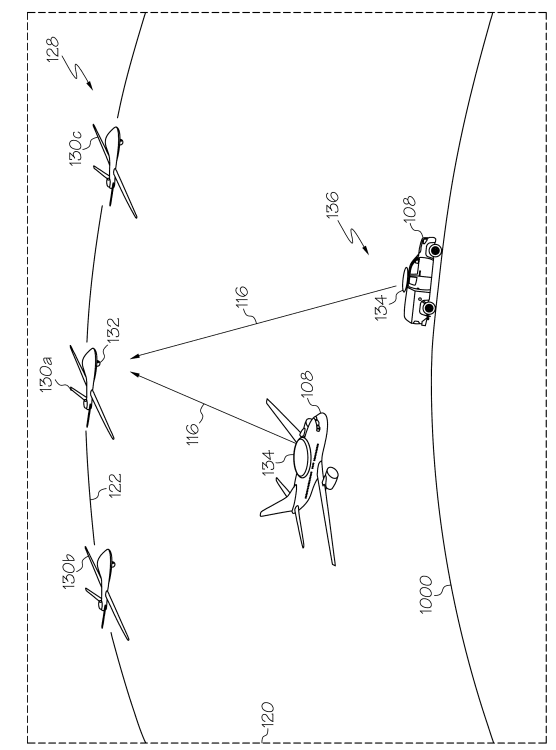


10

【図 3】



【図 4】



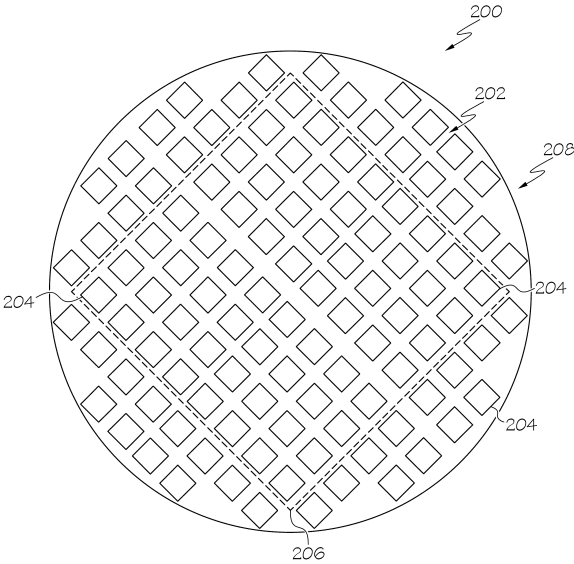
20

30

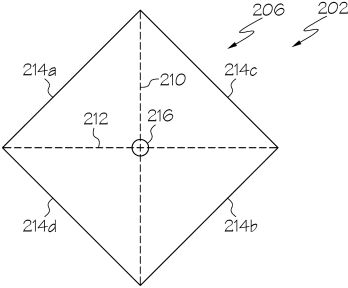
40

50

【図 5】

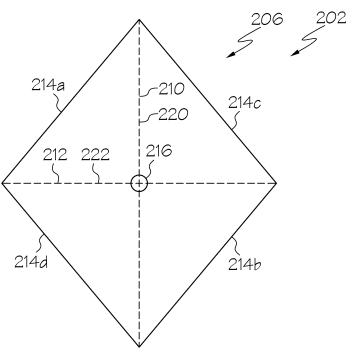


【図 6】

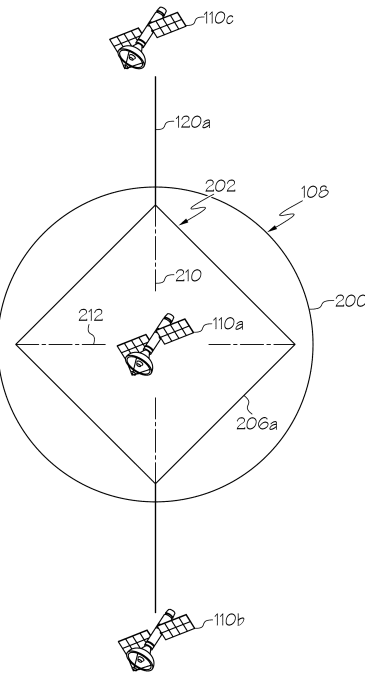


10

【図 7】



【図 8】



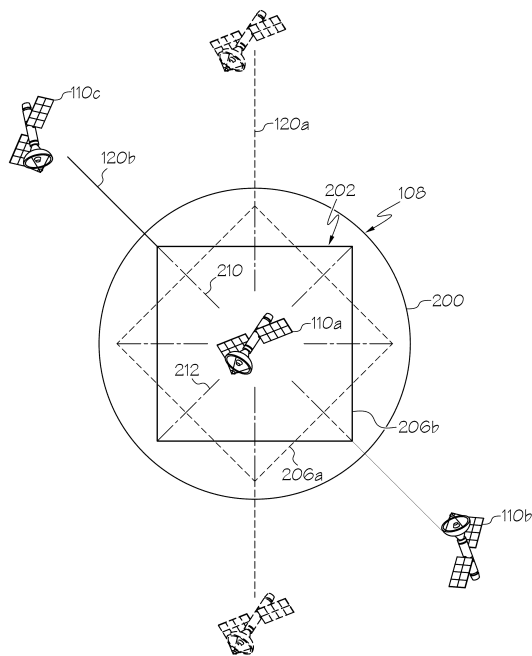
20

30

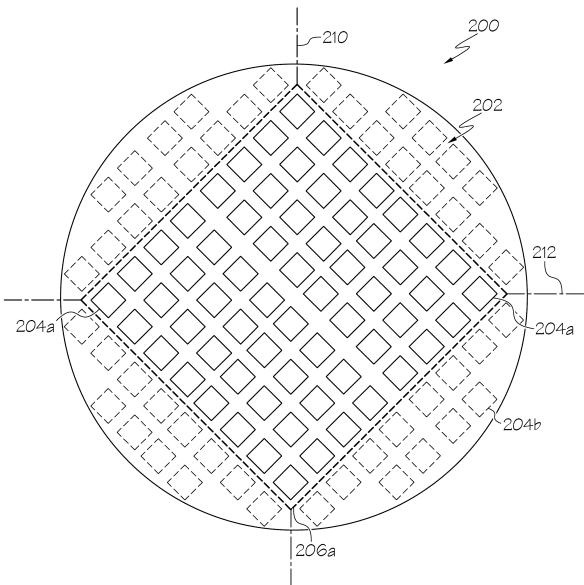
40

50

【図 9】

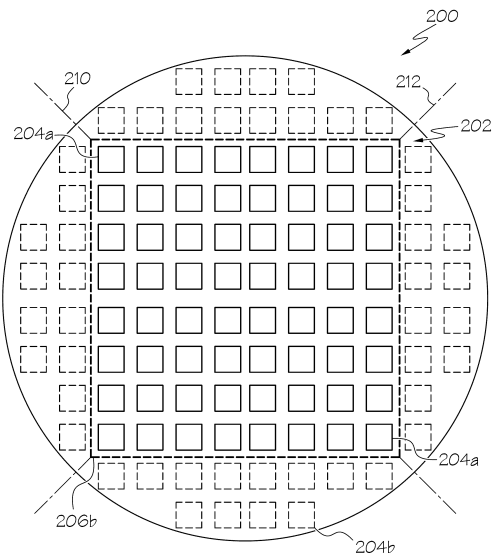


【図 10】

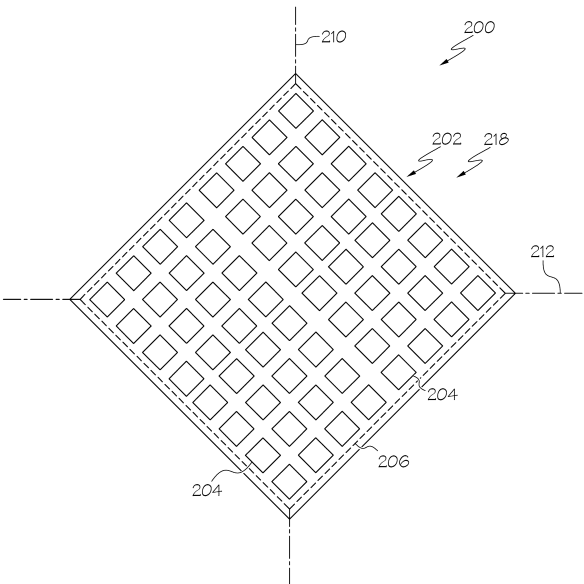


10

【図 11】



【図 12】



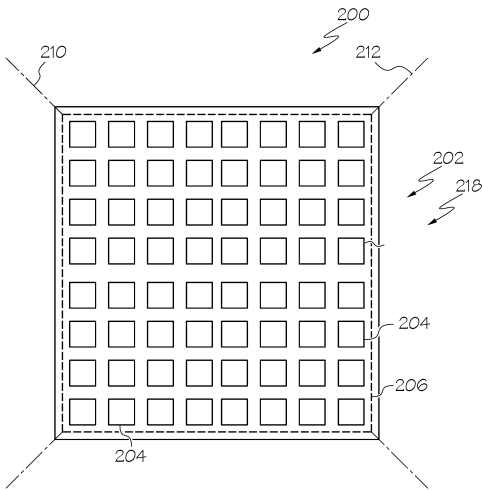
20

30

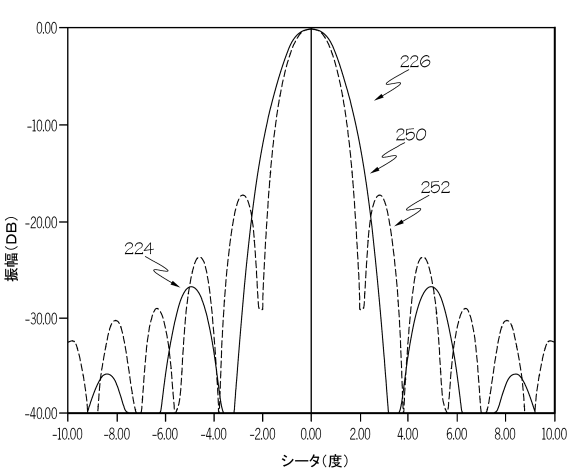
40

50

【図 1 3】

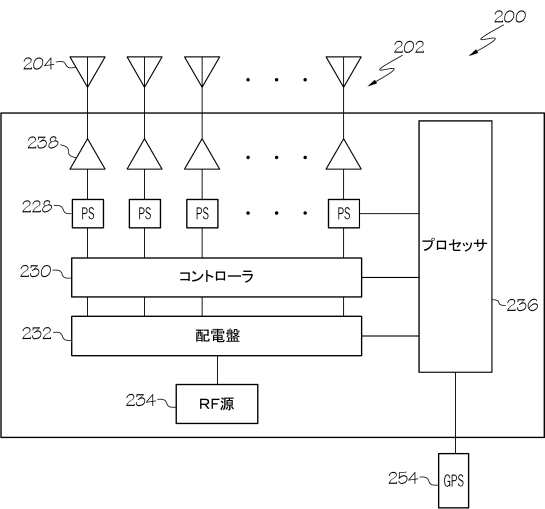


【図 1 4】

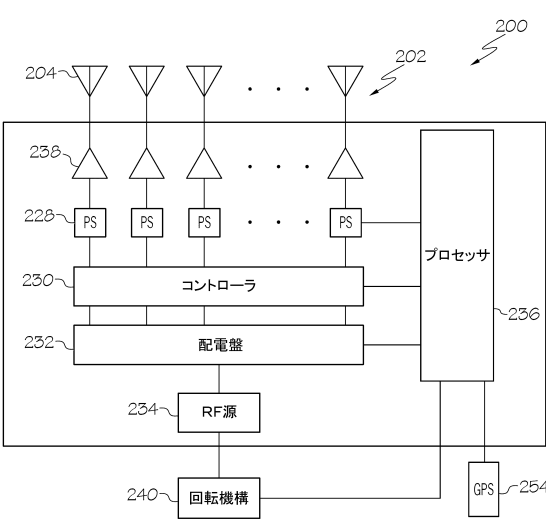


10

【図 1 5】



【図 1 6】



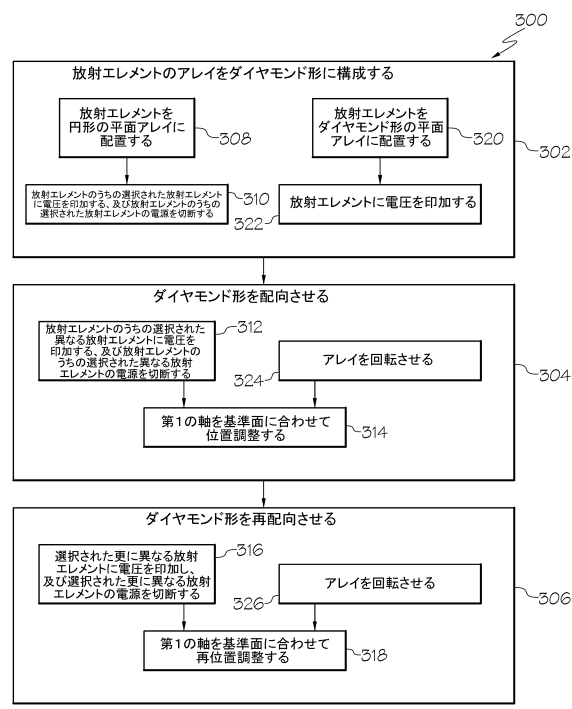
20

30

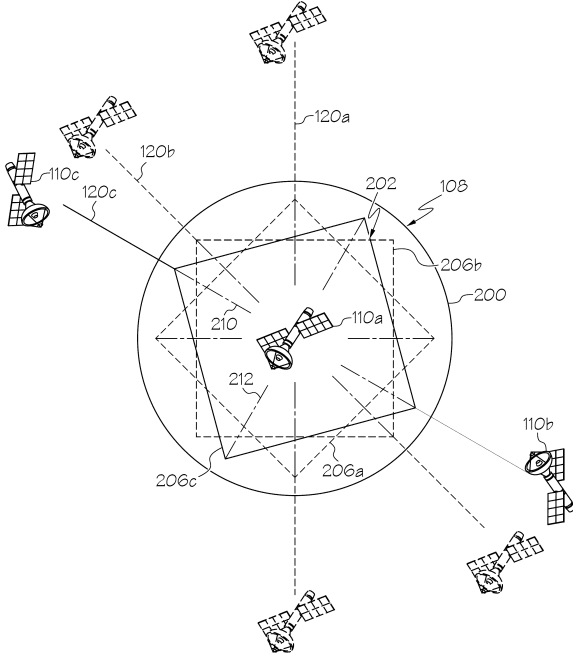
40

50

【図 17】



【図 18】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- 47, ハンティントン ビーチ, ボルザ アベニュー 5301, ザ ボーイング カンパニー
(72)発明者 ラマヌジャム, パーザサラシー
アメリカ合衆国 カリフォルニア 92647, ハンティントン ビーチ, ボルザ アベニュー 5
301, ザ ボーイング カンパニー
- 審査官 佐藤 当秀
- (56)参考文献 特開平09-270634 (JP, A)
特表2001-522153 (JP, A)
米国特許第06151496 (US, A)
実開平05-091019 (JP, U)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
H01Q 1/00- 3/46
H01Q 21/00- 25/04