

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第5931887号  
(P5931887)

(45) 発行日 平成28年6月8日 (2016.6.8)

(24) 登録日 平成28年5月13日 (2016.5.13)

(51) Int.Cl. F I

GO 1 S 1/04 (2006.01)

HO 1 Q 3/24 (2006.01)

HO 1 Q 21/08 (2006.01)

HO 4 W 16/28 (2009.01)

HO 4 W 64/00 (2009.01)

GO 1 S 1/04

HO 1 Q 3/24

HO 1 Q 21/08

HO 4 W 16/28

HO 4 W 64/00

1 4 O

請求項の数 30 (全 28 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-534130 (P2013-534130)	(73) 特許権者	512001887
(86) (22) 出願日	平成23年10月21日 (2011.10.21)		ロケイタ コーポレイション プロプライ
(65) 公表番号	特表2014-502342 (P2014-502342A)		エタリー リミテッド
(43) 公表日	平成26年1月30日 (2014.1.30)		オーストラリア 2603 オーストラリ
(86) 国際出願番号	PCT/AU2011/001346		アン キャピタル テリトリー キャンベ
(87) 国際公開番号	W02012/051669		ラ グリフィス キャンベラ アベニュー
(87) 国際公開日	平成24年4月26日 (2012.4.26)		1 1 1
審査請求日	平成26年10月21日 (2014.10.21)	(74) 代理人	100092093
(31) 優先権主張番号	2010904696		弁理士 辻居 幸一
(32) 優先日	平成22年10月21日 (2010.10.21)	(74) 代理人	100082005
(33) 優先権主張国	オーストラリア (AU)		弁理士 熊倉 禎男
		(74) 代理人	100067013
			弁理士 大塚 文昭
		(74) 代理人	100086771
			弁理士 西島 孝喜

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 遠隔ビームを形成するための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

アンテナアレイのビームを形成するための装置であって、  
複数の空間的に分布するアンテナ要素を有するアンテナアレイと、  
前記アンテナ要素が測位信号を送信するように構成される第 1 の状態と第 2 の状態の間  
で前記アンテナ要素を所定の切り替えシーケンスで切り替えるように構成された、前記アン  
テナアレイに結合された測位ユニット装置と、  
前記アンテナアレイから前記測位信号を受信するように構成された受信機と、  
を含み、前記受信機は、参照信号を生成し、前記受信した測位信号を修正済み参照信号と  
混合して混合信号を生成し、前記混合信号を所定の積分期間にわたって加算して累積信号  
を生成するためのプロセッサを有し、前記参照信号は、前記受信した測位信号と混合され  
る前に、前記累積信号が前記アンテナアレイのビームの方向及び大きさを示すように、前  
記第 1 の状態に切り替えられている前記アンテナ要素からの前記測位信号の前記受信と実  
質的に同期して修正される、  
ことを特徴とする装置。

【請求項 2】

前記受信機は、相関器を有する少なくとも 1 つの受信チャネルを含み、前記相関器は、  
前記第 1 の状態に切り替えられている前記アンテナ要素からの前記測位信号の前記受信と  
実質的に同期して前記参照信号の位相及び / 又は利得を選択的に操作するように構成され  
る、

ことを特徴とする請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記測位信号は、一意のチップシーケンスを有する疑似ランダムコードを含み、前記一意のチップシーケンスは、前記実質的な同期を実現するために使用される、  
ことを特徴とする請求項 2 に記載の装置。

【請求項 4】

前記装置は、前記測位信号の生成と前記アンテナ要素を通じた前記測位信号の送信の間の送信遅延を考慮するように構成されている、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の装置。

【請求項 5】

前記位相及び / 又は利得の操作は、前記参照信号に位相及び / 又は利得オフセットをそれぞれ適用することによって行われ、前記位相及び / 又は利得オフセットの値は、前記所定の切り替えシーケンスに依存して計算される、  
ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の装置。

10

【請求項 6】

前記相関器は、キャリア数値制御発振器 (NCO) を含み、前記参照信号は、前記キャリア NCO において合成される、  
ことを特徴とする請求項 2 又は 3 に記載の装置。

【請求項 7】

前記アンテナ要素は、前記装置が 1 又はそれ以上の次元のビームを形成できるように 3 次元構成で空間的に分布する、  
ことを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれかに記載の装置。

20

【請求項 8】

前記受信機は、複数のチャネルを含み、各受信チャネルは、少なくとも 1 つのビームを形成するように適合可能である、  
ことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれかに記載の装置。

【請求項 9】

第 2 の状態に切り替えられたアンテナ要素は、相互結合の影響が改善されるように、非共鳴であるように構成される、  
ことを特徴とする請求項 1 から 8 のいずれかに記載の装置。

【請求項 10】

30

アンテナアレイのビームを形成するための装置であって、  
複数の空間的に分布するアンテナ要素を有するアンテナアレイと、  
前記アンテナアレイに結合された測位ユニット装置と、  
を含み、前記測位ユニット装置は、

a) 前記アンテナ要素が測位信号を送信するように構成される第 1 の状態と第 2 の状態の間で前記アンテナ要素を所定の切り替えシーケンスで切り替え、

b) 測位信号を合成し、該測位信号を前記所定の切り替えシーケンスと実質的に同期して修正し、修正済み測位信号を生成する、  
ように構成され、前記装置は、

前記アンテナアレイから前記修正済み測位信号を受信するように構成された受信機をさらに含み、該受信機は、参照信号を生成し、前記受信した修正済み測位信号を前記参照信号と混合して混合信号を生成し、前記混合信号を所定の期間にわたって加算して累積信号を生成して、該累積信号が前記アンテナアレイの前記ビームの方向及び大きさを示すようにするためのプロセッサを有する、  
ことを特徴とする装置。

40

【請求項 11】

アンテナアレイ間に合成ビームを形成するためのシステムであって、  
複数の空間的に分布する送信アンテナ要素を有する送信アンテナアレイを含み、該送信アンテナアレイは、前記送信アンテナ要素が測位信号を送信するように構成される第 1 の状態と第 2 の状態の間で前記アンテナ要素を第 1 の所定の切り替えシーケンスで切り替え

50

るように構成された測位ユニット装置に結合され、

複数の空間的に分布する受信アンテナ要素を有する受信アンテナアレイをさらに含み、該受信アンテナアレイは、前記受信アンテナ要素が測位信号を受信するように構成される第 1 の状態と第 2 の状態の間で前記アンテナ要素を第 2 の所定の切り替えシーケンスで切り替えるように構成された測位受信機に結合され、

前記測位受信機は、プロセッサを有し、該プロセッサは、

前記送信アンテナアレイから前記測位信号を前記受信アンテナアレイにおいて受信し

、参照信号を合成し、

前記第 1 の状態に切り替えられている前記送信アンテナ要素からの前記測位信号の前記受信と実質的に同期して、かつ前記受信アンテナ要素の前記第 1 の状態への切り替えと実質的に同期して前記参照信号を修正して修正済み参照信号を生成し、

前記受信した測位信号を前記修正済み参照信号と混合して混合信号を生成し、

前記混合信号を所定の積分期間にわたって加算して累積信号を生成し、該累積信号が、前記送信アンテナアレイと前記受信アンテナアレイの間の合成ビームの方向及び大きさを示すようにする、

ように構成される、

ことを特徴とするシステム。

【請求項 1 2】

前記測位受信機は、前記第 1 の状態に切り替えられている前記送信アンテナ要素からの前記測位信号の前記受信に実質的に同期して、かつ前記受信アンテナ要素の前記第 1 の状態への前記切り替えに実質的に同期して前記参照信号の位相及び / 又は利得を選択的に操作するように構成された相関器を有する少なくとも 1 つの受信チャネルを有する請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 1 3】

前記測位信号は、一意的なチップシーケンスを有する擬似ランダムコードを含み、前記一意的なチップシーケンスは、前記第 1 の状態に切り替えられている前記送信アンテナ要素からの前記測位信号の前記受信との前記実質的な同期を与えるために使用されるものである、請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記システムは、前記測位信号の生成と前記送信アンテナ要素を通じた前記測位信号の送信の間の送信遅延を考慮するように構成されている、請求項 1 1 から 1 3 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 1 5】

前記所定の積分期間は、前記第 1 の状態に切り替えられている前記送信アンテナ要素からの前記測位信号の受信の期間と、前記受信アンテナ要素の前記第 1 の状態への切り替えの期間との重なりによって決定される複数の下位積分期間に分割される、請求項 1 1 から 1 4 のいずれかに記載のシステム。

【請求項 1 6】

前記位相及び / 又は利得の前記操作は、それぞれ位相及び / 又は利得オフセットを前記参照信号に適用することによって実現され、前記位相及び / 又は利得オフセットの値は前記第 1 及び第 2 の所定の切り替えシーケンスに基づいて計算される、請求項 1 2 又は 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 7】

アンテナアレイのビームを形成する方法であって、

a) 測位ユニット装置において、前記アンテナアレイの空間的に分布するアンテナ要素を、第 2 の状態から、前記アンテナ要素が測位信号を送信するように構成される第 1 の状態に所定の切り替えシーケンスで切り替えるステップと、

b) 受信機において、前記測位信号を受信するステップと、

c) 前記受信機の相関器において、前記受信した測位信号に相関付けるための参照信号

10

20

30

40

50

を生成するステップと、

d) 前記第 1 の状態に切り替えられている前記アンテナ要素からの前記測位信号の前記受信と実質的に同期して前記参照信号に所定のオフセットを適用して、修正済み参照信号を生成するステップと、

e) 前記受信した測位信号を前記修正済み参照信号と混合して混合信号を生成するステップと、

f) 前記混合信号を積分期間にわたって累積して、前記アンテナアレイの前記ビームの方向及び大きさを示す累積信号を生成するステップと、  
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 18】

前記参照信号に所定のオフセットを適用する前記ステップは、前記第 1 の状態に切り替えられている前記アンテナ要素からの前記測位信号の前記受信に実質的に同期した、前記参照信号の位相及び / 又は利得の選択的な操作を含む請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記測位信号は、一意的なチップシーケンスを有する擬似ランダムコードを含み、前記一意的なチップシーケンスは、前記実質的な同期を与えるために使用されるものである、請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記測位信号の生成と前記送信アンテナ要素を通じた前記測位信号の送信の間の送信遅延を考慮するステップをさらに含む、請求項 17 から 19 のいずれかに記載の方法。

【請求項 21】

前記位相及び / 又は利得の前記操作は、前記第 1 の状態に切り替えられている前記アンテナ要素からの前記測位信号の受信の割り当てられた期間の全体を通じて前記参照信号に与えられる、請求項 18 又は 19 に記載の方法。

【請求項 22】

前記位相及び / 又は利得の前記操作は、それぞれ位相及び / 又は利得オフセットを前記参照信号に適用することによって実現され、前記位相及び / 又は利得オフセットの値は前記所定の切り替えシーケンスに基づいて計算される、請求項 18 又は 19 に記載の方法。

【請求項 23】

前記位相及び / 又は利得オフセットの前記値はリアルタイムで計算されるか、事前に計算されて検索に利用可能なデータベースに記憶されている、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

アンテナアレイ間で合成ビームを形成する方法であって、

a) 測位ユニット装置において、送信アンテナアレイの空間的に分布する送信アンテナ要素を、第 2 の状態から、前記送信アンテナ要素が測位信号を送信するように構成される第 1 の状態に第 1 の所定の切り替えシーケンスで切り替えるステップと、

b) 測位受信機において、受信アンテナアレイの空間的に分布する受信アンテナ要素を、第 2 の状態から、前記受信アンテナ要素が測位信号を受信するように構成される第 1 の状態に第 2 の所定の切り替えシーケンスで切り替えるステップと、

c) 前記測位受信機において、前記測位信号を受信するステップと、

d) 前記測位受信機の相関器において、前記受信した測位信号に相関付けるための参照信号を生成するステップと、

e) 前記第 1 の状態に切り替えられている前記送信アンテナ要素からの前記測位信号の前記受信と実質的に同期して、かつ前記受信アンテナ要素の前記第 1 の状態への切り替えと実質的に同期して前記参照信号を修正して、修正済み参照信号を生成するステップと、

f) 前記受信した測位信号を前記修正済み参照信号と混合して混合信号を生成するステップと、

g) 前記混合信号を積分期間にわたって累積して、前記送信アンテナアレイと前記受信アンテナアレイの間の合成ビームの方向及び大きさを示す累積信号を生成するステップと、

、

10

20

30

40

50

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 2 5】

修正する前記ステップは、前記測位受信機は、前記第 1 の状態に切り替えられている前記送信アンテナ要素からの前記測位信号の前記受信に実質的に同期して、かつ前記受信アンテナ要素の前記第 1 の状態への前記切り替えに実質的に同期して前記参照信号の位相及び / 又は利得を選択的に操作するように構成された相関器を有する少なくとも 1 つの受信チャンネルを有する請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記測位信号は、一意的なチップシーケンスを有する擬似ランダムコードを含み、前記一意的なチップシーケンスは、前記第 1 の状態に切り替えられている前記送信アンテナ要素からの前記測位信号の前記受信との前記実質的な同期を与えるために使用されるものである、請求項 2 5 に記載の方法。

【請求項 2 7】

前記測位信号の生成と前記送信アンテナ要素を通じた前記測位信号の送信の間の送信遅延を考慮するステップをさらに含む、請求項 2 4 から 2 6 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 8】

前記積分期間は、前記第 1 の状態に切り替えられている前記送信アンテナ要素からの前記測位信号の受信の期間と、前記受信アンテナ要素の前記第 1 の状態への切り替えの期間との重なりによって決定される複数の下位積分期間に分割される、請求項 2 4 から 2 7 のいずれかに記載の方法。

【請求項 2 9】

前記位相及び / 又は利得の前記操作は、それぞれ位相及び / 又は利得オフセットを前記参照信号に適用することによって実現され、前記位相及び / 又は利得オフセットの値は前記第 1 及び第 2 の所定の切り替えシーケンスに基づいて計算される、請求項 2 5 又は 2 6 に記載の方法。

【請求項 3 0】

アンテナアレイのビームを形成する方法であって、

- a) 測位ユニット装置において測位信号を合成するステップと、
- b) 測位ユニット装置において、前記アンテナアレイの空間的に分布するアンテナ要素を、第 2 の状態から、前記アンテナ要素が測位信号を送信するように構成される第 1 の状態に所定の切り替えシーケンスで切り替えるステップと、
- c) 前記アンテナ要素の 1 つを前記第 1 の状態に切り替えることと実質的に同期して前記測位信号に所定のオフセットを適用して、修正済み測位信号を生成するステップと、
- d) 受信機において、前記修正済み測位信号を受信するステップと、
- e) 前記受信機の相関器において、前記受信した修正済み測位信号に相関付けるための参照信号を生成するステップと、
- f) 前記修正済み測位信号を前記参照信号と混合して混合信号を生成するステップと、
- g) 前記混合信号を積分期間にわたって累積して、前記アンテナアレイの前記ビームの方向及び大きさを示す累積信号を生成するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に測位システムに関し、具体的には、測位信号を受信するためのサブシステムに関する。

【0002】

本発明は、主にマルチパス環境において測位信号を受信するための遠隔ビームを形成するために考案したものであり、以下、この用途を参照しながら本発明を説明する。しかしながら、本発明は、この特定の使用分野に限定されるものではないと理解されたい。

【背景技術】

## 【 0 0 0 3 】

本明細書を通じて行う先行技術についての説明は、このような先行技術が広く知られていること、又はこのような先行技術が本技術分野における一般常識の一部を形成することを認めるものであると決して見なすべきではない。

## 【 0 0 0 4 】

当業で知られているように、測位技術は、一般に、信号源から受信装置に信号が伝播するのに要する時間を測定することによって動作する。ほとんどの先行技術の用途において、この測定は、信号が送信される時刻と、この同じ信号が受信される時刻とを比較することによって行われる。GPSなどの一般的な測位システムは、3又はそれ以上のこのような信号を使用し、三辺測量を使用して対象物の位置を計算する。測定の計算は時間に依存するので、信号源及び受信機のクロックが正しく同期していることを確実にするために、通常は第4の信号が必要になる。

10

## 【 0 0 0 5 】

マルチパスとは、測位信号が、壁及び家具などの他の物体に反射される現象を示すものである。これは、屋内などの閉鎖環境において特に見られるが、都市などの建物密集地域においても大きな問題である。単純に言えば、反射された信号は、信号源から受信機に伝播する時間が長く掛かり、従って測定の精度に影響する。また、受信機は、異なるタイミング情報を有する同じ信号源からの相反する信号を参照する。最新の受信機には、位置測定で使用するのに最も適した信号を決定しようと試みる選択アルゴリズムを利用するものもある。しかしながら、通常、受信機は、本物の測位信号とマルチパス信号を高い精度で区別することができない。

20

## 【 0 0 0 6 】

また、当業では、ビームを向けるように個別に制御することができる複数のアンテナ要素で構成されたフェーズドアレイが知られている。典型的なフェーズドアレイでは、各要素において受信される信号が個別に位相及び利得操作され、必要とされるビームの方向に応じて正確な操作が求められる。その後、結果として得られる各要素からの位相及び利得操作された信号を加算して所望のビーム方向を得る。

## 【 0 0 0 7 】

マルチパスの問題を軽減するための1つの方法が、本出願人に譲渡された国際出願公開WO2011/000049号A1に記載されており、この特許出願はその全体が引用により本明細書に組み入れられる。この出願には、局所受信アンテナを使用してビームを形成して送信源からの測位信号を受信し、これによりマルチパス環境における他の信号を無視する方法が記載されている。

30

## 【 0 0 0 8 】

この方法では、マルチパスの影響を軽減することはできるが、局所受信アンテナは、必然的に複数の物理的アンテナ要素を必要とする。これにより、局所受信アンテナを小型化できるサイズが制限され、従って受信機の可搬性が制限される。例えばフォークリフトなどに受信装置を取り付ける場合には、可搬性は問題でない。しかしながら、例えば携帯電話などに受信装置を内蔵する場合には、受信アンテナをさらに小型化することが必要となる。

40

## 【 0 0 0 9 】

本発明は、高精度測位用途においてポータブルハンドヘルド装置で既に展開されているアンテナ技術を利用するための装置及び方法を説明するものである。

## 【 先行技術文献 】

## 【 特許文献 】

## 【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 国際公開WO2011/000049号A1

【 特許文献 2 】 PCT/AU2010/000839号

## 【 発明の概要 】

## 【 発明が解決しようとする課題 】

50

## 【 0 0 1 1 】

本発明の目的は、先行技術の不都合の少なくとも１つを解決又は改善すること、或いは有用な代替案を提供することである。

## 【 0 0 1 2 】

本発明の別の目的は、複数のビームを同時に生成することである。

## 【 0 0 1 3 】

本発明の別の目的は、高精度測位用途においてポータブルハンドヘルド装置で既に展開されているアンテナ技術を利用することである。

## 【 0 0 1 4 】

本発明の別の目的は、単一のＲＦフロントエンドを使用して複数のビームを同時に形成することである。

10

## 【 0 0 1 5 】

本発明の別の目的は、電氣的複雑性を最小限に抑えながら、（一般的には３２個の要素を上回る）比較的多くの数の要素を使用して比較的狭いビームを形成することである。

## 【 0 0 1 6 】

本発明の別の目的は、標準的な測位受信機の構成要素／ロジックブロックを再利用して、電力消費量、コスト及び複雑性を低減することである。

## 【 0 0 1 7 】

本発明の別の目的は、外部受信アンテナを利用できる拡張可能システムを提供して位置解決策の精度を高めることである。

20

## 【 0 0 1 8 】

本発明の別の目的は、複雑な回路及び較正の必要性をなくしながら、測位システムのための（一般的には３２個の要素を上回る）比較的多くの数の構成要素を使用して、異なる方向に同時に複数のビームを形成する方法を提供することである。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 9 】

本発明の１つの態様によれば、アンテナアレイにおいてビームを遠隔的に形成するための装置が提供され、この装置は、

複数の空間的に分布する要素を有するアンテナアレイと、

前記要素が測位信号を送信するように構成される第１の状態と第２の状態の間で前記アンテナ要素を所定のシーケンスで切り替えるように構成された、前記アンテナアレイに結合された測位ユニット装置と、

30

前記アンテナアレイから前記測位信号を受信するように構成された受信機と、  
を含み、前記受信機は、参照信号を生成し、前記測位信号を修正済み参照信号と混合して混合信号を生成し、前記混合信号を所定の積分期間にわたって加算して累積信号を生成するためのプロセッサを有し、前記参照信号は、前記受信信号と混合される前に、前記累積信号が前記アンテナアレイのビームの方向及び大きさを示すように修正される。

## 【 0 0 2 0 】

受信機は、相関器を有する少なくとも１つの受信チャネルを含み、この相関器は、測位信号の受信と実質的に同期して参照信号の位相及び／又は利得を選択的に操作するように構成されることが好ましい。

40

## 【 0 0 2 1 】

測位信号は、予め定めたチップ期間内の一意のチップシーケンスを有する疑似ランダムコードを含み、この一意のチップシーケンスは、参照信号と測位信号の間の実質的な同期を実現するために使用されることが好ましい。所定の積分期間は、複数の下位積分期間に分割され、要素の各々は、これらの下位積分期間中の継続期間にわたって第１の状態に切り替えられることが好ましい。

## 【 0 0 2 2 】

各要素の第１の状態への切り替えは、一意のチップシーケンス内のチップ境界に一致し、下位積分期間は、次のチップ期間内のチップ境界と同時に開始するように同期されるこ

50

とが好ましい。

【0023】

各下位積分期間は、測位信号を記憶するためのそれぞれの累積器にアクセスするように構成され、各それぞれの累積器は、修正済み参照信号と混合されて混合信号を生成することが好ましい。

【0024】

所定の積分期間内の各下位積分期間の継続期間は、1又はそれ以上の要素から送信される測位信号が参照信号との混合から選択的に除外されるように動的に調整可能であることが好ましい。

【0025】

位相及び／又は利得の操作は、参照信号に位相及び／又は利得オフセットをそれぞれ適用することによって行われ、この位相及び／又は利得オフセットの値は、所定のシーケンスに依存して計算されることが好ましい。

【0026】

相関器は、キャリア数値制御発振器(NCO)を含み、参照信号は、このキャリアNCOにおいて合成されることが好ましい。

【0027】

位相及び／又は利得オフセットの値は、プロセッサによりリアルタイムで計算されることが好ましい。或いは、位相及び／又は利得オフセットの値は、事前に計算されて、プロセッサによる検索に利用可能なデータベースに記憶される。

【0028】

要素は、前記第1の状態においてアクティブであり、前記第2の状態において非アクティブであることが好ましい。第2の状態に切り替えられた要素は、相互結合の影響が改善されるように、非共鳴であるように構成されることが好ましい。

【0029】

アンテナ要素は、装置が1又はそれ以上の次元のビームを形成できるように3次元構成で空間的に分布することが好ましい。

【0030】

各受信機は、複数の受信チャネルを含み、各受信チャネルは、少なくとも1つのビームを形成するように適合可能であることが好ましい。

【0031】

本発明の別の態様によれば、アンテナアレイにおいてビームを遠隔的に形成するための装置が提供され、この装置は、

複数の空間的に分布する要素を有するアンテナアレイと、

前記アンテナアレイに結合された測位ユニット装置とを含み、該測位ユニット装置は、

a) 前記要素が修正済み測位信号を送信するように構成される第1の状態と第2の状態の間で、前記アンテナ要素を所定のシーケンスで切り替え、

b) 測位信号を合成し、該測位信号を前記所定のシーケンスと実質的に同期して修正し、修正済み測位信号を生成するように構成され、前記装置は、

前記アンテナアレイから前記修正済み測位信号を受信するように構成された受信機をさらに含み、該受信機は、参照信号を生成し、前記修正済み測位信号を前記参照信号と混合して混合信号を生成し、前記混合信号を所定の期間にわたって加算して累積信号を生成して、該累積信号が前記アンテナアレイの前記ビームの方向及び大きさを示すようにするためのプロセッサを有する。

【0032】

本発明の別の態様によれば、アンテナアレイ間に合成ビームを形成するためのシステムが提供され、このシステムは、

複数の空間的に分布する要素を有する送信アンテナアレイを含み、該送信アンテナアレイは、前記要素が測位信号を送信するように構成される第1の状態と第2の状態の間で前記アンテナ要素を所定のシーケンスで切り替えるように構成された測位ユニット装置に結

10

20

30

40

50

合され、

複数の空間的に分布する要素を有する受信アンテナアレイをさらに含み、該受信アンテナアレイは、前記要素が測位信号を受信するように構成される第1の状態と第2の状態の間で前記アンテナ要素を所定のシーケンスで切り替えるように構成された測位受信機に結合され、

前記測位受信機は、プロセッサを有し、該プロセッサは、

前記送信アンテナアレイから前記測位信号を受信し、

参照信号を合成し、

前記送信アンテナアレイ及び前記受信アンテナアレイの前記要素を第1の状態に切り替えることと実質的に同期して前記参照信号を修正して修正済み参照信号を生成し、

前記測位信号を前記修正済み参照信号と混合して混合信号を生成し、

前記混合信号を積分期間にわたって加算して累積信号を生成し、該累積信号が、前記送信アンテナアレイ及び前記受信アンテナアレイの前記ビームの方向及び大きさを示すようにするよう構成される。

#### 【0033】

本発明の別の態様によれば、アンテナアレイにおいてビームを形成する方法が提供され、この方法は、

a) 測位ユニット装置において、前記アンテナアレイの空間的に分布する要素を、第2の状態から、前記要素が測位信号を送信するように構成される第1の状態に所定のシーケンスで切り替えるステップと、

b) 受信機において、測位信号を受信するステップと、

c) 前記受信機の相関器において、前記測位信号に相関付けるための参照信号を生成するステップと、

d) 前記測位信号の受信と実質的に同期して前記参照信号に所定のオフセットを適用して、修正済み参照信号を生成するステップと、

e) 前記測位信号を前記修正済み参照信号と混合して混合信号を生成するステップと、

f) 前記混合信号を積分期間にわたって累積して、前記アンテナアレイの前記ビームの方向及び大きさを示す累積信号を生成するステップと、を含む。

#### 【0034】

本発明の別の態様によれば、アンテナアレイ間で合成ビームを形成する方法が提供され、この方法は、

a) 測位ユニット装置において、送信アンテナアレイの空間的に分布する要素を、第2の状態から、前記要素が測位信号を送信するように構成される第1の状態に所定のシーケンスで切り替えるステップと、

b) 測位受信機において、受信アンテナアレイの空間的に分布する要素を、第2の状態から、前記要素が測位信号を受信するように構成される第1の状態に所定のシーケンスで切り替えるステップと、

c) 測位受信機において、測位信号を受信するステップと、

d) 前記測位受信機の相関器において、前記測位信号に相関付けるための参照信号を生成するステップと、

e) 前記送信アンテナアレイ及び前記受信アンテナアレイの前記要素を前記第1の状態に切り替えることと実質的に同期して前記参照信号を修正して、修正済み参照信号を生成するステップと、

f) 前記測位信号を前記修正済み参照信号と混合して混合信号を生成するステップと、

g) 前記混合信号を積分期間にわたって累積して、前記送信アンテナアレイ及び受信アンテナアレイの前記ビームの方向及び大きさを示す累積信号を生成するステップと、を含む。

#### 【0035】

本発明の別の態様によれば、アンテナアレイにおいてビームを形成する方法が提供され

10

20

30

40

50

、この方法は、

- a) 測位ユニット装置において測位信号を合成するステップと、
  - b) 測位ユニット装置において、前記アンテナアレイの空間的に分布する要素を、第2の状態から、前記要素が修正済み測位信号を送信するように構成される第1の状態に所定のシーケンスで切り替えるステップと、
  - c) 前記要素の1つを前記第1の状態に切り替えることと実質的に同期して前記測位信号に所定のオフセットを適用して、前記修正済み測位信号を生成するステップと、
  - d) 受信機において、前記修正済み測位信号を受信するステップと、
  - e) 前記受信機の相関器において、前記修正済み測位信号に相関付けるための参照信号を生成するステップと、
  - f) 前記修正済み測位信号を前記参照信号と混合して混合信号を生成するステップと、
  - g) 前記混合信号を積分期間にわたって累積して、前記アンテナアレイの前記ビームの方向及び大きさを示す累積信号を生成するステップと、
- を含む。

【0036】

以下、添付図面を参照しながら、本発明の好ましい実施形態をほんの一例として説明する。

【図面の簡単な説明】

【0037】

【図1】本発明の1つの態様による、測位ユニット装置に結合されたアンテナアレイの概略図である。

【図2】本発明の1つの態様による、全方向性アンテナに結合された図1の測位受信機の、受信機のいくつかの内部構成要素を示す概略図である。

【図3】測位受信機により局所的に形成されたビームが、図1のアンテナアレイにより遠隔的に形成されたビームと相互作用する状態の概略図である。

【図4a】本発明の1つの態様による、Bスロットと、Rスロットと、積分期間との間の関係を示すタイミング図である。

【図4b】本発明の1つの態様による、Bスロットと、Rスロットと、位相及び/又は利得オフセットを参照信号にどのように適用するかとの間の関係をより詳細に示すタイミング図である。

【図5】本発明の1つの態様による、ビームを遠隔的に形成するために必要な各ステップのフロー図である。

【図6】本発明の1つの態様による、修正した相関器の概略図である。

【図7a】本発明の1つの態様による2アンテナアレイの概略図である。

【図7b】本発明の1つの態様による2アンテナアレイの概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0038】

システム概要

本発明によれば、送信アンテナアレイのビームを測位受信機の方に形成するための装置及び方法が提供される。送信アンテナアレイのビームは、測位受信機により遠隔的に形成されるので、受信される入力測位信号の利得が最大化される一方で、他方向からの信号は減衰され、これによりマルチパスのあらゆる望ましくない影響が軽減される。送信アンテナアレイ内の要素数及びこれらの要素の物理的分布に依存してビームの幅を細くし、測位受信機が、正確な測位解決策を実現するために単純な全方向性アンテナしか必要としないようにすることができる。別の実施形態では、本発明を国際公開WO2011/000049号A1の開示と組み合わせて、さらに優れた測位解決策を実現する合成ビームを形成することができる。

【0039】

図1に、全方向性受信アンテナと、複数の空間的に分布する要素106を有する送信アンテナアレイ104との間に遠隔ビームを形成するための装置102を示す。アンテナア

レイ 104 には、RF 増幅器 / 変調器 126 を有する測位ユニット装置 108 が結合され、この測位ユニット装置 108 は、送信アンテナ要素 106 を、要素 106 が測位信号を送信するように構成される第 1 の状態と、要素 106 が非アクティブである第 2 の状態との間で所定のシーケンスで切り替えるように構成される。

【0040】

この場合、測位受信機 114 は全方向性アンテナ 112 に結合され、送信アンテナアレイ 104 からの測位信号を受信するように構成される。測位受信機 114 は、参照信号を生成し、測位信号を修正済み参照信号と混合して混合信号を生成し、この混合信号を所定の期間にわたって加算して累積信号を生成するためのプロセッサ（図示せず）を有し、参照信号は、前記受信信号と混合される前に、累積信号が送信アンテナアレイ 104 のビームの方向及び大きさを示すように修正される。

10

【0041】

いくつかの実施形態では、混合器、発振器及び累積器を利用する回路内で個別の構成要素 / ロジックブロックを使用して必要な累積信号を生成した後で、これを後続の処理のために測位受信機に送る。しかしながら、好ましい実施形態では、本発明のビーム形成方法が受信機 114 などの標準的な測位受信機に組み入れられ、本発明によるビームを形成するために必要な回路の大半は、既に相関器の形の標準的な測位受信機アーキテクチャの一部であるため、同時ビーム形成を可能にするためにわずかな修正しか必要としない。

【0042】

図 2 に、典型的な測位ネットワークにおいて使用される測位受信機 114 を概略的に示す。測位受信機 114 は、プロセッサ 206 と通信する少なくとも 1 つの相関器 204 を有する少なくとも 1 つの受信チャネル 202 を含む既存の構成要素を利用する。各相関器 204 は、参照信号を生成するためのキャリア数値制御発振器（NCO）を含む。プロセッサ 206 は、この参照信号の位相及び / 又は利得を、受信した測位信号の要素切り替えシーケンスと実質的に同期して修正し、従って修正済み参照信号を生成する。その後、受信した測位信号をこの修正済み参照信号と混合して混合信号を生成する。次に、この混合信号を標準的な相関器の処理によってコード NCO 参照信号と混合し、その後、所定の積分期間にわたって累積して累積信号を生成する。従って、結果として得られる累積信号は、相関器 204 内で形成された送信アンテナアレイ 104 からの（図 1 に示す）ビーム 122 の方向及び大きさを示す。各所定の積分期間の最後には、標準的な相関器の動作によって相関器の追跡ループが動作し、位相及び / 又は利得操作によって摂動を受けなくなる。

20

30

【0043】

アンテナアレイのビームは、2 つの方法の一方で遠隔的に形成することができる。1 つの実施形態によれば、測位ユニット装置 108 が、送信信号の位相及び / 又は利得を直接操作するためのロジックを備える。この実施形態では、要素 106 の第 1 の状態への切り替えと同期して、送信測位信号に位相及び / 又は利得オフセットが直接適用される。例えば、第 1 の要素が第 1 の状態に切り替わると、この第 1 の要素を介して信号が送信される前に、適用可能な位相及び / 又は利得オフセットが計算され、これを使用して測位信号を操作する。第 2 の要素が第 1 の状態に切り替わると、この第 2 の要素によって信号が送信される前に、測位信号に次の組の位相及び / 又は利得の修正が適用され、残りの要素に関しても同様である。しかしながら、測位ユニット装置 108 によって位相及び利得の修正が適用されるものの、測位受信機 114 によって信号が受信され、所定の切り替えシーケンスに従って送信アレイの要素が切り替えられる時間に相当する積分期間にわたって累積されるまでビーム 122 が形成されない点に留意することが重要である。従って、実際には、ビーム 122 は、測位受信機 114 により依然として「遠隔的に」形成されている。

40

【0044】

しかしながら、この方法は、信号源が多重アクセスである必要があるため、測位システムには適していない。すなわち、測位ネットワーク内には、全て信号源から信号を受信するように構成された無数の測位受信機が存在し得る。1 つの特定の測位受信機に対して送

50

信ビームを形成することにより、測位ネットワーク内の他の測位受信機は、この信号源へのアクセスを無制限に失うことになる。

【 0 0 4 5 】

しかしながら、ビームを遠隔的に形成するための好ましい方法は、所定の切り替えシーケンスで送信アンテナ要素を切り替え、送信の最後で位相及び／又は利得を変更しないことである。位相及び／又は利得の変更は、測位受信機側において、各相関器チャネル内のキャリアNCOによって合成される参照信号を同期的に操作することにより行われる。このようにして、ネットワーク内の全ての測位受信機が、切り替えられて修正されていない同じ信号を信号源から得る。しかしながら、測位受信機の測位信号の内部「コピー」は単純に修正される。これにより、複数の測位受信機が、単一の送信機からの独立ビームを形成し、従って複数アクセスシステムを形成できるようになる。この方法は、ビームを遠隔的に形成する好ましい方法であるため、本明細書では、この方法についてより詳細に説明する。

10

【 0 0 4 6 】

参照信号の修正

参照信号は、キャリアNCOによって合成された後、測位信号の受信と実質的に同期して参照信号の位相及び／又は利得を選択的に操作することにより修正される。具体的には、位相及び／又は利得の操作は、参照信号に位相及び／又は利得オフセットを適用することによって行われ、この位相及び／又は利得オフセットの値は、送信アンテナアレイ 1 0 4 の要素 1 0 6 を第 1 の状態と第 2 の状態の間で切り替える所定のシーケンスに依存して計算される。

20

【 0 0 4 7 】

送信アンテナアレイ 1 0 4 は、相関器回路内でそれぞれの位相及び／又は利得オフセットを同期的に挿入することにより、相関器 2 0 4 に動作可能に関連付けられる。相関器の動作、並びに位相及び利得オフセットの挿入については、以下で図 6 を参照しながらより詳細に説明する。

【 0 0 4 8 】

再び図 2 の実施形態を参照すると、位相及び／又は利得オフセットの値は、測位受信機内のプロセッサがアクセス可能なデータベース 2 0 8 に記憶されている所定値を抽出することにより決定される。データベース 2 0 8 には、以下の説明例に示すテーブルなどのオフセットテーブルが記憶され、プロセッサ 2 0 6 は、これに選択的にアクセスすることができる。アンテナ要素の既知の分布を表す所定のオフセット値を記憶したデータベースを示しているが、必ずしもこれが好ましい方法であるとは限らない。当業者であれば、代替の実施形態では、アンテナアレイの推測モデルを使用して、位相及び／又は利得オフセットがプロセッサ 2 0 6 によってリアルタイムで計算されると理解するであろう。すなわち、アンテナ要素の既知の分布を使用することは、必要なビームを生成するために必要な位相及び／又は利得を計算する位置を占める。

30

【 0 0 4 9 】

アンテナ要素

様々な図に示す実施形態では、パッチ要素を 3 × 3 のアレイで示している。しかしながら、当業者であれば、他の実施形態では、単極子、双極子又はその他の好適なアンテナ要素が利用されると理解するであろう。さらに、本明細書における開示は、多次元のアンテナアレイで展開されるアンテナ要素にも等しく当てはまると理解するであろう。実際に、多くの実用的応用では、アンテナ要素が 3 次元形状で空間的に分布する。

40

【 0 0 5 0 】

本明細書を通じて、及び特許請求の範囲において、「第 1 の」状態は、要素がアクティブである時を意味し、「第 2 の」状態は、要素が非アクティブである時を意味する。実際の非アクティブ状態の実装は、使用する要素のタイプに応じて異なり、寄生又は相互結合の影響を軽減するために要素を非共鳴にすることに重点が置かれる。例えば、1 / 4 のモノポール素子は、第 2 の状態では開放に切り替えられるのに対し、パッチ要素は、第 2

50

の状態では接地に切り替えられる。いくつかの実施形態では、これらのスイッチが、第2の状態において50などの抵抗にも接続する。当業者であれば、第2の状態において無効負荷などの他の状態に切り替えることも可能であると理解するであろう。

#### 【0051】

##### ビーム形成スロット

好ましい実施形態では、測位受信機が所定の積分期間中にある場合、1つの要素106のみが第1の状態であり、他の全ての要素は第2の状態である。すなわち、各要素106は、測位受信機の所定の積分期間の完了時に形成される各ビームに関し、積分期間内に少なくとも1回送信を行う。各要素106は、所定の積分期間よりも短い下位積分期間の継続期間にわたって第1の状態に切り替わる。1つの実施形態では、これらの下位積分期間が、「遠隔ビーム形成スロット」(R-スロット)として知られている。

10

#### 【0052】

R-スロットと積分期間の関係については図4aに最も分かりやすく示しており、この図には、各々の長さが $1\mu s$ であり、積分期間の長さが $N\mu s$ であるR-スロット402を示している。基本的に、積分期間の長さは、アンテナアレイ上の要素の数に等しい数のR-スロットに単純に分割される。R-スロットが等しい長さであること、又は一度に1つの要素のみが第1の状態に切り替えられることが好ましいが、これは必要条件ではない。従って、単純にR-スロットは期間であり、この期間中、測位受信機114は、送信アンテナアレイ104内の第1の状態に切り替わっているいずれかの要素から送信される測位信号を受信するように構成される。R-スロット内の信号セグメントは、積分期間の最後に全てのR-スロットが累積されてビームを形成する前に、測位受信機が所定の位相及び/又は利得オフセットを使用してその信号セグメントを修正することにより操作される。

20

#### 【0053】

1つの実施形態では、最低限必要なR-スロットの数が、送信アンテナアレイ104上で空間的に分布する要素106の数に対応する。例えば、アンテナアレイが2つの要素しか含まない実装では、最低限必要なR-スロットの数は2個である。要素106が第1の状態に切り替えられると、受信機は、割り当てられたR-スロットの継続時間全体にわたり、送信される測位信号を受信するように構成される。

#### 【0054】

別の実施形態では、送信アンテナアレイ内に10個の要素が空間的に分布し、要素ごとに1つの、10個のR-スロットが与えられる。標準的なGPS受信機の典型的な積分期間である $1000\mu s$ の積分期間を使用すると、要素は、各々 $100\mu s$ の期間にわたって所定のシーケンスで(例えば、順次的に又は疑似ランダム的に)第1の状態に切り替わる。測位ユニット装置108は、第1の要素を第1の状態に切り替えて測位信号の送信を開始する。測位受信機114が送信された信号を受信し、送信されたR-スロットへの同期が行われると、プロセッサ206は、送信アンテナアレイ104内の第1の要素の位置及び測位受信機114が必要とするビームの方向に対応する、参照信号に適用する必要がある位相及び/又は利得オフセットを決定する。次に、最初に割り当てられたR-スロットの継続期間全体にわたり、これらのオフセットを参照信号に適用する。次の $100\mu s$ のR-スロットでは、測位ユニット装置108が、第2の要素を第1の状態に切り替え、第1の要素及び他の全ての要素を第2の状態に切り替える。この場合も、測位受信機114のプロセッサ206は、アレイ内の第2の要素の位置及び測位受信機が必要とするビームの方向に対応する位相及び/又は利得オフセットを決定し、第2のR-スロットの継続期間全体にわたってこの位相及び/又は利得オフセットを適用する。順次的な切り替えスキームを使用するこの例では、次に測位ユニット装置が、第3の要素を第1の状態に切り替える一方で、他の要素は、第3のR-スロットにわたって第3の状態に切り替えられ、以下、この積分期間内の後続の要素及びR-スロットに関して同様である。 $1000\mu s$ の積分期間の最後には、10個の $100\mu s$ のR-スロット全てが、測位受信機が必要とする所望のビームを生成するのに必要な位相及び/又は利得オフセットで累積される。

30

40

50

## 【 0 0 5 5 】

なお、測位ユニット装置 1 0 8 は、測位受信機 1 1 4 から物理的に分離しており、従って送信アンテナアレイ 1 0 4 内の個々の要素 1 0 6 は、受信機 1 1 4 に直接アクセスすることができない。しかしながら、測位受信機 1 1 4 は、送信アンテナアレイ 1 0 4 内の要素 1 0 6 が第 1 の状態に切り替えられる順序、送信アレイ内の要素の分布、及び送信アレイの配向を推測的に知っている。好ましい実施形態では、アンテナ要素の切り替えシーケンス及び各個々のアンテナ要素の地理的位置を含む送信アレイ情報が、各測位ユニット装置から視野内の全ての測位受信機にブロードキャストされる。所望の方向にビームを形成するために、参照信号の位相及び／又は利得は、送信される測位信号の R - スロットを受信する測位受信機 1 1 4 と実質的に同期して必要に応じて操作される。また、割り当てられた R - スロットの恩恵が十分に得られるように、当然ながら、この割り当てられた R - スロット全体にわたって位相及び／又は利得の操作を参照信号に適用しなければならない。

10

## 【 0 0 5 6 】

測位受信機 1 1 4 は、送信アンテナアレイ 1 0 4 によって形成されるビームの方向を制御するので、このビーム形成方法は「遠隔ビーム形成」と呼ばれ、送信された測位信号を累積するために使用する各スロットは R - スロットとして知られている。

## 【 0 0 5 7 】

また、国際公開 WO 2 0 1 1 / 0 0 0 0 4 9 号 A 1 に記載されているように、測位受信機 1 1 4 を、測位受信機 1 1 4 に直接接続された受信アンテナアレイを使用して「局所」ビームを形成するように構成することもできる。これは、遠隔ビーム形成と同様に動作するが、大きな違いがある。遠隔ビーム形成では、測位受信機 1 1 4 が、各相関器チャネルの R - スロット切り替えを独立的に同期させ、この同期タイミングは、各送信機からの測位受信機の距離に依存する。局所ビーム形成では、測位受信機 1 1 4 が、受信アンテナアレイ内の要素の切り替えを直接制御する。ある要素が第 1 の状態に切り替わると、測位受信機は、全ての相関器チャネルにわたって各参照信号の位相及び／又は利得を同時に操作し、混合され累積されると、各相関器内に独自の受信アンテナビームが形成される。この場合も、局所ビーム形成のための積分期間は、「ビーム形成スロット」又は B - スロットと呼ばれるスロットに分割される。

20

## 【 0 0 5 8 】

従って、局所ビーム形成方法と遠隔ビーム形成方法を組み合わせて合成ビームを形成し、正確な位置解決策を提供することができる。このことを図 3 の実施形態に最も分かりやすく示しており、この図では、上述したように測位ユニット装置 1 0 8 が送信アンテナアレイ 1 0 4 に結合されている。また、測位受信機 1 1 4 も受信アンテナアレイ 3 0 2 に結合されており、この場合、受信アンテナアレイ 3 0 2 は、送信アンテナアレイ 1 0 4 と同様の 3 × 3 マトリクスで構成されたパッチ要素 3 0 4 を含む。送信ビーム 1 2 2 及び受信ビーム 3 0 8 は、図示のように互いに追跡し合い、基本的に測位受信機 1 1 4 と測位ユニット装置 1 0 8 の間にポイントツーポイント通信リンクを提供するように形成される。

30

## 【 0 0 5 9 】

この実施形態では、遠隔ビーム及び局所ビームが、いずれも測位受信機 1 1 4 の相関器内で形成される。図 4 a に最も分かりやすく示しているように、積分期間は、B - スロット 4 0 4 及び R - スロット 4 0 2 に分割され、R - スロット 4 0 2 の中には、B - スロット 4 0 4 に重なるものもある。従って、場合によっては、参照信号の位相及び／又は利得を、現在のアクティブな B - スロット及び現在のアクティブな R - スロットの両方に関連して必要な合成ビームを与えるように修正することができる。この理由は、B - スロットの操作は、局所受信アンテナアレイ内の要素が第 1 の状態に切り替わった時に測位受信機 1 1 4 によって直接トリガされるのに対し、R - スロットの操作は、受信する R - スロットのタイミングに従って各チャネルにわたって単独で、しかも送信アンテナアレイ 1 0 4 の所定の切り替えシーケンスに関連してトリガされるためである。このタイミングは、各送信機と測位受信機の間個々の伝播遅延によって影響を受ける。

40

50

## 【 0 0 6 0 】

合成ビームを形成するプロセスは、送信側及び受信側の両方において 6 4 要素のアンテナアレイを使用する仮想測位システムのタイミング図である図 4 b の実施形態に最も分かりやすく示している。まず、R - スロット 4 0 6 は 1 つのチャンネルに固有のものであるのに対し、B - スロット 4 0 8 は全てのチャンネルにわたって共通であることに留意されたい。この理由は、上述したように、R - スロットは各チャンネルにわたって単独でトリガされるのに対し、全ての B - スロットは、受信アンテナアレイ内の要素が第 1 の状態に切り替わると同時に測位受信機によってトリガされるためである。

## 【 0 0 6 1 】

送信アンテナアレイを参照すると、チップシーケンス境界 4 1 0 が進み、ポイント 4 1 2 において、送信アンテナの要素 1 が第 1 の状態に切り替わり、( 図 4 b に「ビーム B」として示す ) 次のビームを形成するための測位信号セグメントの送信を開始する。この時点で第 1 の R - スロットが開始し、ポイント 4 1 2 から先は、このチャンネルの R - スロットシーケンスが同期する。図 4 b に示すように、ビーム B の第 1 の R - スロットの参照信号に適用される位相及び / 又は利得オフセットを  $\{ B \}_1$  として示している。

## 【 0 0 6 2 】

この R - スロットシーケンスと同時に、及び非同期的に、受信アンテナアレイも B - スロットを切り替えている。ポイント 4 1 2 の直前には、受信アンテナアレイは、( 「ビーム X」として示す ) ビームを形成するとともに受信アンテナアレイの要素 6 3 から信号を受信しており、この受信信号に関して参照信号に適用されるオフセットを  $\{ X \}_{63}$  で示している。ポイント 4 1 2 において、測位受信機は、遠隔送信ビームのルックアングルを「ビーム A」から「ビーム B」に更新し、局所受信ビームのルックアングルを「ビーム X」から「ビーム Y」に更新する。これにより、測位受信機は、 $\{ A \}_{64}$  で示す遠隔送信位相及び / 又は利得オフセットを参照信号に適用するのを中止し、 $\{ B \}_1$  で示す位相及び / 又は利得オフセットを参照信号に適用し始めるようになる。同時に、測位受信機は、 $\{ X \}_{63}$  で示す局所受信位相及び / 又は利得オフセットを参照信号に適用するのを中止し、6 3 番目の B - スロットの残りを表す  $\{ Y \}_{63}$  で示す位相及び / 又は利得オフセットを参照信号に適用し始める。その後、測位受信機は、受信アンテナアレイの要素を所定のシーケンスに従って切り替え続けるが、この時点では、 $\{ Y \}_n$  で示す位相及び / 又は利得オフセットを参照信号に適用することによって局所ビーム Y を形成するとともに、 $\{ B \}_n$  で示す位相及び / 又は利得オフセットを参照信号に適用することによって遠隔ビーム B を形成している。

## 【 0 0 6 3 】

好ましい実施形態では、TX / RX 組み合わせ位相 / 利得オフセット 4 1 4 に示すように、R - スロットの位相及び / 又は利得オフセット値と、B - スロットの位相及び / 又は利得オフセット値とを組み合わせる ( 好ましくは、位相を加算して、利得を乗算する ) 。次に、この組み合わせたオフセット値を参照信号に適用して、図 3 に最も分かりやすく示すように、送信アンテナアレイと受信アンテナアレイの間に合成ビームを形成する。

## 【 0 0 6 4 】

同期

局所ビーム形成では、受信アンテナアレイの各要素がそれぞれのスイッチに接続され、これがさらに単一の RF フロントエンドに送り込まれてダウンコンバートされ、相關器に送られる。一般に、要素とスイッチを相互接続する送信回線は、アンテナアレイ供給システムを通じて受信信号が位相コヒーレントであることを確実にするために同じ長さである。しかしながら、いくつかの実施形態では、送信回線の長さの違いが考慮され、位相及び / 又は利得オフセットの適用時に補正される。

## 【 0 0 6 5 】

受信アンテナアレイと測位受信機との相互接続、並びに RF フロントエンド、相關器に関連する電子部品、及び実際のスイッチ自体は、遅延をもたらすことが不可避である。1 つの実施形態では、この遅延が約 9 5 0 n s として測定されるが、当然ながら、当業者

10

20

30

40

50

であれば、この遅延の長さは選択するハードウェアに応じて異なると理解するであろう。従って、この遅延を考慮しなければならないので、相関器内で位相及び／又は利得を操作する動作を、要素を第1の状態に切り替えるのと同時に行うことはできない。すなわち、相関器内の位相及び／又は利得の操作を、この実施形態では最大950 ns 遅らせなければならない。

【0066】

物理的実装では、受信アンテナアレイが、100  $\mu$ s の積分期間を有する64個の要素を含む。従って、B - スロットの期間は、ちょうど1  $\mu$ s 又は2  $\mu$ s の領域内にあり、従って1  $\mu$ s に近い遅延は有意であり考慮しなければならない。

【0067】

従って、局所ビーム形成では、測位受信機114の各相関器204の積分期間の第1のB - スロットを同時に更新し、この950 ns の遅延を考慮に入れた後に開始されるようにトリガする。

【0068】

しかしながら、遠隔ビーム形成では、各相関器が、測位信号を受信した時間に基づいて個別に更新されトリガされるので、非同期的に開始する。すなわち、遠隔ビーム形成に必要な同期プロセスは、局所ビーム形成に必要な同期プロセスとは著しく異なる。

【0069】

測位ユニット装置108は、要素を第1の状態に切り替えた後で、測位信号の送信を開始する。測位受信機は、相関器において信号が受信されるまでの伝播及び受信遅延を考慮して、要素106が第1の状態に切り替わった時に参照信号の位相及び／又は利得を操作するように同期されなければならない。また、測位信号が生成される時点と、これがアンテナを通じて送信される時点との間にも、主にRF増幅器／変調器126によってもたらされる送信遅延が生じる。実際には、この送信遅延は、受信機において生じる遅延と同様のものであり、通常は約950 ns である。

【0070】

好ましい実施形態では、測位ユニット装置の疑似ランダムコード(PRN)生成器のチップシーケンスを、R - スロットシーケンスをトリガするための疑似タイマとして使用する。この方法は、伝播及び受信機遅延の影響を軽減するという追加の利点があるが、それでもやはり送信機の遅延を考慮しなければならない。

【0071】

この実施形態では、測位受信機114が、送信アンテナアレイ104の切り替えシーケンス、測位ユニット装置108に結合されたアンテナアレイ104のタイプ、並びにアンテナアレイ104の位置及び配向を推測的に知っていると想定する。従って、この情報は、測位受信機114に各個々のアンテナ要素の正確な地理的座標を与える。

【0072】

測位ユニット装置では、このPRNコードはランダムではあるが、測位ユニット装置毎に一意的な有限2進数列であり、この実施形態では1023チップの長さである。すなわち、所与の測位ユニット装置108では、PRNコードが1023チップ毎に繰り返される。測位受信機は、受信する測位信号が1023チップの長さであることを知っているので、チップ期間を参照してR - スロットの継続期間を定めることができる。

【0073】

例えば、送信アンテナアレイが50個の要素から成り、PRNコードのシーケンス長が1023チップである場合、この実施形態では、R - スロットが、積分期間内の(最も近い整数に切り捨てられた)20チップに相当する期間として定められる。さらに、要素106は、R - スロットの境界チップと同期して、所定のシーケンスで状態を切り替えるように構成される。

【0074】

例えば、要素106が、要素1から開始する順次的な切り替えシーケンスで切り替えを行うように設定されており、PRNコードのチップ1が第1のR - スロットの先頭になる

10

20

30

40

50

ように設定されていると仮定する。次の積分期間のチップ 1 に進むと、測位ユニット装置 108 は、要素 1 を第 1 の状態に切り替えて、測位信号の送信を開始する。同様に、21 番目のチップに進むと第 2 の R - スロットが開始し、測位ユニット装置 108 は、要素 2 を第 1 の状態に切り替えて、要素 1 及び他の要素を第 2 の状態に切り替える。41 番目のチップでは、第 3 の R - スロットが開始して要素 3 が第 1 の状態に切り替わり、残りの全ての要素に対しても同様である。

#### 【0075】

以下でより詳細に説明するように、測位受信機 114 は、測位信号を受信すると、受信した P R N コードシーケンスを内部的に生成された P R N コードシーケンスに対して相関付け、従ってこの内部的に生成されたコードが受信した P R N シーケンスと一致するようにする。従って、測位受信機 114 は、次の R - スロットをトリガする境界チップを決定するようにコードシーケンス内のチップを「カウント」するようにも構成される。

10

#### 【0076】

測位受信機 114 は、現在の R - スロット、及び送信アンテナアレイ内の第 1 の状態に切り替えられた関連する要素を知っているので、参照信号に適用するのに適した位相及び / 又は利得オフセットの値を、積分期間の最後にビーム 122 を向ける所望の方向が得られるように計算することができる。

#### 【0077】

##### ビーム形成方法

本明細書に開示する装置を使用してビームを形成するためのステップを、図 5 のフロー図に図式的に示す。以下、行うステップについて説明する。

20

a) ステップ 502 において、送信アンテナアレイ内で空間的に分布する要素の 1 つを選択する。

b) ステップ 504 において、ステップ 502 で選択した要素を第 1 の状態に切り替える。

c) ステップ 506 において、ステップ 504 で第 1 の状態に切り替えた要素が、所定の R - スロット内で測位信号の送信を開始する。

d) ステップ 508 において、入力測位信号と混合するための、受信すべき既知の P R N コードシーケンスに基づく内部参照信号を相関器において生成する。

e) ステップ 510 において、現在受信されている所定の R - スロット測位信号と実質的に同期して参照信号に所定のオフセットを適用し、修正済み参照信号を生成する。

30

f) ステップ 512 において、修正済み参照信号を受信した測位信号と混合して混合信号を生成する。

g) ステップ 514 において、累積器内で混合信号を累積して累積信号を生成する。

h) ステップ 516 において、選択した要素を第 2 の状態に切り替え、次の要素を次の R - スロットにおいて第 1 の状態に切り替え、ステップ 502 から再びプロセスを開始する。

i) ステップ 518 において、積分期間の最後に全ての R - スロットをともに累積した後、全ての R - スロット信号の値に基づいて累積器内でビームを形成する。

j) ステップ 520 において、累積された R - スロット信号を使用して、キャリアロックアップ及びコードロックアップを更新する。

40

#### 【0078】

##### 相関器の動作

通常、GPS 測位受信機は、相関器と呼ばれるロジックブロックを使用して、入力測位信号を内部的に生成された参照信号に相関付ける。図 6 を参照すると、相関器 204 において、入力測位信号が、内部的に生成された 2 つの参照信号と混合されている。第 1 の参照信号は、キャリア N C O 608 によって生成されるキャリア参照信号である。キャリア参照信号を入力測位信号と混合することにより、キャリア参照信号と入力参照信号の間の位相及び周波数の差分を表す誤差信号が生成される。第 2 の参照信号は、この実施形態ではコード N C O 616 によって生成されるコード参照信号である。入力測位信号をキャリ

50

ア参照信号と混合すると、この入力測位信号はコード参照信号と混合され、これによりコード参照信号と入力測位信号の間の時間遅延を表す誤差信号が生成される。

【 0 0 7 9 】

単純化のために、図 6 には、測位受信機の受信チャネルを 1 つしか示していない。しかしながら、当業者であれば、通常、最新の受信機は複数の受信チャネルを含み、通常は各チャネルが複数の相関器を含むと理解するであろう。

【 0 0 8 0 】

図 6 では、入力測位信号が入力部 6 0 2 において受信され、混合器 6 0 4 及び 6 0 6 において、入力信号を参照キャリア信号と混合することにより搬送波成分を除去して同相 ( I ) 及び四相 ( Q ) サンプルデータを生成する。参照キャリア信号は、キャリア N C O 6 0 8、並びに離散サインマッピング関数 6 1 0 及び離散コサインマッピング関数 6 1 2 においてそれぞれ合成される。この除去プロセスにより、図示のような I 信号及び Q 信号が生成される。動作中、キャリア N C O は、キャリアロックループ 6 1 4 により制御される。キャリアロックループの目的は、キャリア N C O により生成される参照信号と入力測位信号の間の位相誤差をゼロに、又は極力ゼロの近くに保つことである。位相誤差がゼロである場合、これらの信号は「位相ロック」と呼ばれ、I 信号が最大になる一方で Q 信号はほとんどゼロになる。この動作は、「位相ロックループ」( P L L ) 動作とも呼ばれる。

【 0 0 8 1 】

次に、I 信号及び Q 信号を、この実施形態ではコード N C O 6 1 6 において合成される参照コード信号に相関付ける。単純化のために、この実施形態では 1 つの参照コード信号しか合成していない。しかしながら、当業者であれば、ほとんどの測位受信機では複数のコード参照信号が合成されると認識するであろう。例えば、1 つの用途では、アーリー信号、プロンプト信号及びレイト信号という 3 つのコード参照信号が合成され、それぞれ別個に I 信号及び Q 信号に相関付けられる。

【 0 0 8 2 】

相関器 2 0 4 は、混合器 6 1 4 及び 6 2 0 において、内部的に合成したコード参照信号を入力 I 信号及び Q 信号と混合する。動作中、コード N C O 6 1 6 は、コードロックループ 6 2 6 により制御される。コードロックループの目的は、内部的に生成されるコード参照信号と入力コード測位信号の間の時間誤差をゼロに、又は極力ゼロの近くに保つことである。時間誤差がゼロである場合、これらの信号は「コードロック」と呼ばれる。この動作は、「遅延ロックループ」( D L L ) 動作とも呼ばれる。

【 0 0 8 3 】

すなわち、コードロックループ 6 2 6 の動作は、キャリアロックループ 6 1 4 と同様のものである。参照信号のコード位相が、入力測位信号のコード位相と完全に一致する場合、最大の相関性が得られる。

【 0 0 8 4 】

次に、累積器 6 2 2 及び 6 2 4 において、結果として得られた混合信号を積分期間にわたって積分して  $I_p$  信号及び  $Q_p$  信号を形成し、その後、プロセッサ 2 0 6 がループ動作を追跡するためにこれらの信号にアクセスする。

【 0 0 8 5 】

積分期間は、受信信号を累積する時間長を参照し、従来、衛星の疑似ランダムコードのノイズ長又はその倍数に基づいて決定される。GPS では、コード周期が 1 m s であり、従って受信機における積分期間は、1 m s 又はそれ以上に設定されることも多い。

【 0 0 8 6 】

位相及び / 又は利得オフセット

好ましい実施形態では、キャリア N C O 6 0 8 がキャリア参照信号を合成した後、この合成済みキャリア参照信号を入力測位信号の搬送波成分と混合する前に、送信される測位信号の位相及び / 又は利得を操作するための位相及び / 又は利得オフセットをポイント 6 2 8 において挿入してキャリアロックループ 6 1 4 を終了する。好ましい実施形態では、位相オフセットを合成済みキャリア参照信号と加算し、利得オフセットを合成済みキャリ

10

20

30

40

50

ア参照信号と乗算する。入力測位信号の操作は、相関器の積分期間内に合成済みキャリア参照信号を修正することによって行われ、従ってキャリアNCO608又はキャリアロックループ614の通常動作には干渉しない。次に、修正済み参照信号を通常の方法で入力測位信号と混合し、この混合信号を累積器において積分期間にわたって積分して累積信号を生成する。

#### 【0087】

当業者には周知のように、波形の積分は、この波形のサンプルを所与の期間、この場合は積分期間にわたって単純に加算したものである。従って、結果として得られる（入力信号と参照信号を混合した結果として得られる）混合信号の積分は、上述した1つの実施形態では1msの積分期間である期間にわたってこの信号のサンプルを単純に加算したものである。

10

#### 【0088】

1つの実施形態では、測位信号が75MHzのレートで受信され、その後、これらのサンプルが、やはり75MHzで合成された修正済み参照信号と混合される。従って、10個のR-スロットで構成された1msを積分期間とする仮想システムでは、各R-スロットの継続期間が100μsであり、従って7,500サンプルの入力測位信号を含む。これらの7,500サンプルの各々を修正済み参照信号と順次混合して混合信号を形成する。修正済み参照信号は、相関器のキャリアNCOによって生成された参照信号に適用される位相及び/又は利得オフセットに基づく。

#### 【0089】

20

具体的には、第1の状態の各アンテナ要素に同期する7,500サンプルの入力測位信号の各ブロックでは、キャリアNCOの出力に位相及び/又は利得オフセットを適用することによって参照信号が修正される。次に、この修正された出力を、入力測位信号のサンプルと乗算（混合）する。その後、これらの混合信号は、標準的な相関器動作によってコードNCO混合器を通過し、累積器において加算されて累積信号を形成する。従って、1msの積分期間全体にわたり、各々が7,500個の修正されたサンプルから成る10個のR-スロットブロックを含む75,000サンプルが累積器において加算され記憶される。換言すれば、これらの10個のR-スロットは、7,500個の修正されたサンプルを含み、これらの各々が累積プロセスにおいてともに加算され、従って積分期間の最後に累積される75,000個のサンプルが所望のビーム122を表すようになる。図6に示すように、この所望のビームは、測位受信機114に結合する全方向性アンテナ112の方向に向けられる。

30

#### 【0090】

位相及び/又は利得操作が参照信号に正しく適用され、それぞれの要素から受信した信号と混合されると、結果として得られる混合信号を累積器において組み合わせて（加算プロセス）累積信号を生成し、相関器において所望のビームが形成される。次に、この累積信号が、上述したような標準的なPLL動作によって相関器において処理される。キャリアNCO608により合成されるキャリア参照信号は、積分期間中に変化せず、各積分期間の最後のキャリアロックループ614によってのみ更新される。従って、積分期間内における参照信号の位相及び/又は利得修正は、一般的なキャリアNCO608の値に照らして適用され、PLL又はDLLによって検出することはできない。PLL及びDLLは、行われている操作を知ることなく標準的に動作する。

40

#### 【0091】

説明した実施形態を通じて、従来の相関器の使用は、相関器チャンネル毎に固有のビームの方向及び幅を制御し、これにより複数の同時ビームを形成できるようにすることに適応性がある。形成できるビームの数は、利用可能な相関器チャンネルの数に等しい。この理由は、相関器が、信号を混合及び積分するためのロジックを既に含んでおり、これらを相関付け以外の用途に単純に適用するためである。

#### 【0092】

上述した実施形態では、相関器回路内のポイント628において利得及び位相の両方に

50

オフセットを適用しているが、他の実施形態では、回路の他の部分に、利得オフセットを適用するための追加の乗算器が設けられる。例えば、同相パス及び四相パス内のキャリア N C O 混合器とコード N C O 混合器の間に乗算器を追加して利得操作を行うことができる。同様に、相關器回路内の他の部分において位相オフセットを適用することもできる。例えば、コード N C O の出力に位相オフセットを加えることができる。

#### 【 0 0 9 3 】

好ましい実施形態では、必要な場合、( 図 3 の ) 送信ビーム 1 2 2 を所与の方向に形成するための位相及び / 又は利得オフセットがハードウェア内で計算される。測位受信機のプロセッサ 2 0 6 は、必要なビームの方向を決定し、所望の方向にビームを形成するために、積分期間にわたる各 R - スロットにおいて各要素の正しい位相及び / 又は利得オフセットを計算し、測位受信機 1 1 4 の方向にビームが形成されるようにポイント 6 2 8 において必要なオフセットを挿入する。やはり上述したように、送信ビームに関する位相及び / 又は利得オフセットの取得及び挿入は、位相及び / 又は利得が積分期間にわたって正しく操作されるように、R - スロットの受信と実質的に同期していなければならない。

#### 【 0 0 9 4 】

同様に、( 図 3 の ) 局所受信ビーム 3 0 8 を所与の方向に形成するための位相及び / 又は利得オフセットも計算される。プロセッサ 2 0 6 は、送信ビーム 1 2 2 の方向を決定し、送信ビーム 1 2 2 に対応する方向に受信ビーム 3 0 8 を形成するために、積分期間にわたる各 B - スロットにおいて ( 図 3 の ) 受信アンテナアレイの各要素の正しい位相及び / 又は利得オフセットを計算し、適切な方向にビームが形成されるようにポイント 6 2 8 において必要なオフセットを挿入する。受信ビーム 3 0 8 に関する位相及び / 又は利得オフセットの取得及び挿入は、位相及び / 又は利得が積分期間にわたって正しく操作されるように、局所アンテナアレイのそれぞれの要素 3 0 4 を第 1 の状態に切り替えることと実質的に同期していなければならない。

#### 【 0 0 9 5 】

他の実施形態では、遠隔送信ビーム 1 2 2 及び局所受信ビーム 3 0 8 を所与の方向に形成するための位相及び / 又は利得オフセットが事前に決定され、( 図 2 の ) データベース 2 0 8 に記憶され、これにプロセッサ 2 0 6 がアクセスすることができる。オフセットデータのフォーマットは、オフセットテーブル内でのフォーマットなどの多くの形をとることができる。プロセッサ 2 0 6 は、必要なビームの方向を決定し、所望の方向にビームを形成するために、データベース 2 0 8 にアクセスして積分期間にわたる各要素の正しい位相及び / 又は利得オフセットを取得し、ビームが適切な方向に形成されるようにポイント 6 2 8 において必要なオフセットを挿入する。

#### 【 0 0 9 6 】

アンテナアレイが含む要素の数は、狭ビームを形成するための 1 つの基準である。他の同様に重要な基準として、位相及び / 又は利得オフセットの計算速度、及び要素の物理的間隔が挙げられる。例えば、6 0 個の要素を有する実施形態では、ビームを形成すべき各方向が、6 0 個の利得オフセット及び 6 0 個の位相オフセットを有していなければならず、この実施形態では、これらがハードウェア内でリアルタイムに計算される。

#### 【 0 0 9 7 】

要素間に位相差を生み出すために、要素の物理的分離も重要である。事実上、要素の物理的分離により、測位信号を本質的に異なる位相で送信できるようになる。要素間が半波長分離していれば、最小のグレーティングローブで最大の位相整合が得られる。例えば、上述したような修正済み参照信号との混合などによるこれらの位相の操作により、ビームを所望の方向に形成できるようになる。

#### 【 0 0 9 8 】

特に好ましい実施形態では、装置が 3 次元以上のビームを形成できるように、要素 1 0 6 が 3 次元以上の構成で空間的に分布する。大方の場合、ビームを形成できる方向は、使用する要素に依存する。例えば、パッチ要素から成る平面アレイは、半球状にビームを形成することができ、単極子から成る平面アレイは、平面状にビームを形成することができ

10

20

30

40

50

る。

#### 【0099】

##### 到来角度対送信角度

従来、到来角度の解決策は、基地局に到来する信号の、地理的な北などの参照方向に対する角度を推定することによって機能する。基地局では、複数の受信要素が空間的に分布し、ユーザ端末から送信される信号の到来角度を求めるために位相比較が行われる。このような基地局を複数利用できる場合、基地局のネットワークにより、角度の交点を使用してユーザ端末の位置を計算することができる。

#### 【0100】

しかしながら、この方法では、位置計算をネットワークしか行うことができず、ユーザ端末は行うことができない。ユーザ端末は、それ自体の位置が分からない。

#### 【0101】

しかしながら、本発明はこの制約を解消し、この説明のために「送信角度」と呼ぶものを使用して、測位受信機がそれ自体の位置を計算できるようにする。概念的には、測位ユニット装置から測位信号が送信される角度が分かっている場合、これを到来角度と同じ様に使用して測位受信機の位置を計算することができる。しかしながら、通常、測位信号は、複数の測位受信機がこの信号にアクセスしてそれぞれの位置を計算できるようにブロードキャストされるので、「送信角度」を計算することは不可能である。

#### 【0102】

しかしながら、本発明では、測位受信機が、送信源からこの測位受信機自体に向けたビームを形成することができる。従って、推測的に分かっている送信アレイの方向を使用して、各送信源からの送信角度を求めることができる。その後、測位受信機は、地理的に分布する複数の信号源を使用し、角度の交点を使用して位置を計算する。さらに、1つの実施形態では、測位受信機が、単純な全方向性アンテナのみを備える。このような実施形態では、測位受信機が到来角度などの標準的な角度法を使用して測位受信機自体の位置を計算することはできない。代わりに、送信源からのビームの角度に依拠しなければならない。

#### 【0103】

##### 例示的な実施形態

次に、例示を目的として、図7a及び図7bに示すような、要素を2つしか有していない最も単純なアンテナアレイを使用して本発明を説明する。しかしながら、当業者であれば、さらなる発明力を伴わずに、多次元形状で空間的に分布するさらに多くの要素を有するアンテナアレイに本明細書の教示を適用できるであろう。

#### 【0104】

この例示的な実施形態では、要素702及び704が1/4波長単極子である。これらの2つの要素は、既知の地理的場所に互いに空間的に1/2波長離れて位置し、各要素によって位相コヒーレント信号が送信される。これらの2つの要素により送信される信号をともに加算する場合、図7aに示すように、要素のそれぞれの全方向利得パターンを組み合わせ、要素の2次元的地形観点から見て図8のビームパターンが形成されるようにする。この構成では、要素702及び704のブロードサイド方向からの発信測位信号は同相であり、従って建設的に加算されるのに対し、要素のエンドファイア方向からの信号は異相であり、従って打ち消される。

#### 【0105】

##### 位相操作

本発明では、図7bに示すように、最大利得がエンドファイア方向を向くように、図8を90度だけ回転させることが可能である。これは、測位受信機の積分期間内に要素702及び要素704の位相及び/又は利得を操作することによって行われる。要素702及び要素704は、各々がスイッチに接続され、両要素を測位ユニット装置によって第1の状態と第2の状態の間で切り替えて、信号の加算が行われる積分期間を2つのR-スロットに分割できるようにされる。

## 【 0 1 0 6 】

要素 7 0 2 と要素 7 0 4 の間の相分離は分かっているので、エンドファイア方向からの送信波が破壊的にではなく建設的に加算されるように一方の要素の位相を操作することができる。この場合、これらの要素は 1 / 2 波長離れているので、要素 7 0 4 において必要な位相操作は 1 8 0 度である。各方向にとって必要な位相操作を同様に計算して、オフセットテーブルを構築する。単純化のために、利得オフセットを 1 に設定し、ビームを向けることができる方向を、ブロードサイド方向又はエンドファイア方向のいずれかに限定している。以下、これらの限定を含むオフセットテーブルの例を示す。

方向	ブロードサイド		エンドファイア	
要素	7 0 2	7 0 4	7 0 2	7 0 4
位相	0°	0°	0°	1 8 0°
利得	1	1	1	1

10

## 【 0 1 0 7 】

エンドファイア方向にビームを形成するには、要素 7 0 2 及び 7 0 4 を所定のシーケンスで第 1 の状態に切り替える。まず、送信終了時点で、要素 7 0 2 を第 1 の状態に切り替えて測位信号の送信を開始する。要素 7 0 2 からの信号が受信機側で受信されると、第 1 の R - スロットが開始して、位相オフセットを 0 度に保ちながら累積器内に累積する（この要素は既に 0 度であるため操作は不要である）。次に、要素 7 0 4 は、エンドファイア方向では要素 7 0 2 に対して 1 8 0 度の受信位相を有し、要素 7 0 4 では、測位信号の位相がこの方向に建設的に加算されることが望ましい。従って、第 2 の R - スロット内で測位受信機において測位信号を受信する場合、要素 7 0 4 からの送信信号が要素 7 0 2 と位相コヒーレントになるように、要素 7 0 4 から受信する信号に 1 8 0 度の位相オフセットを加えなければならない。これらの 2 つの R - スロットは、累積プロセスにおいてともに加算され、従って積分期間の最後の累積値がエンドファイアビームを表すようになる。

20

## 【 0 1 0 8 】

当業者であれば、本発明では、図 8 のビームを、オフセットテーブルの複雑性に応じてあらゆる方向に形成できると理解するであろう。

## 【 0 1 0 9 】

この単純な例における両要素では、1 の利得オフセット（ユニティゲイン）が入力測位信号と乗算され、従って形成されるビームを修正することはない。適切な利得オフセットではビームの形状が修正され、従ってグレーティングローブを軽減することができ、このことは位相配列の技術分野ではよく知られており、本発明の主題ではない。

30

## 【 0 1 1 0 】

上述したように、位相操作は、第 1 の状態に切り替わっている要素からの測位信号の受信に実質的に同期して適用しなければならず、さもなければ、ビームの利得パターンが正しく形成されなくなる。

## 【 0 1 1 1 】

本発明の実施形態によれば、測位信号が、第 1 の要素から送信を開始する。測位受信機がこの測位信号を取得した後、測位受信機の相関器内のキャリア N C O が、測位信号とほぼ同様の参照信号を合成する。

40

## 【 0 1 1 2 】

測位受信機は、測位ユニット装置に対してエンドファイア方向にあると判断し、従ってこの方向にビームを形成することを決定する。受信機プロセッサは、要素 7 0 2 に対応する積分期間中の第 1 の R - スロットにオフセットが必要でないと計算して判断する。同様に、このプロセッサは、要素 7 0 4 に対応する第 2 の R - スロット中に、1 8 0 度、すなわち 1 / 2 のオフセットが必要であると判断する。各オフセットをキャリア N C O に適用して修正済み参照信号を生成した後、標準的な相関器の動作により、入力測位信号及び修正済み参照信号が混合器において混合され、累積器において累積される。

50

## 【 0 1 1 3 】

図 6 に示すように、受信した信号を、キャリア N C O 6 0 8 並びに離散サインマッピング関数 6 1 0 及び離散コサインマッピング関数 6 1 2 によって合成されたキャリア参照信号と混合することにより、受信した測位信号が除去されて同相成分及び四相成分になる。しかしながら、プロセッサは、修正済み参照信号を受信した測位信号と混合する前に、測位受信機が測位ユニット装置のエンドファイア方向にあると判断する。測位受信機が要素 7 0 2 から測位信号を受信した時点に対応する第 1 の R - スロットに関しては、プロセッサが、オフセットが不要であり、参照信号の修正も必要ないことを計算する。従って、累積器は、標準的な相関器の動作を進めることができる。すなわち、混合器 6 0 4 及び 6 0 6 において、未修正の参照信号を受信した測位信号と混合して混合信号を生成し、次にコード参照信号と混合し、その後、累積器 6 2 2 及び累積器 6 2 4 において累積する。

10

## 【 0 1 1 4 】

第 2 の R - スロットに関しては、プロセッサが、180 度の位相オフセットが必要であることを計算する。第 2 の R - スロットが開始して、要素 7 0 4 からの測位信号が受信されると、現在のキャリア参照信号の位相値にオフセットを適用して修正済み参照信号を生成する。この位相オフセットは、R - スロットの継続期間にわたってキャリア N C O の値に継続的に適用される。この修正済み参照信号を受信した測位信号と混合して混合信号を生成し、次にコード参照信号と混合し、その後、累積器 6 2 2 及び累積器 6 2 4 において第 1 の R - スロットの値とともに累積して累積信号を生成する。従って、これらの 2 つの R - スロットは、累積プロセスにおいてともに加算され、従って積分期間の最後の累積値はエンドファイアビームを表す。

20

## 【 0 1 1 5 】

なお、キャリア N C O 6 0 8 によって合成されるキャリア参照信号は、積分期間中には変化せず、積分期間の最後のキャリアロックループ 6 1 4 によってのみ更新される。

## 【 0 1 1 6 】

本明細書で説明した実施形態では、積分期間の継続期間全体にわたり、累積器において累積信号が生成される。しかしながら、他の実施形態では、各 R - スロットが独自の個別の累積器において累積され、最低累積器数は、最低限必要な R - スロットの数に相当する。これらの実施形態では、個々の累積器において信号を組み合わせることによって累積信号が得られる。

30

## 【 0 1 1 7 】

説明した実施形態では、積分期間内のいかなる時点でも、1 つの要素しか第 1 の状態にすることができない。従って、要素 7 0 4 が第 1 の状態に切り替わると同時に、要素 7 0 2 は第 2 の状態に切り替わる。

## 【 0 1 1 8 】

混合信号は、コードロックループ 6 2 6 を通過した後、累積器 6 2 2 及び 6 2 4 において積分されて累積信号を生成する。信号の操作は連続的に行われるので、実際には、混合信号の積分は、積分期間にわたって無数の修正信号を加算したものである。従って、この累積信号は、所望の方向に形成される新たなビームを表す。

## 【 0 1 1 9 】

利点、用途及び利用

40

上述したように、アンテナアレイ及び切り替え回路が測位ユニット装置に結合される一方で、物理的に分離された測位受信機が、受信機の位置を特定するために必要な P V T 解決策を実行する。送信アンテナアレイの要素を第 1 の状態に切り替えるシーケンスは予め決まっており、送信アンテナアレイのタイプ及び配向は分かっており、測位受信機の位置を特定することもできるので、各相関器チャネルにおいて形成されるビームを測位受信機に向けて、測位受信機が受信する入力信号の利得を最大化する一方で他の方向からの信号を減衰させ、従ってマルチパスの影響を軽減することができる。

## 【 0 1 2 0 】

G P S などの最新の測位技術は、3 つ又は 4 つの測位信号に直接アクセスする環境では

50

良好に機能する。しかしながら、マルチパスの蔓延に起因して、既存のシステムは、閉環境ではそれほど有用ではない。

【 0 1 2 1 】

マルチパスを制限する 1 つの解決策は、アンテナアレイを使用してビームを形成することによるものである。P C T / A U 2 0 1 0 / 0 0 0 8 3 9 号に記載されるように、測位受信機にアンテナアレイが結合して、測位ユニット装置から送信される測位信号を単純な全方向性アンテナを介して受信するためにビームを形成する。

【 0 1 2 2 】

本明細書では、2 つのさらなる測位ネットワークトポロジについて説明する。

1 ) 測位ユニット装置に結合されたアンテナアレイを使用して、測位受信機に向く遠隔ビームを形成し、この測位受信機が、単純な全方向性アンテナを使用して信号を受信すること。

10

2 ) 測位ユニット装置及び測位受信機の両方に結合されたアンテナアレイを使用して、図 3 に示すような「合成」ビームを生成すること。

【 0 1 2 3 】

いくつかの実施形態では、これらの 2 つのさらなるトポロジを組み合わせ、拡張可能な測位システムを提供する。例えば、本発明による、ビームを形成するように構成されたアンテナアレイに測位ユニット装置が結合されていれば、測位受信機をセルラ電話機又は携帯電話機などのポータブル装置に統合すべき場合に、この測位受信機が単純な全方向性アンテナを利用することができる。より正確な測位解決策が必要な場合、又は測位ユニット装置が好適なアンテナアレイを備えていない環境では、外部アンテナアレイを、測位用途のためのポータブル装置への後付け装置として構成することができる。このような外部アンテナアレイは、必要な測位解決策の精度に応じて、また測位ネットワーク内の測位ユニット装置に結合されるアンテナアレイのサイズ及びタイプを考慮して、そのサイズを変化させることができる。

20

【 0 1 2 4 】

ビームの密度は、要素数、従ってアンテナアレイの物理的サイズに比例する。従って、測位ユニット装置に結合されたアンテナアレイが大きなものである場合、測位受信機に結合されるアンテナアレイを、これに比例して小さくすることができ、逆もまた同様である。

30

【 0 1 2 5 】

具体的な例を参照しながら本発明を説明したが、当業者であれば、他の多くの形で本発明を具体化できると理解するであろう。

【 0 1 2 6 】

以下の特許請求の範囲及び本明細書の記載では、「備える ( c o m p r i s i n g 、 c o m p r i s e d o f 、 w h i c h c o m p r i s e s ) 」という用語は、いずれもその後に続く要素 / 機能を少なくとも含むことを意味し、その他のものを除外しない制約のない用語である。従って、「備える」という用語は、特許請求の範囲で使用する場合、その後に示す手段、要素又はステップへの限定を示すと解釈すべきではない。例えば、A 及び B を備える装置という表現の範囲を、要素 A 及び B のみから成る装置に限定すべきではない。さらに、「含む ( i n c l u d i n g 、 w h i c h i n c l u d e s 、 t h a t i n c l u d e s ) 」という用語を本明細書で使用している場合、これらも、この用語に続く要素 / 機能を少なくとも含むことを意味し、その他のものを除外しない制約のない用語である。従って、「含む」は「備える」と同義であり同じ意味である。

40

【 符号の説明 】

【 0 1 2 7 】

1 0 4 送信アンテナアレイ

1 0 6 要素

1 0 8 測位ユニット装置

1 1 2 全方向性アンテナ

50

- 1 1 4 測位受信機
- 1 2 2 ビーム
- 1 2 6 R F 増幅器 / 変調器
- 2 0 2 受信チャンネル
- 2 0 4 相関器
- 2 0 6 プロセッサ
- 2 0 8 データベース
- 3 0 2 受信アンテナアレイ
- 3 0 4 パッチ要素
- 3 0 8 受信ビーム
- 4 0 2 R - スロット
- 4 0 4 B - スロット
- 4 0 6 R - スロット
- 4 0 8 B - スロット
- 4 1 0 クリップシーケンス境界
- 4 1 4 T X / R X 組み合わせ位相 / 利得オフセット
- 6 0 4 混合器
- 6 0 6 混合器
- 6 0 8 キャリア N C O
- 6 1 4 キャリアロックループ
- 6 1 6 コード N C O
- 6 2 2 累積器
- 6 2 4 累積器

10

20

【図 1】

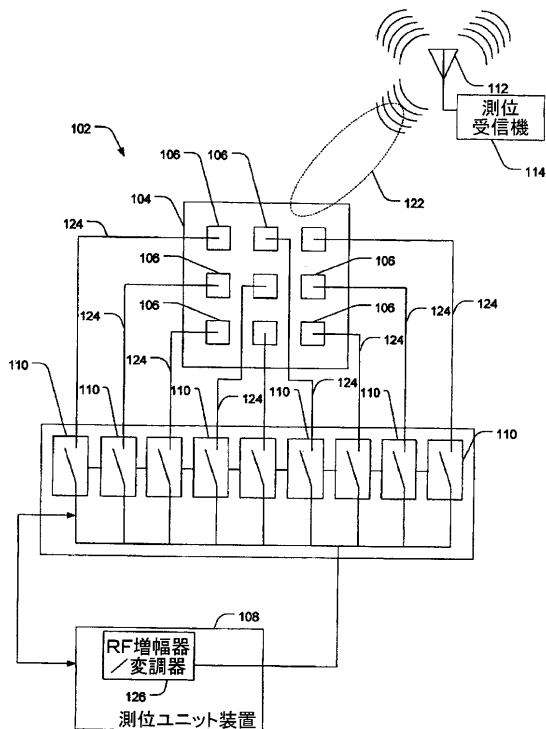


Figure 1

【図 2】

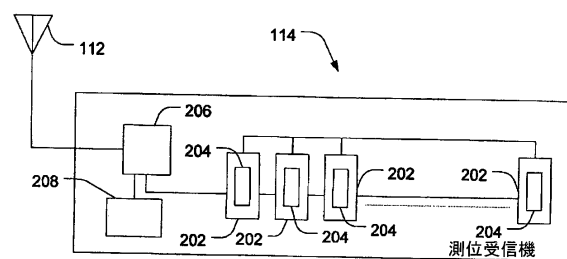


Figure 2

【図 3】

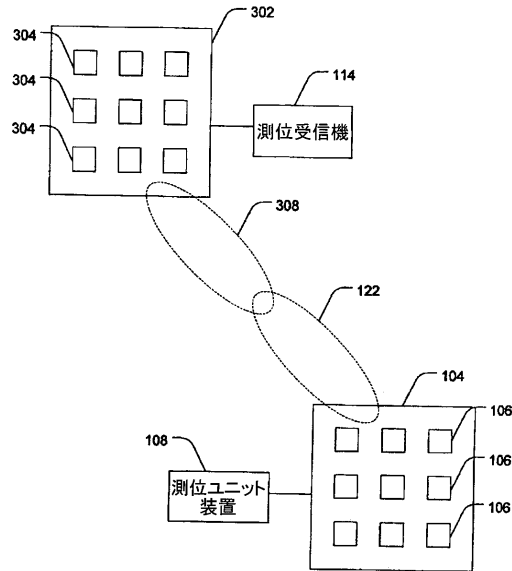


Figure 3

【図 4 a】

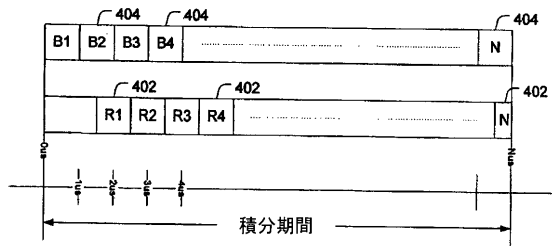


Figure 4a

【図 4 b】

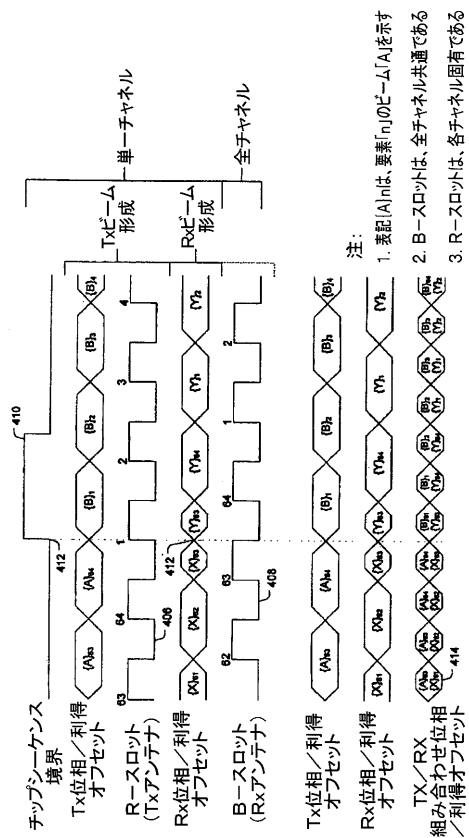


Figure 4b

【図 5】

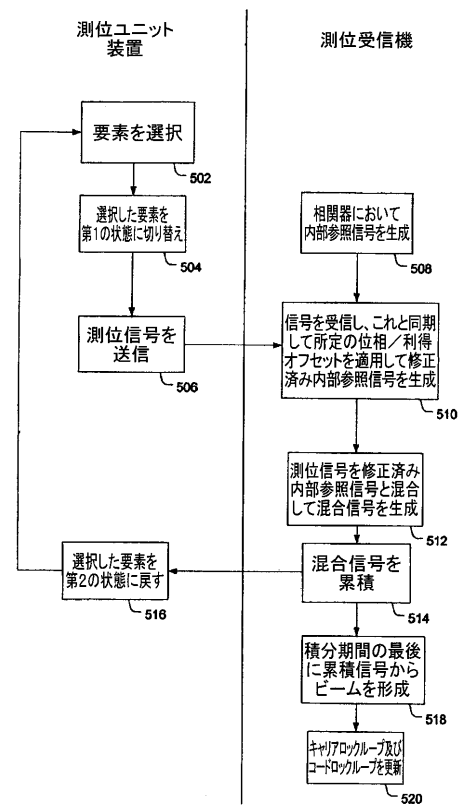


Figure 5

【図 6】

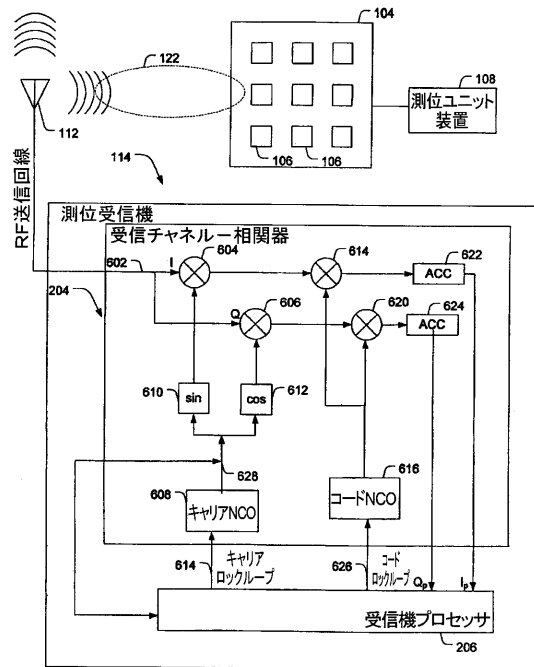


Figure 6

【図 7 a】

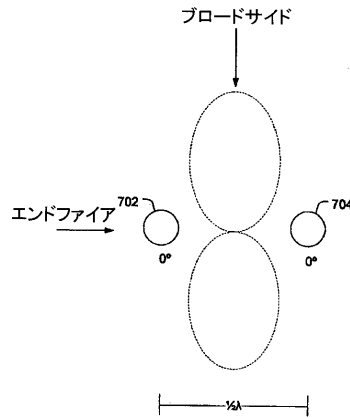


Figure 7a

【図 7 b】

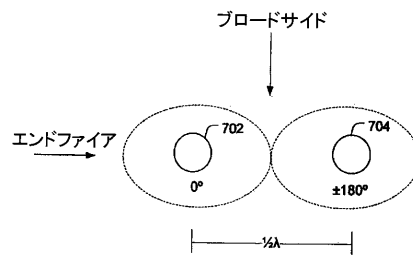


Figure 7b

## フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
G 0 1 S 5/14 (2006.01) G 0 1 S 5/14

(74)代理人 100109070  
弁理士 須田 洋之

(74)代理人 100109335  
弁理士 上杉 浩

(74)代理人 100120525  
弁理士 近藤 直樹

(72)発明者 スモール ディヴィッド  
オーストラリア 2 6 3 0 ニュー サウス ウェールズ ヌメララ ベレスフォード ロード  
1 1 4 7

審査官 目黒 大地

(56)参考文献 特開2005-257298(JP,A)  
特開2004-245602(JP,A)  
特開2000-155171(JP,A)  
特開2004-198312(JP,A)  
特開2009-115757(JP,A)  
米国特許第05585803(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G 0 1 S 1 / 0 0 - 1 / 6 8  
5 / 0 0 - 5 / 1 4  
7 / 0 0 - 7 / 4 2  
1 3 / 0 0 - 1 3 / 9 5  
1 9 / 0 0 - 1 9 / 5 5  
H 0 1 Q 3 / 0 0 - 3 / 4 6  
2 1 / 0 0 - 2 5 / 0 4  
H 0 4 B 7 / 2 4 - 7 / 2 6  
H 0 4 W 4 / 0 0 - 9 9 / 0 0