

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6655900号
(P6655900)

(45) 発行日 令和2年3月4日(2020.3.4)

(24) 登録日 令和2年2月6日(2020.2.6)

(51) Int.Cl.

F 1

G O 1 S 13/46 (2006.01)
G O 1 S 5/12 (2006.01)G O 1 S 13/46
G O 1 S 5/12

請求項の数 9 外国語出願 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2015-140376 (P2015-140376)
 (22) 出願日 平成27年7月14日 (2015.7.14)
 (65) 公開番号 特開2016-42075 (P2016-42075A)
 (43) 公開日 平成28年3月31日 (2016.3.31)
 審査請求日 平成30年7月11日 (2018.7.11)
 (31) 優先権主張番号 14/461,579
 (32) 優先日 平成26年8月18日 (2014.8.18)
 (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 ベーカー、ジェームズ・ブライアン
アメリカ合衆国 イリノイ 60606-2016, シカゴ, ノース・リバーサイド・プラザ 100

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】バイ斯塔ティックレーダーシステムの送信器の位置を特定するためのシステム及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

送信器(102)と、

第一の既知の位置(110)にあるターゲット(106)と、

第二の既知の位置(108)にある受信器(104)であって、前記送信器から送信され、前記ターゲットから反射された一つ又は複数の反射レーダ信号(113)を受信するように構成され、前記送信器から送信された一つ又は複数の直行レーダ信号(113)を受信するように構成される受信器と、

前記第一と前記第二の既知の位置の間の距離の特定、及び前記受信器によって受信される前記一つ又は複数の反射レーダ信号と前記一つ又は複数の直行レーダ信号の間の第一の角度差の特定に基づいて、前記送信器の位置(112)を特定するように構成される、送信器位置特定ユニット(130)とを含み、

前記送信器位置特定ユニットが、前記送信器から前記ターゲットの方に送信されるメインビームと前記送信器から前記受信器の方に送信されるサイドロープの間の第二の角度差を特定するように構成され、前記送信器位置特定ユニットが、前記第二の角度差を用いて、前記特定された送信器の位置の正確さを特定する、バイ斯塔ティックレーダーシステム。

【請求項 2】

前記送信器と前記受信器が、位置情報を互いに通信しない、請求項1に記載のバイ斯塔ティックレーダーシステム。

【請求項 3】

10

20

前記受信器が、前記送信器位置特定ユニットを含む、請求項 1 又 2 に記載のバイスタティックレーダシステム。

【請求項 4】

前記一つ又は複数の反射レーダ信号、又は前記一つ又は複数の直行レーダ信号が受信器によって受信される第一の時刻 (T_1) と、前記一つ又は複数の反射レーダ信号と前記一つ又は複数の直行レーダ信号のうちのもう一方が受信器によって受信される第二の時刻 (T_2) の間の時間差を測定することによって、前記送信器位置特定ユニットが、バイスタティックな距離差を特定するように構成される、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載のバイスタティックレーダシステム。

【請求項 5】

前記送信器位置特定ユニットが、前記受信器に対する前記送信器の第一の高さと前記受信器に対する前記ターゲットの第二の高さのうちの一つ又は両方を特定するように構成される、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載のバイスタティックレーダシステム。

【請求項 6】

前記送信器、前記受信器、及び前記ターゲットの各々が、移動している又は所定位置に固定されている、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載のバイスタティックレーダシステム。

【請求項 7】

ターゲット (106) の第一の位置 (110) を示すターゲット位置データを送信器位置特定ユニット (130) に提供すること、

受信器 (104) の第二の位置 (108) を示す受信器位置データを前記送信器位置特定ユニットに提供すること、

送信器 (112) から送信され、前記ターゲットから反射された一つ又は複数の反射レーダ信号 (113) を前記受信器で受信すること、

前記送信器から送信された一つ又は複数の直行レーダ信号 (113) を前記受信器で受信すること、及び

前記第一の位置と前記第二の位置の間の距離及び前記一つ又は複数の反射レーダ信号と前記一つ又は複数の直行レーダ信号の間の第一の角度差に基づいて、前記送信器位置特定ユニットで前記送信器の第三の位置 (112) を特定することを含み、

前記送信器位置特定ユニットが、前記送信器から前記ターゲットの方に送信されるメインビームと前記送信器から前記受信器の方に送信されるサイドローブの間の第二の角度差を特定するように構成され、前記送信器位置特定ユニットが、前記第二の角度差を用いて、前記特定された送信器の第三の位置の正確さを特定する、バイスタティックレーダ方法。

【請求項 8】

前記送信器と前記受信器が、位置情報を互いに通信しない、請求項 7 に記載のバイスタティックレーダ方法。

【請求項 9】

前記受信器に対する前記送信器の第一の高さと前記受信器に対する前記ターゲットの第二の高さのうちの一つ又は両方を特定することを更に含む、請求項 7 又 8 に記載のバイスタティックレーダ方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示の実施形態は、広く言えば、レーダシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

電波探知 (radar) システムは、物体の距離、高度、方向及び / 又は速度を特定するため電波を一般的に用いる。レーダシステムが、航空機、船舶、車両、誘導ミサイル、天気、地形などを検出するために用いられる。通常、レーダ送信器又は照射器は、物

10

20

30

40

50

体に遭遇して反射する電波又はマイクロ波のパルスを送信するアンテナを含む。反射波のエネルギーの一部が、レーダ受信器のアンテナによって受信される。

【0003】

モノスタティックレーダシステムにおいて、送信器と受信器は、同じ位置に配置される（すなわち、併置される）。対照的に、バイスタティックレーダシステムは、離れた別個の位置にある送信器と受信器を含む。例えば、バイスタティックレーダシステムの送信器と受信器は、数百マイル離れていてもよい。

【0004】

バイスタティックレーダシステムが働くために、送信器と受信器の両方の位置が、いずれが動いていようがいまいが、知られる必要がある。例えば、航空応用において、送信器と受信器の両方が動いている場合（航空機に搭載されている場合など）、送信器と受信器の両方の位置が、頻繁に更新される。いったん送信器と受信器の位置が知られると、レーダシステムの範囲にある未知のターゲットの位置が、特定されうる。

【0005】

認識されうるよう、既知のバイスタティックレーダシステムが適切に機能するために、送信器と受信器が、位置情報を提供するために、互いに又はリモートコントロールセンターと通信する。かくして、送信器と受信器が、そのような既知のバイスタティックレーダシステムにおいて互いに協力する。しかしながら、送信器と受信器の間の通信システムを提供することは、レーダシステムの費用と複雑性を増大させる。更に、通信システムが故障した場合又は作動しない場合、レーダシステム全体もまた、作動しない。

【0006】

加えて、送信器と受信器が、独立した別個の組織によって制御される場合、システムが、働くことができないかもしれない。例えば、レーダ送信器が、政府などの第一の組織によって制御される航空機に搭載されうる一方で、レーダ受信器が、第一の組織と協力的又は友好的であるかもしれないし又はないかもしれない独立した別個の組織によって制御又は所有される航空機に搭載されうる。そのようなシナリオにおいて、送信器は受信器と通信せず、それにより、送信器を含むバイスタティックレーダシステムを受信器が利用することを妨げうる。

【発明の概要】

【0007】

本開示の幾つかの実施形態は、最初の段階で未知の位置にある送信器、第一の既知の位置にあるターゲット、第二の既知の位置にある受信器、及び送信器位置特定ユニットを含みうるバイスタティックレーダシステムを提供する。受信器が、（a）送信器から送信され、ターゲットから反射された一つ又は複数の反射レーダ信号、及び（b）送信器から送信された一つ又は複数の直行レーダ信号を受信するように構成される。送信器位置特定ユニットが、第一と第二の既知の位置の間の距離の特定、及び受信器によって受信された一つ又は複数の反射レーダ信号と一つ又は複数の直行レーダ信号の間の第一の角度差の特定に基づいて、送信器の位置を特定するように構成される。送信器及びターゲットの各々が、位置的に移動していてもよいし、又は固定されていてもよい。

【0008】

少なくとも一つの実施形態において、送信器が、送信器の位置を通信するのをやめる。少なくとも一つの実施形態において、受信器が、送信器位置特定ユニットを含む。

【0009】

反射レーダ信号（複数可）又は直行レーダ信号（複数可）が受信器によって受信される第一の時刻（ T_1 ）と反射レーダ信号（複数可）又は直行レーダ信号（複数可）のうちのもう一方が受信器によって受信される第二の時刻（ T_2 ）の間の時間差を測定することによって、送信器位置特定ユニットが、バイスタティックな距離差を特定するように構成されうる。送信器位置特定ユニットは、時間差を光の速度で乗することによって、時間差をバイスタティックな距離差に変換するように構成されうる。

【0010】

10

20

30

40

50

送信器が、第一の直線距離 (S_1) だけターゲットから離れているとする。ターゲットが、第二の直線距離 (S_2) だけ受信器から離れているとする。受信器が、第三の直線距離 (S_3) だけ送信器から離れているとする。送信器位置特定ユニットが、第一の距離、第二の距離及び第三の距離を第一の時刻及び第二の時刻と、 $S_1 + S_2 - S_3 = C * (T_1 - T_2)$ (ここで C は光の速度) として、関係付けるように構成されうる。送信器位置特定ユニットが、 $K = C * (T_1 - T_2) - S_2$ として、 $K = S_1 - S_3$ を特定するように構成されうる。送信器位置特定ユニットが、第三の距離を、 $S_3 = (S_2^2 - K^2) / (2 S_2 \cos \theta_1 + 2 K)$ として特定するように構成されうる。第三の距離 S_3 の特定が、送信器の位置を与える。

【0011】

10

少なくとも一つの実施形態において、送信器位置特定ユニットが、送信器からターゲットに向かって送信されたメインビームと送信器から受信器に向かって送信されたサイドロープの間の第二の角度差を特定するように構成されうる。送信器位置特定ユニットが、第二の角度差を用いて、送信器の特定位置の正確さを特定しうる。

【0012】

送信器位置特定ユニットはまた、受信器に対する送信器の第一の高さ又は受信器に対するターゲットの第二の高さのうちの一つ又は両方を特定するように構成されうる。

【0013】

20

本開示の幾つかの実施形態は、ターゲットの第一の位置を示すターゲット位置データを送信器位置特定ユニットに提供すること、受信器の第二の位置を示す受信器位置データを送信器位置特定ユニットに提供すること、送信器から送信され、ターゲットから反射された一つ又は複数の反射レーダ信号を受信器で受信すること、送信器から送信された一つ又は複数の直行レーダ信号を受信器で受信すること、並びに、第一の位置と第二の位置の間の距離及び反射レーダ信号（複数可）と直行レーダ信号（複数可）の間の第一の角度差に基づいて、送信器位置特定ユニットで送信器の第三の位置を特定することを含みうるバイスタティックレーダ方法を提供する。

【0014】

本開示の幾つかの実施形態は、それぞれターゲット及び受信器の第一の及び第二の既知の位置の間の距離の特定並びに (a) 反射物から反射され、受信器によって受信される一つ又は複数の反射レーダ信号と (b) 受信器によって直接に受信される一つ又は複数の直行レーダ信号の間の第一の角度差の特定に基づいて、送信器の位置を特定するように構成される送信器位置特定ユニットを含みうるバイスタティックレーダシステムを提供する。

【図面の簡単な説明】

【0015】

30

【図1】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの単純化された概略図を示す。

【図2】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダ送信器の単純化された概略図を示す。

【図3】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダ受信器の単純化された概略図を示す。

40

【図4】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの単純化された概略図を示す。

【図5】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの単純化された概略図を示す。

【図6】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの単純化された概略図を示す。

【図7】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの単純化された概略図を示す。

【図8】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの単純化された概略図を示す。

50

【図9】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの単純化された概略図を示す。

【図10】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの単純化された概略図を示す。

【図11】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの単純化された概略図を示す。

【図12】本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの送信器の位置を特定する方法のフローチャートを示す。

【発明を実施するための形態】

【0016】

前述の概要及び幾つかの実施形態についての以下の詳細な説明は、添付の図面を参照して読むことにより、よりよく理解される。本明細書で用いられる場合、単数で記載され、「一つの(a)」または「一つの(an)」という言葉に後続する要素またはステップは、前記要素またはステップの複数形を除外することが明示的に記述されない限り、かかる除外はされないものと解釈すべきである。更に、「一実施形態」への言及は、記載されている特徴をやはり含んでいる追加的な実施形態の存在を除外すると解釈されることを意図するものではない。更に、反対に明示的に記述されない限り、特定の性質を有する一または複数の要素を「含む」または「有する」実施形態は、その性質を有しない追加的な要素を含みうる。

【0017】

本開示の実施形態は、バイスタティックレーダシステムの送信器の位置を特定するシステム及び方法を提供する。送信器は、受信器と通信するのをやめてもよい。例えば、送信器及び受信器は、位置情報を互いに通信しなくてもよい。代わりに、本開示のシステム及び方法は、送信器によって送信されるレーダ信号を検出することによって、送信器の場所又は位置を特定するように構成される。

【0018】

図1は、本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステム100の単純化された概略図を示す。バイスタティックレーダシステム100は、受信器104から離れている送信器又は照射器102を含む。送信器102及び受信器104は、固定された距離であってもなくてもよい任意の距離だけ離れていてよい。例えば、送信器102と受信器104のうちの一つ又は両方が、空、陸、海、又は宇宙の移動する乗り物に搭載されてもよい。必要に応じて、送信器102と受信器104のうちの一つ又は両方が、地上又は水中等での固定された場所にある建物内などの、固定された場所にあってもよい。

【0019】

バイスタティックレーダシステム100はまた、ターゲット106を含む。ターゲット106は、動いている又は固定されている物体、車両、陸標、記念建造物、地形特徴などであってよい。図1に示されているように、ターゲット106は、航空機であってもよい。

【0020】

受信器104とターゲット106の位置は、既知である。例えば、受信器104は、陸地、海又は空中であってよい、第一の既知の位置108にあり、他方、ターゲット106は、第一の既知の位置108と異なってよい第二の既知の位置110にある。対照的に、送信器102は、陸地、海又は空中であってよい、最初の段階で未知の位置112にある。

【0021】

受信器104とターゲット106の位置は、様々なシステムと方法によって知られる。例えば、受信器104とターゲット106の各々が、それぞれの位置を特定する全地球側位システム(GPS)ユニット又は装置を含んでよい。ターゲット106が自分の位置を受信器104に絶えず通信できるように、受信器104とターゲット106が、専用の無線リンク、音声通信リンク(例えば、各位置にいる個人が、位置データを電話してもよ

い)などを通じて、互いに通信してもよい。

【0022】

示されているように、送信器102が、最初の段階で未知の距離である距離 S_1 だけターゲット106から離れている。ターゲット106が、既知の距離である距離 S_2 だけ受信器104から離れている。受信器104が、最初の段階で未知の距離である距離 S_3 だけ送信器102から離れている。 S_2 と S_3 の間の角度が、 α_1 である。 S_1 と S_3 の間の角度が、 α_2 である。 S_1 と S_2 の間の角度が、 α_3 である。

【0023】

作動中、送信器102は、メインビーム114とサイドローブ116を含みうる、一つ又は複数のレーダ信号113を送信する。メインビーム114及び/又はサイドローブ116の少なくとも一部が、ターゲット106から反射され、受信器104によって受信される。

【0024】

図2は、本開示の実施形態による、バイ斯塔ティックレーダ送信器118の単純化された概略図を示す。送信器118は、図1に示された送信器102の一例である。送信器118は、アンテナ、パラボラアンテナ(dish)などの信号発生器122に作動可能に接続された送信器制御ユニット120を含みうる。送信器制御ユニット120は、送信器118の働きを制御するように構成される一つ又は複数のプロセッサ、回路、モジュールなどでありうるか、それらを含みうる。例えば、送信器制御ユニット120は、信号発生器122から送信されるレーダ信号を制御しうる。

【0025】

送信器118は、メインビーム114及びサイドローブ116を含みうるパルスレーダ信号を送信しうる。高パルス反復周波数(PRF)レーダについて、異なるPRFを有する複数のコヒーレント処理間隔(CPI)が、中国の剩余定理(Chinese Remainder Theorem)又は他のそのような技法を用いて範囲の曖昧さをなくすために、用いられうる。

【0026】

少なくとも一つの実施形態において、(図1に示された)送信器102は、ゆっくりと回転する(例えば、10秒周期)アンテナ又はパラボラアンテナでありうる信号発生器122を含みうる。信号発生器122は、規則的に予測可能な速度で回転しうる。従って、角度 α_1 は、ターゲット106からの反射レーダ信号の受信と送信器102からの入射レーダ信号の直接受信の間の時間差を特定することによって、特定されうる。

【0027】

図3は、本開示の実施形態による、バイ斯塔ティックレーダ受信器124の単純化された概略図を示す。受信器124は、図1に示された受信器104の一例である。受信器104は、アンテナ又はパラボラアンテナなどの信号受信構造128に作動可能に接続された受信器制御ユニット126を含みうる。信号受信構造128が、ターゲット106の既知の位置110に向けられうる。受信器制御ユニット126は、受信器124の働きを制御するように構成される一つ又は複数のプロセッサ、回路、モジュールなどでありうるか、それらを含みうる。例えば、受信器制御ユニット126は、信号受信構造128を通じて受信されたレーダ信号を分析しうる。信号受信構造128は、受信器124のプラットフォーム又はメインハウジングに対して固定されうる。信号受信構造128の受信アンテナビームは、電子的に方向操作(steer)されうる。

【0028】

受信器124はまた、一つ又は複数のプロセッサ、回路、モジュールなどを含みうる送信器位置特定ユニット130を含みうる。送信器位置特定ユニット130は、受信器制御ユニット126の一部であってもよい。必要に応じて、送信器位置特定ユニット130は、受信器制御ユニット126から独立した別個のものあってもよい。例えば、送信器位置特定ユニット130は、受信器124の中に収容され、受信器制御ユニット126と通信してもよい。あるいは、送信器位置特定ユニット130は、受信器124から独立した別

10

20

30

40

50

個のものあってもよい。例えば、送信器位置特定ユニット130は、受信器124から離れた別個の場所に配置され、受信器制御ユニット126と通信してもよい。以下で説明するように、送信器位置特定ユニット130は、一つ又は複数のレーダ信号を受信し、送信器102の位置を特定するように構成される。

【0029】

(図1に示された)受信器104は、ターゲット106の方に向けられた指向性アンテナ又はパラボラアンテナでありうるか、これらを含みうる信号受信構造128を含みうる。例えば、受信器104の指向性アンテナは、複数のビームを含んでもよいし、又は単一のビームで走査されてもよい。

【0030】

少なくとも一つの実施形態において、送信器位置特定ユニット130は、レーダサイドロープ116からの直行パルスの受信とターゲット106からの反射パルスの受信の間の時間差を測定することによって、バイオラティックな距離差を特定しうる。送信器位置特定ユニット130は、時間差を光の速度で乗することによって、時間差を距離差に変換しうる。

【0031】

図1～図3を参照すると、送信器位置特定ユニット130は、受信器104によって受信されるレーダ信号に基づいて、角度 θ_1 を特定しうる。例えば、信号受信構造128は、ターゲット106から反射されたメインビーム114又はサイドロープ116の少なくとも一部、及び送信器102から送信されたメインビーム114又はサイドロープ116の少なくとも一部を受信する指向性アンテナ(デジタル的に方向操作されるビームフォーマーなど)でありうる。

【0032】

送信器位置特定ユニット130が、受信信号を分析し、信号受信構造128に対する受信信号の受信角度の間の差を特定しうる。二つの別々の信号(例えば、ターゲット106から反射されたメインビーム114の少なくとも一部と、サイドロープ116の少なくとも一部)の受信角度の間の差が、角度 θ_1 を提供する。

【0033】

位置特定ユニット130は、ターゲット106からの反射レーダ信号(メインビーム114及び/又はサイドロープ116の反射された部分など)を、少なくとも部分的に分析することによって、受信器104に対する送信器102の相対位置を特定しうる。位置特定ユニット130はまた、送信器102から送信された(メインビーム114及び/又はサイドロープ116の直行又は入射部分などの)直行又は入射レーダ信号を分析しうる。例えば、受信器104は、既知の距離である距離 S_2 に沿ったターゲット106からの反射レーダ信号を受信する。受信器104はまた、距離 S_3 に沿った送信器102からの直行又は入射レーダ信号を受信する。位置特定ユニット130は、受信された反射レーダ信号及び直行レーダ信号を分析し、例えば、上記のように、受信器104のアンテナ又はパラボラアンテナによる受信の角度の分析を通じて、角度 θ_1 を特定する。その後、位置特定ユニット130は、上記のように、既知の距離 S_2 及び角度 θ_1 に基づいて、距離 S_3 、ひいては位置112を特定する。

【0034】

送信器位置特定ユニット130が、受信器104の既知の位置を、ターゲット106の既知の位置と比較することによって、距離 S_2 を特定する。例えば、送信器位置特定ユニット130は、受信器104の既知の位置108からターゲット106の既知の位置110を減じて、距離 S_2 を特定しうる。続いて、送信器位置特定ユニット130は、以下に述べるように、 S_3 、ひいては送信器102の位置113を特定する。

【0035】

受信器104が、ターゲット106からの反射レーダ信号を第一の時刻 T_1 に受信しうる。受信器104はまた、送信器102からの直行又は入射信号を、第一の時刻と異なる第二の時刻 T_2 に受信しうる。第一の時刻 T_1 は、第二の時刻 T_2 よりも前であってもよい

10

20

30

40

50

し、その逆であってもよい。反射レーダ信号は、ターゲット 106 から反射されたメインビーム 114 の少なくとも一部を含みうる。あるいは、反射レーダ信号は、ターゲット 106 から反射されたサイドローブ 116 の少なくとも一部を含みうる。直行又は入射信号は、直線距離 S_3 に沿って送信器 102 から直接に送信されるサイドローブ 116 の少なくとも一部を含みうる。あるいは、直行又は入射信号は、直線距離 S_3 に沿って送信器 102 から直接に送信されるメインビーム 114 の少なくとも一部を含みうる。距離 S_1 、 S_2 及び S_3 は、以下のように、時刻 T_1 及び T_2 と関係付けられる。

$$S_1 + S_2 - S_3 = C * (T_1 - T_2) \quad (\text{等式 } 1)$$

ここで、 C は光の速度である。

【0036】

値 K が、以下のように特定されうる。

$$K = S_1 - S_3 \quad (\text{等式 } 2)$$

【0037】

K は、 C 、 T_1 、 T_2 及び S_2 に関する既知の又は測定された値に基づいて、以下のように特定されうる。

$$K = C * (T_1 - T_2) - S_2 \quad (\text{等式 } 3)$$

【0038】

述べたように、距離 S_2 は、既知の位置 110 と 108 の間の距離であるので、既知である。

【0039】

その後、距離 S_3 が、以下のように、特定されうる。

$$S_3 = (S_2^2 - K^2) / (2 S_2 \cos \theta_1 + 2 K) \quad (\text{等式 } 4)$$

【0040】

上述のように、送信器位置特定ユニット 130 は、角度 θ_1 を特定することができる。更に、送信器位置特定ユニット 130 は、それぞれ受信器 104 とターゲット 106 の既知の位置 108 と 110 に基づいて、距離 S_2 を知るか又はさもなければ特定する。距離 S_2 を知り、角度 θ_1 を特定することによって、送信器位置特定ユニット 130 は、距離 S_3 、ひいては位置 112 を特定することができる。

【0041】

いったん送信器位置特定ユニット 130 が送信器 102 の位置 112 を特定すると、受信器制御ユニット 126 が、バイスタティックレーダシステム 100 の範囲内の全ての未知のターゲット位置の位置を特定しうる。従って、本開示の実施形態は、送信器 102 が受信器 104 と通信していない場合でも、送信器 102 の位置を特定するシステム及び方法を提供する。それぞれ受信器 104 とターゲット 106 の位置 108 と 110 を知ることによって、送信器位置特定ユニット 130 が、その間の距離 S_2 を特定する。更に、受信器 104 が、ターゲット 106 から反射されたメインビーム 114（又はサイドローブ 116）の少なくとも一部、及び直接に送信器 102 からのメインビーム 114 及び／又はサイドローブ 116 の少なくとも別の一部を受信することによって、角度 θ_1 を特定する。その後、送信器位置特定ユニット 130 が、 S_2 と角度 θ_1 の特定に基づいて、距離 S_3 、ひいては送信器 102 の位置 112 を特定する。

【0042】

送信器位置特定ユニット 130 は、受信器 104 及び／又はターゲット 106 が送信器 102 と通信する場合でも、送信器 102 の位置 112 を特定するように構成される。送信器 102 と受信器 104 の間の通信が実行不可能及び／又は目的を脅かすような軍事任務又は軍事作戦などの間、バイスタティックレーダシステム 100 は、送信器 102 と通信することによらず、作動しうる。例えば、敵の戦闘員が、通信リンク上で通信を傍受するかもしれない。更に、送信器 102 が受信器 104 と非協力的（例えば、自分の位置を送信するのを拒否する）である場合でも、バイスタティックレーダシステム 100 が、用いられうる。

【0043】

10

20

30

40

50

述べたように、送信器 102 は、アンテナ又はパラボラアンテナなどの回転レーダ部材でありうるか、それを含みうる信号発生器 122 を含みうる。回転速度が一定である回転レーダ部材について、レーダ回転速度を測定し、メインビーム 114 が受信器 104 に向く時刻と、ターゲット 106 からの反射信号が受信器 104 によって受信される時刻の間の差を特定することによって、角度 θ_2 が特定されうる。かくして、角度 θ_2 の追加の特定は、送信器 102 の位置の特定の正確さをチェックするために用いられうる。例えば、送信器位置特定ユニット 130 に、送信器 102 の回転レーダ部材の回転速度に関するデータが供給されうる。一例として、回転レーダ部材は、10秒ごとにまるまる 360 度回転しうる。送信器位置特定ユニット 130 はまた、メインビーム 104 が受信器 104 に向く時と、レーダ信号がターゲット 106 からの反射信号として受信される時を検出する。かくして、その後、送信器位置特定ユニット 130 は、角度 θ_2 を特定しうる。その後、送信器位置特定ユニット 130 は、送信器位置特定ユニット 130 に既知である角度 θ_1 、送信器位置特定ユニット 130 が特定した角度 θ_2 、及び 180 度から $\theta_1 + \theta_2$ を減じることによって送信器位置特定ユニット 130 が特定しうる角度 θ_3 に基づいて、距離 S_1 、 S_2 、及び S_3 が整合するかどうかを特定しうる。距離 S_1 、 S_2 、及び S_3 が、そのような角度を有する三角形と一致するならば、距離 S_3 の正確さが確認されうる。しかしながら、距離 S_1 、 S_2 、及び S_3 が、そのような角度を有する三角形と一致しないならば、送信器位置特定ユニット 130 は、距離 S_3 (及び従って、特定された位置 112) が不正確であるかもしれないという警告メッセージを送信しうる。

【0044】

上記の等式 1 ~ 4 は、三角形の幾何学形状を特定するように構成される 2 次元の等式を与える。しかしながら、等式 1 ~ 4 だけでは、3 次元空間中の三角形の向きを特定しえない。三角形の三つの頂点のうちの二つの位置が、仮説的に特定されうる。第三の未知の頂点の位置は、仮説的に特定されえない。第三の頂点の位置を特定するために、受信器 104 に対する頂点の高さが知られうる。受信器 104 のアンテナが、仰角を特定するために用いられうる。

【0045】

図 4 は、本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステム 100 の単純化された概略図を示す。図 4 において、それぞれ受信器 104 とターゲット 106 の位置 108 と 110 が既知でありうる一方、送信器 102 の位置 112 が未知である。距離 S_1 、 S_2 、及び S_3 、並びに角度 θ_1 、 θ_2 、及び θ_3 が、上記のように特定されうる。特に、距離 S_1 、 S_2 、及び S_3 、並びに角度 θ_1 、 θ_2 、及び θ_3 は、位置 108、110、及び 112 によって画定される平面 200 上にある。

【0046】

受信器 104 に対する送信器 102 の高さを特定するために、送信器位置特定ユニット 130 が、仰角 θ_3 を受信器 104 のアンテナによって検出し特定しうる。それから、受信器 104 に対する送信器 102 の高さが、以下のように特定されうる。

$$L_3 = S_3 \sin \theta_3 \quad (\text{等式 5})$$

ここで、 L_3 は、水平面 H からの垂直距離であり、受信器 104 は位置 112 の方に向いて存しており、 S_3 は等式 3 によって特定される。送信器 102 の位置 112 と高さ L_3 が、(図 3 に示される) 送信器位置特定ユニット 130 によるなどして、いったん特定されると、未知のターゲットの位置が、3 次元空間中で検出されうる。

【0047】

図 5 は、本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステム 100 の単純化された概略図を示す。図 5 に示されるように、位置 108 及び 112 が (等式 1 ~ 3 によるなどして) 知られるが、ターゲット 106 の高さ L_2 が未知であるかもしれない。受信器 104 に対するターゲット 106 の高さ L_2 を特定するために、送信器位置特定ユニット 130 が、仰角 θ_2 を受信器 104 のアンテナによって検出し特定しうる。それから、受信器 104 に対するターゲット 106 の高さ又は高度が、以下のように特定されうる。

$$L_2 = S_2 \sin \theta_2 \quad (\text{等式 6})$$

10

20

30

40

50

ここで、 L_2 は、水平面 H からの垂直距離であり、受信器 104 は位置 110 の方に向いて存しており、上記のように、 S_2 は既知である。

【0048】

図 1 ~ 図 5 を参照し、バイスタティックレーダシステム 100 は、受信器 104 とターゲット 106 の位置を絶えずモニタし、送信器 102 の位置の特定を絶えず更新しうる。例えば、送信器位置特定ユニット 130 が、X 秒ごとに一度、受信器 104 とターゲット 106 に関する位置データを更新し、送信器 102 の位置を特定しうる。例えば、受信器 104 とターゲット 106 に関する位置データが、5 秒ごとに送信器位置特定ユニット 130 によって受信されてもよく、送信器位置特定ユニット 130 が、それに応じて（例えば、5 秒ごとに）送信器 102 の位置を特定してもよい。しかしながら、更新周期は、5 秒より長くてもよいし、又は短くてもよいということを、理解されたい。例えば、バイスタティックレーダシステム 100 が、高速に移動する航空機の位置を検出するように構成される場合には、バイスタティックレーダシステム 100 が、低速に移動する航空機の位置を検出するように構成される場合よりも、更新周期が短いこともある。

【0049】

送信器 102、受信器 104 及びターゲット 106 のうちの任意のものが、固定されていてもよいし、又は可動性であってもよい。例えば、送信器 102、受信器 104、又はターゲット 106 が、航空機、陸上車両、船、宇宙船などの中に配置されてもよい。

【0050】

図 6 は、本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステム 200 の単純化された概略図を示す。バイスタティックレーダシステム 200 は、建物などの、地上 206 に配置された固定構造物 204 の中に配置された受信器 202 を含みうる。送信器 208 が、航空機などの、第一の乗り物 210 の中に固定されうる。第二の航空機などの第二の乗り物 212 が、ターゲットでありうる。受信器 202 に対する送信器 208 の位置が、上記のように特定されうる。あるいは、第一の乗り物 210 及び第二の乗り物が、陸上車両又は船などの他の様々な車両であってもよい。また、あるいは、受信器 202 が、車両などの可動性構造物の中に配置されてもよく、車両は、陸をベースにした車両であろうと、空をベースにした車両であろうと、海をベースにした車両であろうとよい。

【0051】

図 7 は、本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステム 300 の単純化された概略図を示す。バイスタティックレーダシステム 300 が、第一の航空機などの、第一の乗り物 304 の中に配置された受信器 302 を含みうる。送信器 308 が、第二の航空機などの、第二の乗り物 310 の中に固定されうる。第三の航空機などの第三の乗り物 312 が、ターゲットでありうる。受信器 302 に対する送信器 308 の位置が、上記のように特定されうる。あるいは、第一の乗り物 210 及び第二の乗り物が、陸上車両又は船などの他の様々な乗り物であってもよい。

【0052】

図 8 は、本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステム 400 の単純化された概略図を示す。バイスタティックレーダシステム 400 が、第一の陸上ベースの車両などの、第一の乗り物 404 の中に配置された受信器 402 を含みうる。送信器 308 が、例えば、地面に固定された、又は水中若しくは水上に吊るされた等の固定された構造物の中に配置されうる。あるいは、送信器 308 が、航空機、陸上ベースの車両、船などの乗り物の中に固定されてもよい。第二の陸上ベースの車両などの第二の乗り物 412 が、ターゲットでありうる。受信器 402 に対する送信器 408 の位置が、上記のように特定されうる。

【0053】

図 9 は、本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステム 500 の単純化された概略図を示す。バイスタティックレーダシステム 500 は、上記のように、固定されていてもよいし又は可動性であってもよい受信器 502 及び送信器 504 を含みうる。地球の周りの軌道を回る静止衛星が、ターゲットとして働きうる。受信器 502 に対する送

10

20

30

40

50

信器 504 の位置が、上記のように特定されうる。

【0054】

図 10 は、本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステム 600 の単純化された概略図を示す。バイスタティックレーダシステム 600 は、上記のように、固定されていてもよいし又は可動性であってもよい受信器 602 及び送信器 604 を含みうる。受信器 602 及び送信器 604 が、例えば、地球の大気中又は宇宙空間中に配置されうる。月 606 又は他の天体が、ターゲットとして働きうる。受信器 602 に対する送信器 604 の位置が、上記のように特定されうる。

【0055】

図 11 は、本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステム 700 の単純化された概略図を示す。バイスタティックレーダシステム 700 は、水域 706 上の船舶 704 内の受信器 702 を含みうる。送信器 708 が、空、海又は陸の中を進みうる。水上 706 の第二の船舶 710 が、ターゲットとして働きうる。受信器 602 に対する送信器 604 の位置が、上記のように特定されうる。

10

【0056】

図 12 は、本開示の実施形態による、バイスタティックレーダシステムの送信器の位置を特定する方法のフローチャートを示す。800 で、受信器の位置を示す受信器位置データが、受信器内に収容されていてもよいし、受信器から独立した別個のものあってもよい送信器位置特定ユニットに提供される。802 で、補助ターゲットの位置を示すターゲット位置データが、送信器位置特定ユニットに提供される。

20

【0057】

804 で、送信器位置特定ユニットが、受信された受信器位置データとターゲット位置データに基づいて、受信器位置とターゲット位置の間の距離を特定する。例えば、受信器とターゲットの位置を知ることによって、送信器位置特定ユニットが、減算などを通じて、その間の距離を特定しうる。

【0058】

次に、806 で、受信器が、ターゲットから（メインビーム又はサイドロープ（複数可）の一部などの）一つ又は複数の反射レーダ信号を受信する。送信器位置特定ユニットが、反射レーダ信号（複数可）を分析しうる。808 で、受信器が、送信器から（サイドロープ（複数可）又はメインビームの一部などの）一つ又は複数の直行又は入射レーダ信号を受信する。

30

【0059】

810 で、送信器位置特定ユニットが、反射レーダ信号（複数可）と直行レーダ信号（複数可）の間の角度差を特定する。例えば、送信器位置特定ユニットが、受信器のアンテナによって信号の受信の角度を検出し分析し、その間の差を特定しうる。812 で、送信器位置特定ユニットが、受信器位置とターゲット位置の間の特定された距離と角度差を用いて、受信器とターゲットに対する送信器の位置を特定する。

【0060】

上記のように、本開示の実施形態は、バイスタティックレーダシステムの送信器の位置を特定するシステム及び方法を提供する。送信器位置特定ユニットが、受信器とターゲットの既知の位置に基づいて、受信器とターゲットに対する送信器の位置を特定しうる。従って、送信器の位置が最初の段階で未知でありうるが、送信器位置特定ユニットが、受信器とターゲットの位置データを分析することによって、送信器の位置を特定しうる。本システムと方法は、送信器と通信することなく、送信器の位置を特定しうる。

40

【0061】

本開示の実施形態は、送信器と受信器の間の高価な通信システムに対する必要性を除去するバイスタティックレーダシステムと方法を提供する。

【0062】

更に、本開示は、下記の条項に従う実施形態を含む。

【0063】

50

条項 1：送信器と、第一の既知の位置にあるターゲットと、第二の既知の位置にある受信器であって、送信器から送信され、ターゲットから反射された一つ又は複数の反射レーダ信号を受信するように構成され、送信器から送信された一つ又は複数の直行レーダ信号を受信するように構成される受信器と、第一及び第二の既知の位置の間の距離の特定並びに受信器によって受信される一つ又は複数の反射レーダ信号と一つ又は複数の直行レーダ信号の間の第一の角度差の特定に基づいて、送信器の位置を特定するように構成される送信器位置特定ユニットとを含むバイスタティックレーダシステム。

【 0 0 6 4 】

条項 2：送信器が、送信器の位置を通信するのをやめる、条項 1 のバイスタティックレーダシステム。

10

【 0 0 6 5 】

条項 3：受信器が、送信器位置特定ユニットを含む、条項 1 のバイスタティックレーダシステム。

【 0 0 6 6 】

条項 4：一つ若しくは複数の反射レーダ信号又は一つ若しくは複数の直行レーダ信号が受信器によって受信される第一の時刻 (T_1) と、一つ若しくは複数の反射レーダ信号と一つ若しくは複数の直行レーダ信号のうちのもう一方が受信器によって受信される第二の時刻 (T_2) の間の時間差を測定することによって、送信器位置特定ユニットが、バイスタティックな距離差を特定するように構成される、条項 1 のバイスタティックレーダシステム。

20

【 0 0 6 7 】

条項 5：送信器位置特定ユニットが、時間差を光の速度で乗することによって、時間差をバイスタティックな距離差に変換するように構成される、条項 4 のバイスタティックレーダシステム。

【 0 0 6 8 】

条項 6：送信器が第一の直線距離 (S_1) だけターゲットから離れており、送信器が第二の直線距離 (S_2) だけ受信器から離れており、受信器が第三の直線距離 (S_3) だけ送信器から離れており、送信器位置特定ユニットが、第一の距離、第二の距離及び第三の距離を第一の時刻及び第二の時刻と、 $S_1 + S_2 - S_3 = C * (T_1 - T_2)$ (ここで、C は、光の速度) のように関係付けるように構成される、条項 4 のバイスタティックレーダシステム。

30

【 0 0 6 9 】

条項 7：送信器位置特定ユニットが、 $K = C * (T_1 - T_2) - S_2$ として、 $K = S_1 - S_3$ を特定するように構成される、条項 6 のバイスタティックレーダシステム。

【 0 0 7 0 】

条項 8：送信器位置特定ユニットが、第三の距離を、 $S_3 = (S_2^2 - K^2) / (2S_2 \cos \theta_1 + 2K)$ として特定するように構成される、条項 7 のバイスタティックレーダシステム。

【 0 0 7 1 】

条項 9：送信器位置特定ユニットが、送信器からターゲットの方に送信されるメインビームと送信器から受信器の方に送信されるサイドローブの間の第二の角度差を特定するように構成され、送信器位置特定ユニットが、第二の角度差を用いて、送信器の特定位置の正確さを特定する、条項 1 のバイスタティックレーダシステム。

40

【 0 0 7 2 】

条項 10：送信器位置特定ユニットが、受信器に対する送信器の第一の高さと受信器に対するターゲットの第二の高さのうちの一つ又は両方を特定するように構成される、条項 1 のバイスタティックレーダシステム。

【 0 0 7 3 】

条項 11：送信器及びターゲットの各々が、位置的に移動している又は固定されている、条項 1 のバイスタティックレーダシステム。

50

【0074】

条項12：ターゲットの第一の位置を示すターゲット位置データを送信器位置特定ユニットに提供すること、受信器の第二の位置を示す受信器位置データを送信器位置特定ユニットに提供すること、送信器から送信され、ターゲットから反射された一つ又は複数の反射レーダ信号を受信器で受信すること、送信器から送信された一つ又は複数の直行レーダ信号を受信器で受信すること、並びに、第一の位置と第二の位置の間の距離及び一つ又は複数の反射レーダ信号と一つ又は複数の直行レーダ信号の間の第一の角度差に基づいて、送信器位置特定ユニットで送信器の第三の位置を特定することを含むバイスタティックレーダ方法。

【0075】

条項13：送信器から第三の位置データを通信するのをやめることを更に含む、条項12のバイスタティックレーダ方法。

【0076】

条項14：第三の位置を特定することが、一つ若しくは複数の反射レーダ信号又は一つ若しくは複数の直行レーダ信号が受信器によって受信される第一の時刻(T_1)と、一つ若しくは複数の反射レーダ信号と一つ若しくは複数の直行レーダ信号のうちのもう一方が受信器によって受信される第二の時刻(T_2)の間の時間差を測定することによって、バイスタティックな距離差を特定することを含む、条項12のバイスタティックレーダ方法。

【0077】

条項15：第三の位置を特定することが、時間差を光の速度で乗することによって、時間差をバイスタティックな距離差に変換することを更に含む、条項14のバイスタティックレーダ方法。

【0078】

条項16：送信器が第一の直線距離(S_1)だけターゲットから離れており、送信器が第二の直線距離(S_2)だけ受信器から離れており、受信器が第三の直線距離(S_3)だけ送信器から離れており、第三の位置を特定することが、第一の距離、第二の距離及び第三の距離を第一の時刻及び第二の時刻と、 $S_1 + S_2 - S_3 = C * (T_1 - T_2)$ (ここで、Cは、光の速度)のように関係付けることを更に含む、条項14のバイスタティックレーダ方法。

【0079】

条項17：第三の位置を特定することが、

$K = S_1 - S_3$ を $K = C * (T_1 - T_2) - S_2$ として特定すること、及び
 $S_3 = (S_2^2 - K^2) / (2 S_2 \cos \theta_1 + 2 K)$ を特定すること
 を更に含む、条項16のバイスタティックレーダ方法。

【0080】

条項18：送信器からターゲットの方に送信されるメインビームと送信器から受信器の方に送信されるサイドローブの間の第二の角度差を特定し、第二の角度差を用いて、送信器の特定位置の正確さを特定することを更に含む、条項12のバイスタティックレーダ方法。

【0081】

条項19：受信器に対する送信器の第一の高さと受信器に対するターゲットの第二の高さのうちの一つ又は両方を特定することを更に含む、条項12のバイスタティックレーダ方法。

【0082】

条項20：それぞれターゲット及び受信器の第一の及び第二の既知の位置の間の距離の特定並びに(a)反射物から反射され、受信器によって受信される一つ又は複数の反射レーダ信号と(b)受信器によって直接に受信される一つ又は複数の直行レーダ信号の間の第一の角度差の特定に基づいて、送信器の位置を特定するように構成される送信器位置特定ユニットを含むバイスタティックレーダシステム。

【0083】

10

20

30

40

50

本明細書で用いられる場合、「コンピュータ」、「制御ユニット」又は「モジュール」という用語は、マイクロコントローラ、縮小命令セットコンピュータ（RISC）、特定用途向け集積回路（ASIC）、論理回路、及び本明細書に記載されている機能を実行することができる他の任意の回路又はプロセッサを使用するシステムを含む、任意のプロセッサベースの又はマイクロプロセッサベースのシステムを含みうる。上記の例はただの例示であり、ゆえに、いかなる点においても、「コンピュータ」、「制御ユニット」又は「モジュール」という用語の定義および／または意味を、限定することを意図しない。

【0084】

コンピュータ、制御ユニット、又はプロセッサは、データを処理するために、一または複数の記憶要素内に記憶されている命令の組を実行する。記憶要素はまた、所望または必要に応じてデータまたは他の情報を記憶しうる。記憶要素は、情報源、または、処理機内部の物理メモリ要素という形態でありうる。 10

【0085】

命令の組は、処理機としてのコンピュータ、制御ユニットまたはプロセッサに、本書で説明される主題の様々な実施形態の方法および工程などの特定の操作を実行するよう命令する様々なコマンドを含みうる。命令の組は、ソフトウェアプログラムの形態でありうる。ソフトウェアは、システムソフトウェア又はアプリケーションソフトウェアなどの、様々な形態でありうる。さらに、ソフトウェアは、個別のプログラム又はモジュールの集合、より大きなプログラム内のプログラムモジュール、或いはプログラムモジュールの一部の形態であってもよい。ソフトウェアはまた、オブジェクト指向プログラミングの形態のモジュラープログラミングを含みうる。処理機による入力データの処理は、ユーザのコマンドに応答する、または、以前の処理の結果に応答する、または、別の処理機によってなされた要求に応答するものでありうる。 20

【0086】

本明細書の実施形態の図は、一つ又は複数の制御ユニット又はモジュールを示しうる。制御ユニット又はモジュールは、本明細書に記載された操作を実行する関連付けられた命令（例えば、コンピュータハードドライブ、ROM、RAMなどの、有形かつ固定のコンピュータ可読記憶媒体上に記憶されたソフトウェア）とともにハードウェアとして実行されうる一つ又は複数の回路、一つ又は複数の回路モジュール等を表すということを、理解されたい。ハードウェアは、本明細書に記載された機能を実行するように物理配線された状態マシン回路を含みうる。所望により、ハードウェアは、マイクロプロセッサ、プロセッサ、コントローラなどの、一つ又は複数の論理ベースのデバイスを含む及び／又はデバイスに接続される電子回路を含んでもよい。所望により、モジュールは、一つ又は複数のフィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）、特定用途向け集積回路（ASIC）、マイクロプロセッサ（複数可）、量子計算装置及び／又は同様なものなどの、処理回路を表してもよい。様々な実施形態における回路モジュールが、本明細書に記載の機能を遂行する一つ又は複数のアルゴリズムを実行するように構成されうる。一つ又は複数のアルゴリズムは、フローチャート又は方法の中に明示的に同定されていようとなかろうと、本明細書に開示された実施形態の態様を含みうる。 30

【0087】

本明細書で用いられる場合、「ソフトウェア」及び「ファームウェア」という用語は置き換え可能であり、RAMメモリ、ROMメモリ、EPROMメモリ、EEPROMメモリ、及び不揮発性RAM（NVRAM）メモリを含む、コンピュータによる実行のためのメモリに保存される任意のコンピュータプログラムを含む。上記のメモリのタイプは例示的なものにすぎず、従って、コンピュータプログラムの記憶に使用可能なメモリのタイプを限定するものではない。 40

【0088】

最上の、最下の、低い方の、中央の、横の、水平の、垂直の、前面などの様々な空間的及び方向上の用語が、本開示の実施形態を記載するために用いられるが、そのような用語は、図面に示された向きに関して用いられているにすぎないことが理解される。向きは 50

、上部が下部になり、及びその逆にもなり、水平が垂直になる、等々のように、反転、回転又は他の方法で変えられてもよい。

【0089】

本明細書で用いられる場合、仕事又は作業を遂行するように「構成される」構造、限界、又は要素は、その仕事又は作業に対応する方法で特別に構造上形成、建築、又は適合される。明瞭さ及び疑問の回避のために、仕事又は作業を遂行するように修正される能力が単にあるだけの物は、本明細書で用いられる場合、仕事又は作業を遂行するように「構成され」ていない。

【0090】

上述の実施形態（および／またはそれらの態様）は、互いに組み合わせて使用されうる。加えて、本発明主題の範囲から逸脱することなく、本発明主題の教示に特定の状況又は材料を適応させるために、多数の修正を加えることができる。本明細書に記載の材料の寸法及び種類は、本発明主題のパラメータを定義するように意図されているが、それらは、限定的ではなく、例示的な実施形態である。本記載を精査することにより、当業者には他の多くの実施形態が明らかであろう。それゆえ、本発明主題の範囲は、添付の特許請求の範囲、並びに、かかる特許請求の範囲が権利を認められる同等物の全範囲を参照して、特定されるべきである。添付の特許請求の範囲において、「含む（includi ng）」および「そこにおいて（in which）」という用語は、それぞれ、「備える（co mprising）」および「そこで（wherein）」という用語の、平易な英語の同義語として使用される。更に、以下の特許請求の範囲では、「第1」、「第2」および「第3」等の用語は、単にラベルとして使用され、それらの対象物に数的要件を課すことを意図するものではない。更に、以下の特許請求の範囲の限定は、ミーンズ・プラス・ファンクション書式で記述されておらず、かかる特許請求の範囲の限定が、更なる構造のない機能の記述が後続する「のための手段（means for）」という言い回しを明示的に使用しない限り、米国特許法第112条（f）に基づいて解釈されることを意図するものではない。

【0091】

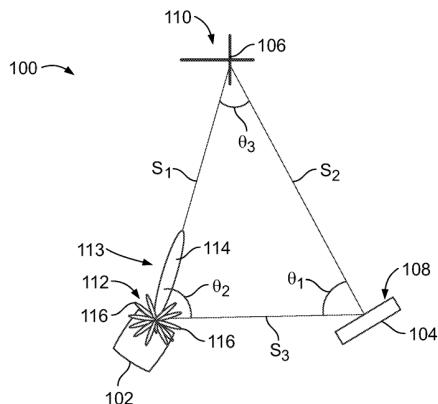
この記述されている明細書は、本発明主題の幾つかの実施形態を開示するために、また、当業者が、任意の装置またはシステムを作り、使用すること、および、組み入れられた任意の方法を実行することを含む、本発明主題の実施形態を実施することができるよう例を使用する。本発明主題の特許性の範囲は、特許請求の範囲によって画定され、当業者が想起する他の例を含みうる。このような他の例は、それらが特許請求の範囲の文言と異なる構造要素を有する場合、あるいは、それらが特許請求の範囲の文言と実質的に異なる均等な構造要素を含む場合は、特許請求の範囲の範囲内にあることを意図する。

10

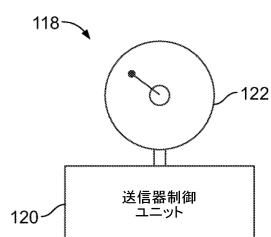
20

30

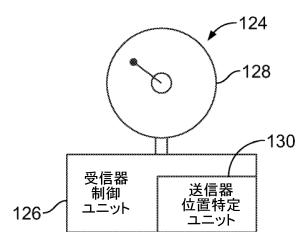
【図1】



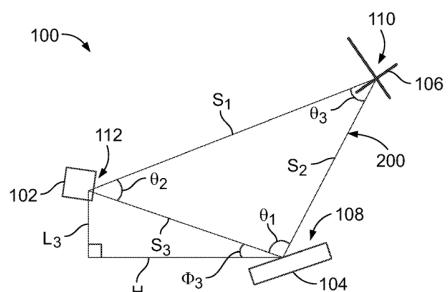
【図2】



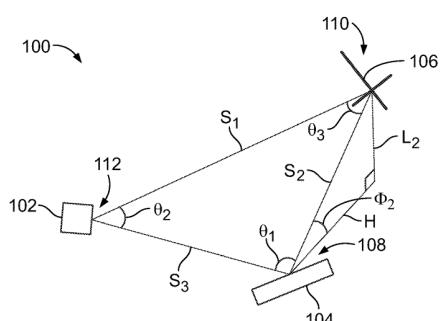
【図3】



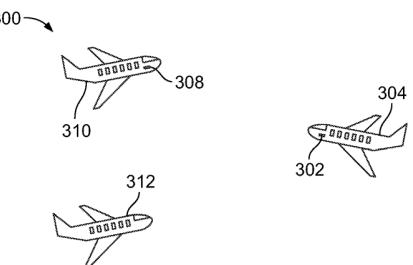
【図4】



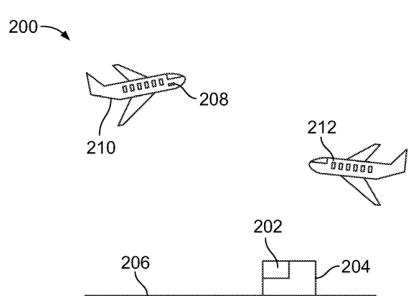
【図5】



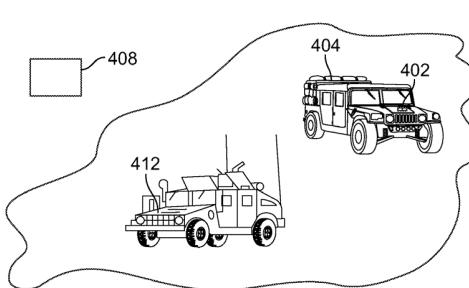
【図7】



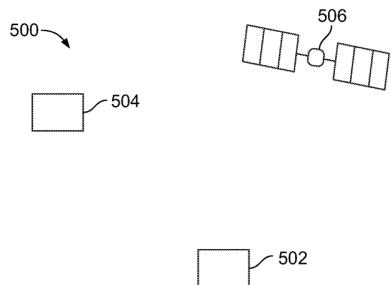
【図6】



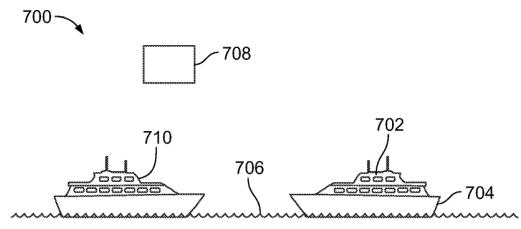
【図8】



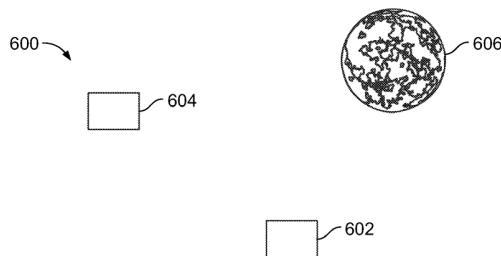
【図9】



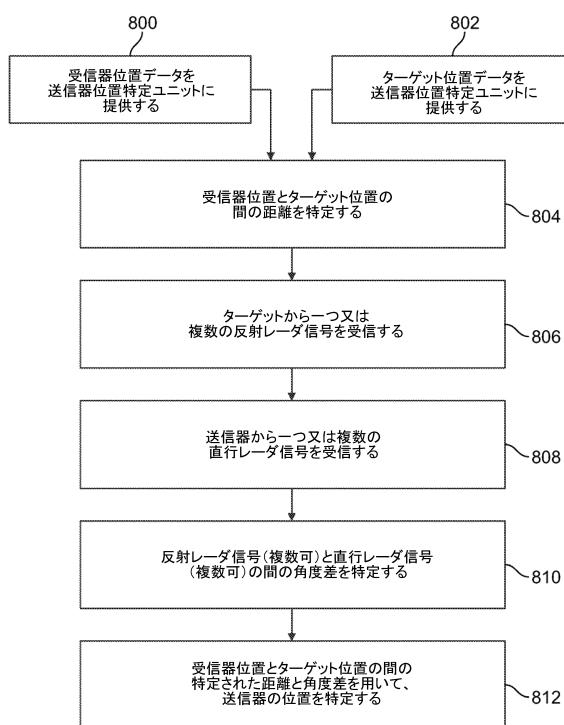
【図11】



【図10】



【図12】



フロントページの続き

(72)発明者 レイ, ゲイリー アラン
アメリカ合衆国 イリノイ 60606-2016, シカゴ, ノース リバーサイド ブラザ
100

審査官 渡辺 慶人

(56)参考文献 特開2003-227870 (JP, A)
特開平08-201501 (JP, A)
米国特許出願公開第2012/0122470 (US, A1)
特表2004-535575 (JP, A)
特開昭54-106184 (JP, A)
米国特許第05327145 (US, A)
中国特許出願公開第103116158 (CN, A)
本田純一, 大津山卓哉, 地上デジタル放送波による航空機測位の一検討, 映像情報メディア学会技術報告, 日本, (一社)映像情報メディア学会, 2015年 1月, Vol. 39 No. 4, Pages 89-92, ISSN 1342-6893

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 S	5 / 0 0	-	5 / 1 4
	7 / 0 0	-	7 / 4 2
	1 3 / 0 0	-	1 3 / 9 5