

明 細 書

発明の名称：レーダシステム

技術分野

[0001] 本発明は、地震により発生した津波のレーダ映像のデータを送信するレーダシステムに関する。

背景技術

[0002] 従来、地震により発生した災害の状況を把握するためのシステムとしては、特許文献 1 記載の災害検知システムが知られている。

[0003] 特許文献 1 記載のものは、平常時に降雨のデータを取得する 1 つのレーダと、地震計からの震度情報を基にレーダの仰角を地表近くに制御して地震により発生した火災の煙をレーダに観測させる制御装置と、レーダが受信した煙の反射電力に基づいて地図上に煙の発生場所をマッピングして煙の発生場所の地域名を検出するデータ処理装置と、煙の発生場所がマッピングされた画像とその地域名についてのデータを通信回線経由で自治体等に送信する送信装置と、を備えている。

[0004] この構成により、特許文献 1 記載のものは、地震により発生した大規模火災を早期に検出して消防関係や防災関連の機関に情報提供することにより、それらの機関における初動体制の早期確立を可能とし、被害の拡大や二次災害等を抑えることができるようになっている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献 1：特開 2004-267620 号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献 1 記載の技術を地震により発生した津波の観測に適用しようとすると次のような課題があった。

[0007] すなわち、特許文献 1 記載のものは、1 つのレーダが取得したデータを通

信回線経由で送信する構成となっているので、地震発生時に生じる通信回線の輻輳や通信回線の途絶により、津波のレーダ映像のデータを自治体等に確実に送信できないという課題があった。

[0008] また、特許文献1記載のものは、1つのレーダで構成されているので、レーダに不具合が生じた場合は津波のレーダ映像のデータを自治体等に送信できないという課題もあった。

[0009] 本発明は、従来の課題を解決するためになされたものであり、地震により発生した津波のレーダ映像のデータを確実に送信することができるレーダシステムを提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0010] 本発明のレーダシステムは、複数のレーダ装置を備え、前記複数のレーダ装置のうち所定の送信元に設置された複数のレーダ装置が所定の送信先に設置されたレーダ装置に津波のレーダ映像のデータを送信するレーダシステムであって、前記送信元の各レーダ装置は、レーダ送信信号を送信して物体で反射されたレーダ送信信号をレーダ受信信号として受信するレーダアンテナと、前記レーダアンテナを駆動するアンテナ駆動手段と、前記レーダアンテナが送受する信号を処理する信号処理装置と、地震を検知する地震検知手段と、を備え、前記アンテナ駆動手段は、前記地震検知手段が地震を検知したことを条件に前記レーダアンテナが海洋に向くよう駆動制御するものであり、前記信号処理装置は、前記レーダアンテナが前記海洋に向いて収集した前記津波のレーダ映像のデータを記憶するデータ記憶手段と、前記レーダアンテナと前記送信先のレーダ装置が有するレーダアンテナとを介したレーダ通信により、前記データ記憶手段が記憶した前記津波のレーダ映像のデータを前記送信先に送信するデータ送信手段と、を備えた構成を有している。

[0011] この構成により、本発明のレーダシステムは、データ送信手段が、レーダ通信により津波のレーダ映像のデータを送信先に送信するので、地震発生時に生じる通信回線の輻輳や通信回線の途絶とは無関係に、津波のレーダ映像のデータを送信先に確実に送信できる。

発明の効果

[0012] 本発明は、地震により発生した津波のレーダ映像のデータを確実に送信することができるという効果を有するレーダシステムを提供することができるものである。

図面の簡単な説明

[0013] [図1]本発明の一実施形態におけるレーダシステムを上空から見た模式図である。

[図2]本発明の一実施形態におけるレーダ装置のブロック構成図である。

[図3]本発明の一実施形態におけるレーダ装置のレーダアンテナの駆動に係る動作説明図である。

[図4]本発明の一実施形態におけるレーダ装置の方位角の補正に係る動作説明のためのフローチャートである。

[図5]本発明の一実施形態におけるレーダ装置のレーダ干渉の回避に係る干渉回避角度閾値及びマスク角度の説明図である。

[図6]本発明の一実施形態におけるレーダ装置が備える干渉回避部の動作説明図である。

[図7]本発明の一実施形態におけるレーダ装置が備える干渉回避部の動作説明のためのフローチャートである。

[図8]本発明の一実施形態におけるレーダシステムにおいて、津波観測用レーダ装置の動作説明のためのフローチャートである。

[図9]本発明の一実施形態におけるレーダシステムにおいて、データ受信レーダ装置の動作説明のためのフローチャートである。

[図10]本発明の一実施形態におけるレーダシステムにおいて、レーダ通信により津波のレーダ映像のデータを送信する形態についての説明図である。

[図11]本発明の一実施形態におけるレーダシステムにおいて、予め定められた観測範囲でレーダアンテナを首振り動作させ、津波のレーダ映像のデータを収集する形態についての説明図である。

[図12]本発明の一実施形態におけるレーダシステムにおいて、第1の他の態

様のレーダ装置のブロック構成図である。

[図13]本発明の一実施形態におけるレーダシステムにおいて、第2の他の態様のレーダ装置のブロック構成図である。

[図14]本発明の一実施形態におけるレーダシステムにおいて、第3の他の態様のレーダ装置のブロック構成図である。

[図15]本発明の一実施形態におけるレーダシステムにおいて、第3の他の態様のレーダアンテナの模式図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、本発明の実施形態について図面を用いて説明する。

[0015] まず、本発明に係るレーダシステムの一実施形態における構成について説明する。図1は、本実施形態におけるレーダシステム100を上空から見た模式図である。

[0016] 図1に示すように、本実施形態におけるレーダシステム100は、3つのレーダ装置1～3を備えている。レーダ装置1及び2は陸地の海洋側に設置され、レーダ装置3は海洋から離れた内陸地域に設置されている。図1において、三角形はレーダアンテナを模式的に表しており、各レーダアンテナは上空から見て時計回りに回転している。なお、レーダ装置1～3は、本発明に係る複数のレーダ装置を構成する。また、後述するレーダ通信においては、レーダ装置1及び2は、本発明に係る送信元のレーダ装置を構成し、レーダ装置3は、本発明に係る送信先のレーダ装置を構成する。

[0017] レーダ装置1～3は、それぞれ、例えば気象を観測する気象レーダであって、同じ構成を有しているものとする。また、レーダ装置3は、地震により発生した津波のデータを収集、解析する自治体、大学、研究機関等（以下「自治体等」という。）に設置されているものとする。ここで、自治体等は、本発明に係る所定の送信先に対応する。以下、レーダ装置1を採り上げ、その構成を図2に基づき説明する。図2に示すように、レーダ装置1は、アンテナ装置10、信号処理装置30を備えている。

[0018] [アンテナ装置10の構成]

アンテナ装置 10 は、レーダアンテナ 11、駆動部 12、駆動制御部 13 を備えている。レーダアンテナ 11 には方位センサ 11a が設けられている。駆動部 12 は、方位角方向（水平方向）にレーダアンテナ 11 を駆動する方位角駆動部 12a と、仰角方向（垂直方向）にレーダアンテナ 11 を駆動する仰角駆動部 12b と、を有する。この駆動部 12 は、本発明に係るアンテナ駆動手段を構成する。

[0019] レーダアンテナ 11 は、信号処理装置 30 からのレーダ送信信号を、ある方向に発射することにより、物標からの反射波を物標信号成分として含むレーダ受信信号を受信するようになっている。レーダアンテナ 11 から物標までの距離は、その物標信号成分を含むレーダ受信信号の受信時刻と、このレーダ受信信号に対応するレーダ送信信号の送信時刻との時間差から求められる。また、物標の方位は、レーダ受信信号に対応するレーダ送信信号を送信するときのレーダアンテナ 11 の方位から求められる。

[0020] 方位センサ 11a は、レーダアンテナ 11 が現在向いている方位を検知し、例えば北の方位を基準とした角度で表した方位データを出力するようになっている。この方位センサ 11a は、本発明に係る方位検知手段を構成する。

[0021] 方位角駆動部 12a は、例えば、レーダアンテナ 11 を回転させる垂直軸に取り付けられた回転ギアと、回転ギアを回転させるモータと、回転ギアの回転位置を示すパルスを出力するロータリエンコーダと、を備え、駆動制御部 13 からの駆動信号に従ってレーダアンテナ 11 を垂直軸回りに回転させてレーダアンテナ 11 の方位を可変させるようになっている。

[0022] この構成において、レーダアンテナ 11 の方位は、回転ギアの回転角度で表される。回転ギアの回転角度は、回転ギアの原点角度を基準としたロータリエンコーダのパルス数で示される。例えば、回転ギアが原点角度を基準として 10 度回転したときロータリエンコーダは 10 個のパルスを出力する。回転ギアの原点角度は既知であって、例えば北の方位をギアの原点角度としている。したがって、レーダアンテナ 11 の方位は、ロータリエンコーダの

パルスを計数することによって求められる。

[0023] 仰角駆動部 1 2 b は、例えば可逆モータを備え、駆動制御部 1 3 からの駆動信号に従ってレーダアンテナ 1 1 の仰角を可変させるようになっている。

[0024] 駆動制御部 1 3 は、後述する送受信制御部 3 7 a からの制御信号に従って、アンテナ装置 1 0 の駆動部 1 2 を駆動制御するものである。具体的には、駆動制御部 1 3 は、駆動部 1 2 の方位角駆動部 1 2 a が有するロータリエンコーダからパルスを入力し、パルスを計数することによってレーダアンテナ 1 1 の方位を求めるようになっている。また、駆動制御部 1 3 は、駆動部 1 2 の方位角駆動部 1 2 a に駆動信号を送り、レーダアンテナ 1 1 を垂直軸回りに連続的に回転させたり、所定の角度範囲（例えば 1 2 0 度）でのレーダアンテナ 1 1 の往復動作（いわゆる首振り）をさせたりできるようになっている。また、駆動制御部 1 3 は、駆動部 1 2 の仰角駆動部 1 2 b に駆動信号を送り、レーダアンテナ 1 1 の仰角を任意の角度に設定できるようになっている。前述の構成により、駆動制御部 1 3 は、現在時刻以降の特定の時刻に、レーダアンテナ 1 1 が特定の方向に向くよう駆動制御できるようになっている。この駆動制御部 1 3 は、本発明に係るアンテナ駆動手段を構成する。

[0025] [信号処理装置 3 0 の構成]

信号処理装置 3 0 は、送信信号生成部 3 1、局部発振器 3 2、送信部 3 3、サーキュレータ 3 4、受信部 3 5、A D C（アナログデジタルコンバータ）3 6、送受信制御装置 3 7、受信信号記憶部 3 8、受信信号出力部 3 9、ネットワーク通信部 4 0、切替部 4 1、G P S（Global Positioning System）受信機 4 2、無線通信機 4 3 を備えている。送受信制御装置 3 7 は、送受信制御部 3 7 a、地震検知部 3 7 b、方位角補正部 3 7 c、干渉回避部 3 7 d を備えている。以下の説明において、地震検知部 3 7 b が地震を検知する前を「平常時」といい、地震検知部 3 7 b が地震を検知した後を「緊急時」という。

[0026] 送信信号生成部 3 1 は、送受信制御部 3 7 a からの制御信号に基づいて、所定の時間間隔で、中間周波数のレーダ送信信号を生成し、切替部 4 1 を介

して送信部 33 に出力するようになっている。

[0027] 局部発振器 32 は、所定周波数を有する局部発振信号を生成し、送信部 33 及び受信部 35 に出力するようになっている。

[0028] 送信部 33 は、送信信号生成部 31 が生成したレーダ送信信号を局部発振器 32 から出力される局部発振信号と混合して無線周波数に変換し、サーキュレータ 34 に出力するようになっている。送信部 33 が出力するレーダ送信信号は、例えば 9 ギガヘルツ帯の信号である。

[0029] また、送信部 33 は、緊急時において、後述する受信信号記憶部 38 が記憶したレーダ映像のデータを局部発振器 32 から出力される局部発振信号と混合して無線周波数に変換し、サーキュレータ 34 に出力するようになっている。この構成により、レーダ装置 1 は、レーダが送受信する周波数帯の電波を用いた通信（以下「レーダ通信」という。）により、受信信号記憶部 38 が記憶したレーダ映像のデータを他のレーダ装置に送信することができる。このレーダ通信では、20～30Mbps 程度の通信速度が得られることが確認されている。なお、送信部 33 は、本発明に係るデータ送信手段を構成する。

[0030] サーキュレータ 34 は、レーダアンテナ 11 に接続されており、レーダアンテナ 11 と信号処理装置 30 との間の信号を切り替えるようになっている。具体的には、サーキュレータ 34 は、送信時において、レーダ送信信号が受信部 35 に回り込まないように、送信部 33 からのレーダ送信信号をレーダアンテナ 11 に出力するものである。また、サーキュレータ 34 は、受信時において、レーダ受信信号が送信部 33 に回り込まないように、レーダアンテナ 11 からのレーダ受信信号を受信部 35 に出力するものである。

[0031] 受信部 35 は、レーダ受信信号を局部発振器 32 から出力される局部発振信号と混合して中間周波数に変換し、ADC 36 に出力するようになっている。

[0032] ADC 36 は、入力したアナログ値のレーダ受信信号をデジタル値に変換して送受信制御部 37a に出力するようになっている。

[0033] 送受信制御部 37 a は、アンテナ装置 10 の駆動制御部 13 からレーダアンテナ 11 の駆動状態を示す情報（例えば方位角、仰角等）を取得するとともに、レーダ装置 1 全体の動作に係る制御を行うようになっている。この送受信制御部 37 a は、本発明に係るモード切替手段及びアンテナ駆動手段を構成する。

[0034] 具体的には、送受信制御部 37 a は、駆動制御部 13 に対する制御処理、送信信号生成部 31 に対する送信信号の生成制御及びレーダ送信信号の送信タイミングの設定、局部発振器 32 に対する局部発振周波数の設定、切替部 41 に対する切替制御処理、ADC 36 からのレーダ受信信号をレーダ映像のデータに変換するためのデータ変換処理、レーダ映像のデータの読出処理、後述する各種モードの切替処理等を行うようになっている。

[0035] 地震検知部 37 b は、GPS 受信機 42 が取得したレーダ装置 1 の位置情報に基づいて、地震を検知するようになっている。例えば、地震検知部 37 b は、レーダ装置 1 の位置が予め定められた閾値以上に変動したことを条件に、又は、レーダ装置 1 の位置の速度が予め定められた閾値以上の速度になったことを条件に、地震を検知するものである。地震検知部 37 b は、地震を検知するとその旨を示す地震検知情報を送受信制御部 37 a に出力するようになっている。なお、地震検知部 37 b は、本発明に係る地震検知手段を構成する。

[0036] 方位角補正部 37 c は、駆動制御部 13 を介し、方位センサ 11 a が出力する方位データを受信し、この方位データに基づいてレーダアンテナ 11 の方位角を補正するようになっている。

[0037] 干渉回避部 37 d は、所定のレーダ装置とのレーダ干渉を回避する機能を有する。レーダ干渉とは、周囲に存在する所定のレーダ装置から送信された電波（直接波及び間接波）が自装置のレーダアンテナに飛び込むことによりノイズが発生することをいう。この干渉回避部 37 d は、本発明に係るレーダアンテナ方位制御手段、マスク角度設定手段を構成する。

[0038] 受信信号記憶部 38 は、送受信制御部 37 a が映像データに変換したレー

ダ映像のデータを記憶するようになっている。例えば、受信信号記憶部 38 は、レーダアンテナ 11 が垂直軸の周りを 1 周 360 度回転するごとにレーダ映像のデータを記憶するものである。ここで、レーダアンテナ 11 が垂直軸の周りを 1 周するのに要する時間は、例えば 6 秒間（10 rpm）である。この受信信号記憶部 38 は、本発明に係るデータ記憶手段を構成する。なお、受信信号記憶部 38 は、映像データに変換されたレーダ映像のデータに代えて、映像データに変換される前のレーダ受信信号を記憶する構成であってもよい。

[0039] 受信信号出力部 39 は、送受信制御部 37 a からの制御信号に従って、例えばレーダアンテナ 11 の 1 周回転ごとに、受信信号記憶部 38 に記憶されたレーダ映像のデータを読み出すようになっている。

[0040] ネットワーク通信部 40 は、例えばローカルエリアネットワークを介し、パーソナルコンピュータを含むモニタ装置 45 に、受信信号出力部 39 が読み出したレーダ映像のデータを送信するようになっている。なお、ネットワーク通信部 40 は、例えばインターネット回線を用いて、受信信号出力部 39 が読み出したレーダ映像のデータを自治体等に送信する構成であってもよい。

[0041] 切替部 41 は、端子 41 a 及び 41 b を有し、送受信制御部 37 a からの制御信号に従って、端子 41 a 及び 41 b のいずれか一方を選択するようになっている。

[0042] 具体的には、切替部 41 に対し、送受信制御部 37 a は、平常時又は緊急時において次のように切替制御する。

[0043] まず、平常時においては、送受信制御部 37 a は、気象のレーダ映像のデータを収集して送信する気象データ収集送信モードを設定して切替部 41 を切替制御する。すなわち、送受信制御部 37 a は、送信信号生成部 31 にレーダ送信信号を生成させるとともに、切替部 41 に端子 41 a を選択させる。この結果、送信信号生成部 31 が生成したレーダ送信信号が送信部 33 に送出され、気象のレーダ映像のデータが受信信号記憶部 38 に記憶される

とともに、受信信号出力部 39 が受信信号記憶部 38 から読み出した気象のレーダ映像のデータがネットワーク通信部 40 に送出される。

[0044] 一方、緊急時においては、送受信制御部 37 a は、津波のレーダ映像のデータを収集する津波データ収集モード、又は、津波のレーダ映像のデータを送信する津波データ送信モードを設定して切替部 41 を切替制御する。

[0045] すなわち、津波データ収集モードにおいては、送受信制御部 37 a は、送信信号生成部 31 にレーダ送信信号を生成させ、レーダ送信信号が津波で反射されることにより取得されたレーダ映像のデータを受信信号記憶部 38 に記憶させる。

[0046] 次に、津波データ送信モードにおいては、送受信制御部 37 a は、切替部 41 に端子 41 b を選択させ、受信信号記憶部 38 に記憶されたレーダ映像のデータを受信信号出力部 39 に読み出させて送信信号生成部 31 に取り込ませる。そして、送受信制御部 37 a は、送信信号生成部 31 に送信信号を生成させて送信部 33 に出力させる。その結果、受信信号記憶部 38 に記憶されたレーダ映像のデータが送信部 33 によって無線周波数変換されてレーダアンテナ 11 から送信される。

[0047] 前述のように、送受信制御部 37 a は、地震の検知をトリガとして、レーダ装置 1 を気象の観測から津波の観測に切り替えることができる。

[0048] GPS 受信機 42 は、GPS アンテナ 42 a に接続され、GPS 衛星からの電波を受信して、現在の時刻情報と、緯度及び経度情報を含むレーダ装置 1 の位置情報（以下「レーダ位置情報」という。）と、を取得するようになっている。この GPS 受信機 42 は、本発明に係る現在時刻情報取得手段、位置情報取得手段を構成する。

[0049] 無線通信機 43 は、無線通信アンテナ 43 a に接続され、例えば、レーダ装置 2 及び 3 が有する各無線通信機とともに自律的に無線アドホックネットワークを形成し、互いのレーダ位置情報及びレーダアンテナの方位の情報を送受信するようになっている。

[0050] 次に、本実施形態におけるレーダ装置 1 の動作について説明する。

[0051] [レーダアンテナ 1 1 の駆動に係る動作]

送受信制御部 3 7 a が駆動制御部 1 3 に対して制御信号を送信することにより、駆動制御部 1 3 が実施するレーダアンテナ 1 1 の駆動に係る動作について図 3 に示す模式図を用いて説明する。なお、図 3 に示した矢印は、レーダアンテナ 1 1 の指向方向を表している。

[0052] 本実施形態ではレーダ装置 1 は気象レーダとしているので、平常時においては、図 3 (a) に示すように、駆動制御部 1 3 は、送受信制御部 3 7 a からの制御信号に基づき、レーダアンテナ 1 1 を旋回させるよう方位角駆動部 1 2 a にモータ駆動信号を出力するとともに、水平面よりも上方を指向する姿勢でレーダアンテナ 1 1 が気象を観測できる状態となるよう仰角駆動部 1 2 b にモータ駆動信号を出力する。

[0053] これに対し、緊急時においては、図 3 (b) に示すように、駆動制御部 1 3 は、送受信制御部 3 7 a からの制御信号に基づき、レーダアンテナ 1 1 を旋回させるよう方位角駆動部 1 2 a にモータ駆動信号を出力するとともに、海洋の予め定められた海面にレーダアンテナ 1 1 を向かせ、地震により発生した津波のレーダ映像のデータが収集できる状態となるよう仰角駆動部 1 2 b にモータ駆動信号を出力する。

[0054] [方位角の補正に係る動作]

方位角の補正に係る動作について図 4 に示すフローチャートを用いて説明する。

[0055] 回転ギアの原点角度が例えば北の方位となるよう、レーダ装置 1 の設置者により方位角駆動部 1 2 a の回転ギアの原点角度が調整される（ステップ S 1 1）。

[0056] 送受信制御部 3 7 a は、GPS 受信機 4 2 から現在の時刻情報を取得する（ステップ S 1 2）。

[0057] 駆動制御部 1 3 は、送受信制御部 3 7 a からの制御信号に基づき、モータ駆動信号を方位角駆動部 1 2 a に出力させることにより、回転ギアを回転させる（ステップ S 1 3）。

[0058] 駆動制御部 13 は、回転ギアを回転させた状態で所定時間待機（ステップ S 14）した後、方位センサ 11 a から方位データを取得する（ステップ S 15）とともに、回転ギアの回転角度情報を取得する（ステップ S 16）。この回転角度情報は、ロータリエンコーダからのパルスを計数することによって取得される。駆動制御部 13 は、取得した回転角度情報を送受信制御部 37 a に送信する。

[0059] 送受信制御部 37 a は、回転ギアの回転角度で示される方位が、方位センサ 11 a から方位データで示される方位と一致するか否かを判断する（ステップ S 17）。

[0060] ステップ S 17 において、送受信制御部 37 a は、両者が一致すると判断した場合はステップ S 14 に戻る。

[0061] 一方、ステップ S 17 において、送受信制御部 37 a は、両者が一致すると判断しなかった場合は方位角補正部 37 c が回転ギアの角度を補正する（ステップ S 18）。具体的には、方位角補正部 37 c は、レーダアンテナ 11 に取り付けられた方位センサ 11 a が検知する方位が例えば北の方位となる時刻に、方位角駆動部 12 a の回転ギアの回転角度が原点角度となるようモータ駆動信号を方位角駆動部 12 a に出力して方位角を補正する。

[0062] なお、回転ギアの回転角度で示される方位と、方位データで示される方位と、の差分を例えばメモリに保持しておくことにより、前述の方位角の補正を省略することもできる。

[0063] [レーダ干渉の回避に係る動作]

レーダ干渉の回避に係る動作について図 5 に示す模式図を用いて説明する。干渉回避部 37 d は、レーダ干渉を回避するため、図 5（a）に示すように、他のレーダ装置（図 5（a）ではレーダ装置 2）のレーダアンテナがレーダ装置 1 に指向する時刻において、レーダアンテナ 11 の方位と、他のレーダ装置のレーダアンテナの方位とのなす角度が予め定められた角度閾値（以下「干渉回避角度閾値」という。）以上になるよう、レーダアンテナ 11 の方位を設定するようになっている。ここで、干渉回避角度閾値は、例えば

30度である。

[0064] なお、干渉回避部37dは、図5(b)に示すように、レーダ送信信号の出力を停止する角度であるマスク角度を設定することにより、他のレーダ装置とのレーダ干渉を回避する機能を有していてもよい。

[0065] 次に、干渉回避部37dの動作例を図6に基づき説明する。図6には、レーダ装置1～3が示されている。これらのレーダ装置1～3は、説明を簡単にするため、正三角形の頂点上に設置され、各レーダアンテナの回転数、上空から見た回転方向は互いに同一であるとする。なお、図6において、北の方位を0度とし、レーダ装置1～3を上空から見て時計回りの方向の角度を正方向としている。

[0066] 図6(a)は、レーダ装置2及び3が平常時の動作を行っている状態において、新たにレーダ装置1を追加して設置する場合を示している。ある時刻において、レーダ装置2のレーダアンテナの方位は0度である。同時刻において、レーダ装置3のレーダアンテナの方位は+90度である。レーダ装置1のレーダアンテナ11は回転しておらず、任意の方向を向いている。

[0067] レーダ装置1の干渉回避部37dは、図7に示すフローチャートに従って動作する。すなわち、レーダ装置1の干渉回避部37dは、レーダ装置2からレーダ位置情報と、時刻情報に関連付けられたアンテナ方位情報と、を受信する(ステップS21)。

[0068] レーダ装置1の干渉回避部37dは、同様に、レーダ装置3からレーダ位置情報と、時刻情報に関連付けられたアンテナ方位情報と、を受信する(ステップS22)。

[0069] 以上の結果、レーダ装置1の干渉回避部37dは、現在時刻から所定時間経過後の特定の時刻に、レーダ装置2及び3の各レーダアンテナの方位を算出することができる。

[0070] レーダ装置1の干渉回避部37dは、レーダ装置2及び3から取得した各レーダ位置情報、時刻情報に関連付けられた各アンテナの方位情報に基づいて、レーダ装置2及び3の各レーダアンテナがレーダ装置1に指向する各時

刻において、レーダアンテナ 11 の方位と、レーダ装置 2 及び 3 の各レーダアンテナの方位とのなす角度が干渉回避角度閾値以上となるアンテナ方位を算出する（ステップ S 2 3）。例えば、図 6（b）に示すように、レーダ装置 2 のレーダアンテナの方位が 0 度、かつ、レーダ装置 3 のレーダアンテナの方位が + 9 0 度となる特定の時刻（この時刻を T で表す。）に、レーダ装置 1 の干渉回避部 3 7 d が、レーダ装置 1 のレーダアンテナ 11 を + 2 1 0 度と設定すれば、レーダ干渉を回避することができる。

[0071] レーダ装置 1 の干渉回避部 3 7 d は、無線通信機 4 3 を介し、レーダ装置 2 及び 3 の各レーダアンテナがそれぞれ 0 度及び + 9 0 度を向く特定の時刻 T に、レーダ装置 1 のレーダアンテナ 11 が + 2 1 0 度に指向することを示すアンテナ方位情報と、レーダ装置 1 のレーダ位置情報と、をレーダ装置 2 及び 3 に送信する（ステップ S 2 4）。

[0072] レーダ装置 2 及び 3 は、それぞれ、レーダ装置 1 のアンテナ方位情報及びレーダ位置情報を受信する（ステップ S 2 5）。その結果、レーダ装置 1 ～ 3 は、それぞれ、時刻情報に関連付けられた互いのアンテナ方位情報と、互いのレーダ位置情報と、を把握することができる。

[0073] レーダ装置 1 の干渉回避部 3 7 d は、特定の時刻 T において所定のアンテナ方位（図 6（b）に示した例では + 2 1 0 度）になるよう方位角駆動部 1 2 a を駆動する（ステップ S 2 6）。

[0074] なお、ステップ S 2 4 において、レーダ装置 1 の干渉回避部 3 7 d は、レーダ装置 2 及び 3 の少なくとも一方に干渉回避のための方位の設定の指示を出す構成としてもよい。例えば、レーダ装置 1 の干渉回避部 3 7 d は、レーダ装置 2 のレーダアンテナの方位が 0 度になる特定の時刻 T において、レーダ装置 1 のレーダアンテナ 11 を + 2 1 0 度と設定し、レーダ装置 3 のレーダアンテナが例えば + 1 2 0 度に向くようレーダ装置 3 に指示を出す構成であってもよい。

[0075] [レーダシステム 1 0 0 の動作]

次に、本実施形態におけるレーダシステム 1 0 0 の動作を図 8 及び図 9 に

示すフローチャートを中心に説明する。

[0076] 以下の説明では、レーダシステム 100 のうち、緊急時に津波を観測するレーダ装置であるレーダ装置 1 及び 2 を「津波観測用レーダ装置」、緊急時に津波の観測データを受信する装置であるレーダ装置 3 を「データ受信レーダ装置」という場合がある。

[0077] まず、津波観測用レーダ装置（レーダ装置 1 及び 2）の動作について図 8 に示したフローチャートを用いて説明する。

[0078] 送受信制御部 37 a は、気象データ収集送信モードに設定する（ステップ S 3 1）。具体的には、送受信制御部 37 a は、切替部 4 1 に端子 4 1 a を選択させる。また、送受信制御部 37 a は、駆動制御部 1 3 に対し、水平面よりも上方を指向する所定の姿勢でレーダアンテナ 1 1 を旋回させ、レーダアンテナ 1 1 が気象を観測できる状態となるよう、方位角駆動部 1 2 a 及び仰角駆動部 1 2 b にモータ駆動信号を出力させる（図 3（a）参照）。

[0079] 信号処理装置 30 は、気象のレーダ映像のデータを収集する（ステップ S 3 2）。

[0080] 具体的には、送信信号生成部 3 1 は中間周波数のレーダ送信信号を生成し、送信部 3 3 は無線周波数のレーダ送信信号をレーダアンテナ 1 1 に出力する。受信部 3 5 はレーダアンテナ 1 1 が受信した無線周波数のレーダ受信信号を中間周波数に変換し、ADC 3 6 はアナログ値のレーダ受信信号をデジタル値に変換して送受信制御部 37 a に出力する。さらに、送受信制御部 37 a はレーダ受信信号をレーダ映像のデータに変換し、受信信号記憶部 3 8 は気象のレーダ映像のデータを記憶する。

[0081] 受信信号出力部 3 9 は、受信信号記憶部 3 8 からレーダ映像のデータを読み出してネットワーク通信部 4 0 に出力する。

[0082] ネットワーク通信部 4 0 は、例えばローカルエリアネットワークを介し、レーダ映像のデータをモニタ装置 4 5 に送信する（ステップ S 3 3）。

[0083] 地震検知部 3 7 b は、GPS 受信機 4 2 が取得したレーダ装置 1 の位置情報に基づいて、地震が発生したか否かを判断する（ステップ S 3 4）。

- [0084] ステップS 3 4において、地震検知部 3 7 bは、地震が発生したと判断しなかったときはステップS 3 2に戻り、地震が発生したと判断したときは、送受信制御部 3 7 aは緊急時の津波データ収集モードに設定する（ステップS 3 5）。
- [0085] 具体的には、送受信制御部 3 7 aは、駆動制御部 1 3に対し、海洋の予め定められた海面にレーダアンテナ 1 1を向かせ、地震により発生した津波が観測できる状態となるよう仰角駆動部 1 2 bにモータ駆動信号を出力させる（図 3（b）参照）。
- [0086] 信号処理装置 3 0は、津波のレーダ映像のデータを収集する（ステップS 3 6）。
- [0087] 送信信号生成部 3 1は中間周波数のレーダ送信信号を生成し、送信部 3 3は無線周波数のレーダ送信信号をレーダアンテナ 1 1に出力する。受信部 3 5はレーダアンテナ 1 1が受信した無線周波数のレーダ受信信号を中間周波数に変換し、ADC 3 6はアナログ値のレーダ受信信号をデジタル値に変換して送受信制御部 3 7 aに出力する。送受信制御部 3 7 aはレーダ受信信号を映像データに変換し、受信信号記憶部 3 8は映像データに変換された津波のレーダ映像のデータを記憶する。
- [0088] 送受信制御部 3 7 aは、緊急時の津波データ送信モードに設定する（ステップS 3 7）。すなわち、送受信制御部 3 7 aは、切替部 4 1に端子 4 1 bを選択させる。また、送受信制御部 3 7 aは、駆動制御部 1 3に対して、レーダ 3のレーダ位置情報に基づき、レーダアンテナ 1 1をデータ受信レーダ装置（レーダ装置 3）のレーダアンテナと正対させるよう方位角駆動部 1 2 a及び仰角駆動部 1 2 bを制御させる。なお、送受信制御部 3 7 aは、緊急時にレーダ装置 3のレーダアンテナをレーダ装置 1の方向に指向させるよう、レーダ装置 1又はレーダ装置 3の設置時に、無線通信機 4 3を介してその旨をレーダ装置 3に通知しておく。
- [0089] 送受信制御部 3 7 aは、受信信号出力部 3 9に制御信号を出力し、受信信号記憶部 3 8からレーダ映像のデータを読み出させる（ステップS 3 8）。

- [0090] 送受信制御部 37 a は、送信信号生成部 31 に制御信号を出力し、送信信号生成部 31 にレーダ映像のデータを取り込ませて送信信号を生成させる。この送信信号は、送信部 33 によって無線周波数の信号に変換され、レーダアンテナ 11 から送信されることによって、レーダ通信により津波のレーダ映像のデータがデータ受信レーダ装置（レーダ装置 3）に送信される（ステップ S 39）。
- [0091] 次に、データ受信レーダ装置（レーダ装置 3）の動作について図 9 に示したフローチャートを用いて説明する。なお、図 8 に示したステップと同様なステップには同一の符号を付して詳細な説明を省略する。
- [0092] ステップ S 34 において、地震検知部 37 b が、地震が発生したと判断したときは、データ受信レーダ装置（レーダ装置 3）の送受信制御部 37 a は緊急時に津波の観測データを津波観測用レーダ装置（レーダ装置 1 及び 2）から受信するモードである津波観測データ受信モードに設定する（ステップ S 41）。
- [0093] データ受信レーダ装置（レーダ装置 3）のレーダアンテナは、津波観測用レーダ装置（レーダ装置 1 及び 2）から交互に、レーダ通信により津波のレーダ映像のデータを受信する（ステップ S 42）。
- [0094] データ受信レーダ装置（レーダ装置 3）のネットワーク通信部 40 は、例えばローカルエリアネットワークを介し、モニタ装置 45 に、受信信号出力部 39 が読み出したレーダ映像のデータをモニタ装置 45 に送信する（ステップ S 43）。その結果、自治体等では、津波のレーダ映像のデータを解析して、沿岸から津波までの距離、津波の速度、津波の高さ等を把握することができる。
- [0095] 次に、レーダ通信により津波のレーダ映像のデータをレーダ装置 1 及び 2（津波観測用レーダ装置）からレーダ装置 3（データ受信レーダ装置）に送信する形態について、図 10 及び図 11 を用いて説明する。
- [0096] 図 10（a）は、レーダ装置 1 及び 3 が静止し、レーダ装置 1 のレーダアンテナ 11 とレーダ装置 3 のレーダアンテナとが正対している状態を示して

いる。この状態で、レーダ装置 1 が、収集した津波のレーダ映像のデータをレーダ装置 3 にレーダ通信により送信している。これと並行して、レーダ装置 2 は、レーダアンテナを海面に向けた状態でレーダアンテナを旋回させて津波のレーダ映像のデータを収集している。

[0097] 図 10 (b) は、レーダ装置 2 及び 3 が静止し、レーダ装置 2 のレーダアンテナとレーダ装置 3 のレーダアンテナとが正対している状態を示している。この状態で、レーダ装置 2 が、収集した津波のレーダ映像のデータをレーダ装置 3 にレーダ送信により送信している。これと並行して、レーダ装置 1 は、レーダアンテナを海面に向けた状態でレーダアンテナを旋回させて津波のレーダ映像のデータを収集している。

[0098] 図 11 は、レーダ装置 1 及び 2 が、予め定められた観測範囲（例えば 120 度の広がり範囲）においてレーダアンテナを首振り動作させて津波のレーダ映像のデータを収集する形態を示している。レーダ装置 1 が津波のレーダ映像のデータを収集するのと並行して、レーダ装置 2 は、収集した津波のレーダ映像のデータをレーダ装置 3 にレーダ送信により送信している。

[0099] 図 10 及び図 11 に示したように、レーダシステム 100 は、レーダ装置 1 及び 2 が、津波のレーダ映像のデータを予め定められた順序で交互に収集してレーダ装置 3 にレーダ通信により交互に送信することにより、津波のレーダ映像のデータを途切れることなく確実に自治体等に送信することができる。また、レーダシステム 100 は、レーダ装置 1 及び 2 のいずれか一方に不具合が生じて他方のレーダ装置により津波のレーダ映像のデータを確実に自治体等に送信することができる。

[0100] なお、図 10 及び図 11 では、レーダシステム 100 が、2 つのレーダ装置 1 及び 2 により津波のレーダ映像のデータを交互に収集して送信する構成としたが、3 つ以上のレーダ装置により津波のレーダ映像のデータを予め定められた順序で収集する構成としてもよい。この場合、3 つ以上のレーダ装置のうちの 1 つのレーダ装置が津波のレーダ映像のデータをレーダ通信により自治体等に送信するのと並行して、3 つ以上のレーダ装置の残りのレーダ

装置はそれぞれのレーダアンテナを海洋に向けて津波のレーダ映像のデータを収集する。また、この場合、レーダシステム１００は、３つ以上のレーダ装置間において、各レーダ装置が有する干渉回避部によりレーダ干渉を回避することができる。

[0101] 以上のように、本実施形態におけるレーダシステム１００は、送信部３３が、レーダ通信により津波のレーダ映像のデータを自治体等に送信する構成としたので、地震発生時に生じる通信回線の輻輳や通信回線の途絶とは無関係に、津波のレーダ映像のデータを自治体等に確実に送信できる。

[0102] また、本実施形態におけるレーダシステム１００は、複数のレーダ装置１及び２が、それぞれ、津波のレーダ映像のデータを収集するので、複数のレーダ装置１及び２のうちの１つに不具合が生じても他のレーダ装置で津波のレーダ映像のデータを自治体等に確実に送信することができる。

[0103] したがって、本実施形態におけるレーダシステム１００は、地震により発生した津波のレーダ映像のデータを確実に送信することができる。

[0104] なお、前述の実施形態において、送信先のレーダ装置を１つ（レーダ装置３）で説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、送信先のレーダ装置が複数ある場合でも適用可能である。

[0105] 次に、本実施形態におけるレーダシステム１００の他の態様について３つの例を挙げて説明する。なお、前述のレーダ装置１と同様な構成には同一の符号を付し、その説明を省略する。

[0106] [第１の他の態様]

図１２は、第１の他の態様におけるレーダ装置４を示している。レーダ装置４は、信号処理装置５０を備えている。信号処理装置５０は、地震検知部５１ａを有する送受信制御装置５１と、振動を検知する振動センサ５２と、を備えている。地震検知部５１ａは、振動センサ５２によって検出される振動の振幅が予め定められた閾値を超えたことを条件に地震を検知するようになっている。この構成により、レーダ装置４は、簡易で容易に地震を検知することができる。

[0107] [第2の他の態様]

図13は、第2の他の態様におけるレーダ装置5を示している。レーダ装置5は、信号処理装置60を備えている。信号処理装置60は、QZSSシステム(QuasiZenith Satellite System: 準天頂衛星システム)において「L1-SAF信号」と呼ばれる信号と、時刻情報及び位置情報を含む信号と、を受信するQZSS-GPS受信機61と、送受信制御装置62と、を備えている。QZSS-GPS受信機61は、GPSアンテナ61aに接続されている。ここで、QZSS-GPS受信機61は、本発明に係る現在時刻情報取得手段、位置情報取得手段、地震情報取得手段を構成する。なお、QZSS-GPS受信機61に代えて、地震情報を取得する他の手段を用いる構成としてもよい。

[0108] L1-SAF信号は、宇宙航空研究開発機構発行の「準天頂衛星システムユーザインタフェース仕様書(IS-QZSS)」において仕様が定義されており、災害等の情報を含んでいる。すなわち、L1-SAF信号は、地震情報を含んでいる。

[0109] 送受信制御装置62は、地震検知部62aを有する。地震検知部62aは、L1-SAF信号に含まれる地震情報に基づいて地震を検知するようになっている。この構成により、レーダ装置5は、地震を容易に検知することができる。

[0110] [第3の他の態様]

図14は、第3の他の態様におけるレーダ装置6を示している。レーダ装置6は、アンテナ装置70、信号処理装置80を備えている。

[0111] アンテナ装置70は、レーダアンテナ71を備えている。レーダアンテナ71には、2つのGPSアンテナ71a及び71bが設けられている。

[0112] 信号処理装置80は、GPSアンテナ71aに接続されたGPS受信機81と、GPSアンテナ71bに接続されたGPS受信機82と、送受信制御部83aを有する送受信制御装置83と、を備えている。ここで、GPS受信機81及び82は、本発明に係る現在時刻情報取得手段、位置情報取得手

段を構成する。

[0113] 送受信制御部 83 a は、GPS 受信機 81 及び 82 のそれぞれから、時刻情報及び位置情報を取得するようになっている。

[0114] 図 15 は、レーダアンテナ 71 を上方から見た図である。ここで、レーダアンテナ 71 は、電波の放射面 71 c を有する平面アンテナであり、中心軸 71 d を回転中心としている。GPS アンテナ 71 a はレーダアンテナ 71 の一端に、GPS アンテナ 71 b はレーダアンテナ 71 の他端に設けられている。図示のように、2つのGPS アンテナ 71 a と 71 b とを結んだ方位と、レーダアンテナ 71 の方位とが互いに直交している。

[0115] 前述の構成により、送受信制御部 83 a は、レーダアンテナ 71 の方位を求めることができる。すなわち、図 15 において、送受信制御部 83 a は、2つのGPS アンテナ 71 a と 71 b とを結んだ方位と北の方位とから角度 θ を求めることにより、レーダアンテナ 71 の方位を算出することができる。

産業上の利用可能性

[0116] 以上のように、本発明に係るレーダシステムは、地震により発生した津波のレーダ映像のデータを確実に送信することができるという効果を有し、地震により発生した津波のレーダ映像のデータを送信するレーダシステムとして有用である。

符号の説明

- [0117] 1～6 レーダ装置
10、70 アンテナ装置
11、71 レーダアンテナ
11a 方位センサ（方位検知手段）
12 駆動部（アンテナ駆動手段）
12a 方位角駆動部
12b 仰角駆動部
13 駆動制御部（アンテナ駆動手段）

- 30、50、60、80 信号処理装置
- 31 送信信号生成部
- 33 送信部（データ送信手段）
- 35 受信部
- 37、51、62、83 送受信制御装置
- 37a、83a 送受信制御部（モード切替手段、アンテナ駆動手段）
- 37b、51a、62a 地震検知部（地震検知手段）
- 37c 方位角補正部
- 37d 干渉回避部（レーダアンテナ方位制御手段、マスク角度設定手段）
- 38 受信信号記憶部（データ記憶手段）
- 39 受信信号出力部
- 40 ネットワーク通信部
- 42、81、82 GPS受信機（現在時刻情報取得手段、位置情報取得手段）
- 52 振動センサ
- 61 QZSS-GPS受信機（現在時刻情報取得手段、位置情報取得手段、地震情報取得手段）
- 100 レーダシステム

請求の範囲

[請求項1]

複数のレーダ装置を備え、前記複数のレーダ装置のうち所定の送信元に設置された複数のレーダ装置が所定の送信先に設置されたレーダ装置に津波のレーダ映像のデータを送信するレーダシステムであって、

前記送信元の各レーダ装置は、

レーダ送信信号を送信して物体で反射されたレーダ送信信号をレーダ受信信号として受信するレーダアンテナと、

前記レーダアンテナを駆動するアンテナ駆動手段と、

前記レーダアンテナが送受する信号を処理する信号処理装置と、

地震を検知する地震検知手段と、

を備え、

前記アンテナ駆動手段は、前記地震検知手段が地震を検知したことを条件に前記レーダアンテナが海洋に向くよう駆動制御するものであり、

前記信号処理装置は、

前記レーダアンテナが前記海洋に向いて収集した前記津波のレーダ映像のデータを記憶するデータ記憶手段と、

前記レーダアンテナと前記送信先のレーダ装置が有するレーダアンテナとを介したレーダ通信により、前記データ記憶手段が記憶した前記津波のレーダ映像のデータを前記送信先に送信するデータ送信手段と、

を備えたことを特徴とするレーダシステム。

[請求項2]

前記送信元の複数のレーダ装置のうちの1つのレーダ装置が前記津波のレーダ映像のデータを前記レーダ通信により前記送信先に送信するのと並行して、前記送信元の複数のレーダ装置の残りのレーダ装置はそれぞれの前記レーダアンテナを前記海洋に向けて前記津波のレーダ映像のデータを収集するものであることを特徴とする請求項1に記

載のレーダシステム。

[請求項3] 前記送信元の各レーダ装置は、前記地震検知手段が前記地震を検知する前において気象のレーダ映像のデータを収集して送信する気象データ収集送信モードに設定し、前記地震検知手段が地震を検知した後において前記津波のレーダ映像のデータを収集する津波データ収集モード及び前記津波のレーダ映像のデータを送信する津波データ送信モードに切り替えるモード切替手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1又は請求項2に記載のレーダシステム。

[請求項4] 前記各レーダ装置は、
現在時刻情報を取得する現在時刻情報取得手段と、
前記レーダアンテナの方位を検知する方位検知手段と、
をさらに備え、
前記アンテナ駆動手段は、前記現在時刻情報及び前記レーダアンテナの方位に基づいて、前記レーダアンテナを特定の時刻に特定の方位に指向させるものであることを特徴とする請求項1から請求項3までのいずれか1項に記載のレーダシステム。

[請求項5] 前記各レーダ装置は、所定のレーダ装置のレーダアンテナが自装置に指向する時刻において、前記自装置のレーダアンテナの方位と、前記所定のレーダ装置のレーダアンテナの方位とのなす角度が予め定められた角度閾値以上となるよう前記自装置のレーダアンテナの方位を制御するレーダアンテナ方位制御手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1から請求項4までのいずれか1項に記載のレーダシステム。

[請求項6] 前記各レーダ装置は、前記レーダアンテナからのレーダ送信信号の出力を停止する方位角度であるマスク角度を設定するマスク角度設定手段をさらに備えたことを特徴とする請求項1から請求項5までのいずれか1項に記載のレーダシステム。

[請求項7] 前記送信元の各レーダ装置は、自装置の位置情報を取得する位置情

報取得手段をさらに備え、

前記地震検知手段は、前記自装置の位置が予め定められた閾値以上に変動したことを条件に前記地震を検知するものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載のレーダシステム。

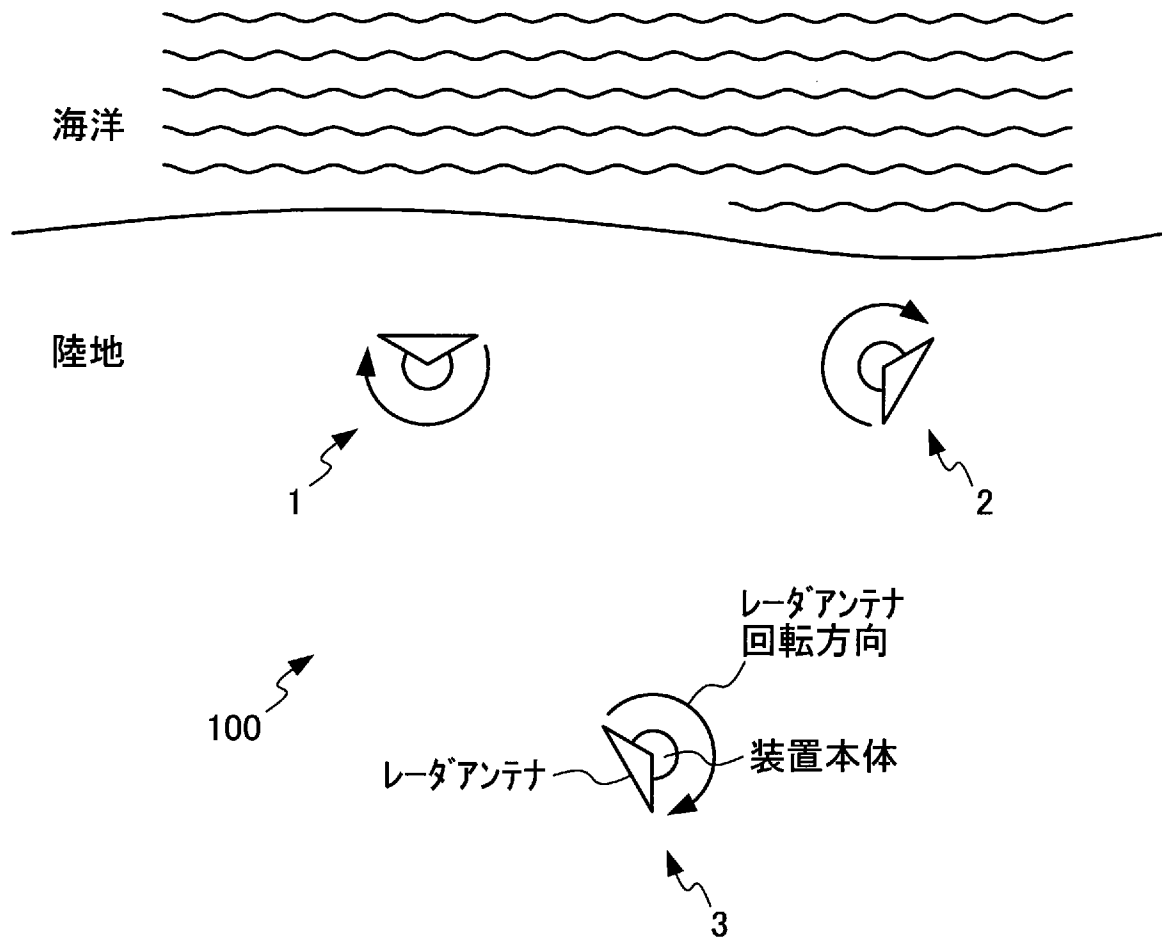
[請求項 8] 前記送信元の各レーダ装置は、振動を検出する振動センサをさらに備え、

前記地震検知手段は、前記振動センサによって検出される振動の振幅が予め定められた閾値を超えたことを条件に前記地震を検知するものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載のレーダシステム。

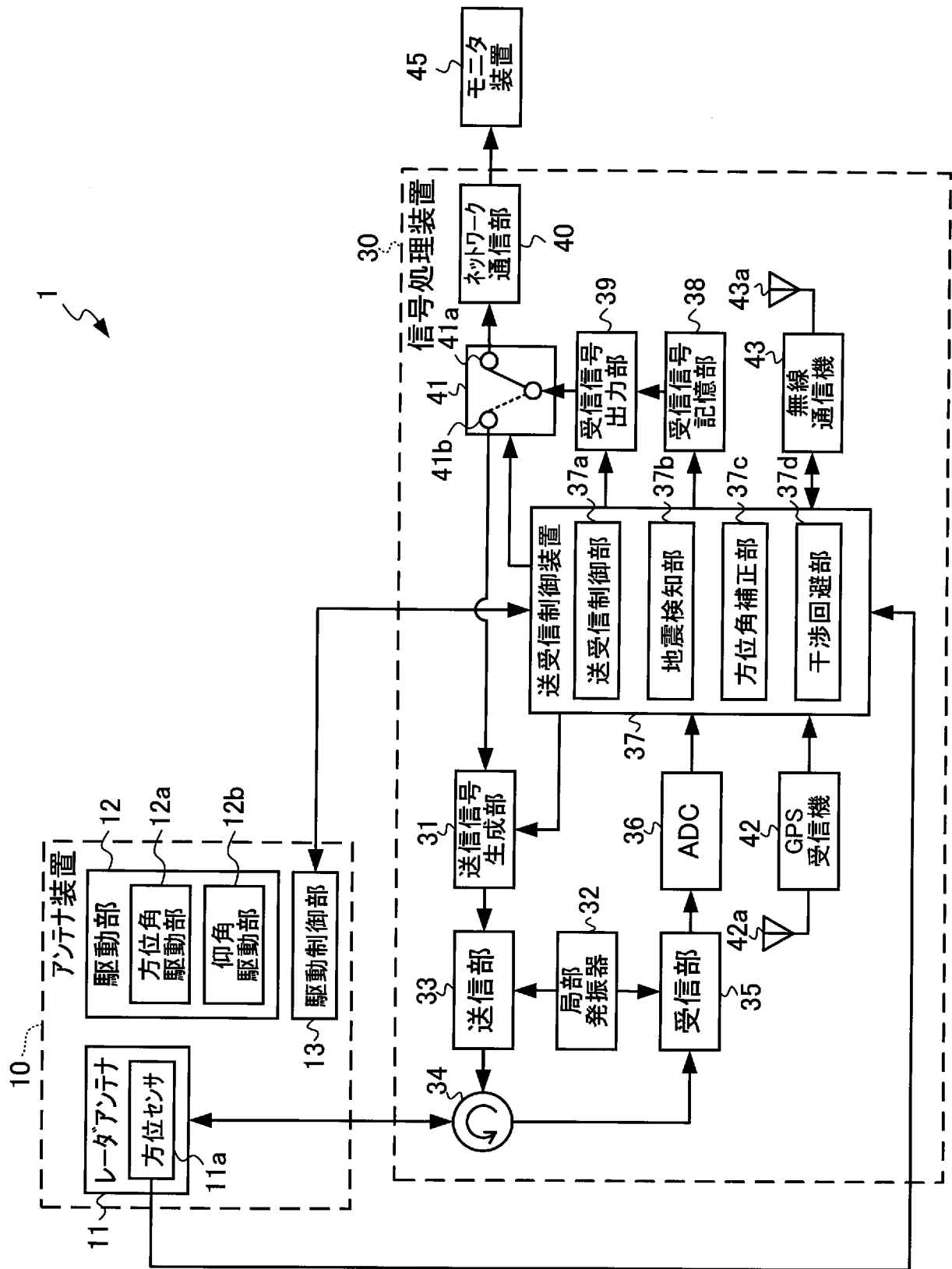
[請求項 9] 前記送信元の各レーダ装置は、地震情報を取得する地震情報取得手段をさらに備え、

前記地震検知手段は、前記地震情報に基づいて前記地震を検知するものであることを特徴とする請求項 1 から請求項 6 までのいずれか 1 項に記載のレーダシステム。

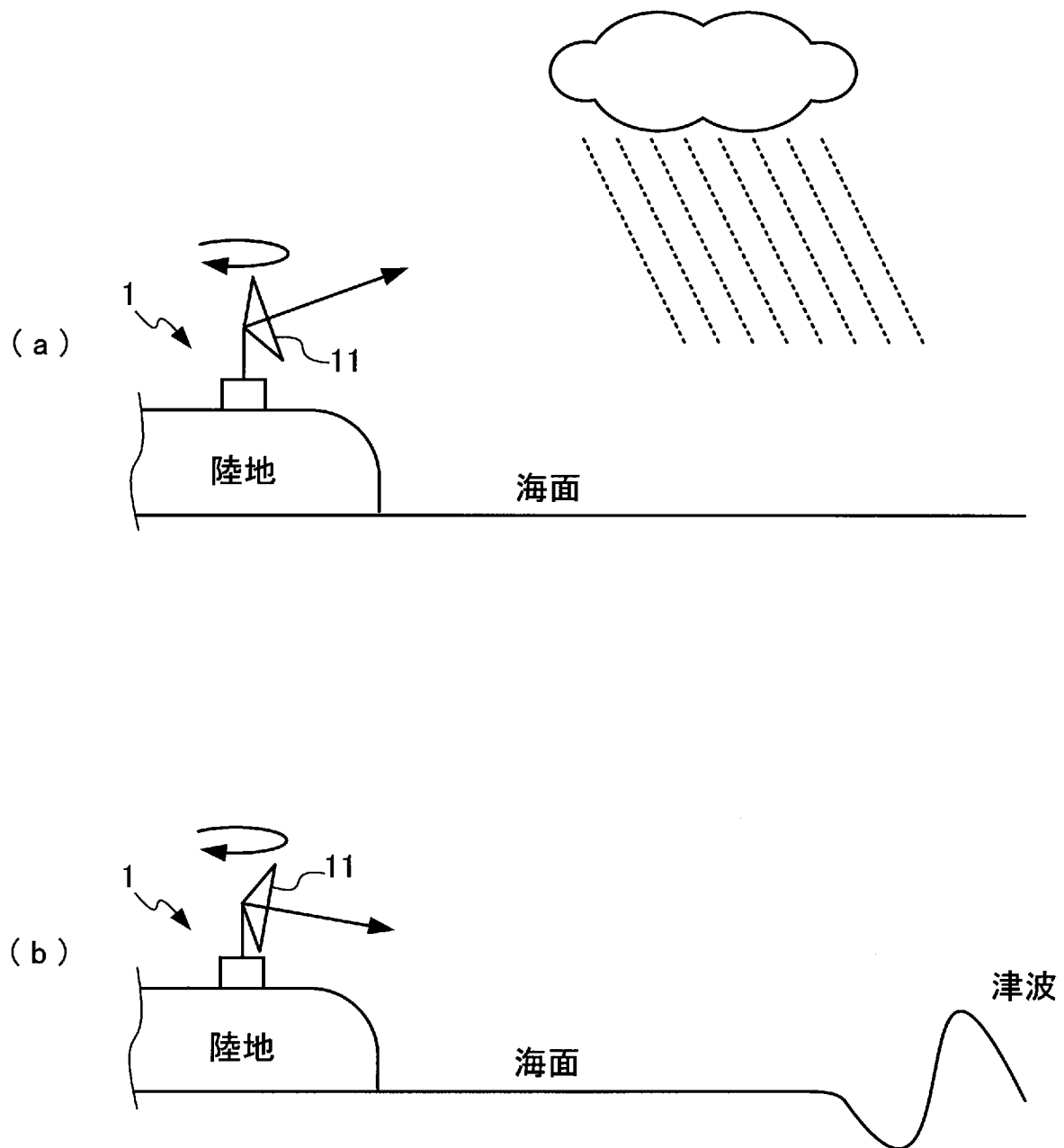
[図1]



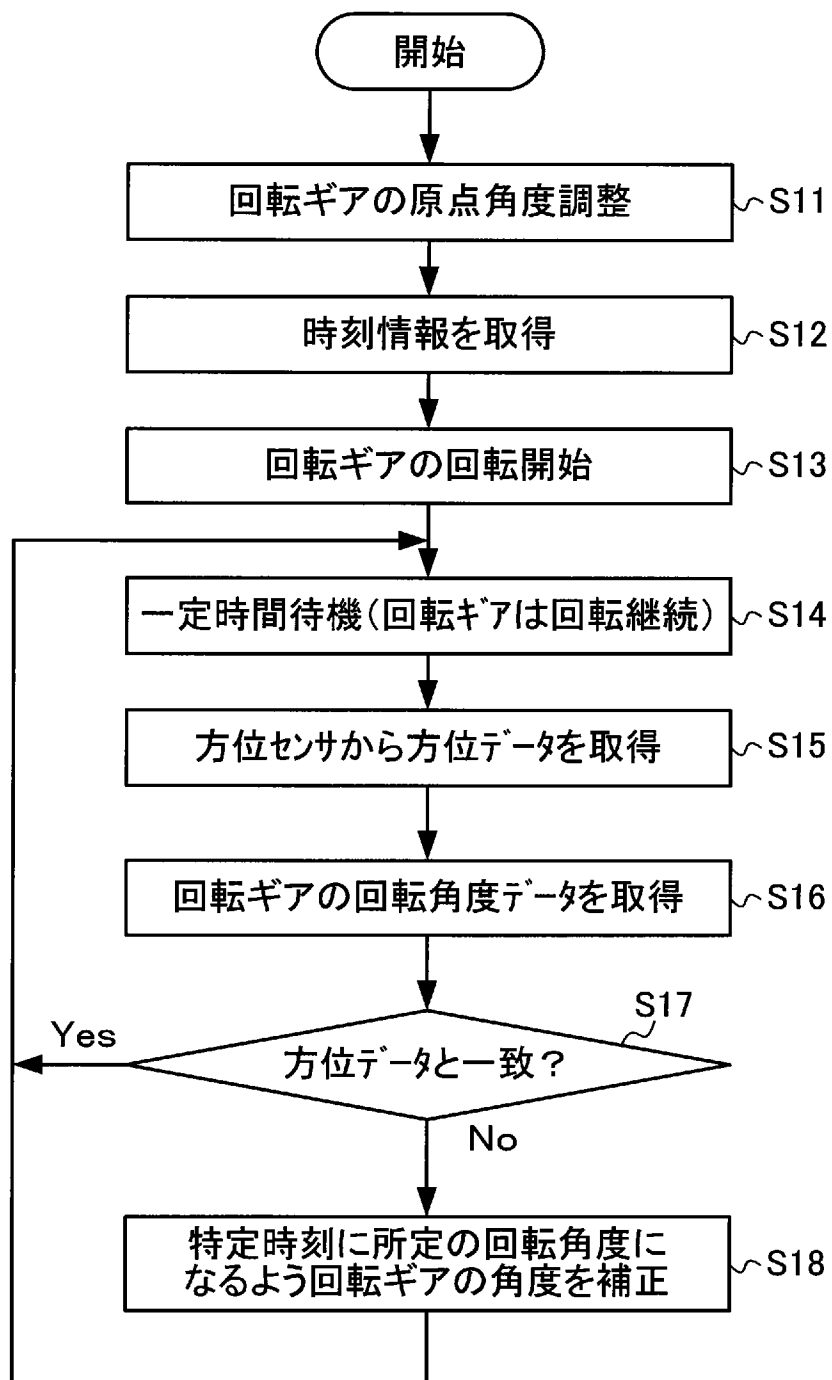
[図2]



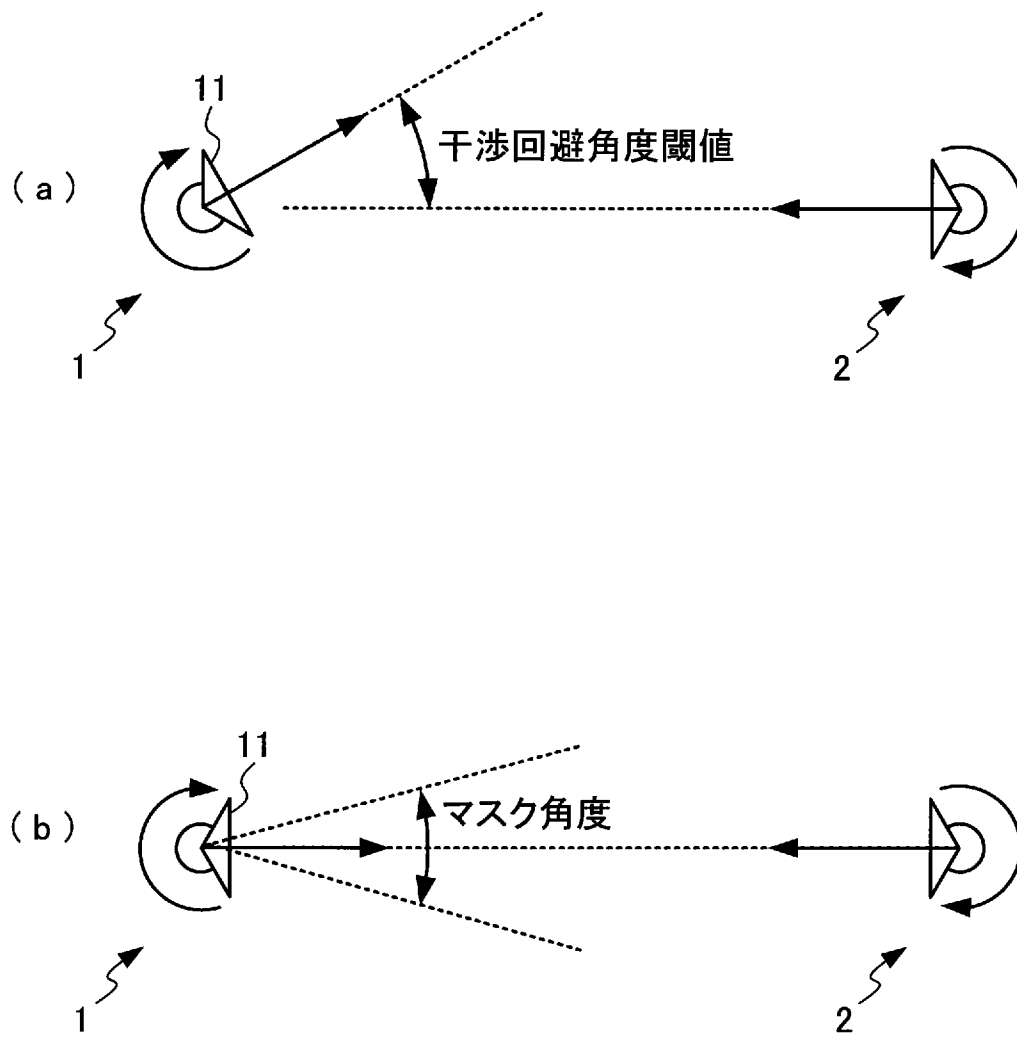
[図3]



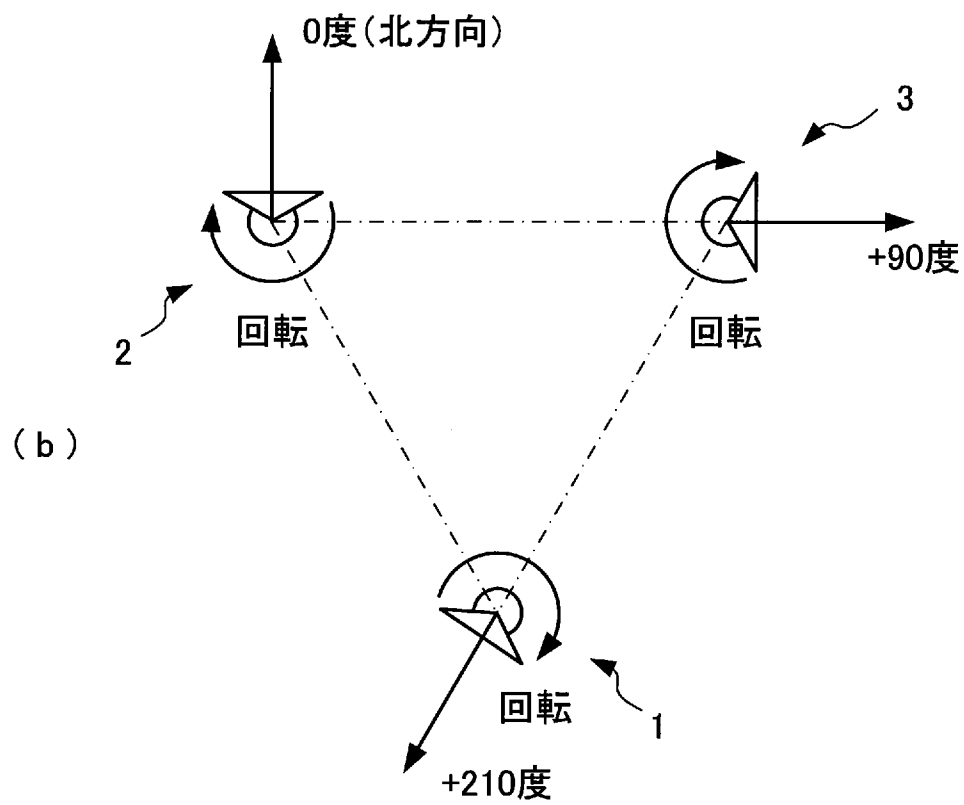
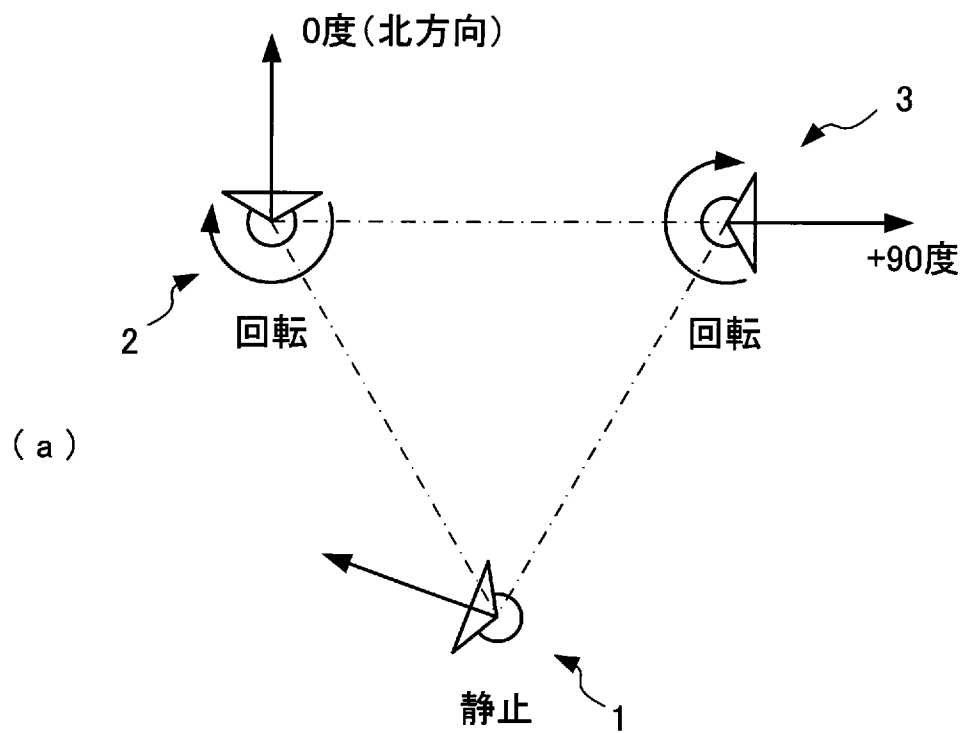
[図4]



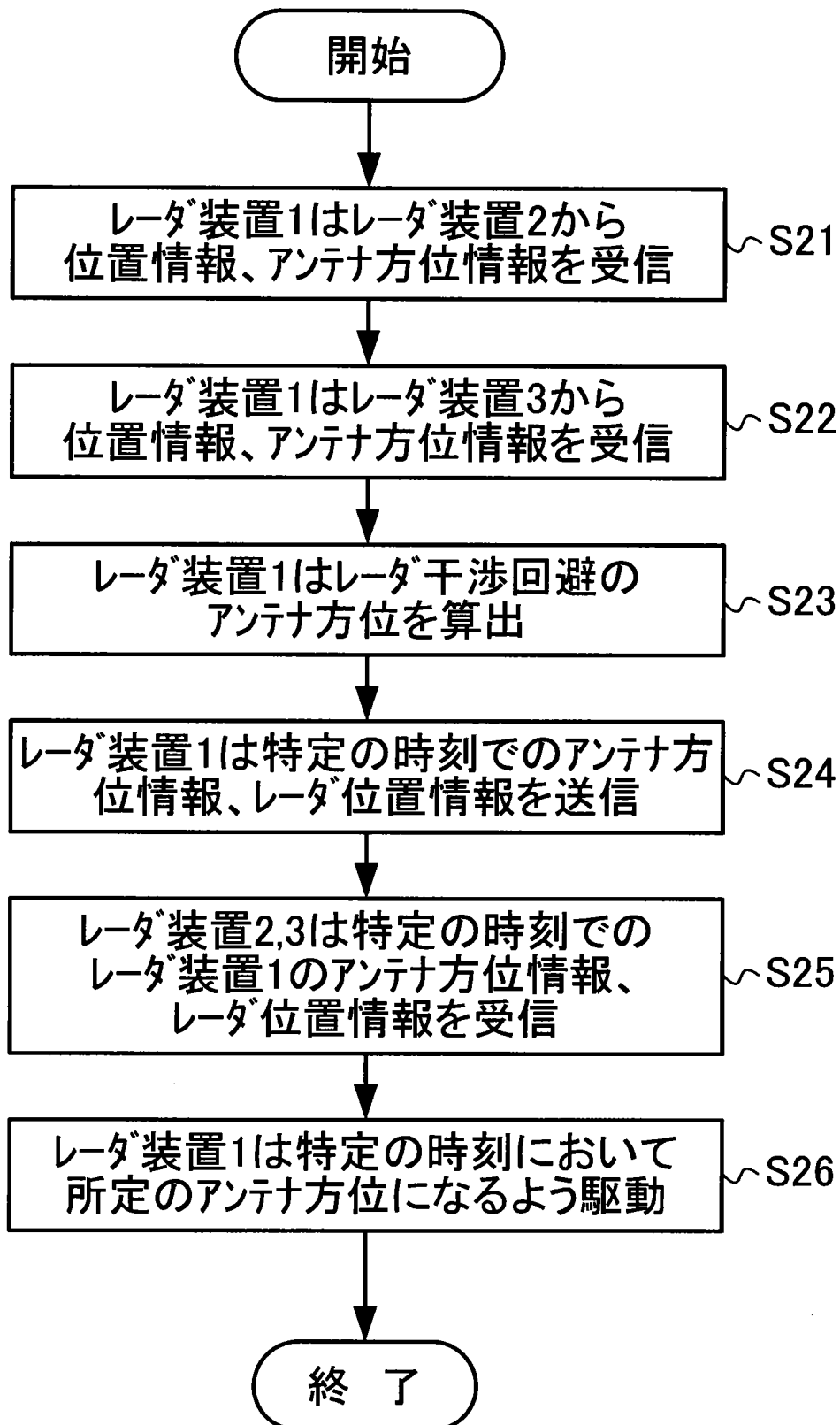
[図5]



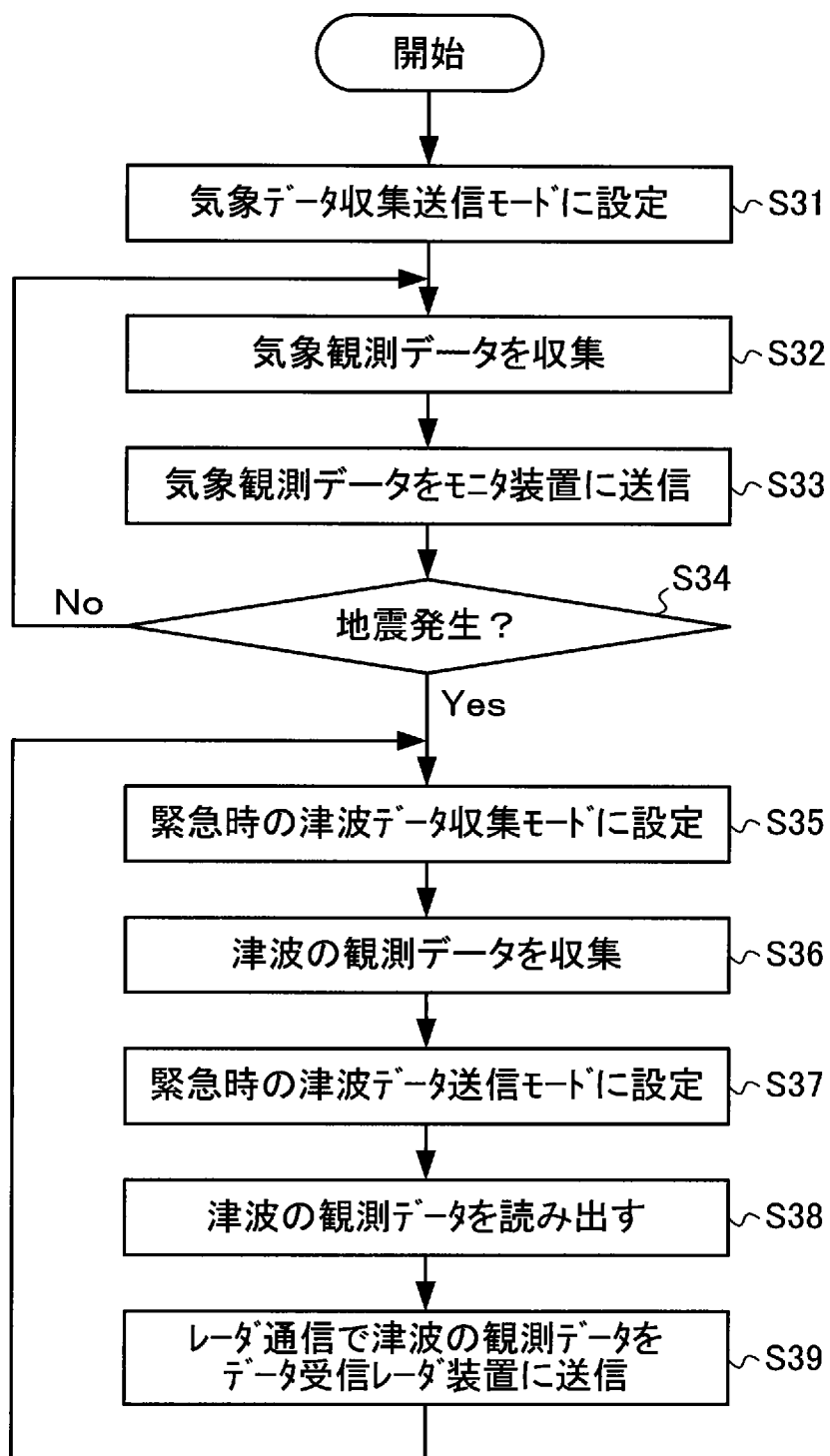
[図6]



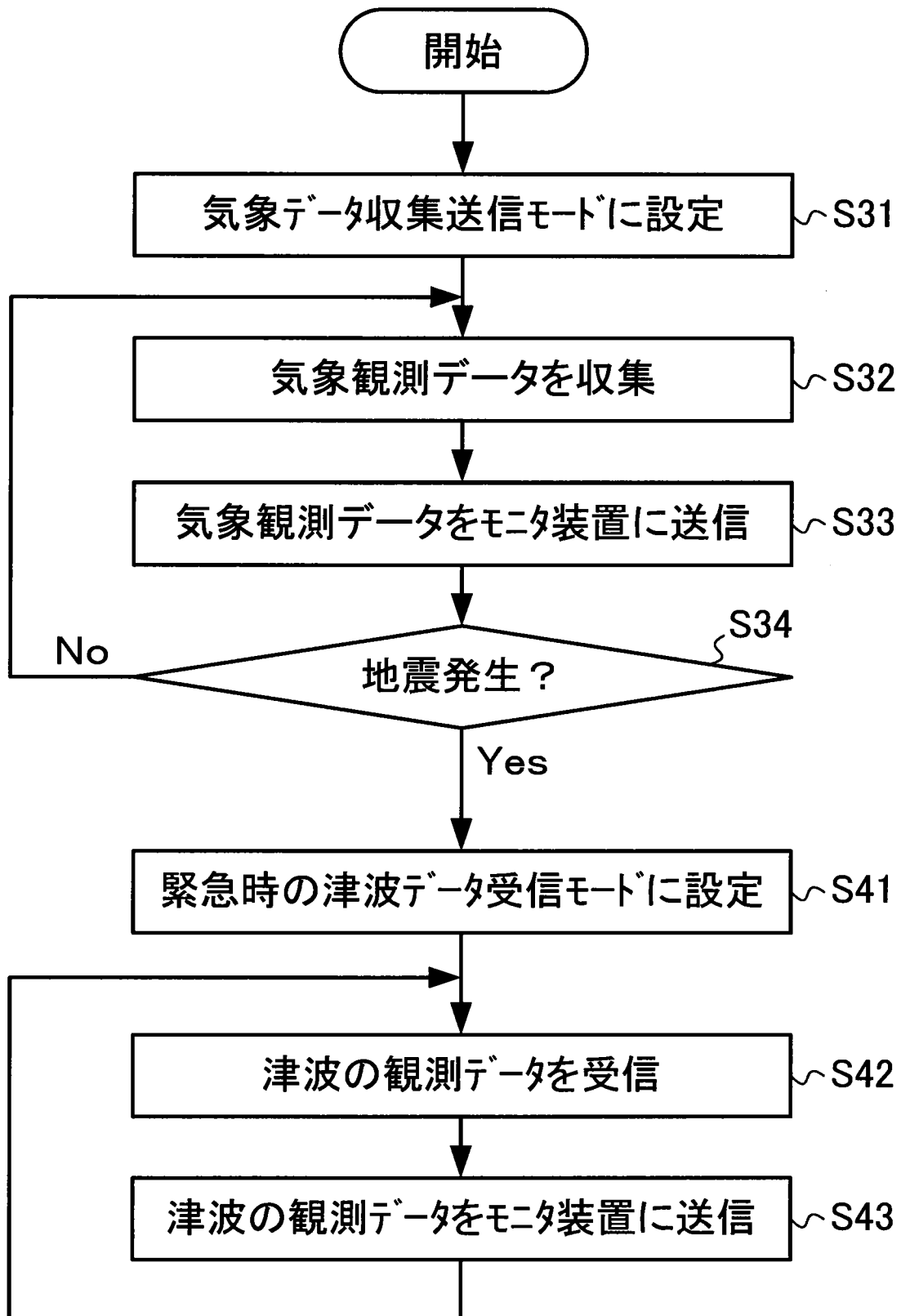
[図7]



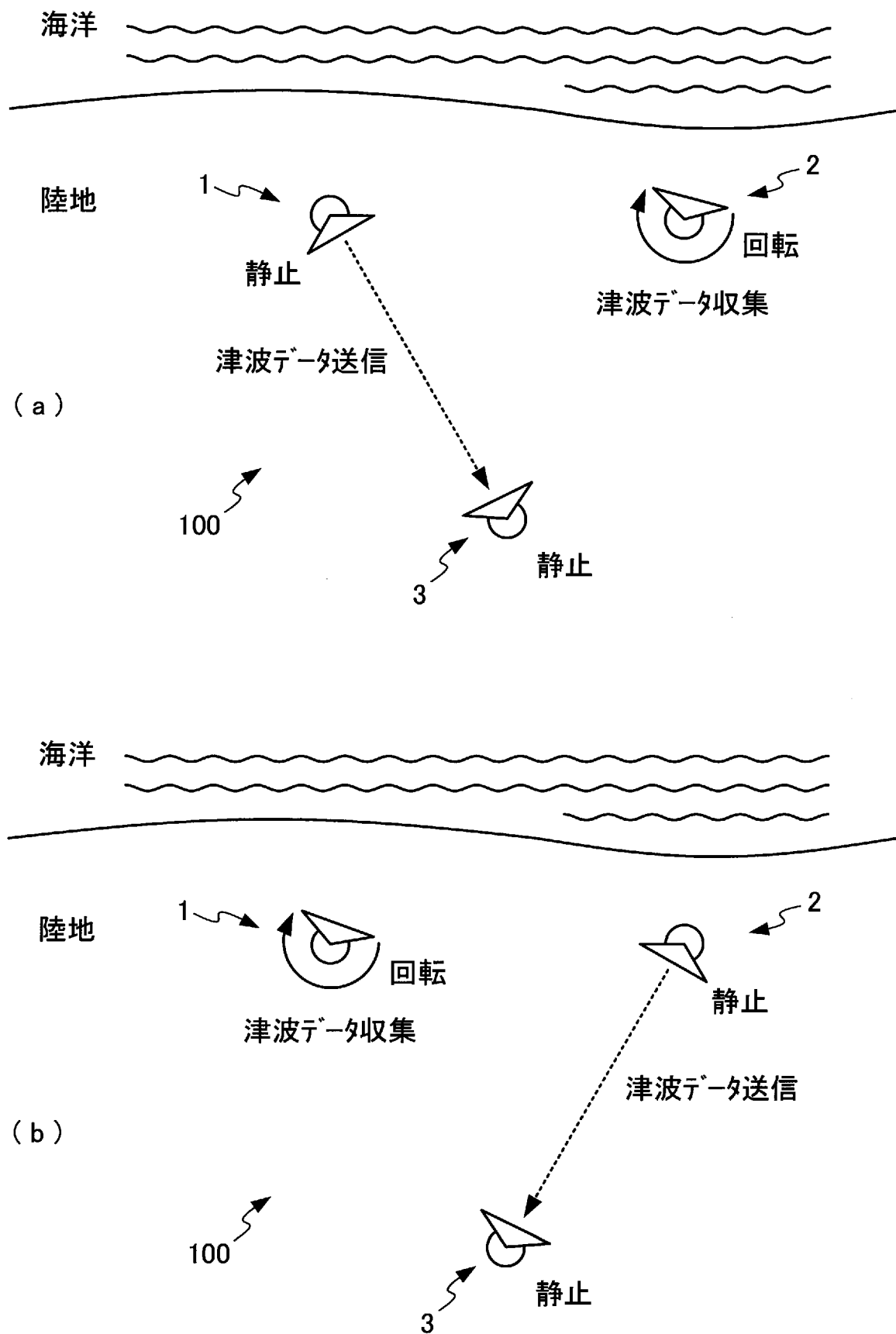
[図8]



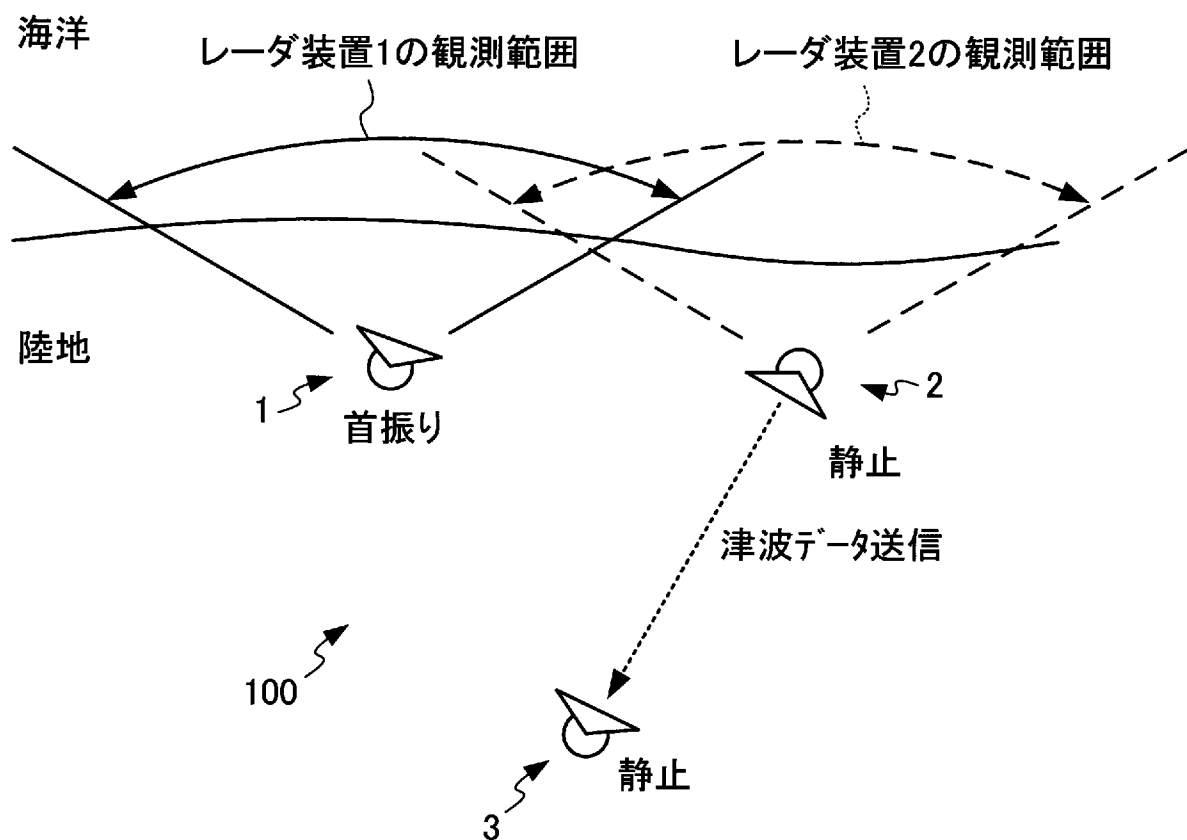
[図9]



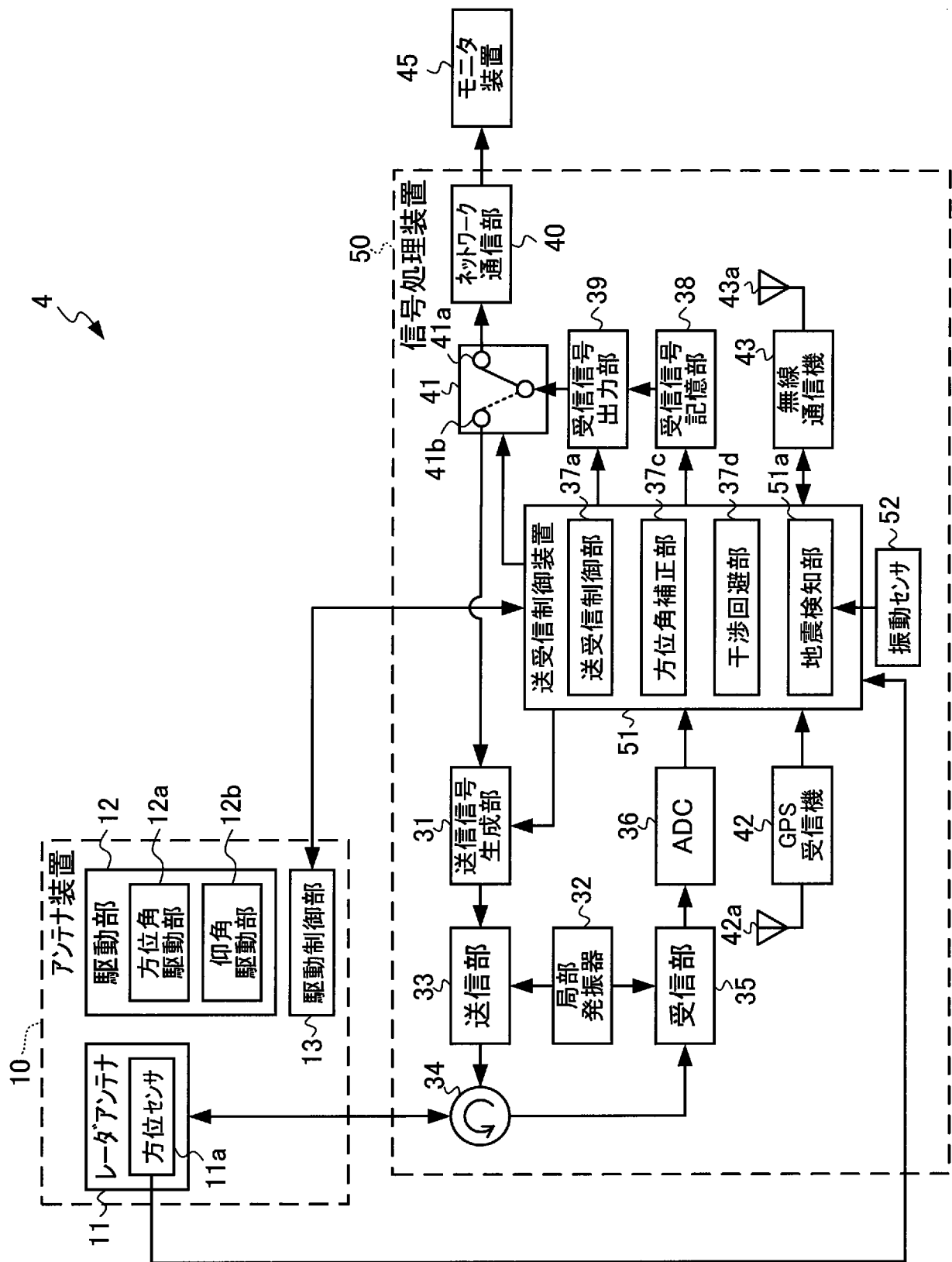
[図10]



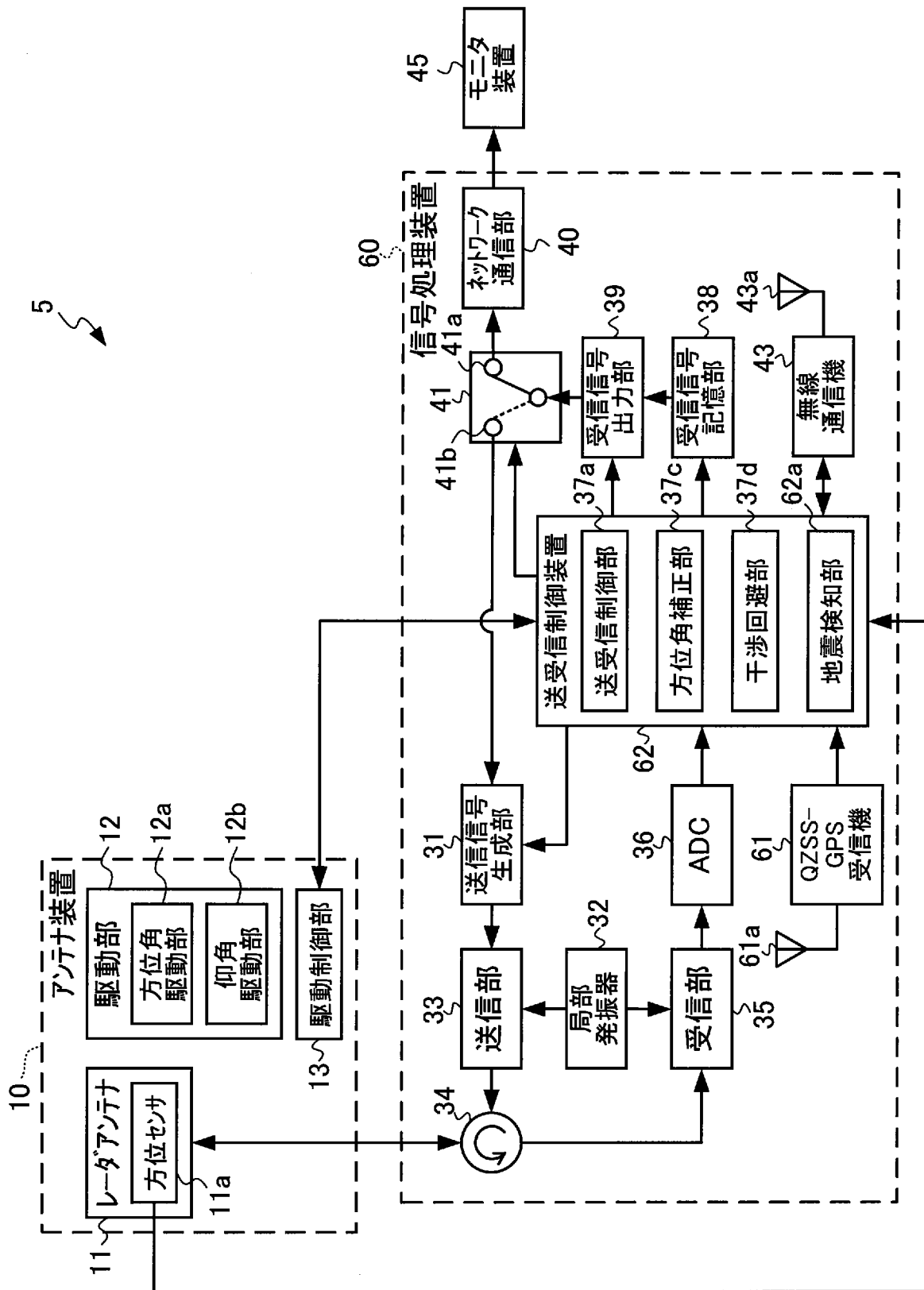
[図11]



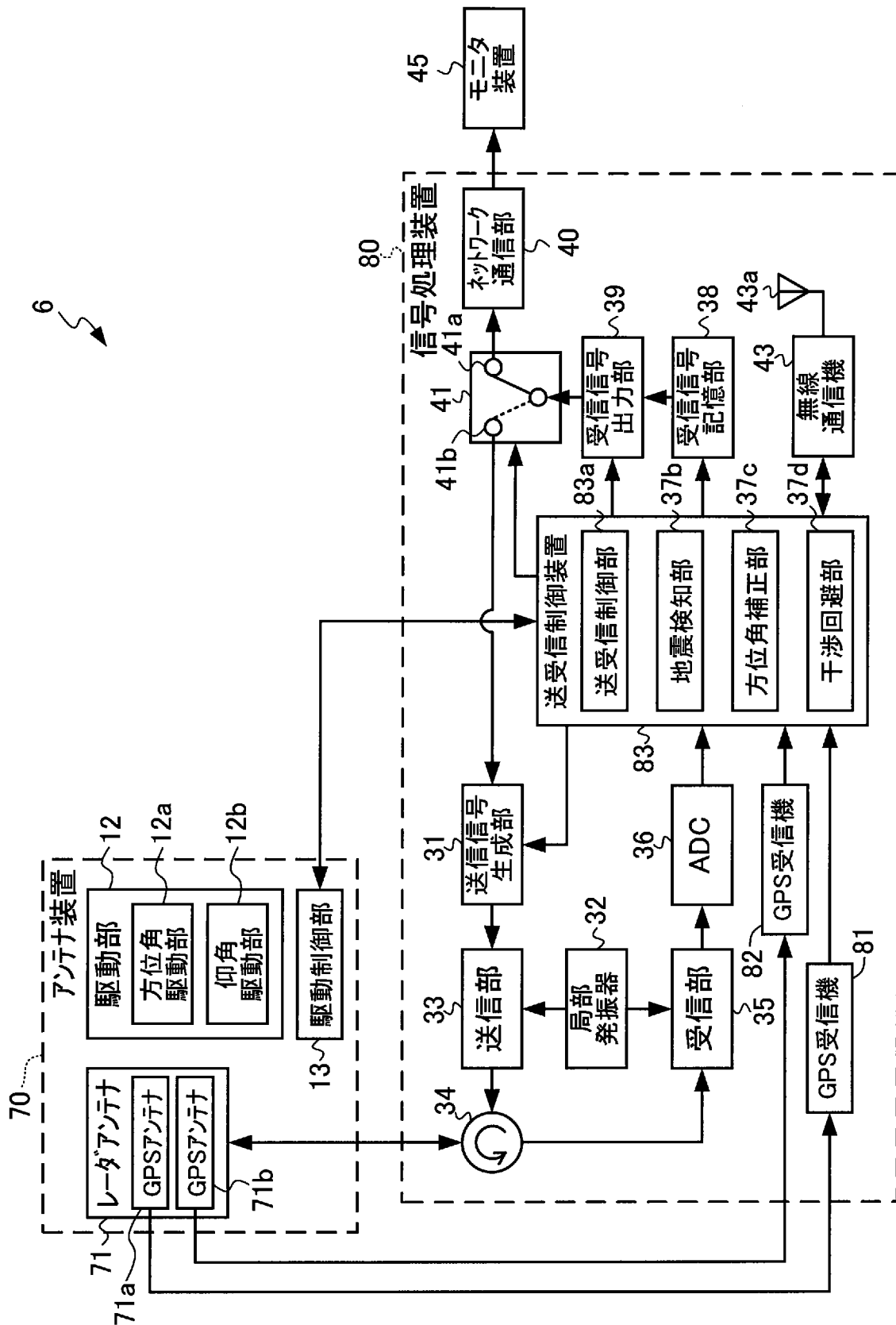
[図12]



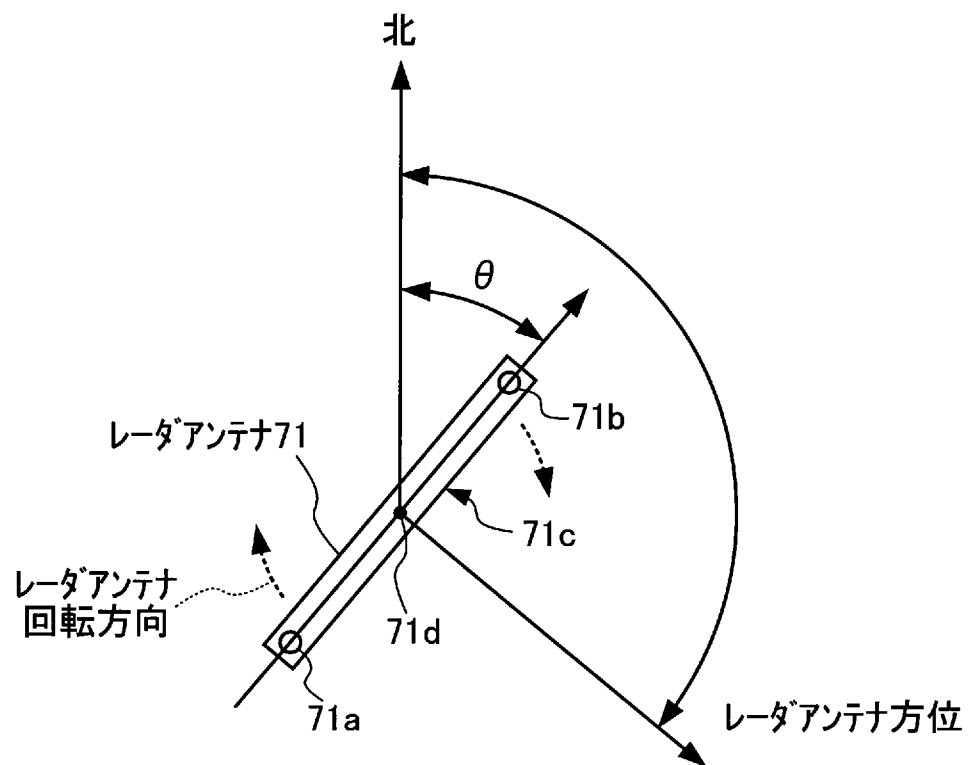
[図13]



[図14]



[図15]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079825

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S13/88(2006.01)i, G01S13/95(2006.01)i, G01V1/00(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S13/88, G01S13/95, G01V1/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2013	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2013

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-229424 A (Mitsubishi Electric Corp.), 08 October 2009 (08.10.2009), paragraphs [0009] to [0013]; fig. 1, 2 (Family: none)	1, 9 2-8
Y	JP 2002-267743 A (Mitsubishi Electric Corp.), 18 September 2002 (18.09.2002), paragraphs [0037] to [0039]; fig. 8 (Family: none)	1, 9
A	JP 2004-267620 A (Toshiba Corp.), 30 September 2004 (30.09.2004), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
06 December, 2013 (06.12.13)

Date of mailing of the international search report
17 December, 2013 (17.12.13)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/079825

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 6-265631 A (NEC Corp.), 22 September 1994 (22.09.1994), entire text; all drawings (Family: none)	1-9
P,A	JP 2013-020601 A (Kabushiki Kaisha Fujinawa Jishin Kenkyusho, Toyo Automation Co., Ltd.), 31 January 2013 (31.01.2013), entire text; all drawings (Family: none)	1-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S13/88(2006.01)i, G01S13/95(2006.01)i, G01V1/00(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. G01S13/88, G01S13/95, G01V1/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 3 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 3 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 3 年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y A	JP 2009-229424 A（三菱電機株式会社）2009.10.08, 段落【0009】－【0013】, 図1, 2（ファミリーなし）	1, 9 2-8
Y	JP 2002-267743 A（三菱電機株式会社）2002.09.18, 段落【0037】－【0039】, 図8（ファミリーなし）	1, 9
A	JP 2004-267620 A（株式会社東芝）2004.09.30, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-9

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 6 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査報告の発送日

1 7 . 1 2 . 2 0 1 3

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

櫻井 健太

2 S

3 3 0 7

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 2 5 8

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 6-265631 A (日本電気株式会社) 1994. 09. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9
PA	JP 2013-020601 A (株式会社藤縄地震研究所, 東洋オートメーション株式会社) 2013. 01. 31, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9