

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5685437号  
(P5685437)

(45) 発行日 平成27年3月18日 (2015. 3. 18)

(24) 登録日 平成27年1月23日 (2015. 1. 23)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 S 5/22 (2006. 01)	GO 1 S 5/22
GO 1 S 7/537 (2006. 01)	GO 1 S 7/537
GO 1 S 15/74 (2006. 01)	GO 1 S 15/74

請求項の数 16 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-504823 (P2010-504823)	(73) 特許権者	508170852
(86) (22) 出願日	平成20年4月22日 (2008. 4. 22)		ソニター テクノロジーズ アクティーゼ ルスカブ
(65) 公表番号	特表2010-525354 (P2010-525354A)		ノルウェー 0283 オスロ ドラメン スベイエ 288
(43) 公表日	平成22年7月22日 (2010. 7. 22)	(74) 代理人	110000556
(86) 国際出願番号	PCT/GB2008/001412		特許業務法人 有古特許事務所
(87) 国際公開番号	W02008/129295	(72) 発明者	ブージ, ウィルフレッド エドウィン
(87) 国際公開日	平成20年10月30日 (2008. 10. 30)		ノルウェー エヌー0314 オスロ フ ォルスクニングスベイエ 1ビー ソニ ター テクノロジーズ アクティーゼルス カブ内
審査請求日	平成23年3月17日 (2011. 3. 17)		
(31) 優先権主張番号	60/913, 347		
(32) 優先日	平成19年4月23日 (2007. 4. 23)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		
(31) 優先権主張番号	0714577.4		
(32) 優先日	平成19年7月26日 (2007. 7. 26)		
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 移動体通信及びその位置測定

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基地ユニットと、

少なくとも一つの移動ユニットとを備えており、

前記移動ユニットおよび前記基地ユニットの各々が超音波信号を送受信するように動作可能であり、前記基地ユニットが適切な周波数で超音波信号を送信し、予め定められた信号が前記移動ユニットから前記基地ユニットまで伝送されるのにかかる時間を測定し、それによって前記移動ユニットと前記基地ユニットとの間の距離を計算するように構成され、

前記移動ユニットは、トランスデューサと、前記トランスデューサのためのドライバと、マイクロコントローラと、受信モードと送信モードとを切り替えるスイッチとを備え、前記トランスデューサが適切な周波数の信号を取得している限り、前記移動ユニットが受信する信号を監視する、受信モードを保持するとともに、前記基地ユニットによる送信の中断を検出するように構成され、

前記マイクロコントローラは、前記送信の中断が検出された場合、前記スイッチに、前記トランスデューサを前記送信モードに切り替える信号を送信するとともに、前記ドライバに、前記トランスデューサにより送信される応答信号を生成させるための信号を送信するように構成され、

前記マイクロコントローラは、前記送信の中断が検出されると同時にまたは所定の遅延時間の後に、前記応答信号を初期化するようにプログラミングされてなる、超音波位置測

10

20

定システム。

【請求項 2】

前記システムが、複数の移動ユニットを有しており、各移動ユニットには、前記基地ユニットによる送信の中断から自身の信号を前記基地ユニットに送信するまでの固有の遅れが割り当てられてなる、請求項 1 に記載の超音波位置測定システム。

【請求項 3】

前記移動ユニットが、該移動ユニットに送信するよう促す条件が満たされた後、可及的速やかに送信するように構成されてなる、請求項 1 または 2 に記載の超音波位置測定システム。

【請求項 4】

複数の移動ユニットを備えており、該移動ユニットが、前記基地ユニットからの送信と他の移動ユニットからの送信とを識別可能に構成されてなる、請求項 1 から 3 のいずれかに記載の超音波位置測定システム。

【請求項 5】

互いに独立して移動可能な複数の移動ユニットを備えてなる、請求項 1 から 4 のいずれかに記載の超音波位置測定システム。

【請求項 6】

前記少なくとも一つの移動ユニットのそれぞれが、前記基地ユニットからの固有の信号を検出するように構成されてなる、請求項 1 から 5 の何れかに記載の超音波位置測定システム。

【請求項 7】

前記超音波信号が 30 ~ 50 kHz の周波数を有してなる、請求項 1 から 6 のいずれかに記載の超音波位置測定システム。

【請求項 8】

超音波信号を送受信するように動作可能な移動ユニットであって、

前記移動ユニットは、トランスデューサと、前記トランスデューサのためのドライバと、マイクロコントローラと、受信モードと送信モードとを切り替えるスイッチとを備え、

前記移動ユニットは、前記トランスデューサが適切な周波数の信号を取得している限り、前記移動ユニットが受信する信号を監視する、受信モードを保持するとともに、基地ユニットによる送信の中断を検出するように構成され、

前記マイクロコントローラは、前記送信の中断が検出された場合、前記スイッチに、前記トランスデューサを前記送信モードに切り替える信号を送信するとともに、前記ドライバに、前記トランスデューサにより送信される応答信号を生成させるための信号を送信するように構成され、

前記マイクロコントローラは、前記送信の中断が検出されると同時にまたは所定の遅延時間の後に、前記応答信号を初期化するようにプログラミングされてなる、移動ユニット。

【請求項 9】

前記基地ユニットによる送信の中断後、前もって決められた時間に前記信号を送信するように構成される、請求項 8 に記載の移動ユニット。

【請求項 10】

前記移動ユニットが、超音波送受信機とそれに関連する処理手段とを含んだ自己充足型のデバイスである、請求項 8 または 9 に記載の移動ユニット。

【請求項 11】

前記移動ユニットが自身の電源をさらに備えてなる、請求項 8 から 10 のいずれかに記載の移動ユニット。

【請求項 12】

基地ユニットと、

互いに独立して移動可能な複数の移動ユニットとを備えており、

前記移動ユニットおよび前記基地ユニットの各々が超音波信号を送受信するように動作

10

20

30

40

50

可能であり、前記基地ユニットが適切な周波数で超音波信号を送信し、予め定められた信号が前記移動ユニットから前記基地ユニットまで伝送されるのにかかる時間を測定し、それによって前記移動ユニットと前記基地ユニットとの間の距離を計算するように構成され、

前記移動ユニットが、それぞれ、ただ1つの超音波送信機を有し、前記移動ユニットが、それぞれ、トランスデューサと、前記トランスデューサのためのドライバと、マイクロコントローラと、受信モードと送信モードとを切り替えるスイッチと、を備え、前記トランスデューサが適切な周波数の信号を取得している限り、前記移動ユニットが受信する信号を監視する、受信モードを保持するとともに、前記基地ユニットによる送信の中断を検出するように構成され、

10

前記マイクロコントローラは、前記送信の中断が検出された場合、前記スイッチに、前記トランスデューサを前記送信モードに切り替える信号を送信するとともに、前記ドライバに、前記トランスデューサにより送信される応答信号を生成させるための信号を送信するように構成され、

前記マイクロコントローラは、前記送信の中断を検出してから所定の遅延時間の後に、前記応答信号を初期化するようにプログラミングされており、前記遅延時間は、前記基地ユニットによる送信の中断から自身の信号を前記基地ユニットに送信するまでの固有の遅れが割り当てられ、

前記移動ユニットが、それぞれ、該移動ユニットに送信するよう促す条件が満たされた後、可及的速やかに送信するように構成され、

20

前記移動ユニットが、それぞれ、前記基地ユニットからの送信と他の移動ユニットからの送信とを識別可能に構成されてなる、超音波位置測定システム。

【請求項13】

前記超音波信号が30～50kHzの周波数を有してなる、請求項12に記載の超音波位置測定システム。

【請求項14】

超音波信号を送受信するように動作可能な移動ユニットであって、

前記移動ユニットは、基地ユニットの送信状態に応じて予め定められた信号を送信するよう構成され、

前記移動ユニットは、トランスデューサと、前記トランスデューサのためのドライバと、マイクロコントローラと、受信モードと送信モードとを切り替えるスイッチとを備え、

30

前記移動ユニットが、ただ1つの超音波送信機を有し、前記移動ユニットは、前記トランスデューサが適切な周波数の信号を取得している限り、前記移動ユニットが受信する信号を監視する、受信モードを保持するとともに、基地ユニットによる送信の中断を検出するように構成され、

前記マイクロコントローラは、前記送信の中断が検出された場合、前記スイッチに、前記トランスデューサを前記送信モードに切り替える信号を送信するとともに、前記ドライバに、前記トランスデューサにより送信される応答信号を生成させるための信号を送信するように構成され、

前記マイクロコントローラは、前記送信の中断を検出してから所定の遅延時間の後に、前記応答信号を初期化するようにプログラミングされており、

40

前記移動ユニットが、それぞれ、該移動ユニットに送信するよう促す条件が満たされた後、可及的速やかに送信するように構成され、

前記移動ユニットが、それぞれ、前記基地ユニットからの送信と他の移動ユニットからの送信とを識別可能に構成されてなる、移動ユニット。

【請求項15】

前記移動ユニットが、超音波送受信機とそれに関連する処理手段とを含んだ自己充足型のデバイスである、請求項14に記載の移動ユニット。

【請求項16】

前記移動ユニットが自身の電源をさらに備えてなる、請求項14または15に記載の移

50

動ユニット。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、静止基地局と移動体との間の通信に関するものであり、ならびに／または、移動体の存在および／もしくは位置の測定に関するものである。本発明は、排他的である必要はないが、特に超音波の使用に関するものである。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0002】

10

第一の態様から見ると、本発明は、超音波位置測定システムであって、基地ユニットと、少なくとも一つの移動ユニットとを備えており、移動ユニットおよび基地ユニットの各々が超音波信号を送受信するように動作可能であり、移動ユニットが、前もって決められた信号を基地ユニットの送信の状態に従って送信するように構成されており、基地ユニットが、信号が移動ユニットから基地ユニットまで伝送されるのにかかる時間を測定し、それによって移動ユニットと基地ユニットとの間の距離を計算するように構成されてなる超音波位置測定システムを提供する。

【0003】

第二の態様から見ると、本発明は、超音波位置測定システムであって、基地ユニットと、少なくとも一つの移動ユニットとを備えており、移動ユニットが、基地ユニットからの信号に 응답して超音波信号を送信するように構成されており、基地ユニットが、超音波信号が前記移動ユニットから基地ユニットまで伝送されるのにかかる時間を測定し、それによって移動ユニットと基地ユニットとの間の距離を計算するように構成されてなる超音波位置測定システムを提供する。

20

【0004】

出願人は、基地ユニットが一または複数の移動ユニットの位置に関する情報、特に建物の一つの部屋の中のような短い距離範囲における情報を測定することが可能なシステムの必要性を認識している。この技術には多くの用途がある。出願人が考えている一つの潜在的な用途の例としては、これに限定するわけではないが、テレビ視聴者データを自動的に記録することができるように、テレビジョンセットが置かれている家の室内の複数のタグのうちの任意のタグの存在を測定するためのシステムが挙げられる。

30

【0005】

好ましくは、このシステムは互いに独立して移動可能な複数の移動ユニットを備えている。好ましくは、各移動ユニットはただ1つの超音波送信機を有している。

【0006】

本発明の好ましい実施形態では、超音波信号が移動ユニットから伝送されるのにかかる時間が、信号が基地ユニットから移動ユニットまで伝送される時間及び応答が移動ユニットから受信されるのにかかる時間の合計から計算される。基地ユニットでの信号の受信とその応答の送信との間で遅れが生じることが分かっている場合、合計時間は、信号および応答の伝達時間の合計となる。信号が同一タイプ、すなわち両方とも超音波信号である場合、伝達時間は同一であると仮定されうるので、平均を計算することができる。その他の場合、例えば電磁波スペクトルからの信号を用いることによって、基地ユニットから移動ユニットへ要求信号が応答より著しく速い場合、その伝達時間は無視できることがある。また、さらに他の可能性もある。例えば、要求の受信と応答の送信との間における基地ユニットと移動ユニットとの間の移動を考慮に入れることが可能である。

40

【0007】

本発明の実施形態によっては、移動ユニットが、基地ユニットによる送信の中断を検出し、その後送信するように構成されている場合もある。このことは、ある送信機が、他の送信機が既に送信していることを検出した場合に送信しないようにすることによってこれらの送信機間の衝突(collision)を回避するようにすることで実現されてもよい。し

50

かしながら、本発明に従って基地ユニットと移動ユニットとの間の距離を計測できるようにするためには、例えば基地局によって送信が中止された後に前もって決められた時間を設けることにより、移動ユニットがその信号を送信する時刻が知られている必要がある。

【 0 0 0 8 】

上述のように、本発明にかかるシステムは、1つの移動ユニットを備えていてもよいし、または、複数備えていてもよい。システムが複数の移動ユニットを有している場合、各移動ユニットには、基地ユニットによる送信の中断から信号を基地ユニットに送信するまでの固有の遅れが割り当てられる。これは、移動ユニット同士が同時に送信しないことおよび各移動ユニットが識別情報を送信する必要性を回避することを確保する一つの方法である。しかしながら、このことは必須の要件ではない。

10

【 0 0 0 9 】

実施形態によっては、移動ユニットが基地ユニットからの特定の信号、例えば特定の周波数、周波数の変更またはシーケンスの送信を検出するように構成されている場合もある。単一の移動ユニットが用いられてもよいしまたは複数の移動ユニットが用いられてもよい。複数の移動ユニットは、基地ユニットからの同一の特定の信号に応答するように構成されてもよいし、または、異なる信号に応答するように構成されてもよい。複数の移動ユニットが同一の信号に応答する場合、これらの移動ユニットは、異なるタイムスロットで同一の信号に応答するように構成されることが好ましいが、このことは必須の要件ではない。例えば、それに代えて、複数の移動ユニットは、前もって決められていないシーケンスで応答してもよいが、この場合、識別情報を有している。または、これらの応答のうちの一または複数が、衝突防止が必ずしも要求されないような拡散スペクトル信号を含んでいてもよい。

20

【 0 0 1 0 】

好ましくは、システム内の移動ユニットは、基地局からの送信と他の移動ユニットからの送信とを識別することができるように構成される。このような識別を実現するために、例えば送信期間、送信パターン、周波数またはコードのうちの一つまたはいくつかの組み合わせが用いられてもよい。

【 0 0 1 1 】

本発明に係る位置測定は、正確さに関していかなる制限をも課すことを意図していない。例えば、位置測定は、一次元、二次元もしくは三次元の座標を有するものであってもよいし、または、移動ユニットが一もしくは複数ゾーン内にあるか否かを単に判定するものであってもよい。最も単純なレベルでは、位置測定は、移動ユニットが基地ユニットから前もって決められた距離内に存在するか否かを単に判定するだけであってもよい。

30

【 0 0 1 2 】

本発明の第三の態様から見ると、本発明は、超音波位置測定システムであって、基地ユニットと、少なくとも一つの移動ユニットとを備えており、移動ユニットが、基地ユニットからの信号に応答して超音波信号を送信するように構成されており、基地ユニットが、超音波信号が移動ユニットから基地ユニットまで伝送されるのにかかる時間を計測し、それによって移動ユニットが基地ユニットから前もって決められた距離内にいるか否かを測定するように構成されてなる超音波位置測定システムを提供している。

40

【 0 0 1 3 】

本発明に関して前記した態様と同様に、好ましくは、システムは、互いに独立して移動可能な複数の移動ユニットを備えている。また好ましくは、各移動ユニットはただ1つの超音波送信機を有している。

【 0 0 1 4 】

本発明の第四の態様から見ると、本発明は、移動ユニットに信号を送信するように構成された基地ユニットであって、一または複数の移動ユニットに信号を送信するように構成された送信機と、一または複数の移動ユニットから超音波信号を受信するように構成された超音波受信機とを備えており、基地ユニットが、超音波信号が移動ユニットから基地ユニットまで伝送されるのにかかる時間を測定するように構成されてなる基地ユニットを提

50

供している。

【0015】

好ましくは、基地ユニットは、一度にただ1つの移動ユニットからの超音波信号を受信して処理するように構成されている。

【0016】

本発明の第五の態様から見ると、本発明は、移動ユニットであって、要求信号を基地ユニットから受信するように構成された受信機と、要求信号の受信から前もって決められた時間が経過してから超音波信号を基地ユニットへ送信するように構成された超音波送信機とを備えてなる移動ユニットを提供している。

【0017】

移動ユニットからの超音波信号は、基地ユニットから移動ユニットまでの距離を測定するためだけに用いられうる。しかしながら、このことは必須の要件ではない。例えば、信号は、識別情報またはステータス情報の如き他の情報を含みうる。ステータス情報は、移動ステータス、履歴またはバッテリステータスを含みうる。実際には、信号には他のいかなる情報が含まれてもよい。同様に、このような他の情報が、付加的または代替的に、他の時間に送信されてもよい。

【0018】

また、本明細書では、移動ユニットは「タグ」とも呼ばれる。このようなタグは、好都合にはまたは好ましくは、超音波送信機及び受信機とそれに関連する処理手段とを含んだ自己充足型のデバイスを形成している。また好ましくは、タグはそれ自身の電源、例えばバッテリを有している。しかしながら、これらの特徴の何れも必須の要件ではない。例えば、タグはより大きな物体またはデバイスの一部部分であってもよい。したがって、いうまでもなく「タグ」と「移動ユニット」とは交換可能なものであってもよい。

【0019】

超音波は、正常な人間の可聴域よりも高い周波数を有する空気などの媒体内の縦圧力波(longitudinal pressure waves)を意味すると通常理解される。このことは、通常20 kHzよりも高い周波数であると考えられるが、本発明の好ましい実施形態では、30～50 kHzの間の周波数が用いられる。

【0020】

添付の図面を参照して、本発明の好ましいいくつかの実施形態が例示のみを意図して記載される。

【図面の簡単な説明】

【0021】

【図1】本発明により具象化される物体位置検出システムを示す概要図である。

【図2】本発明の実施形態に用いられる移動ユニットの構成部材を示す概要図である。

【図3】移動ユニットの動作の一部を示す概略フロー図である。

【図4】本発明により具象化されるシステムの動作を示すタイミング図である。

【図5】さまざまな他の実施形態を示すタイミング図である。

【図6】さまざまな他の実施形態を示すタイミング図である。

【図7】さまざまな他の実施形態を示すタイミング図である。

【図8】さまざまな他の実施形態を示すタイミング図である。

【図9】試験システムにおける基本タグ電流に対する応答タグからの音圧のプロットである。

【図10】タグの時間遅れを計測するために、送信機と受信機との間の距離に対する実験において達成された送信と受信との間の時間差のグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0022】

図1には、本発明の実施形態の概要図が示されている。この実施形態により、基地局4からの移動タグ2の距離が測定される。分かりやすいように1つのタグしか示されていないが、本発明に係るシステムは、互いに完全に独立して移動可能な複数のタグを有してい

10

20

30

40

50

るのが普通である。

#### 【 0 0 2 3 】

まず、基地ユニット送信機 6 が前もって決められた超音波パターンを送信する。下記に記載するように、採用しうるパターンは複数あるが、一つのタグのみを備えているこのような単純なシステムの場合、例えば連続した送信の中に単純な中断があるものを用いることができる。

#### 【 0 0 2 4 】

タグの受信機 8 が信号を受信する（またはその代わりに、信号の受信を停止する）とき、タグ 2 内の制御電子機器は、タグの送信機 10 を通じて応答信号を生成する。それから、この応答信号は、基地ユニットの受信機 12 により受信される。したがって、基地ユニット 4 は、それが送信した信号がタグ 2 により受信されて処理され、その応答を受信するのにかかる時間を計測することができる。

10

#### 【 0 0 2 5 】

次いで、基地ユニットは以下のように距離  $d$  を測定することができる。

#### 【 0 0 2 6 】

空気中での音速  $v$  は次式により与えられる：

$$v = (331.4 + 0.6 T_c) \text{ m/s} \quad (\text{式 1})$$

ここで、 $T_c$  は摂氏で表された温度である。また、速度  $v$  も次式により表すことができる：

$$v = l / (t_1 - t_0) \quad (\text{式 2})$$

20

ここで、 $l$  は、時刻  $t_0$  と時刻  $t_1$  との間で信号が伝わった距離（範囲）をメートルで表したものである。距離  $l$  は式 1 および式 2 を用いて導出される：

$$l = (t_1 - t_0) v = (t_1 - t_0) (331.4 + 0.6 T_c) \quad (\text{式 3})$$

超音波のタグ 2 と基地局 4 との距離間隔は、基地局とタグの応答の検出器への到達と間の伝達時間（TOF）を計測する、すなわち上述の式 3 中の時刻  $t_1$  を計測することにより求められる。最も単純な場合には、信号がタグ 2 へ送信され、応答が基地局 4 へ返信されなければならないため、それらの間の距離  $d$  が測定された距離の 2 倍であると仮定することができる。例えばタグが基地局から既知の距離にあるときに TOF を計測することによって、信号の検出と応答の送信と間のタグ 2 における処理遅延に対する補償がなされなければならない。

30

#### 【 0 0 2 7 】

この簡単な例示により、本発明に基づく他の実施形態の原理が明示されている。タグ 2 および基地局 4 の各々では、送信機および受信機が説明のためだけを意図して相互に別個の形態として示されているが、実際には、これらは、別個であてもよいし、同一のトランスデューサを用いていてもよい。

#### 【 0 0 2 8 】

ここで、図 2 を参照してタグ 2 の受信機回路の一例を概説する。この回路は、送信モードと受信モードとの両方で動作することができる超音波トランスデューサ 14 を備えている。このトランスデューサの 2 つのモードを切り替えるためにスイッチ 16 が用いられる。スイッチ 16 はマイクロコントローラ 18 により制御される。送信モードの場合、マイクロコントローラ 18 は、トランスデューサのドライバ 20 へ信号を送信して、ドライバにトランスデューサ 14 を駆動させ、信号を生成させる。スイッチが受信モードにある場合、トランスデューサからの出力が、アンプ 22 に供給され、アンプ 22 は信号をコンパレータ 24 に供給して 2 進法の 1 または 0 に変換する。そして、これが、マイクロコントローラ 18 へフィードバックされる。

40

#### 【 0 0 2 9 】

簡単な実施形態では、タグは、基地局からの送信においてギャップを検出した場合、すなわちチャネルがフリーになるのを待って、応答信号を送信するように構成されている。これは、複数のタグ間で送信が競合するのを防止すべく超音波タグに対して提案された機能に類似しているが、ここでは異なる目的で用いられている。

50

## 【 0 0 3 0 】

このような使用目的では、タグは、受信する送信を監視しながら受信モードで通常スタンバイしている。トランスデューサ 1 4 が例えば基地局から適切な周波数の信号を取得している限り、タグは受信モードを維持している。しかしながら、送信に中断が検出されると、マイクロコントローラ 1 8 は、信号をスイッチ 1 6 へ送信して送信モードに切り替え、トランスデューサ 1 4 により送信される応答信号を生成させるための他の信号をドライバ 2 0 へ送信する。マイクロコントローラは、送信に中断が検出された場合（避けられない固有の短い遅れがあるとしても）すぐに、または、前もって決められた意図的な遅れが経過してから、応答信号を開始するようにプログラムされてもよい。

## 【 0 0 3 1 】

他の可能性は、基地局からの特定の信号を待つことである。このようなルーチンのフローチャートの一例が図 3 に示されており、下記に説明されている。

## 【 0 0 3 2 】

タグは、その主要なループを開始するにあたって、当該タグのメッセージの中で基地局にバッテリーレベルを報告することができるように、2 4 でバッテリーレベルを計測する。次いで、二次ループに入り、2 6 で、タグが超音波を受波し始める（starts listening for ultrasound）。超音波が検出されると、それが前もって決められた周波数範囲内か否かを判定するための比較が 2 8 で行われる。周波数範囲内である場合、3 0 で、周波数リープの数がカウントされる。

## 【 0 0 3 3 】

タグが送信に中断を検出すると（すなわち、超音波がもはや検出されなくなると）、3 2 で、基地局要求信号を示す十分な数の周波数リープが検出されているか否かが判定される。十分な数が検出されている場合、3 4 で、応答が送信される。このメッセージまたはその送信のタイミングは、タグを特定し、ステップ 2 4 で計測されたバッテリーステータスに関する情報も含んでいる。

## 【 0 0 3 4 】

基地局要求を示す十分な数の周波数リープが検出されなかった場合、タグは、ステップ 2 6 に戻り、超音波を受波可能な状態にスタンバイする。

## 【 0 0 3 5 】

基地局要求メッセージが検出されない場合であっても、最後のメッセージが送信されることによりしきい値時間が経過した場合（ボックス 3 6 ）には、いずれにしてもメッセージ 3 4 が送信される。

## 【 0 0 3 6 】

有効な要求が検出されようがされまいが（すなわち、「時間切れ」メッセージであろうがなかろうが）、また、タグが動作状態であろうがなかろうが、いずれのタイプのシステムであっても、超音波メッセージはバッテリーステータスについての情報を含みうる。

## 【 0 0 3 7 】

上述の第一の動作モードに従って、基地局は、前もって決められた期間、超音波信号を中断することなく送信することにより、タグに、送信しないスタンバイ状態で待たせる。次いで、基地局は、送信することをしばらく停止することにより、タグが超音波メッセージを送信することを可能とし、この超音波メッセージが基地局により受信される。そして、タグからメッセージを受信した後、基地局は、再び送信を開始することができる。

## 【 0 0 3 8 】

図 4 には、1 つのタグの場合のこのようなスキームが概略的に示されている。基地局は、時刻  $t_0$  まで超音波ノイズ（中断されることのない繰り返しメッセージ）を送信する。この時、「回線」は空き状態になり、このことがタグにより検出されると、タグは、時刻  $t_1$  で超音波メッセージ応答を送信し始める。このメッセージは基地局で時刻  $t_2$  に受信される。次いで、基地局は、短い遅れの後、時刻  $t_{wait}$  で送信を再び始める。したがって、記載された構成は、移動超音波送信機タグの簡単な周期的ポーリングを可能にする。このことにより、基地局は、タグの（以前に測定された）送信遅れを考慮に入れて、差

10

20

30

40

50



$t_2 - t_1$  から伝送時間を計算することができる。これにより、基地局からのタグの距離を計算することができる。これは、複数のさまざまな用途に用いることができる。例えば、タグが前もって決められた範囲内に存在する場合に、照明器具のスイッチを入れるまたはドアを開けるが如き動作を開始させるための簡単な接近検出器としてこれを用いることができる。

#### 【0039】

図4を参照して上記のスキームをさらに伸展させた一例は、各タグが応答する前に前もって設定された異なる期間  $t_x$  だけ待つようにプログラミングすることによって、複数のタグに対応するように構成されうる。このことは、図5に示されている。このように、基地局が時刻  $t_0$  で送信を停止させた後、第一のタグは時刻  $t_1$  でメッセージを送信する。第二のタグは時刻  $t_1 + t_2$  でそのメッセージを送信する。明らかなように、第一のタグと第二のタグとの間の送信遅れ  $t_2$  は、衝突 (collision) を回避するために、第一のタグが送信する時間よりも長くなっている。図5には各タグが一度応答した後に基地局が送信を再開することが示されているが、このことは必須の事項ではない。例えば、シーケンスは、いかなる回数繰り返されてもよいし、または、基地局の送信の中断毎に連続して繰り返されてもよい。基地局は、シーケンス中に送信を再開してシーケンスを中断し、再び開始することができてよい。

#### 【0040】

送信のギャップを単に待つことに代わるアプローチは、タグが、例えば図3を参照して上述されたタグ受信機ルーチンを用いて、特定の基地局要求メッセージを識別することである。基地局要求メッセージは、例えば長いメッセージ（例えば、中断することなく送信される複数のメッセージ）でありうる。この場合、有効な周波数を感知する毎に増えていくカウンタを組み込むことによって（図3のステップ30を参照）、タグは、基地局要求より低いカウントに相当するような標準超音波メッセージから基地局要求を識別可能としてもよい。

#### 【0041】

これに代えて、タグは、受信する超音波信号の周波数の推定値を計算可能としてもよい。換言すれば、一（または複数）の周波数のみを用いてメッセージを送信することにより要求を生成してもよい。タグは、与えられた周波数（与えられた周波数範囲内）のメッセージにのみ応答するようになっている。図6には、単一のタグを用いた一例が示されている。

#### 【0042】

図7には、複数のタグに対応する1つの方法が示されている。各タグは、図示されているように、ある与えられた期間  $t_x$  が経過するのを待ってから基地局要求に応答するようにプログラムされている。したがって、これは、図5を参照して記載されたスキームと同様である。

#### 【0043】

複数のタグに対応する他の方法は、異なるタグに対して異なる周波数を割り当てることを含む。この方法により、基地局は、異なるメッセージを送信して各タグから応答を要求することができる。図8にはこのことが示されている。この後者の方法を用いる利点は、周期的に待機することを排除することができることである。タグの動作周波数が変わらずに変化する場合には、この待機によりタイミングが不正確になる場合もある。

#### 【0044】

上述した好ましい実施形態におけるすべての動作モードについて、タグは、当該タグに送信するよう促す条件が満たされた後、可及的速やかに送信し始めるようになっている。このことは公知のタグの動作とは対照的である。公知のタグは、クロストークを回避するために送信する前にランダムな時間待機するようになっているのが一般的であるからである。本発明の好ましい実施形態によれば、タグが個別の許可された送信スロットまたは異なる要求信号を有しているため、ランダムな待機は不要となる。

#### 【0045】

基地局のための超音波トランスデューサを提供する特に容易でしかも費用効率の良い方法は、基地局と（たとえば有線接続を通じて）通信するように構成されうる、基地局に取り付けられる汎用のタグを用いることである。基地局は、タグのマイクロコントローラへ適切な信号を送るだけで、超音波メッセージ要求の送信を促すことができる。この方法により、基地局は、超音波メッセージ要求がいつ送信されたかを知る。応答が到着すると、要求と応答との間の時間差により伝送時間が直接的に求められる。基地局は、タグ応答の到着の正確な時刻の計測を行うために側面検出（flank detection）を用いることが好ましい。

#### 【0046】

他の方法は、基地局にタグ要求を受波させることを含む。この方法により、基地局とそのタグとの間に物理的な接続が不要となる。このことは、要求に先立って基地局タグに（既知のIDを備えた）標準超音波メッセージを送信させることにより達成することができる。基地局の検出器とその送信機タグとの間の距離が知られている場合、基地局タグメッセージの到着と受信された応答との間の時間を計ることによりTOFが得られる。2つの超音波メッセージの検出が行われなければならないので、この後者の方法は精度がより低い可能性がある。

#### 【0047】

より高い精度を有する同様のアプローチは、基地局タグのトランスデューサを基地局チャンネルのうちの1つに直接的に接続することにより得られる。

#### 【0048】

基地局とタグとの間の通信のためのプロトコルの一例としては、7ビットのIDと、2ビットのステータス（移動ステータスおよびバッテリーステータス）と、3ビットの巡回冗長検査（CRC）とを備えた12ビットのプロトコルが、音響応答器システムでの使用のために示唆される。検出器としては、到着したタグ応答の正確な時間スタンプを得るために側面検出が用いられることが好ましい。側面検出には、第一のビットを0にセットしてIDの範囲を1～31に制限することが必要とされる。

#### 【0049】

なお、12ビットのプロトコルは必須の要件ではない。例えば、他の実施形態では、28ビットのプロトコルが用いられる。これは純粋に例示を意図したものである。適切である限り、他のいかなるプロトコルがそれに代えて用いられてもよい。

#### 【0050】

上述したように、タグは、与えられた時間内に基地局要求が検出されない場合の「時間切れ」モードを備えていてもよい。その場合、例えば要求が検出されなくても、タグはメッセージを送信することができる。例えばこのようなメッセージを送信する場合にはタグは異なる識別値を有しうる。

#### 【実施例】

#### 【0051】

本発明に従って製造されたタグを有する実験装置では、タグ受信機回路の感度が、異なる周波数で超音波を送信することにより試験された。マイクロコントローラから直接検出された周波数を読み取ることにより予備試験が行われた。さらに、検出された信号の周波数範囲を示すために、LEDが用いられ、周波数範囲が3つの間隔に分割され、各間隔が3つの可能な色のうちの1つに対応付けされた。受波回路は、少なくとも12メートルまで超音波周波数を識別できることが観察された。

#### 【0052】

タグは、図3に示された「要求待ち（Wait for Request）」ルーチンがプログラムされていた。このルーチンは、（制限された周波数内において）有効な周波数リーブの数を数え、検出された有効な周波数リーブの数があるしきい値未満である限り実行される。この方法により、基地局タグは、タグが応答するために十分なリーブを記録するまで複数の周波数を送信することによって要求信号を生成することができる。複数タグシステムでは、各タグがある周波数帯域内のリーブを受波することができる。この方法により、異なる要

求信号を生成することができる。試験には、2つの異なる長さを有する4つの異なる周波数対が用いられた。この方法により、8つの異なる要求を生成することができる。

【0053】

第二の方法は、ある周波数をタグに受波させることと、この周波数上の信号の長さを記録させることとを含んでいる。8つの周波数を用いると、各タグは、8タグシステムにおける固有の周波数を受波することができる。この方法は、試験では周波数リープ検出方法よりも感度が良好であることが分かったが、エコー現象という問題がある。

【0054】

試験中、いずれの技術を用いても、タグが超音波周波数を互いに完全に識別することができることが分かった。なお、2つの方法を組合せたものを用いてもよい。

10

【0055】

タイミングをチェックし、受波ルーチンにより引き起こされるタグでの送信における固有の遅れを測定するための試験も行なわれた。この試験は、テキサスインスツルメントのLabViewを備えたDaqPadツールを用いて行われた。

【0056】

基地局タグ電流をトリガーし、応答タグに隣接して配置されたマイクロホンを用いて音圧を計測することにより信号が捕捉された。図9には、基地局タグ電流102に対する応答タグからの音圧104が示されている。

【0057】

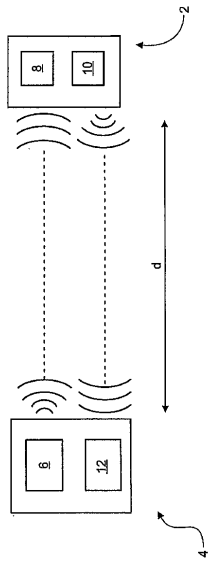
一定のオフセットを測定するために、応答タグを要求タグの方に直接的に向けた状態で、異なる距離(0.5m~6m)について試験が行われた。図10に示されるように、このオフセットは線形回帰を用いて計算される。式3においてこの値( $t_0 = 18.2$ ミリ秒)を用いて、距離を推定することができる。

20

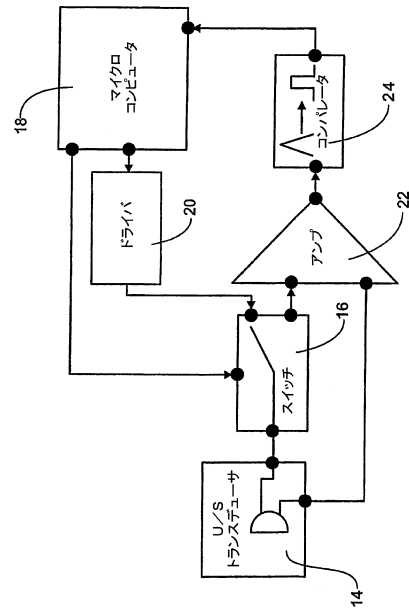
【0058】

上述の試験により、TOF測定を用いて距離を推定可能であることが示されている。

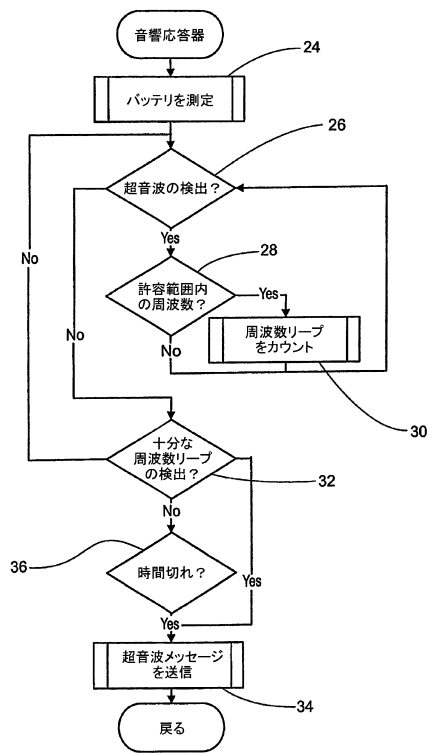
【図 1】



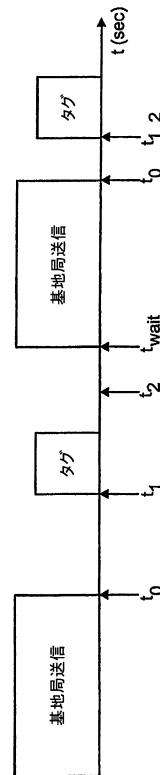
【図 2】



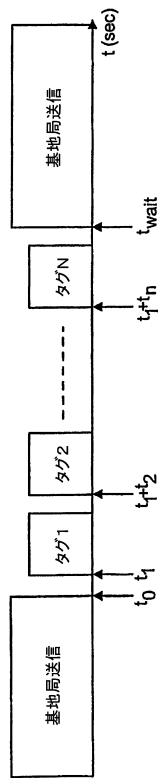
【図 3】



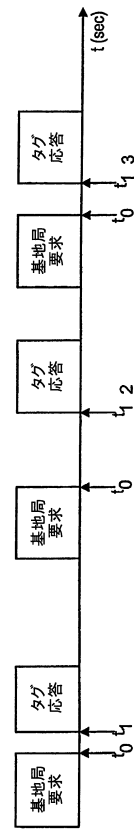
【図 4】



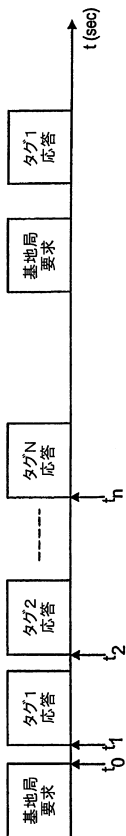
【図 5】



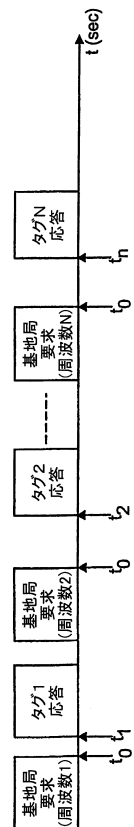
【図 6】



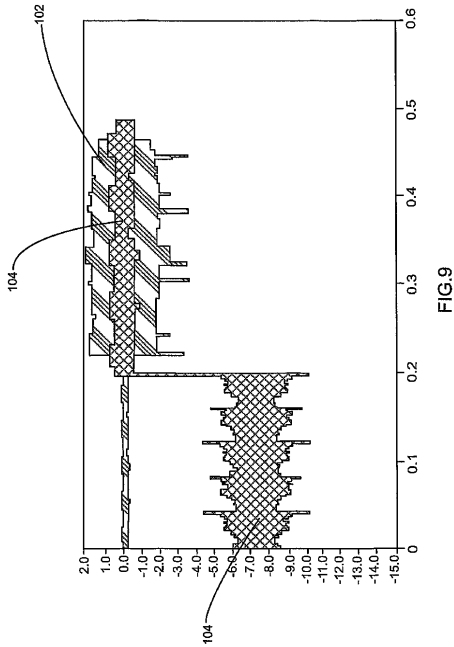
【図 7】



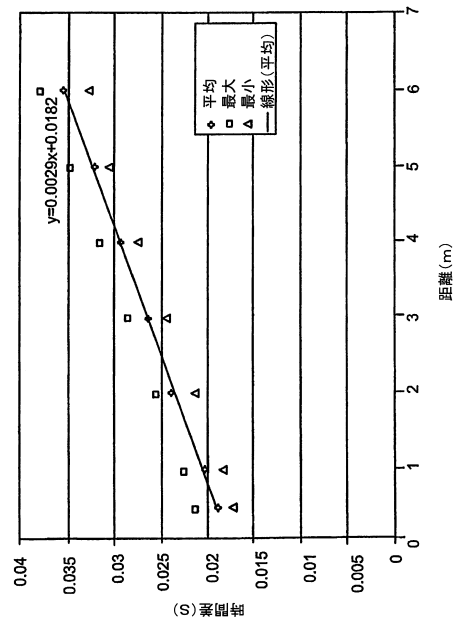
【図 8】



【図 9】



【図 10】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ティッソ, ジョナス  
ノルウェー エヌ - 0 3 1 4 オスロ フォルスクニングスベイエン 1 ビー ソニター テクノ  
ロジーズ アクティーゼルスカブ内
- (72)発明者 ランド, クリスチャン  
ノルウェー エヌ - 0 3 1 4 オスロ フォルスクニングスベイエン 1 ビー ソニター テクノ  
ロジーズ アクティーゼルスカブ内
- (72)発明者 バッカ, エンダー  
ノルウェー エヌ - 0 3 1 4 オスロ フォルスクニングスベイエン 1 ビー ソニター テクノ  
ロジーズ アクティーゼルスカブ内

審査官 吉田 久

- (56)参考文献 特開 2 0 0 2 - 2 9 6 3 4 9 ( J P , A )  
特表 2 0 0 5 - 5 1 0 7 4 3 ( J P , A )  
特開 2 0 0 6 - 1 3 8 6 9 5 ( J P , A )  
特表 2 0 0 5 - 5 2 2 9 2 1 ( J P , A )  
特開 2 0 0 5 - 2 9 2 1 2 9 ( J P , A )  
特開平 7 - 1 4 0 2 4 1 ( J P , A )  
特表 2 0 0 6 - 5 1 0 8 9 8 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 1 S 1 5 / 0 0 ~ 1 5 / 9 6、  
7 / 5 2 ~ 7 / 6 4、  
5 / 1 8 ~ 5 / 3 0、  
3 / 8 0 ~ 3 / 8 6、  
1 1 / 1 4、  
1 3 / 0 0 ~ 1 3 / 9 5、  
7 / 0 0 ~ 7 / 4 2、  
5 / 0 0 ~ 5 / 1 4  
G 0 6 K 1 7 / 0 0