

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2019-509854

(P2019-509854A)

(43) 公表日 平成31年4月11日(2019.4.11)

(51) Int.Cl.
A61B 8/14 (2006.01)F1
A61B 8/14テーマコード (参考)
4C601

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 37 頁)

(21) 出願番号 特願2018-551361 (P2018-551361)
(86) (22) 出願日 平成29年3月20日 (2017.3.20)
(85) 翻訳文提出日 平成30年10月15日 (2018.10.15)
(86) 国際出願番号 PCT/EP2017/056486
(87) 国際公開番号 W02017/167594
(87) 国際公開日 平成29年10月5日 (2017.10.5)
(31) 優先権主張番号 16163155.1
(32) 優先日 平成28年3月31日 (2016.3.31)
(33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 590000248
コーニンクレッカ フィリップス エヌ
ヴェ
KONINKLIJKE PHILIPS
N. V.
オランダ国 5656 アーエー アイン
ドーフエン ハイテック キャンパス 5,
High Tech Campus 5,
NL-5656 AE Eindhoven
(74) 代理人 110001690
特許業務法人M&Sパートナーズ

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線位置決定

(57) 【要約】

本発明は、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するためのシステムSYに関する。RFトランスポンダ回路RTCは、超音波放出器ユニットUEUによって放出又は反射される被受信超音波信号に基づいて変調されるRF信号を放出する。超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置は、超音波放出器ユニットUEUによる超音波信号の放出と、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号における対応する変調のRF検出器ユニットRFDによる検出との間の時間差 ΔT_1 に基づいて決定される。

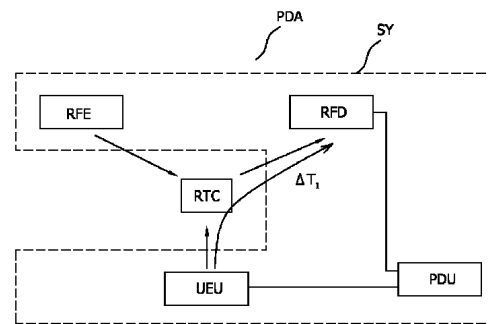


FIG. 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される R F 信号に基づいて、超音波放出器ユニットに対する前記 R F トランスポンダ回路の位置を決定するためのシステムであって、前記システムが、

R F 放出器ユニットと、
R F 検出器ユニットと、
前記超音波放出器ユニットと、
位置決定ユニットと
を備え、

10

前記 R F 放出器ユニットが、前記 R F トランスポンダ回路にエネルギーを供給するための前記 R F 信号を放出し、

前記 R F 検出器ユニットが、前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号の変調を検出し、

前記超音波放出器ユニットが、前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号を変調するための超音波信号を放出し、

前記位置決定ユニットが、前記 R F 検出器ユニット及び前記超音波放出器ユニットと通信するように動作し、また、前記超音波放出器ユニットによる超音波信号の放出と、前記 R F 検出器ユニットによる、前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号における対応する変調の検出との間の時間差に基づいて、前記超音波放出器ユ

20

ニットに対する前記 R F トランスポンダ回路の位置を決定し、
前記変調が、位相変調、振幅変調、パルスシーケンス変調及びコード変調のうちの少なくとも 1 つを含む

システム。

【請求項 2】

前記超音波放出器ユニットが、40 kHz 以上の周波数の超音波信号を放出する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記 R F 放出器ユニットが、前記 R F 信号を前記 R F トランスポンダ回路に送信するための R F 放出器ユニットアンテナを備え、

30

前記 R F 放出器ユニットアンテナが前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号を検出するための前記 R F 検出器ユニットへの入力としてさらに働くよう、前記 R F 放出器ユニットアンテナが前記 R F 放出器ユニット及び前記 R F 検出器ユニットの両方に結合される、

請求項 1 又は請求項 2 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記 R F トランスポンダ回路が機械共振周波数を有し、また、前記超音波放出器ユニットが、前記 R F トランスポンダ回路の前記機械共振周波数とは異なる周波数の超音波信号を放出する、請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 5】

40

前記超音波放出器ユニットが複数の超音波放出器を含み、また、前記位置決定ユニットが、前記超音波放出器ユニット内の複数の前記超音波放出器の各々による超音波信号の放出と、前記 R F 検出器ユニットによる、前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号におけるその対応する変調の検出との間の時間差のセットに基づいて、前記超音波放出器ユニットに対する前記 R F トランスポンダ回路の位置を決定する、請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 6】

少なくとも第 2 の R F 検出器ユニットをさらに備え、

前記位置決定ユニットが少なくとも前記第 2 の R F 検出器ユニットと通信するように動作し、

50

前記位置決定ユニットが、前記超音波放出器ユニットによる超音波信号の放出と、前記 R F 検出器ユニットによる、前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号における対応する変調の検出との間の前記時間差と、前記超音波放出器ユニットによる前記超音波信号の放出と、少なくとも前記第 2 の R F 検出器ユニットによる、前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号における対応する前記変調の検出との間の時間差との間の時間遅延に基づいて、前記 R F 検出器ユニット及び少なくとも前記第 2 の R F 検出器ユニットに対する前記 R F トランスポンダ回路の位置をさらに決定する、

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 7】

10

前記 R F 検出器ユニットが、前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号を無線で検出する、請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 8】

請求項 1 乃至 7 のいずれか一項の前記システムと共に使用するための R F トランスポンダ回路であって、前記 R F トランスポンダ回路が、

少なくとも 1 つのアンテナと、

超音波検出器と、

変調器と

を備え、

少なくとも 1 つの前記アンテナが、受け取った R F 信号を前記 R F トランスポンダ回路にエネルギーを供給するための第 1 の電気信号に変換し、

20

前記超音波検出器が、受け取った超音波信号を第 2 の電気信号に変換し、

前記変調器が、前記第 2 の電気信号を受け取り、且つ、少なくとも 1 つの前記アンテナに、前記第 2 の電気信号に基づいて変調される前記 R F 信号を放出又は反射させる

R F トランスポンダ回路。

【請求項 9】

前記変調器が、

i) 前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号の周波数の変更、

i i) 前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号の位相の変更、

30

i i i) 前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号の振幅の変更、

i v) 前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号のパルスシーケンスの変更、

v) 前記 R F トランスポンダ回路によって放出又は反射される前記 R F 信号中に符号化されるコードの変更

のうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 8 に記載の R F トランスポンダ回路。

【請求項 10】

前記変調器がバラクターダイオードを含み、

40

前記バラクターダイオードが前記アンテナ及び前記超音波検出器に接続され、前記バラクターダイオードの両端間の電圧が第 1 の電圧である場合、第 1 の電気共振周波数を有する同調回路を提供し、

前記超音波検出器が前記超音波信号を受け取ると、前記超音波検出器によって生成される前記第 2 の電気信号が前記バラクターダイオードの両端間の前記電圧を前記第 1 の電圧から第 2 の電圧に変更し、また、前記同調回路が第 2 の電気共振周波数を有するよう、前記超音波検出器が前記同調回路に接続される、

請求項 8 又は 9 に記載の R F トランスポンダ回路。

【請求項 11】

前記変調器が、

50

少なくとも１つの前記アンテナに、前記第２の電気信号に基づいて変調される前記ＲＦ信号を放出又は反射させる周波数変調器、

少なくとも１つの前記アンテナに、前記第２の電気信号に基づいて変調される前記ＲＦ信号を放出又は反射させる位相変調器、

少なくとも１つの前記アンテナに、前記第２の電気信号に基づいて変調される前記ＲＦ信号を放出又は反射させる振幅変調器、

少なくとも１つの前記アンテナに、前記第２の電気信号に基づいて、所定のパルスシーケンスを使用して変調される前記ＲＦ信号を放出又は反射させるパルスシーケンス符号器、

のうちの少なくとも１つを含む、請求項８又は９に記載のＲＦトランスポンダ回路。

10

【請求項１２】

請求項８に記載のＲＦトランスポンダ回路と、基板とを備え、
前記ＲＦトランスポンダ回路が前記基板に取り付けられている、
無線タグ。

【請求項１３】

無線タグ又は前記ＲＦトランスポンダ回路がそれぞれ機械共振周波数を有し、また、前記機械共振周波数が、少なくとも１つの前記アンテナによって放出又は反射される前記ＲＦ信号の変調をもたらす受け取った前記超音波信号の周波数とは異なる、請求項１２に記載の無線タグ又は請求項８乃至１１のいずれか一項に記載のＲＦトランスポンダ回路。

20

【請求項１４】

請求項８乃至１１のいずれか一項に記載のＲＦトランスポンダ回路と、
i) 磁気追跡システム、又は、光、超音波、Ｘ線、ＣＴ、ＰＥＴ若しくはＳＰＥＣＴの画像化システムによって追跡されるフィデューシャル、又は
ii) 超音波、電磁、ＲＦ、マイクロ波、赤外線及び光放射のうちの少なくとも１つに応答するトランシーバユニットとを備え、

前記フィデューシャル又は前記トランシーバユニットが前記ＲＦトランスポンダ回路に対して固定された位置に保持される、

無線ユニット。

【請求項１５】

追跡装置であって、

請求項１４に記載の無線ユニットと、

請求項１に記載のシステムと、

30

i) フィデューシャル追跡システム又は
ii) トランシーバ追跡ユニットのいずれかを備える無線ユニット追跡システムと、

を備え、前記i) フィデューシャル追跡システムが、前記i) フィデューシャル追跡システムと前記フィデューシャルとの間に基づいて、又は前記ii) トランシーバ追跡ユニットが前記ii) トランシーバ追跡ユニットと前記トランシーバユニットとの間で送信される信号に基づいて、前記無線ユニットの位置を決定し、

前記フィデューシャル追跡システムが、磁気追跡システム、又は、光、超音波、Ｘ線、ＣＴ、ＰＥＴ若しくはＳＰＥＣＴの画像化システムのいずれかであり、また、前記フィデューシャルの位置を含む画像を提供する、

40

追跡装置。

【請求項１６】

前記超音波放出器ユニットが超音波フィールド座標系を有する超音波画像化プローブである、請求項１５に記載の追跡装置。

【請求項１７】

請求項１６に記載の前記追跡装置を制御するようプロセッサ上で実行するための命令であって、前記プロセッサ上で実行されると、前記プロセッサが、

前記超音波画像化プローブを使用して、前記超音波フィールド座標系で超音波画像を生成するステップと、

前記フィデューシャル追跡システムを使用して、前記フィデューシャルの位置を含む、

50

磁気、光、超音波、X線、CT、PET又はSPECTの画像を生成するステップと、

前記RF放出器ユニットに、RFトランスポンダ回路にエネルギーを供給するための前記RF信号を放出させるステップと、

前記RF検出器ユニットに、前記RFトランスポンダ回路によって放出又は反射される前記RF信号を検出させるステップと、

前記超音波放出器ユニットに、前記RFトランスポンダ回路によって放出又は反射される前記RF信号を変調するための超音波信号を放出させるステップと、

前記超音波放出器ユニットによる超音波信号の放出と、前記RFトランスポンダ回路によって放出又は反射されるRF信号における対応する変調の前記RF検出器ユニットによる検出との間の時間差に基づいて、前記超音波放出器ユニットに対する前記RFトランスポンダ回路の位置を決定するステップと、

前記超音波放出器ユニットに対する前記RFトランスポンダ回路の決定された位置に基づいて、また、前記フィデューシャル追跡システムによって生成された画像中の前記フィデューシャルの位置に基づいて、前記超音波フィールド座標系を前記フィデューシャル追跡システムの座標系に移すことにより、前記超音波画像を前記フィデューシャル追跡システムによって生成される画像にマッピングするステップと、

を実施するための命令を備える、コンピュータ可読記憶媒体。

【請求項18】

請求項8乃至11のいずれか一項に記載のRFトランスポンダ回路を備える、針、カテテル、誘導線、プローブ、内視鏡、電極、ロボット、フィルタデバイス、バルーンデバイス、ステント、僧帽弁クリップ、左心房付属器閉鎖デバイス、大動脈弁、ペースメーカー、静脈ライン、ドレナージライン、又は、組織密閉デバイス若しくは組織切断デバイスなどの外科ツールである、医療デバイス。

【請求項19】

請求項1乃至7のいずれか一項に記載のシステム及び請求項8乃至11のいずれか一項に記載のRFトランスポンダ回路を備える、位置決定装置。

【請求項20】

プロセッサ上で実行されると、前記プロセッサが、RFトランスポンダ回路によって放出又は反射されるRF信号に基づいて超音波放出器ユニットに対する前記RFトランスポンダ回路の位置を決定するためのシステムと共に使用するための位置決定方法であって、

RF放出器ユニットに、前記RFトランスポンダ回路にエネルギーを供給するためのRF信号を放出させるステップと、

RF検出器ユニットに、前記RFトランスポンダ回路によって放出又は反射されるRF信号を検出させるステップと、

前記超音波放出器ユニットに、前記RFトランスポンダ回路によって放出又は反射されるRF信号を変調するための超音波信号を放出させるステップと、

前記超音波放出器ユニットによる超音波信号の放出と、前記RFトランスポンダ回路によって放出又は反射される前記RF信号における対応する変調の前記RF検出器ユニットによる検出との間の時間差に基づいて、前記超音波放出器ユニットに対する前記RFトランスポンダ回路の位置を決定するステップと

を有する当該位置決定方法のステップを実施するための命令を備える、コンピュータプログラム。

【請求項21】

請求項1に記載のシステムを備え、前記システムの前記超音波放出器ユニットが、i) 光画像化システムによって追跡されるためのフィデューシャル、又はii) 超音波、電磁、RF、マイクロ波、赤外線及び光放射のうちの少なくとも1つに応答するトランシーバユニットをさらに備え、また、前記フィデューシャル又は前記トランシーバユニットが、前記超音波放出器ユニットに対して固定された位置に保持されるレジストレーション装置であって、前記レジストレーション装置が、

i) フィデューシャル追跡システム又はii) トランシーバ追跡ユニットのいずれかを

10

20

30

40

50

備える超音波放出器ユニット位置決定ユニット

をさらに備え、前記 i) フィデューシャル追跡システムが、前記 i) フィデューシャル追跡システムと前記フィデューシャルとの間で送信される信号に基づいて、又は、前記 i i) トランシーバ追跡ユニットが、前記 i i) トランシーバ追跡ユニットと前記トランシーバユニットとの間で送信される信号に基づいて、前記超音波放出器ユニットの位置を決定し、また、

前記フィデューシャル追跡システムが光画像化システムであり、前記フィデューシャルの位置を含む画像を提供する、

レジストレーション装置。

【請求項 2 2】

前記超音波放出器ユニットが超音波フィールド座標系を有する超音波画像化プローブである、請求項 2 1 に記載のレジストレーション装置。

【請求項 2 3】

請求項 8 に記載の R F トランスポンダ回路をさらに備える、請求項 2 2 に記載のレジストレーション装置。

【請求項 2 4】

請求項 2 3 に記載のレジストレーション装置と共に使用するためのコンピュータ実施マッピング方法であって、前記コンピュータ実施マッピング方法が、

前記超音波放出器ユニット位置決定ユニットの前記トランシーバ追跡ユニットから、前記トランシーバユニットからの戻り信号を生成するためのプローブ信号を送信するステップと、

前記トランシーバ追跡ユニットを使用して、送信された前記プローブ信号に応答して生成された前記戻り信号を検出するステップと、

前記プローブ信号及び前記戻り信号に基づいて、前記超音波放出器ユニット位置決定ユニットの座標系における前記超音波放出器ユニット位置決定ユニットに対する前記超音波放出器ユニットの位置を計算するステップと、

前記超音波放出器ユニット位置決定ユニットに対する前記超音波放出器ユニットの位置に基づいて、前記超音波フィールド座標系における前記システムの前記位置決定ユニットによって決定された、前記超音波放出器ユニットに対する前記 R F トランスポンダ回路の位置を、前記超音波放出器ユニット位置決定ユニットの前記座標系にマッピングするステップと

を有する、コンピュータ実施マッピング方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は無線位置決定に関する。R F トランスポンダ回路が開示され、R F トランスポンダ回路は、一般的には対象に取り付けてそれらの位置を追跡することができる。R F トランスポンダ回路は、消費者製品及び健康管理デバイスを始めとする広範囲にわたる産業に使用することができる。特定のアプリケーションでは、R F トランスポンダ回路は、超音波画像診断プローブの超音波フィールドにおけるその位置を追跡するために、カテーテル又は針などの医療デバイスに取り付けることができる。R F トランスポンダ回路を追跡するためのシステムが同じく開示される。

【背景技術】

【0002】

多くの産業領域において、対象の位置を追跡することができることが有利である。さらなる利点は、これを無線で実施する能力によって得られる。医療分野においては、医療処置中の関心領域内におけるそれらの位置を決定するために、カテーテル及び針などの介入デバイスの位置を無線で追跡することがとりわけ有利である。介入デバイスの位置は、引き続き、超音波、コンピュータ断層撮影即ち C T、ポジトロン放射断層撮影即ち P E T、単一光子放射断層撮影即ち S P E C T 画像などの関心領域の対応する医療画像にマッピ

10

20

30

40

50

ングすることができる。このようなマッピングは、追跡されるデバイスの可視性を改善することができる、また、医療画像中の特徴に関するその位置の識別を同じく改善することができる。

【0003】

米国特許第7575550(B1)号は、基準フレームに対する対象の配置を決定するための装置を記述している。装置は、対象の近傍に電磁界を発生する磁場発生器及び対象に固定されるトランスデューサを含む。トランスデューサは、米国特許第3713133(A)号で開示されている原理に従って所定の振動周波数で振動し、且つ、電磁界との相互作用に応答してエネルギーを放出する。対象の近傍の検出器を利用して、トランスデューサによって放出されるエネルギーが検出され、また、それに応答して信号を生成する。検出器信号を受け取り、且つ、処理して対象の座標を決定するための信号プロセッサが同じく含まれている。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

知られている追跡システムの欠点は、とりわけ追跡システムと追跡される対象の間の分離が大きい場合に、正確な追跡を実施するために大電力発生器及びトランスデューサを使用する必要性を含む。その上、既存のシステムは、小型化がいく分か困難であり得る。

【課題を解決するための手段】

【0005】

20

したがってRFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号に基づいて、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するためのシステムSYが提供される。システムは、RF放出器ユニットRFEと、RF検出器ユニットRFDと、超音波放出器ユニットUEUと、位置決定ユニットPDUとを含む。RF放出器ユニットRFEは、RFトランスポンダ回路RTCにエネルギーを供給するためのRF信号を放出するように構成される。RF検出器ユニットRFDは、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を検出するように構成される。超音波放出器ユニットUEUは、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を変調するための超音波信号を放出するように構成される。その上、位置決定ユニットPDUは、RF検出器ユニットRFD及び超音波放出器ユニットUEUと通信するように動作し、また、超音波放出器ユニットUEUによる超音波信号の放出と、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号における対応する変調のRF検出器ユニットRFDによる検出との間の時間差 ΔT_1 に基づいて、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するように構成される。

30

【0006】

RFトランスポンダ回路RTCの位置を追跡するために、RF放出器ユニットRFEによって放出されるRF信号は、RFトランスポンダ回路RTCにエネルギーを供給し、即ちRFトランスポンダ回路RTCに電力を引き渡す。超音波放出器ユニットUEUによって放出される超音波信号は、RFトランスポンダ回路によって放出又は反射されるRF信号を変調する。RF検出器ユニットRFDは、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を検出する。RFトランスポンダ回路によって放出又は反射されるRF信号を最終的に変調する超音波信号の放出と、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号における対応する変調のRF検出器ユニットRFDによる検出との間の時間遅延は、本明細書においては ΔT_1 として定義される。時間遅延 ΔT_1 は、超音波信号が超音波放出器ユニットUEUからRFトランスポンダ回路RTCまで移動するための時間期間と、変調されたRF信号がRFトランスポンダ回路RTCからRF検出器ユニットRFDまで移動するための時間期間との合計に等しい。RFの $3 \times 10^8 \text{ m/s}$ の伝搬速度と、空中における超音波の約 330 m/s の伝搬速度との間の著しい相違のため、時間遅延 ΔT_1 は、実質的に超音波信号が超音波放出器ユニットUEUか

40

50

ら R F トランスポンダ回路 R T C まで移動するための時間期間に等しい。水をベースとするその組成が約 1 5 0 0 m / s の超音波伝搬速度を提供する人体を含む他の媒体中に R F トランスポンダ回路 R T C が浸され、或いは埋没された場合も実質的に同様である。したがって超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置、又はより詳細には超音波放出器ユニット U E U と R F トランスポンダ回路 R T C の間の範囲即ち距離は、この時間差 ΔT_1 に基づいて決定することができる。この範囲は、時間差 ΔT_1 と、超音波放出器ユニット U E U と R F トランスポンダ回路 R T C の間の媒体中における超音波伝搬の速度とを掛け合わせるによって計算することができる。

【 0 0 0 7 】

別の構成では、上記時間差 ΔT_1 に基づく代わりに、或いは全くこの時間差に基づくことに加えて、超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の決定される位置は、超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の角位置を含むことができる。この角位置は、例えば超音波放出器ユニット U E U による超音波信号の放出の方向に基づいて決定することができる。この角位置は、別法又は追加として、R F トランスポンダ回路 R T C 内の超音波検出器 U D の角感度に基づくことも可能である。時間遅延情報と組み合わせて使用される場合、この角位置は、超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の三次元における位置の決定を可能にする。

10

【 0 0 0 8 】

本発明の一態様によれば、超音波放出器ユニット U E U は、4 0 k H z 以上の周波数の超音波信号を放出するように構成される。約 3 0 k H z 未満の周波数の超音波信号は、いくつかの構造では機械的な振動の原因になることが知られている。4 0 k H z 以上の周波数の超音波を使用することにより、システムの位置決定態様に対する妨害を除去することができる。もっと高い周波数範囲の使用は、より短い波長の超音波信号が使用されることを同じく意味する。したがってさらに優れた位置決定精度を提供することができる。

20

【 0 0 0 9 】

本発明の別の態様によれば、システム S Y の R F 放出器ユニット R F E は、R F 信号を R F トランスポンダ回路 R T C に送信するための R F 放出器ユニットアンテナを含む。その上、R F 放出器ユニットアンテナは、R F 放出器ユニットアンテナが R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号を検出するための R F 検出器ユニット R F D への入力として同じく働くよう、R F 放出器ユニット R F E 及び R F 検出器ユニット R F D に結合される。R F 信号の送信及び受信の両方のために R F 放出器ユニットアンテナを使用することにより、電子回路機構の複雑性が軽減される。

30

【 0 0 1 0 】

本発明の別の態様によれば、R F トランスポンダ回路 R T C は機械共振周波数を有する。その上、超音波放出器ユニット U E U は、R F トランスポンダ回路 R T C の機械共振周波数とは異なる周波数の超音波信号を放出するように構成される。そのようにすることにより、R F トランスポンダ回路 R T C の超音波誘導機械振動が回避され、このような超音波誘導機械振動が R F 検出器ユニット R F D によって検出される R F 信号の変調を妨害する危険を大幅に除去する。

40

【 0 0 1 1 】

本発明の別の態様によれば、変調は、i) R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号の周波数の変更、i i) R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号の位相の変更、i i i) R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号の振幅の変更、i v) R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号のパルスシーケンスの変更、v) R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号中に符号化されるコードの変更のうちの少なくとも 1 つを含む。

【 0 0 1 2 】

本発明の別の態様によれば、超音波放出器ユニット U E U 2 、U E U 3 は、複数の超音

50

波放出器 $UE_{a_1 \dots a_n}$ を含む。放出器の各々は、時間差 $\Delta T_{a_1 \dots a_n}$ のセットを提供するために超音波信号を放出する。位置決定ユニット PDU_2 、 PDU_3 は、超音波放出器ユニット UEU_2 、 UEU_3 内の複数の超音波放出器の各々による超音波信号の放出と、 RF トランスポンダ回路 RTC によって放出又は反射される RF 信号におけるその対応する変調の RF 検出器ユニット RFD による検出との間の時間差 $\Delta T_{a_1 \dots a_n}$ のセットに基づいて RF トランスポンダ回路 RTC の位置を決定する。有利には決定される位置の精度が改善される。

【0013】

本発明の別の態様によれば、少なくとも第2の RF 検出器ユニット RFD_2 が提供される。その上、 RF 検出器ユニット RFD 及び少なくとも第2の RF 検出器ユニット RFD_2 に対する RF トランスポンダ回路 RTC の位置は、上で定義された時間差 ΔT_1 と、超音波放出器ユニット UEU による超音波信号の放出と、少なくとも第2の RF 検出器ユニット RFD_2 による、 RF トランスポンダ回路 RTC によって放出又は反射される RF 信号における対応する変調の検出との間の時間差 ΔT_2 との間の時間遅延 ΔT_3 に基づいて決定される。有利にはこれは、決定される位置の精度を改善する。

10

【0014】

本発明の別の態様によれば、 RF トランスポンダ回路 RTC が開示される。有利には RF トランスポンダ回路 RTC は、 RF トランスポンダ回路 RTC によって放出又は反射される RF 信号を電気的に変調し、それにより位置決定の完全性を改善する。その上、電気的な変調は、 RTC の小型化を許容することによって設計自由度を改善する。

20

【0015】

別の態様によれば、無線ユニット WU が開示される。無線ユニットは、 RF トランスポンダ回路 RTC と、 i) 磁気追跡システム、又は、光、超音波、 X 線、 CT 、 PET 若しくは $SPECT$ の画像化システムによって追跡されるためのフィデューシャル FID 、又は ii) 超音波、電磁、 RF 、マイクロ波、赤外線及び光放射のうちの少なくとも1つに応答するトランシーバユニット TU とを含む。フィデューシャル FID 又はトランシーバユニット TU は、 RF トランスポンダ回路 RTC に対して固定された位置に保持され、即ちフィデューシャル FID 又はトランシーバユニット TU は、 RF トランスポンダ回路 RTC に機械的に接続される。

30

【0016】

別の態様によれば、追跡装置 TA が開示される。追跡装置 TA は、無線ユニット WU と、システム SY と、 i) フィデューシャル追跡システム FTS 又は ii) トランシーバ追跡ユニット TTU のいずれかを備える無線ユニット追跡システム $WUTS$ とを含み、 i) フィデューシャル追跡システム FTS 又は ii) トランシーバ追跡ユニット TTU は、相応じて i) フィデューシャル追跡システム FTS とフィデューシャル FID の間、又は ii) トランシーバ追跡ユニット TTU とトランシーバユニット TU の間で送信される信号に基づいて無線ユニット WU の位置を決定するように構成される。フィデューシャル追跡システム FTS は、磁気追跡システム、又は、光、超音波、 X 線、 CT 、 PET 若しくは $SPECT$ の画像化システムのいずれかであり、また、フィデューシャル FID の位置を含む画像を提供するように構成される。

40

【0017】

別の態様によれば、レジストレーション装置 RA が開示される。レジストレーション装置 RA はシステム SY を含み、システム SY の超音波放出器ユニット UEU は、 i) 光画像化システムによって追跡されるためのフィデューシャル FID 、又は ii) 超音波、電磁、 RF 、マイクロ波、赤外線及び光放射のうちの少なくとも1つに応答するトランシーバユニット TU をさらに含み、フィデューシャル FID 又はトランシーバユニット TU は、超音波放出器ユニット UEU に対して固定された位置に保持される。レジストレーション装置 RA は、 i) フィデューシャル追跡システム FTS 又は ii) トランシーバ追跡ユニット TTU のいずれかを備える超音波放出器ユニット位置決定ユニット ULD をさらに含み、 i) フィデューシャル追跡システム FTS 又は ii) トランシーバ追跡ユニット

50

TTUは、相応じてi)フィデューシャル追跡システムFTSとフィデューシャルFIDの間、又はii)トランシーバ追跡ユニットTTUとトランシーバユニットTUの間で送信される信号に基づいて超音波放出器ユニットUEUの位置を決定するように構成される。この態様では、フィデューシャル追跡システムFTSは光画像化システムであり、また、フィデューシャルFIDの位置を含む画像を提供するように構成される。

【0018】

方法のステップ及びコンピュータプログラム製品を含む本発明の他の態様は、独立請求項に定義されている。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するためのシステムSYを含む位置決定装置PDAの第1の実施形態をRFトランスポンダ回路RTCと共に示す図である。

【図2】アンテナAN、超音波検出器UD及び変調器MODを含むRFトランスポンダ回路RTCを示す図である。

【図3】直列LCR同調回路の一部を形成するバラクターダイオードVAR1によって変調が提供されるRFトランスポンダ回路RTCを示す図である。

【図4】図1のシステムSYと共に使用することができる位置決定方法の様々な方法のステップを示す図である。

【図5A】別の例示的RFトランスポンダ回路RTCを例示的RF放出器RFE及び例示的RF検出器RFDと共に示す図である。

【図5B】負荷変調を使用して後方散乱放射を変調する別の例示的RFトランスポンダ回路RTCを示す図である。

【図6】位相変調器回路の例示的略図である。

【図7】RFトランスポンダ回路RTC及び基板Sを備える無線タグWTを示す図である。

【図8】RFトランスポンダ回路RTCを含む医療用針NDLを示す図である。

【図9】超音波放出器ユニットUEU2に対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するためのシステムSY2を含む位置決定装置PDA2の第2の実施形態をRFトランスポンダ回路RTCと共に示す図である。

【図10】超音波放出器ユニットUEU3に対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するためのシステムSY3を含む位置決定装置PDA3の第3の実施形態をRFトランスポンダ回路RTCと共に示す図である。

【図11】超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するためのシステムSY4を含む位置決定装置PDA4の第4の実施形態をRFトランスポンダ回路RTCと共に示す図である。

【図12】超音波放出器ユニットUEU、無線ユニット追跡システムWUTS、及びRFトランスポンダ回路RTCとフィデューシャルFID又はトランシーバユニットTUとを含む無線ユニットWUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するためのシステムSYを含む追跡装置TAを示す図である。

【図13】システムSYを含むレジストレーション装置RAであって、システムSYの超音波放出器ユニットUEUがフィデューシャルFID又はトランシーバユニットTUと、対応するフィデューシャル追跡システムFTS又はトランシーバ追跡ユニットTTUを有する超音波放出器ユニット位置決定ユニットULDUとを含むレジストレーション装置RAを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0020】

本発明の原理を示すために、RFトランスポンダ回路RTCが医療用針に取り付けられ、また、システムSYを使用して、RFトランスポンダ回路RTCの位置を介して医療用針が追跡される様々な実施形態が説明される。医療アプリケーション分野では、RFトラ

10

20

30

40

50

ンスポンダ回路 R T C をカテーテル、誘導線、プローブ、内視鏡、電極、ロボット、フィルタデバイス、バルーンデバイス、ステント、僧帽弁クリップ、左心房付属器閉鎖デバイス、大動脈弁、ペースメーカー、静脈ライン、ドレーナージライン、それらの追跡に使用するための組織密閉デバイス又は組織切断デバイスなどの外科ツールなどの他の医療又は介入デバイスに取り付けることが同じく企図されている。しかしながら R F トランスポンダ回路 R T C は、一般に対象に取り付けてそれらの位置を追跡することができることを認識されたい。その上、空中に置かれ、或いは水をベースとする媒体中に浸され又は埋没されると、R F トランスポンダ回路 R T C の位置が追跡される例が提供されているが、R F トランスポンダ回路 R T C が一般に媒体中に浸され、或いは埋没されると、同様の方式で追跡が実施され得ることを認識されたい。したがって本発明は、詳細には対象追跡、安全保障、支払い及び認証目的のために無線周波数識別即ち R F I D タグが現在使用されている領域などの領域において広範囲にわたるアプリケーションを見出している。

10

【 0 0 2 1 】

図 1 は、超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定するためのシステム S Y を含む位置決定装置 P D A の第 1 の実施形態を R F トランスポンダ回路 R T C と共に示したものである。システム S Y は、R F 放出器ユニット R F E、R F 検出器ユニット R F D、超音波放出器ユニット U E U 及び位置決定ユニット P D U を含む。

【 0 0 2 2 】

図 1 の R F 放出器ユニット R F E は、R F トランスポンダ回路 R T C にエネルギーを供給するための R F 信号を放出するように構成される。R F 信号は、従来、約 3 k H z から約 3 0 0 G H z までの周波数範囲内にあるものとして認識されている。この周波数範囲の R F 信号は、これらを使用して R F トランスポンダ回路にエネルギーを供給することができ、即ち R F トランスポンダ回路に電力を伝達することができるため、R F 放出器ユニット R F E のために適している。後で説明されるように、無線周波数識別即ち R F I D 技術、近距離フィールド通信即ち N F C 技術及び無線電力技術に使用されている技法などの技法は、所望の電力伝達を R F トランスポンダ回路 R T C に提供するために企図されている。放出される R F 信号は、パルス化されても、或いは持続波であってもよく、より単純な設計の観点から持続波が好ましい。

20

【 0 0 2 3 】

図 1 の R F 放出器 R F E は、R F 信号を放射するためのアンテナ（図 1 には示されていない）を含むことができる。ストリップ線路、スロット、パッチ、コイル、モノポール又はダイポールアンテナを含む様々なタイプのアンテナがこの目的のために適している。R F 放出器 R F E はアンテナアレイを含むことができ、アレイ内の個々のアンテナに送信される信号の位相が、知られているビーム形成技法を使用して、R F 放出器ユニット R F E によって放出される R F 放出の方向を制御する指令によって設定されることが同じく企図されている。このようなビーム形成技法によって提供される改善された指向性は、有利には近傍の電子システムに対する妨害を低減することができ、或いは R F 放出の電力を低減することができる。好ましいことにはアンテナは、導電コイルの形態のインダクタによって提供される。これは、R F トランスポンダ回路 R T C 内の対応する導電コイルに電力を伝達するために配置することができる。したがって R F トランスポンダ回路 R T C 内のアンテナは、知られている R F I D 又は N F C システム内のアンテナと同様のやり方で動作することができる。R F I D 及び N F C 無線電力の原理を使用して、R F 放出器ユニット R F E と R F トランスポンダ回路 R T C の間のエネルギー伝達は、したがって主として 2 つの誘導コイル間の磁気結合によって提供され得る。例えば遠距離フィールドにおける電力伝達は、典型的にはこれらのプロセスの組合せを介して生じる R F I D 技術に使用される方式と同様の方式で、R F 放出器ユニットから R F トランスポンダ回路 R T C へ容量的に、或いは容量結合と誘導結合の組合せを介して電力を伝達することが同じく企図されている。

30

40

【 0 0 2 4 】

50

任意選択で図1のRF放出器RFEは、共通のアンテナを図1のRF検出器ユニットRFDと共有することができる。したがってシステムSYのRF放出器ユニットRFEは、RF信号をRFトランスポンダ回路RTCに送信するためのRF放出器ユニットアンテナを含むことができる。その上、RF放出器ユニットアンテナは、RF放出器ユニットアンテナがRFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を検出するためのRF検出器ユニットRFDへの入力としてさらに働くよう、RF放出器ユニットRFE及びRF検出器ユニットRFDの両方に結合することができる。結合、より詳細には電気結合は、RF放出器ユニットRFE及びRF検出器ユニットRFDの両方へのハードワイヤリングを含むことができ、或いは2つのユニットの間を切り換えるための機械式又はトランジスタスイッチなどのスイッチを含むことができる。RF信号の検出及び知覚の両方に対してRF放出器ユニットアンテナを使用することにより、電子回路機構の複雑性が軽減される。

10

【0025】

概して、図1のRF放出器RFEによって放出されるRF信号の厳密な周波数は重要ではなく、また、既存のハードウェアの可用性、及び送信するRF放出器ユニットRFE上及びRFトランスポンダ回路RTC上のRFアンテナのサイズなどの他の要因は、使用される実際の周波数に影響を及ぼす。したがって典型的には3kHz乃至300GHzの範囲の周波数として定義されるRF周波数は、RF放出器RFEによって放出されるRF信号の周波数に適している。有効な電力伝達をRFトランスポンダ回路に提供するために、好ましいことにはRFトランスポンダ回路RTCは共振周波数を有し、また、好ましいことにはRF放出器ユニットRFEによって放出されるRF信号は、この共振周波数を含む帯域幅を有する。水をベースとする媒体中では、侵入度が小さくなり、且つ、周波数が高くなるため、この範囲内のより低い周波数を使用するのに有利である。実際的な理由により、RF放出器ユニットRFEによって放出されるRF信号の好ましい周波数範囲は、1MHzから1000MHzまで、2MHzから300MHzまで、又は10MHzから100MHzまでである。252MHz及び800MHzの特定の周波数は、有利にはそれぞれGSM（登録商標）通信からの妨害を制限し、また、水中で合理的に高い磁界侵入を有する。

20

【0026】

図1に戻ると、図1のRF検出器ユニットRFDは、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を検出するように構成される。その上、超音波放出器ユニットUEUは、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を変調するための超音波信号を放出するように構成される。したがって動作中、RFトランスポンダ回路RTCは、RF放出器ユニットRFEによって放出されたRF信号を受け取る。RFトランスポンダ回路RTCにエネルギーが供給され、即ちこれらの受け取ったRF信号によって電力が供給される。また、RFトランスポンダ回路RTCは、超音波放出器ユニットUEUから超音波信号を同じく受け取り、これらの超音波信号は、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を変調する。

30

【0027】

図には示されていないが、任意選択でRF検出器ユニットRFD及び/又は位置決定ユニットPDUは、追加としてRF放出器ユニットRFEと通信するように動作することができ、また、RF放出器ユニットRFEから同期化信号を受け取るように構成することができる。改善された感度及びそれによるRFトランスポンダ回路RTCの位置決め精度は、これによるものであることが分かっている。同期化信号は、例えばRF放出器ユニットRFEによって放出される元の非変調RF信号であってもよい。これは、例えばワイヤードリンクによってRF放出器ユニットRFEから受け取ることができ、また、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を復調するために使用することができる。別法としてこのような同期化信号は、RF検出器ユニットRFDによって検出され、且つ、知られているRF搬送波信号回復技法を使用して回復されたRF信号の一部として検出することも可能である。

40

50

【0028】

超音波信号は、従来、約20kHzを超える音響信号として認識されている。超音波信号のこの広い範囲は、一般に超音波放出器ユニットUEUの超音波放出に適している。水をベースとする媒体中では高い周波数の超音波の減衰が大きくなるため、このような環境における小電力動作を提供するためには、この範囲内のより低い周波数を使用することが有利である。既存のハードウェアからの超音波信号の提供を含む他の要因も、同じく超音波周波数の選択に影響を及ぼし得る。多くの超音波トランスデューサ、例えば磁気ひずみ超音波トランスデューサは、20～40kHzの範囲で容易に利用することができ、また、この目的のために適している。圧電トランスデューサは、微小電気機械システム即ちMEMS、又は容量性微小機械加工超音波トランスデューサ即ちCMUTタイプのトランスデューサであるため、圧電トランスデューサも同じく適しており、容量性微小機械加工超音波トランスデューサ即ちCMUTタイプのトランスデューサは、MHz領域における超音波信号の生成にはうってつけである。その上、超音波画像化システムのプローブは、典型的には1MHzから20MHzまでの周波数範囲で動作し、また、一実施形態の中で追って説明されるように、これは超音波放出器ユニットUEUとして同じく働き得る。水をベースとする媒体中における減衰及び現在のハードウェアの可用性を含む様々なトレードオフにより、超音波放出器ユニットUEUの100kHzから50MHzまで、又は1MHzから20MHzまでの超音波放出のための好ましい周波数範囲が得られる。

10

【0029】

受け取った超音波信号によって誘導されるRFトランスポンダ回路RTCの機械的な振動が、RF検出器ユニットRFDによって最終的に検出されるRF信号の意図された電気変調を妨害する危険を回避するために、好ましいことには図1の超音波放出器ユニットUEUは、RFトランスポンダ回路RTCの機械共振周波数とは異なる周波数の超音波信号を放出するように構成される。その上、RFトランスポンダ回路RTCが後で説明されるように無線タグの中に含まれる場合、超音波放出器ユニットUEUは、無線タグの機械共振周波数とは異なる周波数の超音波信号を放出するように構成されることが同様に好ましい。異なるという用語は、機械共振周波数の比として表現されたこれらの周波数の間の差の絶対値が、好ましくは10%、20%、50%又は100%を超えることを意味する。上で記載した米国特許第3713133(A)号で開示されている知られている位置追跡システムは、共振周波数が20kHz又は30kHzである機械的に共振するタグを開示している。したがって本発明においては、このような機械的振動がRFトランスポンダ回路RTCによる所望の電気的変調を妨害する危険を防止するために、30kHzを超える超音波周波数を使用することが有利であり得る。したがって本発明においては、図1の超音波放出器ユニットUEUは、40kHz以上即ち40kHz、50kHz、75kHz、100kHz、200kHz、500kHz、1MHz、2MHz、5MHz又は10MHzである超音波周波数を放出するように構成されることが有利であり得る。超音波放出器ユニットと関連して使用される対応するRFトランスポンダ回路RTCは、任意選択で、上で開示した範囲未満即ち40kHz未満、等々である超音波信号を減衰させるように構成される電気フィルタを含むことができる。これは、漂遊超音波信号によるRFトランスポンダ回路のうかつな起動を防止するために使用することができる。

20

30

40

【0030】

より詳細には、一例示的实施態様では、図1のRFトランスポンダ回路RTCは、図2のRFトランスポンダ回路RTCによって提供することができる。図2は、アンテナAN、超音波検出器UD及び変調器MODを含むRFトランスポンダ回路RTCを示している。図2のアンテナANは、図1のRF放出器ユニットRFEによって放出されたRF信号を、図2のRFトランスポンダ回路RTCにエネルギーを供給するための第1の電気信号に変換する。アンテナANは、RF放出器ユニットRFEのアンテナに関連して上で説明したアンテナオプションのうちの1つによって提供することができる。したがってアンテナANは、RFトランスポンダ回路RTCに無線電力を提供するように働く。好ましい実

50

施形態では、アンテナ A N は、R F 放出器ユニット R F E 内の対応するインダクタから電力を受け取るように配置される導電コイルの形態のインダクタによって提供される。

【 0 0 3 1 】

図 2 の超音波検出器 U D は、受け取った超音波信号を第 2 の電気信号に変換するように構成される。したがって動作中、超音波検出器 U D は、図 1 の超音波放出器ユニット U E U から超音波信号を受け取り、且つ、これらの信号を第 2 の電気信号に変換する。圧電、 piezo 抵抗及び容量性検出器を含む様々なタイプの超音波検出器が図 2 の超音波検出器 U D としての使用に適している。より詳細には、M E M S 又は C M U T タイプの超音波検出器を同じく使用することができる。適切な圧電材料には、フッ化ポリビニリデンなどのポリマー圧電材料、フッ化ポリビニリデントリフルオロエチレンなどの P V D F コポリマー、又は P (V D F - T r F E - C T F E) などの P V D F ターポリマーがある。ポリマー圧電材料は優れた柔軟性を提供し、したがって非平面トポグラフィを有する表面に共形で取り付けることができる。

10

【 0 0 3 2 】

図 2 の変調器 M O D は、超音波検出器 U D によって生成された第 2 の電気信号を受け取り、且つ、第 2 の電気信号に基づいて変調される R F 信号をアンテナ A N に放出又は反射させるように構成される。言い換えると、R F トランスポンダ回路 R T C は、受け取った超音波信号に基づいて電氣的に変調される R F 信号を放出又は反射するように配置される。

【 0 0 3 3 】

図 1 に戻ると、位置決定ユニット P D U は、R F 検出器ユニット R F D 及び超音波放出器ユニット U E U と通信するように動作する。その上、位置決定ユニット P D U は、超音波放出器ユニット U E U による超音波信号の放出と、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号における対応する変調の R F 検出器ユニット R F D による検出との間の時間差 ΔT_1 に基づいて、超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定するように構成される。好ましい構成では、位置決定ユニット P D U は、超音波放出器ユニット U E U を周期的にトリガして超音波信号を生成し、また、引き続いて、トリガ信号と、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号における対応する変調の R F 検出器ユニット R F D による検出との間の時間を監視する。別の構成では、超音波放出器ユニット U E U は、超音波信号を周期的に発行して位置決定ユニット P D U に基準タイミング信号を提供し、それにより時間差 ΔT_1 が決定される。他の構成も明らかに可能である。位置決定ユニット P D U は、例えば電子回路機構又はプロセッサによって提供することができる。

20

30

【 0 0 3 4 】

図 4 は、図 1 のシステム S Y と共に使用することができる位置決定方法の様々な方法のステップを示したものである。線形方式で示されているが、方法のステップのいくつかは同時に実行することができる。図 4 を参照すると、方法は以下のステップを有することができる。

M 1 : R F 放出器ユニット R F E に、R F トランスポンダ回路 R T C にエネルギーを供給するための R F 信号を放出させるステップ。

40

M 2 : R F 検出器ユニット R F D に、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号を検出させるステップ。

M 3 : 超音波放出器ユニット U E U に、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号を変調するための超音波信号を放出させるステップ。及び

M 4 : 超音波放出器ユニット U E U による超音波信号の放出と、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号における対応する変調の R F 検出器ユニット R F D による検出との間の時間差 ΔT_1 に基づいて、超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定するステップ。

【 0 0 3 5 】

方法は、追加として、超音波放出器ユニット U E U に、R F トランスポンダ回路 R T C

50

によって放出又は反射される R F 信号を変調するための超音波信号を放出させる上記方法のステップの実施を有することができ、これにより、放出された超音波信号に応答して、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号が変調されることになる。

【 0 0 3 6 】

その上、上記方法のステップ及び / 又は本明細書において開示されている他の方法のステップは、プロセッサ上で実行されると、プロセッサがこれらの方法のステップを実施することになる命令の形態で記録することができる。コンピュータプログラム製品は、専用ハードウェア並びに適当なソフトウェアと共同してソフトウェアを実行することができるハードウェアによって提供することができる。プロセッサによって提供される場合、機能は、単一の専用プロセッサによって、単一の共有プロセッサによって、又は複数の個別のプロセッサであって、そのうちのいくつかを共有することができる複数の個別のプロセッサによって提供することができる。その上、「プロセッサ」又は「コントローラ」という用語の明確な使用は、ソフトウェアを実行することができるハードウェアのみを指すものとして解釈してはならず、また、それらに限定されないが、デジタル信号プロセッサ「D S P」ハードウェア、ソフトウェアを記憶するためのリードオンリメモリ「R O M」、ランダムアクセスメモリ「R A M」、不揮発性記憶装置、等々を暗に含むことができる。さらに、本発明の実施形態は、コンピュータ又は任意の命令実行システムによって使用するための、若しくはコンピュータ又は任意の命令実行システムと関連して使用するためのプログラムコードを提供するコンピュータ使用可能又はコンピュータ可読記憶媒体からアクセスすることができるコンピュータプログラム製品の形態を取ることができる。この説明の目的のために、コンピュータ使用可能又はコンピュータ可読記憶媒体は、命令実行システム、装置又はデバイスによって使用するための、若しくは命令実行システム、装置又はデバイスと関連して使用するためのプログラムを含み、記憶し、通信し、伝搬し、又は輸送することができる任意の装置であってもよい。媒体は、電子、磁気、光、電磁、赤外線又は半導体のシステム、装置、デバイス又は伝搬媒体であってもよい。コンピュータ可読媒体の例には、半導体又は固体メモリ、磁気テープ、取外し可能コンピュータディスク、ランダムアクセスメモリ「R A M」、リードオンリメモリ「R O M」、剛体磁気ディスク及び光ディスクがある。光ディスクの現在の例には、コンパクトディスク - リードオンリメモリ「C D - R O M」、コンパクトディスク - 読出し / 書込み「C D - R / W」、B l u - R a y (商標) 及び D V D がある。

【 0 0 3 7 】

図 1 に示されているように、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号を最終的に変調する超音波信号の放出と、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号における対応する変調の R F 検出器ユニット R F D による検出との間の時間遅延は、本明細書においては ΔT_1 として定義される。時間遅延 ΔT_1 は、超音波信号が超音波放出器ユニット U E U から R F トランスポンダ回路 R T C まで移動するための時間期間と、変調された R F 信号が R F トランスポンダ回路 R T C から R F 検出器ユニット R F D まで移動するための時間期間との合計に等しい。R F の 3×10^8 m / s の伝搬速度と、空中における超音波の約 330 m / s の伝搬速度との間の著しい相違のため、時間遅延 ΔT_1 は、実質的に超音波信号が超音波放出器ユニット U E U から R F トランスポンダ回路 R T C まで移動するための時間期間に等しい。したがって超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置、又はより詳細には超音波放出器ユニット U E U と R F トランスポンダ回路 R T C の間の範囲即ち距離は、この時間差 ΔT_1 に基づいて決定することができる。これは、時間差 ΔT_1 と、超音波放出器ユニット U E U と R F トランスポンダ回路 R T C の間の媒体中における超音波伝搬の速度とを掛け合わせることによって計算することができる。同様に、R F の伝搬速度と、主として水をベースとする人体を含む他の媒体中における超音波の伝搬速度の大きな相違により、R F トランスポンダ回路 R T C が一般に媒体中に浸された場合と同じ方式で、超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定することが

できる。

【0038】

例えば企図されている一構造では、超音波放出器ユニットUEUとRFトランスポンダ回路RTCの間の距離は0.15mであり、また、それらの間の媒体は、3MHzにおいて1480m/sの超音波伝搬の速度を有する水である。RFトランスポンダ回路RTCとRF検出器RFDの間の例示的距離は0.25mである。したがって時間差 ΔT_1 は101マイクロ秒+0.8ナノ秒であり、また、第1の項のみ、即ち101マイクロ秒に近似することができ、位置決め誤差は無視することができる。

【0039】

別の構成では、上記時間差 ΔT_1 に基づく代わりに、或いは全くこの時間差に基づくことに加えて、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置は、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの角位置を含むことができる。この角位置は、例えば超音波放出器ユニットUEUによる超音波信号の放出の方向に基づいて決定することができる。一例示的实施態様では、アレイ超音波放出器を有する超音波放出器ユニットUEUを提供することが企図されている。このようなアレイ超音波放出器は、本明細書において説明されているタイプのビーム形成超音波画像化システムの超音波放出器アレイによって提供することができる。ビーム形成技法を使用して、超音波放出器ユニットUEUに対する所定の放出角度を個々に有する複数のビームを生成するように複数の超音波放出器を構成することができる。引き続いて、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されたRF信号における変調をRFトランスポンダ回路RTCがもたらした際に起動された特定のビームを識別することにより、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの角位置を決定することができる。

【0040】

図9及び図10を参照して後で説明される別の構成では、超音波放出器ユニットUEUは複数の超音波放出器を含み、また、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置は、超音波放出器ユニットUEU内の複数の超音波放出器の各々による超音波信号の放出と、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号におけるその対応する変調のRF検出器ユニットRFDによる検出との間の時間差 $\Delta T_{a_1 \dots a_n}$ のセットに基づいて決定される。

【0041】

超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの角位置は、別法又は追加として、RFトランスポンダ回路RTC内の超音波検出器UDの角感度に基づいて決定することも可能である。例えば音響スクリーニングを使用して、超音波検出器UDが超音波信号に対して敏感である角範囲を制御することができる。その上、RFトランスポンダ回路RTC内の超音波検出器UDの中に複数の超音波検出器要素を含むこと、及びアレイ内の個々の検出器要素によって検出される超音波信号のための所定の位相遅れを提供するように構成された位相調整ユニット、及び位相遅れ超音波信号の重み付きの和を提供するように構成された信号和ユニットを含むことが同じく企図されている。そのようにすることにより、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの角位置を決定するために、RFトランスポンダ回路RTC内の超音波検出器UDの角感度を制御することができる。

【0042】

図2のRFトランスポンダ回路RTCに戻ると、変調器MODは、i) RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号の周波数の変更、ii) RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号の位相の変更、iii) RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号の振幅の変更、iv) RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号のパルスシーケンスの変更、v) RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号中に符号化されるコードの変更の例示的技法のうちの1つを利用する電気回路又はプロセッサを含む

ことができる。これらの技法の組合せ又は全く他の変調技法も、変調器MODによって実施することができる。好ましいことには変更されるパラメータは、所定の範囲全体にわたってアナログ形式で連続的に変更することができるが、複数の離散レベルのうちの1つの間でパラメータをデジタル切換えすることも同じく企図されている。図1の対応するRFトランスポンダ回路RTCも、当然、これらの変調技法のうちの1つ又は複数を同様に利用することができる。

【0043】

上記変調技法は、RF信号のそれらの反射率を変調するか、又はそれらの放出されるRF信号を変調するために、様々なRFトランスポンダ回路RTC回路によって利用することができる。RF信号の反射率は、例えば負荷変調又は反射後方散乱などのRFID及びNFC分野で広く使用されている技法を使用して変調することができる。放出されるRF信号は、NFC分野からの回路などの他の知られている回路を使用して変調することができる。反射率及び放出変調技法は、一般にRF通信分野で知られている原理を同じく使用することができる。したがって受動及び能動電子構成要素及び任意選択で1つ又は複数のプロセッサを含む様々な電子構成要素をRFトランスポンダ回路RTCに使用することができる。本発明においては、RFトランスポンダ回路RTC回路は、検出された超音波信号に応答して所望の変調を提供する回路機構をさらに含む。

【0044】

最初にRFトランスポンダ回路における反射率変調の使用を考察する。これは、上記RF変調スキームの各々と共に使用することができる。ここでは、RFID分野で知られている負荷変調又は後方散乱放射変調の技法を使用することができる。負荷変調では、RF放出器RFEなどのRF放出器は、RFトランスポンダ回路に電力を供給するために使用されるRFフィールドを生成する。エネルギーは、RFトランスポンダ回路の共振周波数と重畳する、RF放出器によって放出される周波数の帯域幅によって回路に伝達される。RFトランスポンダ回路は、引き続いてこの電力を使用してその独自のインピーダンスを変調する。インピーダンス即ち負荷のこの変調は、RF放出器又はRF検出器によって「観察される」。負荷の変調は、RF放出器又はRF検出器に送信されることが望ましい所望の1ビット又は多重ビットコードに従ってなされる。本質的に、RFトランスポンダ回路のRF反射率は、そのインピーダンスを変調することによって変調される。反射率変調技法を利用する好ましい電気回路が図3に示されている。図3は、直列LCR同調回路の一部を形成するバラクターダイオードVAR1によって変調が提供されるRFトランスポンダ回路RTCを示している。図3の直列LCR同調回路は、式

【数1】

$$f_{resonant} = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

式1

に従って決定される共振周波数を有する。

【0045】

図3では、超音波検出器UDの容量及びバラクターダイオードVAR1の固有漂遊容量が式1における容量Cを提供する。超音波検出器、とりわけ容量性超音波検出器、磁気ひずみ検出器、MEMS及びCMUT検出器は、このような漂遊容量を固有に有する。追加コンデンサを図3の回路に含み、共振周波数を調整することができる。バラクターダイオードVAR1は変調を実施し、バラクターは、その両端間のバイアス電圧V_bに応じて変化する容量を有する電子構成要素である。式1のインダクタンスLは、図3のアンテナANのインダクタンスによって提供される。この特定の回路では、アンテナANは、RF放出器RFEからRF信号を受け取り、且つ、RF信号をRFトランスポンダ回路RTCから反射する両方の働きをする。直列LCR同調回路における抵抗は、構成要素を接続する電気導体の固有漂遊抵抗によって提供されるが、追加の専用抵抗を提供することも可能である。

【0046】

動作中、図 3 の回路は、磁気結合、容量結合又はそれらの組合せによってアンテナ A N を介して R F 放出器 R F E から R F 信号を受け取る。したがってこれらの R F 信号、近距離フィールドに存在する場合はとりわけその磁気成分は、R F トランスポンダ回路 R T C にエネルギーを供給する。同調回路は、バラクターダイオード V A R 1 の両端間の電圧 V_D が第 1 の電圧 V_{D1} である場合、上記式 1 によって統制される電気共振周波数、例えば F_{E1Res1} を有する。電圧 V_D は、少なくとも部分的に、超音波検出器 U D によって生成される電気信号によって制御される。有効な電力伝達を提供するために、好ましいことには R F 放出器ユニット R F E によって放出される R F 信号は、R F トランスポンダ回路 R T C の電気共振周波数即ち F_{E1Res1} と重畳する帯域幅を有する。超音波放出器ユニット U E U からの超音波信号がない第 1 の動作モードでは、R F 放出器 R F E からの R F 信号によってエネルギーが供給される同調回路は、電気共振周波数 F_{E1Res1} で共振する。この共振は、インピーダンスとして R F 放出器ユニット R F E によって観察され、また、放出された R F 信号の一部を反射するように動作する。 F_{E1Res1} におけるこれらの R F 信号は、引き続いて、図 1 の R F 検出器ユニット R F D などの検出器によって検出することができる。超音波検出器 U D が超音波放出器ユニット U E U から超音波信号を受け取ると、超音波検出器 U D によって生成される電気信号は、バラクターダイオード V A R 1 の両端間の電圧 V_D を第 1 の電圧 V_{D1} から第 2 の電圧 V_{D2} に変更する。したがって同調回路は第 2 の電気共振周波数 F_{E1Res2} を有し、これは式 1 に従って決定される。この第 2 の動作モードでは、同調回路は、R F 放出器ユニット R F E によって放出される R F 信号に異なるインピーダンスを提示し、したがってこれらの信号に異なる反射率を提示する。言い換えると、図 3 の R F トランスポンダ回路 R T C 内のバラクターダイオードは、R F 信号に対する R F トランスポンダ回路の反射率を変調する変調器として動作する。より詳細には、バラクターダイオードは、R F トランスポンダ回路によって反射される R F 信号の周波数及び振幅の両方を変調すると見なすことができる。

【0047】

インダクタのための記号は、図 3 では式 1 のインダクタンスを表すように示されているが、このインダクタは、小さい又は寄生的なインダクタンス値を有する導体の短距離又はループの形態のアンテナ A N によって提供することができることに留意されたい。詳細には、高い周波数では、このような導体の寄生インダクタンスは、典型的には、式 1 に従って所望のエネルギー伝達及び共振を提供するのに適している。

【0048】

その上、図 3 は、反射率変調を提供するための特定の一電気回路を示したものにすぎない。反射率の所望の変化を提供するために共振即ち同調回路が離調される、図 3 の回路に対する代替回路を同じく使用することができる。これらは、受け取った超音波信号を超音波検出器が、バラクターダイオードの両端間の電圧を変更し、それにより回路の共振周波数を変更するために使用される電気信号に変換する並列 L C R 共振回路を含む。その上、このような回路は、後で説明される F E T スイッチ及び抵抗などの追加電子構成要素を含むことができる。

【0049】

図 5 A は、別の例示的 R F トランスポンダ回路 R T C を例示的 R F 放出器 R F E 及び例示的 R F 検出器 R F D と共に示したものである。図 5 A の回路は、負荷変調を使用して R F 信号に対するその反射率を変更する。図 5 A の回路では、発振器 O s c は、抵抗 R_0 及びコンデンサ C_0 によって放出器コイル即ちアンテナに結合される R F 信号を生成する。コンデンサ C_0 を使用して、コンデンサ C_0 及び放出器コイルのインダクタンスによって画定される電気回路の共振周波数を調整することができる。発振器 O s c 、抵抗 R_0 、コンデンサ C_0 及び放出器コイルは、R F 放出器 R F E を形成する。動作中、放出器コイルは、発振磁界 H の形態で R F 信号を放射し、その R F 信号の一部を、R F トランスポンダ回路 R T C の一部を形成する対応するレシーバコイル即ちアンテナ L_1 に結合する。R F トランスポンダ回路 R T C は、検出された R F 信号を整流し、且つ、平滑化して、端子 $V_{dd} - Gnd$ の両端間に平滑化された電源を生成するダイオード D_1 及びコンデンサ C_2

を含む。コンデンサ C_1 を使用して、コンデンサ C_1 及びコイル L_1 のインダクタンスによって画定される電気回路の共振周波数を調整することができる。したがって例示的 R F トランスポンダ回路 R T C は、並列 L C R 共振器の形態であり、また、 L_1 及び C_1 の値によって部分的に決定される並列 L C R 共振周波数を有することができる。端子 V d d - G n d は変調器 M O D に電力を供給し、端子 D A T におけるそのデータ出力は F E T スイッチ T_1 を制御する。図 5 A の R F トランスポンダ回路 R T C は、上で説明した負荷変調原理を使用して、R F 放出器 R F E からの R F 放射が R F トランスポンダ回路 R T C によって R F 検出器 R F D に向かって後方に散乱するよう、R F 信号に対するその反射率を変調する。その上、変調器 M O D からの出力である端子 D A T のデータは F E T スイッチ T_1 を切り換え、データに従って、R F 検出器 R F D から見た負荷インピーダンスを変更する。一実施態様では、端子 D A T のデータは、図 1 の超音波放出器ユニット U E U によって放出された検出された超音波信号に応答して変調器 M O D によって出力される単一ビットのデータであってもよい。この実施態様では、変調器 M O D は、例えば、所望の 1 ビットデータ即ち論理 1 又は論理 0 を端子 D A T に生成するために、図 5 B に示されているように直列に接続される超音波検出器 U D 及び F E T スイッチ T_2 を含む。変調器 M O D の代替実施態様は、例えば、検出された超音波パルスによってそのようにトリガされると、多重ビットデータワード即ちコードをメモリから端子 D A T へ直列に出力するように配置されるメモリ及びシフトレジスタを含むことができる。その上、デジタル切換えに加えて、F E T スイッチをアナログモードで使用して、入力超音波信号に応答して反射率のアナログ変化を提供することも可能である。別の実施態様では、それぞれ位相シフト変調又は周波数変調「周波数シフトキーイング」を介した R F 検出器 R F D への 1 ビット又は多重ビットデータ転送を実施するために、図 5 B の F E T スイッチ T_2 及び抵抗の例示的直列配置を図 5 A の回路に使用して、変調器 M O D 内の電圧制御発振器又は移相器を制御することができる。本明細書において開示されている電子回路全体を通して、適切である場合、バイポーラススイッチを使用して、図に示されている F E T スイッチと交換することができることに留意されたい。バイポーラススイッチが使用される場合、コイル L_1 を分路するのではなく、これらを回路内で直列に接続することはより適切であることは明らかであろう。したがって図 5 A のバイポーラススイッチのコレクタ及びエミッタ端子は、F E T トランジスタ T_1 に対する代替として、ダイオード D_1 とコイル L_1 の間に直列に接続してもよく、超音波検出器はそのベースとエミッタの間に接続してもよい。

【 0 0 5 0 】

R F トランスポンダ回路 R T C によって反射された R F 信号を検出するために、図 5 A の R F 検出器回路 R F D は、帯域通過フィルタ B P F、増幅器 A M P 及び復調器 D E M O D を含むことができる。上で概説したように、図 5 A の F E T スイッチ T_1 の切換えは、R F 検出器 R F D から見た負荷インピーダンスを変調する。この変調は、後方散乱放射の対応する変調、即ち R F トランスポンダ回路 R T C によって反射された放射の変調をもたらす。後方散乱放射は、変調された R F 信号として R F 放出器 R F E の R F 放出器コイル即ちアンテナによって検出される。変調された信号は、妨害及び雑音を小さくするために帯域通過フィルタ B P F によってフィルタリングされ、増幅器 A M P によって増幅され、また、端子 D A T に生じた元の変調信号を端子 D A T ' に提供するために引き続いて復調器 D E M O D によって復調される。

【 0 0 5 1 】

引き続いて、超音波パルスを放出した超音波放出器ユニット U E U と R F トランスポンダ回路 R T C との間の範囲を決定するために、位置決定ユニット P D U 内で、端子 D A T ' における復調信号の検出と、図 1 の超音波放出器ユニット U E U に超音波パルスを放出させた信号との間の時間遅延を計算することができる。図 5 A の復調回路 D E M O D の選択は使用される変調タイプに対応し、また、上で参照したハンドブックに詳述されている様々な回路をこの目的のために選択して使用することができる。その上、図 5 A の実施態様では、R F 放出器回路 R F E 及び R F 検出器回路 R F D はアンテナ即ちコイルを共有しているが、R F 放出器回路 R F E 及び R F 検出器回路 R F D が個別のアンテナを有する他

の実施態様を使用することも同じく可能である。

【0052】

図5Bは、負荷変調を使用して後方散乱放射を変調する別の例示的RFトランスポンダ回路RTCを示したものである。図5BのRFトランスポンダ回路RTCは、図5Aの同じ名称のアイテムRTCの代わりに使用して反射率変調を提供することができる。動作中、図5BのRFトランスポンダ回路RTCのコイル L_1 は、図5Aの磁界線Hをさえぎり、これらを電流に変換する。電流は、全波整流器ダイオード $D_1 \sim D_4$ によって整流され、且つ、端子Vdd-Gndの両端間に平滑化された電源を生成するためにコンデンサ C_2 によって平滑化される。図5BのRFトランスポンダ回路RTCは、 L_1 及び C_1 の値によって部分的に決定される共振周波数を有することができる。端子Vdd-Gndは変調器MODに電力を供給する。変調器MODのデータ出力端子DAT_{m.o.d}はFETスイッチ T_1 を制御する。動作中、図5Bの回路は、RFトランスポンダ回路RTCによって検出されるRF信号の周波数の $1/n$ である周波数の信号を提供するn分割カウンタDIVNCTRを含む。次に、この信号と端子DATのデータとの論理的NANDを使用してFETスイッチ T_1 を切り換え、図5Aに示されているように、図5AのRF検出器RFDから見た負荷インピーダンスを変更する。図に示されている実施態様では、端子DATのデータは、超音波検出器UDによって検出される超音波信号に応答して変調器MODによって生成されるデータの単一ビットである。この場合、検出された超音波パルスは、FETスイッチ T_2 への入力にハイ信号をもたらす。これは次に端子DATにロー信号をもたらす。複数の超音波パルスがDATを同じやり方で複数回にわたってトリガすることができる。そのようにすることにより、端子DATの1ビットデータワード即ち論理1又は論理0は、FETスイッチ T_1 に図5AのRF検出器RFDによって検出された後方散乱RF信号を変調させ、それにより超音波パルスがRFトランスポンダ回路RTCによって検出されたRF検出器RFDへの信号を変調させる。図5Bの実施態様では、n分割カウンタは、検出された信号と放出された信号を同期させ、この同期は、RD検出器RFDにおける復調プロセスを補助する。詳細には、それは、n分割された検出された周波数によって決定される周波数分離で2つの周波数シフト側波帯信号を提供し、側波帯信号の振幅は、端子DATのデータ値によって制御される。したがって図5Bの回路は、周波数シフト側波帯信号の振幅変調を提供する。図5Aに関連して説明したように、図5Bの回路の変形態様は、例えば、超音波検出器が超音波パルスを検出すると、多重ビットデータワード即ちコードを端子DATに直列に出力するメモリ及びシフトレジスタを変調器MOD内に含むことができる。別の実施態様では、それぞれ位相シフト変調又は周波数変調「周波数シフトキーイング」を介したRF検出器RFDへの1ビット又は多重ビットデータ転送を提供するために、図5BのFETスイッチ T_2 及び抵抗の例示的直列配置による超音波信号の検出を代わりに配置して、変調器MOD内の電圧制御発振器又は移相器を制御することができる。

【0053】

図6は、位相変調器回路の例示的略図を示したものである。図6の位相変調器回路を使用して、上で説明した変調器に対する代替として図5A及び図5Bの変調器MODを実施することができる。図6は、RF信号の位相が変調されるいわゆる位相シフトキーイングPSK技法を実施する。図6の回路は、RFトランスポンダ回路RTCによって反射されるRF信号の位相変調を実施するために超音波検出器UDと接続することができる。図6の例示的回路には、図5A及び図5Bの回路のいずれかから電力端子Vdd及びGndに引き渡される整流された信号によって電力を供給することができる。図6では、RF発振器Oscは、2つの相互位相シフト信号 $\cos(\omega t)$ 及び $\sin(\omega t)$ を提供する。信号掛算器 M_1 、 M_2 は、相互位相シフト信号にそれぞれ同相信号 $I(t)$ 及び直角位相信号 $Q(t)$ を掛け合わせる。次に、出力信号を端子SigOutに提供するために、掛算された信号がユニットSigmaで合計される。端子SigOutは、図5A又は図5Bのデータ端子DATに対応する。同相信号 $I(t)$ 及び直角位相信号 $Q(t)$ は、2ビット直列-並列トランスデューサ2BitSer-Parconvから受け取

られる。2ビット直列-並列トランスデューサ 2 Bit Ser-Par convには、端子 Bin i / p に1ビット又は多重ビットワードが入力され、また、所望の位相変調を端子 Sig Out に生成するために、連続入力ビットを出力 I (t) 及び Q (t) に分割する。図6の回路を使用して1ビットワードを送信するために、出力 I (t) 及び Q (t) に送られる信号は例えば同じであってもよい。RFトランスポンダ回路 RTC の反射率を変調するために、図6の変調器の端子 Bin i / p は、シフトレジスタ及び多重ビットワードを記憶するメモリによって図5BのFETスイッチ T₂ の出力端子 DAT に接続することができる。動作中、図5Bの超音波検出器 UD によって超音波パルスが検出されると、FETスイッチ T₂ の出力端子 DAT は、メモリから図6の変調器の端子 Bin i / p へのシフトレジスタを介した多重ビットワードの直列シフトをトリガする。図6の端子 Sig Out の引き続いて位相シフト変調された信号は、引き続いて、RFトランスポンダ回路 RTC によって反射された信号を変調するために、図5A又は図5BのいずれかのRFトランスポンダ回路 RTC 内のFETスイッチ T₁ をトリガすることができる。引き続いて、変調された信号が図5AのRF検出器回路 RFD によって検出され、また、送信されたコードが端子 DAT ' で回復される。単一ビットコードは、この構造によって同じやり方で送信することができる。

【0054】

したがって、上で説明したように、様々な電気回路をRFトランスポンダ回路 RTC によって使用して、RFトランスポンダ回路 RTC によって反射される信号を変調することができる。

【0055】

上で説明した原理と同様の振幅変調、周波数変調、位相変調及び符号化の原理を同じく使用して、図1のRFトランスポンダ回路 RTC などのRFトランスポンダ回路によって放出される信号を変調することができる。この文脈においては、RFID 及び NFC の両方に使用するために知られている様々な電気回路を適合して、検出された超音波信号に回答して放出されるRF信号の所望の変調を提供するために超音波検出器を含むべく、汎用電子回路設計実践を使用することができる。これらは、RF信号を連続的に放出する電気回路、検出された超音波信号に従って変更される放出されたRF信号の変調、及び検出された超音波信号によってそのようにトリガされると、所定の変調を有するRF信号を放出する電気回路を含むことができる。したがって「RFID handbook - Fundamentals and Applications in contactless smart cards, radio frequency identification and near field communication, Third Edition, Klaus Finkenzeller, Giesecke & Devrient GmbH, Munich, Germany, WILEY, 2010, ISBN: 978-0-470-69506-7」及び「The RF and Microwave handbook, 2001, Editor in Chief Mike Golio, CRC press, ISBN 13: 978-1-4200-3676-3」などのハンドブックで知られている原理を適合して、検出された超音波信号に回答してRFトランスポンダ回路 RTC によって放出されるRF信号の所望の周波数変調、位相変調又は符号化を含むことができる。本発明によれば、これらのRFトランスポンダ回路は、反射率変調に関連して説明されたように、RF放出器ユニット RFE をRFトランスポンダ回路 RTC に対する電力源として使用する概念を共有しており、また、その変調は、超音波検出器 UD によって検出される超音波信号に回答して提供される。上で説明した反射率変調回路とは対照的に、放出されたRF信号を変調するRFトランスポンダ回路は、結果として得られるRF信号がRF検出器ユニット RFD の受信アンテナによって検出されるよう、十分な電流をそのアンテナ AN 中に生成することができる。

【0056】

その上、NFC の分野で使用される、米国特許出願公開第 2011 / 0043429 (

10

20

30

40

50

A 1) 号及び米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 1 6 7 6 4 4 (A 1) 号で開示されているような知られている電子トランシーバ及びトランスポンダ回路は、上で説明した回路と同様の方式で適合して、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出される R F 信号の任意の所望の周波数変調、振幅変調、位相変調又は符号化を提供するために超音波検出器 U D を含むことができる。このような N F C タイプの回路では、N F C コミュニケータ間のデータの通信は、N F C コミュニケータ即ち R F 放出器 R F E が通信されるべきデータを使用して変調される交番磁界を伝送し、また、受信 N F C コミュニケータ即ち R F トランスポンダ回路 R T C が独自の变調された磁界を伝送又は生成することによって応答する「能動」通信モードを介したものであっても、或いは 1 つの N F C コミュニケータ即ち R F 放出器 R F E が交番磁界を伝送し、且つ、その磁界を維持し、また、応答 N F C コミュニケータ即ち R F トランスポンダ回路 R T C が、通信されるべきデータを使用して自らが誘導結合される磁界を、例えば誘導結合上の負荷を変調すること即ち負荷変調によって変調する「受動」通信モードを介したものであってもよい。したがって反射した R F 信号を変調するための負荷変調と放出された R F 信号の変調の組合せは、これらの回路によって同じく使用することができる。その上、R F トランスポンダ回路 R T C によって反射又は放出された R F 信号の所望の周波数変調、位相変調又は符号化を提供するために、任意の上記回路設計原理を要望に応じて組み合わせることも可能である。

10

【 0 0 5 7 】

図 1 に戻ると、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号を検出する図 1 の対応する R F 検出器ユニット R F D の設計は、R F トランスポンダ回路 R T C によって使用される特定の变調技法に明らに対応する。位置決定ユニット P D U は、引き続き、時間差 ΔT_1 を決定し、したがって超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定するために、超音波放出器ユニット U E U が対応する超音波信号を放出した時間、及び変調の何らかの変化の時間を監視する。したがって R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号における変調の時間を検出するために、R F 通信の分野で知られている様々な復調技法を R F 検出器ユニット R F D 内に含むことができる。R F トランスポンダ回路 R T C によって変調されるのが、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号の (i) 周波数である場合、R F 検出器ユニット R F D は、例えば、検出された R F 信号と、超音波信号がない場合に R F 検出器ユニット R F D の期待される R F 周波数に対応する周波数を有する R F 信号とを混合するように構成されるミクサーを備える復調器を含むことができる。混合の結果は、超音波信号がない場合は D C である差周波数を含む。超音波信号が R F 検出器ユニット R F D によって検出されると、差周波数は D C からシフトすることになる。したがって、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号における対応する変調の R F 検出器ユニット R F D による検出の時間は、この差周波数の何らかの変化の時間を監視することによって決定することができる。したがって所望の時間差 ΔT_1 を決定するために使用することができる。このような復調器は、電子回路機構によって、又はプロセッサによって提供することができる。

20

30

【 0 0 5 8 】

同様に、R F トランスポンダ回路 R T C によって変調されるのが、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号の (i i) 位相である場合、いわゆる位相固定ループ P L L 又はロック - イン増幅器回路を含む様々な知られている位相検出技法を復調器に使用することができる。(i i i) 振幅変化を検出するために、復調器は、いわゆる位相固定ループ P L L 又はロック - イン増幅器を使用することができる。R F トランスポンダ回路 R T C によって変調されるのが、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号の (i v) パルスシーケンスであるか、又は (v) コードである場合、復調器は、例えば、振幅、周波数又は位相変調信号を回復するための同期検出回路、及び任意選択で、元のコードを回復するために、検出されたパルスシーケンスによってクロックされるシフトレジスタを含むことができる。この場合も、これらの技法のいずれにおいても、このような復調器は、電子回路機構によって、又はプロセッサによって

40

50

提供することができる。

【0059】

したがって要約すると、また、図1を参照すると、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号に基づいて、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するためのシステムSYが提供される。システムは、RF放出器ユニットRFE、RF検出器ユニットRFD、超音波放出器ユニットUEU及び位置決定ユニットPDUを含む。RF放出器ユニットRFEは、RFトランスポンダ回路RTCにエネルギーを供給するためのRF信号を放出するように構成される。RF検出器ユニットRFDは、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を検出するように構成される。超音波放出器ユニットUEUは、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を変調するための超音波信号を放出するように構成される。その上、位置決定ユニットPDUは、RF検出器ユニットRFD及び超音波放出器ユニットUEUと通信するように動作し、また、超音波放出器ユニットUEUによる超音波信号の放出と、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号における対応する変調のRF検出器ユニットRFDによる検出との間の時間差 ΔT_1 に基づいて、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するように構成される。

10

【0060】

上で説明したRFトランスポンダ回路RTCは、言及したように、RFトランスポンダ回路RTCの決定された位置を介した広範囲にわたる様々な対象の追跡を容易にするために、それらの広範囲にわたる様々な対象に取り付けることができる。

20

【0061】

一例示的实施態様では、RFトランスポンダ回路RTCは、基板に取り付けて、その基板を追跡するか、又はその基板が取り付けられる対象を追跡するかのいずれかを実施することができる。図7は、RFトランスポンダ回路RTC及び基板Sを備える無線タグWTを示したものである。RFトランスポンダ回路RTCは基板Sに取り付けられる。図7のRFトランスポンダ回路RTCは、アンテナAN、変調器MOD及び超音波検出器UDを含む。その上、上で説明したように、RFトランスポンダ回路RTCがこのやり方で基板に取り付けられる場合、少なくとも1つのアンテナANによって放出又は反射されるRF信号の変調をもたらす被受信超音波信号の周波数、即ち超音波放出器ユニットUEUによって放出又は反射される超音波信号の周波数は、無線タグ、RFトランスポンダ回路RTC又は基板Sの機械共振周波数とは異なることが好ましい。そのようにすることにより、これらの要素における望ましくない超音波誘導機械振動が回避され、それによりこのような超音波誘導機械振動がRF検出器ユニットRFDによって検出されるRF信号の変調を妨害するのを防止する。異なるという用語は、機械共振周波数の比として表現されたこれらの周波数の間の差の絶対値が、好ましくは10%、20%、50%又は100%を超えることを意味する。その上、上で説明したように、このような望ましくない機械的振動は、40kHz以上の周波数を有する超音波信号を使用することにより、無線タグを使用して回避することができる。

30

【0062】

別の例示的实施態様では、RFトランスポンダ回路RTCは、追跡されるべき対象に直接取り付けることができる。図8は、RFトランスポンダ回路RTCを含む医療用針NDLを示したものである。図8のRFトランスポンダ回路RTCは、変調器MOD及び超音波検出器UDと共に医療用針NDLの周りに巻き付けられるうず巻線の形態の導体の形態のアンテナANを含む。様々な接着、コーティング又は積層技法を使用してRFトランスポンダ回路RTCを医療用針NDLに取り付けることができる。他の箇所で説明されているように、うず巻線導体の代わりに他のタイプのアンテナANを使用することも可能である。

40

【0063】

図9は、超音波放出器ユニットUEU2に対するRFトランスポンダ回路RTCの位置

50

を決定するためのシステムSY2を含む位置決定装置PDA2の第2の実施形態をRFトランスポンダ回路RTCと共に示したものである。図9の位置決定装置PDA2の特徴は、図1の位置決定装置PDAに関連して上で説明した特徴に対応する。さらに、図9の超音波放出器ユニットUEU2は、複数の超音波放出器 $UE_{a_1} \dots a_n$ を含み、また、位置決定ユニットPDU2は、超音波放出器ユニットUEU2内の複数の超音波放出器の各々による超音波信号の放出と、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号におけるその対応する変調のRF検出器ユニットRFDによる検出との間の時間差 $\Delta T_{a_1} \dots a_n$ のセットに基づいて、超音波放出器ユニットUEU2に対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するように構成される。

【0064】

動作中、図9の位置決定装置PDA2は、図1に関連して説明したやり方とほとんど同じやり方で動作する。それに加えて、複数の超音波放出器 $UE_{a_1} \dots a_n$ の各々は、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号、したがってRF検出器ユニットRFDによって検出される信号における対応する変調をもたらす超音波信号を放出する。したがって超音波放出器は、図9に示されているように、対応する時間遅延 $\Delta T_{a_1} \dots a_n$ のセットを生成する。三角測量を使用することにより、これらの時間遅延を使用して、超音波放出器ユニットUEU2に対するRFトランスポンダ回路RTCの位置に関する追加位置情報を提供することができる。一例示的構成では、2つの空間的に分離された超音波放出器によって提供される時間遅延は、超音波放出器ユニットUEU2に関連してRFトランスポンダ回路RTCがある弧を画定する。別の例示的構成では、1つの放出器が他の2つの放出器を通過する軸から離れて配置される3つの超音波放出器を使用することができる。三角測量を使用することにより、このような放出器構造によって提供される3つの対応する時間遅延を使用して、RFトランスポンダ回路RTCが超音波放出器ユニットUEU2に関連して寄り掛かる空間中の点を識別することができる。言い換えると、複数の放出器を使用して、超音波放出器ユニットUEU2に対するRFトランスポンダ回路RTCの角位置を提供することができる。

【0065】

超音波放出器ユニットUEU2内の超音波放出器の各々の間の区別を改善するために、UEU2内の個々の超音波放出器を例えば逐次トリガしてその超音波信号を放出させることができる。別法として、UEU2内の個々の超音波放出器に例えば他の超音波放出器によって放出される超音波信号とは異なる周波数、継続期間又はパルスシーケンスを有する超音波信号を放出させることも可能である。好ましいことには、超音波放出器ユニットUEU2内のすべての超音波放出器は共通のクロックに同期化される。部分的には、放出される個々の超音波信号は、基準時間点に対してトレースすることができるため、共通のクロックの使用は、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号の回復を改善することができる。

【0066】

図9に関連して説明した超音波放出器ユニットUEU2は、上で説明したように配置される複数の個別の超音波放出器によって提供することができる。好ましい構成では、図9の超音波放出器ユニットUEU2は、複数の超音波放出器 $UE_{a_1} \dots a_n$ を含む超音波画像化プローブによって提供される。2D画像化プローブ、3D画像化プローブ、経食道TEEプローブ、経胸壁TEEプローブ、経鼻TNEプローブ、心臓内ICEプローブなどの超音波画像化プローブは、従来、超音波放出器の1D線形アレイ又は2Dアレイのいずれかを含む。したがって超音波画像化プローブの超音波放出器を使用して、上で説明した所望の時間差 $\Delta T_{a_1} \dots a_n$ のセットを生成することができる。

【0067】

超音波画像化プローブは、関心領域を探索するために、典型的にはビーム形成技法を使用して複数の超音波ビームを生成する。図9の超音波放出器ユニットUEU2又は全く図1の超音波放出器ユニットUEUとしてのこのようなビーム形成超音波画像化プローブの使用は、超音波放出器ユニットに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定する

10

20

30

40

50

ための他の可能性を提供する。次に、図 10 に示されている第 3 の実施形態を参照してこれらの可能性について説明する。

【0068】

図 10 は、超音波放出器ユニット U E U 3 に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定するためのシステム S Y 3 を含む位置決定装置 P D A 3 の第 3 の実施形態を R F トランスポンダ回路 R T C と共に示したものである。R F トランスポンダ回路 R T C は、図 10 の例示的医療用針 N D L に取り付けられ、また、医療用針の位置を R F トランスポンダ回路 R T C の決定された位置を介して追跡するために使用することができる。医療又は介入デバイスを含む他の対象を医療用針 N D L と同じやり方で追跡することができることは明らかである。図 10 の超音波放出器ユニット U E U 3 は、ビーム形成超音波画像化システムの超音波画像化プローブによって提供され、また、例えば上で説明した画像化プローブタイプのうちの 1 つであってもよい。このようなビーム形成超音波画像化システムは、関心領域 R O I に対応する超音波画像を提供するために、図 10 には示されていない超音波放出器のアレイ $U E_{a_1} \dots a_n$ を使用して複数の超音波ビーム $B_{a_1} \dots a_n$ を生成する。

10

【0069】

図 10 の超音波放出器ユニット U E U 3 は、従来の超音波画像化プローブに対応し、また、図には示されていないが、ビーム $B_{a_1} \dots a_n$ 中に超音波信号を生成し、且つ、ビーム $B_{a_1} \dots a_n$ 中の超音波信号を検出するために、超音波放出器ユニット U E U 3 によって送信又は受信される信号を増幅し及び / 又はその位相を調整するように構成される電子ドライバ及びレシーバ回路機構を含むことができる。

20

【0070】

動作中、図 10 の位置決定ユニット P D U 3 を使用して、超音波放出器ユニット U E U 3 に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を介して医療用針 N D L の位置を追跡することができる。この位置は、超音波放出器ユニット U E U 3 と R F トランスポンダ回路 R T C の間の範囲即ち距離、及び / 又は超音波放出器ユニット U E U 3 に対する R F トランスポンダ回路 R T C の角位置を含むことができる。範囲即ち距離 D_{a_k} は、特定のビーム k に対応する超音波放出器ユニット U E U 3 による超音波信号の放出と、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号における対応する変調の R F 検出器ユニット R F D による検出との間の時間差 ΔT_{a_k} に基づいて決定することができる。言い換えると、これは、これが特定の超音波ビーム k に対して実施されることを除き、図 1 に関連して説明した方式と同様の方式で決定される。超音波放出器ユニット U E U 3 に対する R F トランスポンダ回路 R T C の角位置は、R F トランスポンダ回路 R T C が R F 検出器ユニット R F D によって検出された R F 信号における対応する変調の時間に配置された特定の超音波ビーム B_{a_k} を識別することによって決定することができる。

30

【0071】

より詳細には、超音波放出器ユニット U E U 3 に対する R F トランスポンダ回路 R T C の角位置は、超音波放出器ユニット U E U 3 によって放出される超音波信号と R F 検出器ユニット R F D によって検出される変調された R F 信号とを相関させることによって決定することができる。実際的な面では、この相関は、

40

ビーム形成超音波画像化プローブ U E U 3 の複数の超音波ビーム $B_{a_1} \dots a_n$ 内の R F トランスポンダ回路に対する可能な位置のマトリックスを構築するステップと、

可能な位置毎に、R F 検出器ユニット R F D によって検出された R F 信号の変調の測定された大きさ及び / 又は時間差 ΔT_{a_k} と、R F 検出器ユニット R F D によって検出された R F 信号の変調の期待された大きさ及び / 又は時間差 ΔT_{a_k} とをそれぞれ比較するステップと、

比較するステップに基づいて、R F トランスポンダ回路に対する可能な位置のマトリックスから最も期待できそうな位置を識別するステップと

を含むことができる。

【0072】

50

R F 検出器の位置を決定するための他の方法及びアルゴリズムを同じく使用して上記相関を実施することも可能である。

【 0 0 7 3 】

超音波放出器ユニット U E U 3 に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置をこのようにして決定することにより、最も期待できそうな位置を超音波放出器ユニット U E U 3 によって提供される関心領域 R O I の対応する超音波画像の中に示することができる。位置は、ビーム形成超音波画像化システムのビーム $B_{a_1} \dots a_n$ に関連して決定されるため、有利には R F トランスポンダ回路 R T C の位置には超音波画像が自己参照される。

【 0 0 7 4 】

図 1 1 は、超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定するためのシステム S Y 4 を含む位置決定装置 P D A 4 の第 4 の実施形態を R F トランスポンダ回路 R T C と共に示したものである。図 1 に関連して説明した位置決定装置 P D A と比較すると、位置決定装置 P D A 4 は、追加として第 2 の R F 検出器ユニット R F D 2 を含む。R F D 2 は、図 1 に関連して説明された R F 検出器ユニット R F D と同じやり方で動作し、また、好ましいことには R F 検出器ユニット R F D に対して別々に配置される。図 1 に関連して説明した位置決定ユニット P D U と比較すると、位置決定ユニット P D U 4 は、R F 検出器ユニット R F D 及び少なくとも第 2 の R F 検出器ユニット R F D 2 に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定するようにさらに構成される。この位置は、超音波放出器ユニット U E U による超音波信号の放出と、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号における対応する変調の R F 検出器ユニット R F D による検出との間の時間差 ΔT_1 と、超音波放出器ユニット U E U による超音波信号の放出と、少なくとも第 2 の R F 検出器ユニット R F D 2 による、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号における対応する変調の検出との間の時間差 ΔT_2 との間の時間遅延 ΔT_3 に基づく。さもなければ図 1 1 のアイテムは、図 1 における対応するアイテムと同じやり方で動作する。

【 0 0 7 5 】

したがって使用中、図 1 1 の実施形態は、超音波放出器ユニット U E U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定だけでなく、図 1 1 の ΔT_1 と ΔT_2 の間の時間遅延を使用して、R F 検出器ユニット R F D 及び R F D 2 に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を提供する。時間遅延 ΔT_3 は、R F トランスポンダ回路 R T C と R F 検出器ユニット R F D、R F D 2 の間の距離 D_3 の差を示す。R F 検出器ユニットは、R F トランスポンダ回路 R T C によって放出又は反射される R F 信号に応答するため、距離 D_3 は、時間遅延 ΔT_3 と光の速度を掛け合わせることで決定することができる。そのようにすることにより、R F 検出器 R F D 及び R F 検出器 R F D 2 の所定の位置に基づいて、R F トランスポンダ回路の改善された位置決めを提供することができる。

【 0 0 7 6 】

図 1 2 は、超音波放出器ユニット U E U、無線ユニット追跡システム W U T S、及び R F トランスポンダ回路 R T C とフィデューシャル F I D 又はトランシーバユニット T U とを含む無線ユニット W U に対する R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定するためのシステム S Y を含む追跡装置 T A を示したものである。図 1 2 のシステム S Y は、図 1 を参照して上で説明したシステムに対応し、また、R F トランスポンダ回路 R T C の位置を決定するやり方と同じやり方で動作する。図 1 と比較すると、追加フィデューシャル F I D 又はトランシーバユニット T U は、R F トランスポンダ回路 R T C に対して固定された位置に保持され、その 2 つのユニットが無線ユニット W U を画定する。したがってその 2 つのユニットは互いに機械的に接続される。フィデューシャル F I D が無線ユニット W U 内に使用される場合、フィデューシャルは、磁気追跡システム、又は、光、超音波、X 線、C T、P E T 若しくは S P E C T の画像化システムによって追跡されることができる任意のデバイスであってもよい。このようなフィデューシャルの例には、磁石、電磁石、光逆反射体、可視又は赤外線 L E D などの光放出器、金、炭素及びポリマーでできたものなどの超音波反射率シグネチャを提供するように構成された超音波フィデューシャル、それ

らのハウンスフィールド単位吸収によってX線又はCT画像中で検出することができ、また、典型的には金又は炭素などの材料で形成される「シード」又はコイル、及びPET又はSPECTの画像化システムの核画像中で検出することができる放射性マーカーがある。トランシーバユニットTUが無線ユニットWU内に使用される場合、これは、プローブ信号を受け取り、また、それに応答して、超音波、電磁、RF、マイクロ波、赤外線及び光放射のうちの1つ又は複数の戻り信号を放出することができる任意のユニットであってもよい。このようなトランシーバユニットは、典型的には電子回路の形態である。一例では、トランシーバユニットTUは、RFID又はNFC通信原理に従って動作するRFトランシーバである。したがってトランシーバユニットTUは、受け取った電磁プローブ信号に応答して負荷変調を実施する受動RFIDタグを含むことができる。対応するトランシーバ追跡ユニットTTUは、RFIDタグの共振周波数の電磁信号を生成し、また、信号強度又は上で説明した飛行の時間に基づいてフィデューシャルに対する範囲を検出する電子回路を含むことができる。フィデューシャルの位置を三角測量するために、複数のこのようなフィデューシャル追跡システムFTS発生器及び/又は検出器を空間的に分離された構成で配置することができる。別の例では、トランシーバユニットTUは、所定の周波数の超音波プローブパルスを受け取ると、その位置を示すために超音波、光又はRF戻りパルスを放出する超音波検出器を含む。別の実施態様では、トランシーバユニットTUは、超音波信号に敏感であり、また、超音波に応答して超音波戻り信号を生成する能動電子回路を含むことができる。対応するトランシーバ追跡ユニットTTUは、プローブ信号を生成する信号発生器、及び検出された戻り信号を増幅する対応する検出器回路を含むことができる。トランシーバ追跡ユニットTTUとトランシーバユニットTUの間の範囲は、トランシーバ追跡ユニットTTUとトランシーバの間の範囲の2倍を示す、生成された信号と検出された信号の間の飛行の時間に基づいて決定することができる。超音波信号の伝搬の速度は、有利には低コスト電子工学で測定可能な時間遅延をもたらす。それぞれの飛行の時間に基づいてトランシーバの位置を三角測量するために、空間的に分離された構成でいくつかのこのような検出器及び/又は発生器回路を配置することができる。

【0077】

図12の無線ユニット追跡システムWUTSは、フィデューシャルFID又はトランシーバユニットTUの位置を追跡するための対応する追跡システム、即ちフィデューシャル追跡システムFTS又はトランシーバ追跡ユニットTTUを含む。フィデューシャル追跡システムFTS又はトランシーバ追跡ユニットTTUは、相応じてi)フィデューシャル追跡システムFTSとフィデューシャルFIDの間、又はii)トランシーバ追跡ユニットTTUとトランシーバユニットTUの間で送信される信号に基づいて無線ユニットWUの位置を決定するように構成される。フィデューシャル追跡システムFTSが使用される場合、これは、フィデューシャルFIDの位置を含む画像を提供するように構成される磁気追跡システム、又は、光、超音波、X線、CT、PET若しくはSPECTの画像化システムのいずれかである。例えばLEDフィデューシャルが使用される場合、光追跡システム又はカメラをベースとする追跡システムを使用して、光画像中のLEDフィデューシャルの角位置を識別することができる。LEDフィデューシャルの周りに配置された複数のこのようなカメラを使用して、三角測量を介してフィデューシャルの三次元位置を決定することができる。磁気追跡システムを使用して、磁気又は電磁石フィデューシャルFIDの位置を含む磁気画像即ち2D又は3Dマップを提供することができる。トランシーバ追跡ユニットTTUが使用される場合、これを使用して配向及び/又はトランシーバ追跡ユニットTTUとトランシーバユニットTUの間の範囲を決定することができる。これは、例えばトリガ放射の放出と、トリガ放射に応答してトランシーバユニットTUから受け取られる放射の検出との間の時間遅延に基づくことができる。その上、位置は、追加又は別法として、トランシーバユニットTUから受け取られる放射の強度に基づくことも可能であり、或いはその位置は、トランシーバユニットTUから受け取られる放射を検出するための複数の個別の検出器を使用することによって三角測量することができる。RFID又はNFC通信原理に従って動作するトランシーバユニットTUの上記例を継続すると、

10

20

30

40

50

複数のRFIDリーダユニットを使用することによってトランシーバユニットの位置を三次元で三角測量することができる。

【0078】

要約すると、したがって2つの個別の追跡システム、即ち無線ユニット追跡システムWUTS及び位置決定ユニットPDUによって図12の無線ユニットWUを追跡することができる。これを使用して冗長性を提供することができる。

【0079】

一例示の実施態様では、図12の追跡装置TAを使用して2つの画像を位置合わせ（レジストレーション）することができる。この実施態様では、超音波放出器ユニットUEUは、超音波フィールド座標系UFC Sを有する超音波画像化プローブである。したがって超音波画像化プローブは第1の画像を提供することができる。超音波フィールド座標系UFC Sは、例えば超音波放出器ユニットUEU上の点に対して画定することができ、また、例えば極、デカルト又は任意の他の座標系で決定することができる。その上、図12のフィデューシャル追跡システムFTSは、第2の画像を提供するように構成される磁気追跡システム、又は、光、超音波、X線、CT、PET若しくはSPECTの画像化システムであってもよい。2つの画像は、追跡装置TAを制御するプロセッサ上で実行するための命令としてコンピュータ可読記憶媒体上に記憶することができる以下の方法のステップ、

- 超音波画像化プローブを使用して、超音波フィールド座標系UFC Sで超音波画像を生成するステップ、

- フィデューシャル追跡システムFTSを使用して、フィデューシャルFIDの位置を含む、磁気、光、超音波、X線、CT、PET又はSPECTの画像を生成するステップ、

- RF放出器ユニットRFEに、RFトランスポンダ回路RTCにエネルギーを供給するためのRF信号を放出させるステップ、

- RF検出器ユニットRFDに、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を検出させるステップ、

- 超音波放出器ユニットUEUに、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を変調するための超音波信号を放出させるステップ、

- 超音波放出器ユニットUEUによる超音波信号の放出と、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号における対応する変調のRF検出器ユニットRFDによる検出との間の時間差 ΔT_1 に基づいて、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するステップ、

- 超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの決定された位置に基づいて、また、フィデューシャル追跡システムFTSによって生成された画像中のフィデューシャルFIDの位置に基づいて、超音波フィールド座標系UFC Sをフィデューシャル追跡システムFTSの座標系に移すことにより、超音波画像をフィデューシャル追跡システムFTSによって生成される画像にマッピングするステップを使用して位置合わせすることができる。

【0080】

図13は、システムSYを含むレジストレーション装置RAであって、システムSYの超音波放出器ユニットUEUがフィデューシャルFID又はトランシーバユニットTUと、対応するフィデューシャル追跡システムFTS又はトランシーバ追跡ユニットTTUを有する超音波放出器ユニット位置決定ユニットULD Uとを含むレジストレーション装置RAを示したものである。図13のシステムSYは、図1を参照して上で説明したシステムに対応し、また、RFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するやり方と同じやり方で動作する。図13に示されているように、システムSYの超音波放出器ユニットUEUは、追加としてi) フィデューシャルFID又はii) トランシーバユニットTUを含む。フィデューシャル/トランシーバユニットは、超音波放出器ユニットUEUに機械的に接続される。フィデューシャルFIDが使用される場合、フィデューシャルは、光画像化

システムによって追跡されるのに適した任意のフィデューシャルであってもよい。適切なフィデューシャルについては、図 12 に関連して上で説明されている。別法として、図 12 に関連して説明したトランシーバユニット TU を使用することも可能である。図 13 のレジストレーション装置 RA は、相応じて i) フィデューシャル追跡システム FTS とフィデューシャル FID との間、又は ii) トランシーバ追跡ユニット TTU とトランシーバユニット TU との間で送信される信号に基づいて超音波放出器ユニット UEU の位置を決定するように構成される対応する i) フィデューシャル追跡システム FTS 又は ii) トランシーバ追跡ユニット TTU を有する超音波放出器ユニット位置決定ユニット ULDU を同じく含む。トランシーバ追跡ユニット TTU は、図 12 に関連して説明した対応するユニットのうちの任意のユニットであってもよい。図 13 のフィデューシャル追跡システム FTS は光画像化システムであり、また、フィデューシャル FID の位置を含む画像を提供するように構成される。

【0081】

図 13 を参照すると、いくつかの実施態様では、超音波放出器ユニット UEU の座標系で決定された RF トランスポンダ回路 RTC の位置を超音波放出器ユニット位置決定ユニット ULDU の座標系にマッピングすることは有用であり得る。超音波放出器ユニット位置決定ユニット ULDU の座標系は、広域参照座標系として働くことができる。これは、例えば超音波放出器ユニット UEU が例えば超音波画像化プローブなどの移動ユニットである場合に有用である。したがって図 13 のレジストレーション装置 RA を制御するプロセッサに使用するためのコンピュータ実施マッピング方法が開示される。この方法は、例えば上で説明した位置決定ユニット PDU によって使用される位置決定方法を実施する同じプロセッサ又は個別のプロセッサによって実施することができる。一実施態様では、図 13 の超音波放出器ユニット UEU は、図 12 に関連して説明した超音波フィールド座標系 UFGS を有する超音波画像化プローブであってもよい。図 13 のレジストレーション装置 RA を使用して、超音波放出器ユニット UEU の座標系 UFGS で決定された RF トランスポンダ回路 RTC の位置を超音波放出器ユニット位置決定ユニット ULDU の座標系 ULDCS 中にマッピングすることができる。座標系システム ULDCS は、極、デカルト又は任意の他の座標系であってもよく、また、UFGS の基準点とは異なる基準点を有することができる。座標系システム ULDCS は例えば固定基準点を有することができる。一方、座標系 UFGS は、とりわけ移動超音波画像化プローブに関連して画定される場合、空間中を移動することができる。図 9 を参照して説明したように、図 9 の超音波放出器ユニット UEU2 が超音波画像化プローブである場合、UEU2 を使用して、超音波放出器ユニット UEU2 内の複数の超音波放出器 $UE_{a_1} \dots a_n$ の各々による超音波信号の放出と、RF トランスポンダ回路 RTC によって放出又は反射される RF 信号におけるその対応する変調の RF 検出器ユニット RFD による検出との間の時間差 $\Delta T_{a_1} \dots a_n$ のセットに基づいて、超音波放出器ユニット UEU2 に対する RF トランスポンダ回路 RTC の位置を正確に決定することができる。コンピュータ実施マッピング方法は、

- 超音波放出器ユニット位置決定ユニット ULDU のトランシーバ追跡ユニット TTU から、トランシーバユニット TU からの戻り信号を生成するためのプローブ信号を送信するステップと、
- トランシーバ追跡ユニット TTU を使用して、送信されたプローブ信号に応答して生成された戻り信号を検出するステップと、
- プローブ信号及び戻り信号に基づいて、超音波放出器ユニット位置決定ユニットの座標系 ULDCS における超音波放出器ユニット位置決定ユニット ULDU に対する超音波放出器ユニット UEU、UEU2、UEU3 の位置を計算するステップと、
- 超音波放出器ユニット位置決定ユニット ULDU に対する超音波放出器ユニット UEU の位置に基づいて、超音波フィールド座標系 UFGS におけるシステム SY の位置決定ユニット PDU によって決定された、超音波放出器ユニット UEU に対する RF トランスポンダ回路 RTC の位置を、超音波放出器ユニット位置決定ユニットの座標系 ULDCS

10

20

30

40

50

UCSにマッピングするステップと
を有することができる。

【 0 0 8 2 】

要約すると、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するためのシステムであって、超音波放出器ユニットUEUによって放出される超音波信号が、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号を変調するシステムが説明された。引き続いて超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置が、超音波放出器ユニットUEUによる超音波信号の放出と、RFトランスポンダ回路RTCによって放出又は反射されるRF信号における対応する変調のRF検出器ユニットRFDによる検出との間の時間差 ΔT_1 に基づいて決定される。

10

【 0 0 8 3 】

以上、本発明について、様々な医療デバイスに関連して、図面及び上記説明の中で詳細に例証し且つ、説明したが、このような例証及び説明は、制限的なものではなく、例証的又は例示的なものであると見なされるべきであり、本発明は、開示された実施形態に限定されず、一般に対象の位置を決定するために使用することができる。その上、本明細書において例証された様々な例及び実施形態は、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置を決定するための様々なデバイス及び方法を提供するために組み合わせることができることを理解されたい。

【 図 1 】

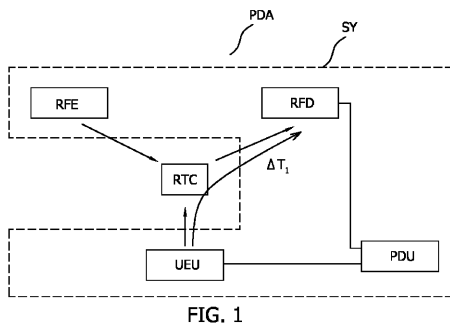


FIG. 1

【 図 3 】

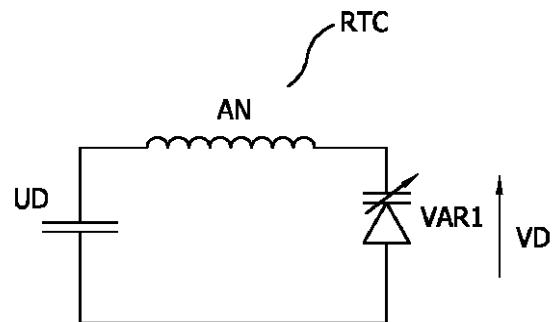


FIG. 3

【 図 2 】

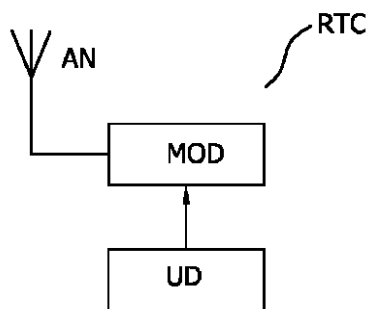


FIG. 2

【 図 4 】

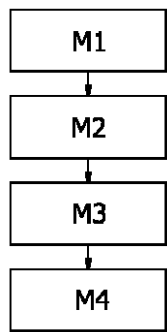


FIG. 4

【 図 5 A 】

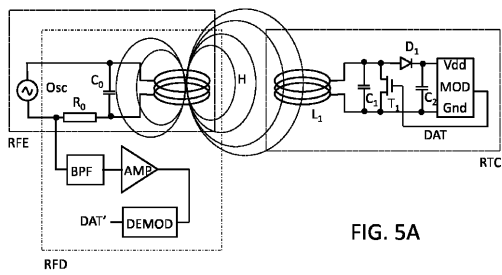


FIG. 5A

【 図 5 B 】

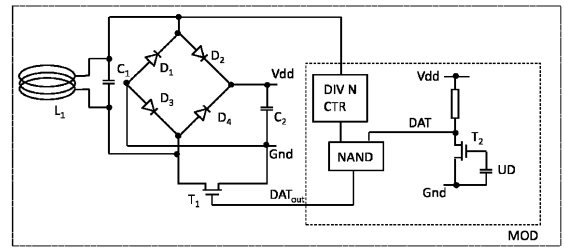


FIG. 5B

【 図 6 】

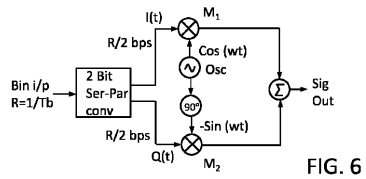


FIG. 6

【 図 7 】

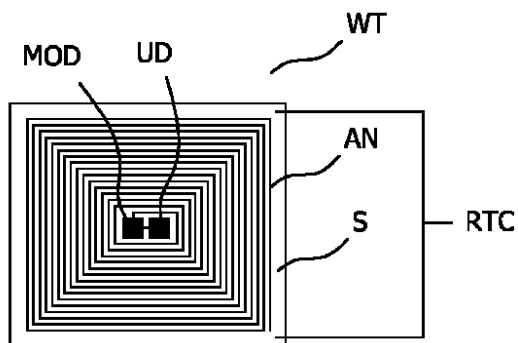


FIG. 7

【 図 8 】

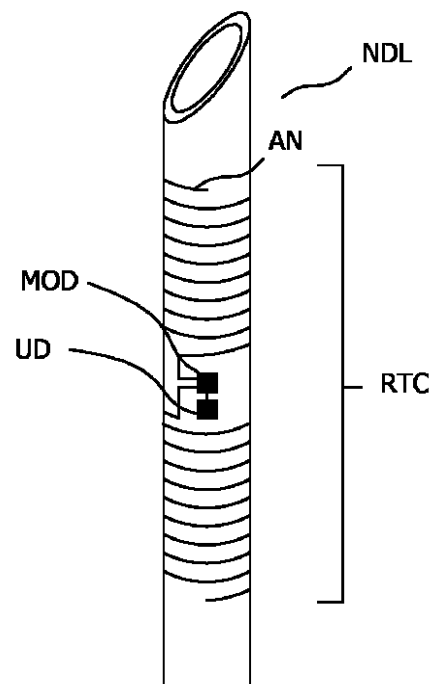
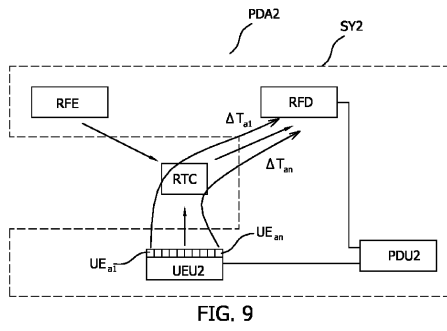
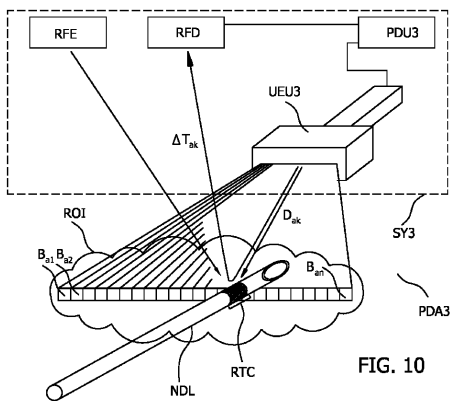


FIG. 8

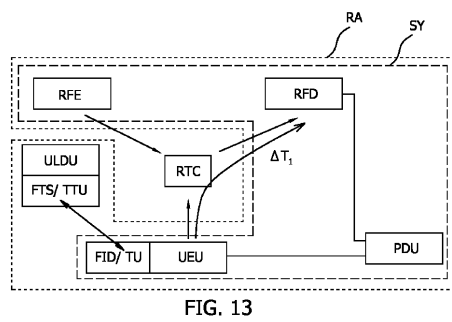
【図 9】



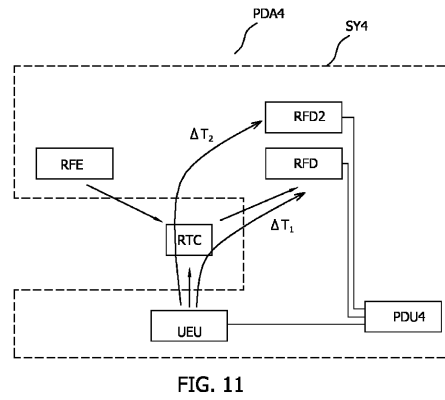
【図 10】



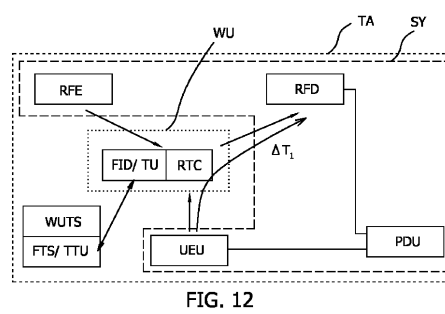
【図 13】



【図 11】



【図 12】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/EP2017/056486

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

INV. A61B8/08 A61B8/00 G06K19/07 G01S5/02 A61B17/34
ADD.

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)

A61B G06K G01S

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

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

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 7 575 550 B1 (GOVARI ASSAF [IL]) 18 August 2009 (2009-08-18) cited in the application column 9, line 40 - column 10, line 17; figures 1,7	1-23
A	US 2014/024945 A1 (MUNG JAY C [US] ET AL) 23 January 2014 (2014-01-23) the whole document	1-23



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

30 May 2017

Date of mailing of the international search report

09/06/2017

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel: (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Koprinarov, Ivaylo

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/EP2017/056486**Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of Item 2 of first sheet)**

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☒ Claims Nos.: **24**
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
see FURTHER INFORMATION sheet PCT/ISA/210
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of Item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying an additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

International Application No. PCT/ EP2017/ 056486

FURTHER INFORMATION CONTINUED FROM PCT/ISA/ 210

Continuation of Box II.1

Claims Nos.: 24

Claim 24 relate to computer-implemented mapping method comprising the step of mapping a position of the RF transponder circuit. It is evident from the description that the method is performed while an interventional device is being inserted and positioned in the human body (see e.g. p. 1, 5 - 7, p. 3, l. 2 - 5, p. 7, l. 9 - 12). This is an invasive procedure that requires professional medical skills to be carried out and that involves health risks. The above methods are therefore regarded as methods for treatment of the human body by surgery, and hence excluded from patentability under Rule 39.1(iv) PCT.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/056486

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 7575550	B1	18-08-2009	AU 771891 B2 08-04-2004
		CA 2300332 A1 11-09-2000	
		DE 60014214 D1 04-11-2004	
		DE 60014214 T2 24-11-2005	
		EP 1034738 A1 13-09-2000	
		ES 2228409 T3 16-04-2005	
		IL 134684 A 25-07-2004	
		JP 5121062 B2 16-01-2013	
		JP 5441133 B2 12-03-2014	
		JP 2000288094 A 17-10-2000	
		JP 2008229382 A 02-10-2008	
		JP 2013033054 A 14-02-2013	
		US 7575550 B1 18-08-2009	
US 2014024945	A1	23-01-2014	US 2014024945 A1 23-01-2014
			US 2016302772 A1 20-10-2016
			WO 2014018248 A1 30-01-2014

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ

(72)発明者 デ ワイス ウィレム - ヤン アレンド
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 ドーデマン ゲラルドゥス ヨハネス ニコラース
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 レアイッセン ヤコブス ヨセフス
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 デ ヨング ミシエル
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

(72)発明者 デ ボーア ヤン ハルム
オランダ国 5 6 5 6 アーエー アインドーフエン ハイ テック キャンパス 5

F ターム(参考) 4C601 EE13 FF06 GA20 GA21

专利名称(译)	无线位置决定		
公开(公告)号	JP2019509854A	公开(公告)日	2019-04-11
申请号	JP2018551361	申请日	2017-03-20
[标]申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦电子股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	皇家飞利浦NV哥德堡		
[标]发明人	デワイスイレムヤンアレンド デヨングミシエル		
发明人	デワイスイレムヤンアレンド ドーマンゲラルドゥスヨハネスニコラース レアイツェンヤコブスヨセフス デヨングミシエル デボーアヤンハルム		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/0841 A61B8/4254 A61B34/20 A61B2017/3413 A61B2034/2051 A61B2034/2063 A61B2090/392 A61B2090/3925 A61B2090/3937 A61B2090/3954 A61B2090/3966 G01S13/758 G01S13/765 G01S13/ /862 G01S13/887 G06K7/10118 A61B8/5261 A61B17/3403 A61B90/39 A61B2034/2065 A61B2090/ /3762 A61B2090/3958 A61B2090/3975 A61M25/0108		
FI分类号	A61B8/14		
F-TERM分类号	4C601/EE13 4C601/FF06 4C601/GA20 4C601/GA21		
优先权	2016163155 2016-03-31 EP		
其他公开文献	JP2019509854A5		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及用于确定RF应答器电路RTC相对于超声发射器单元UEU的位置的系统SY。RF应答器电路RTC发射RF信号，该RF信号基于由超声发射器单元UEU发射或反射的接收超声信号而被调制。RF应答器电路RTC相对于超声发射器单元UEU的位置由超声发射器单元UEU和由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的相应调制的RF检测器单元的超声信号的发射来确定。基于RFD检测之间的时间差 ΔT_1 来确定。

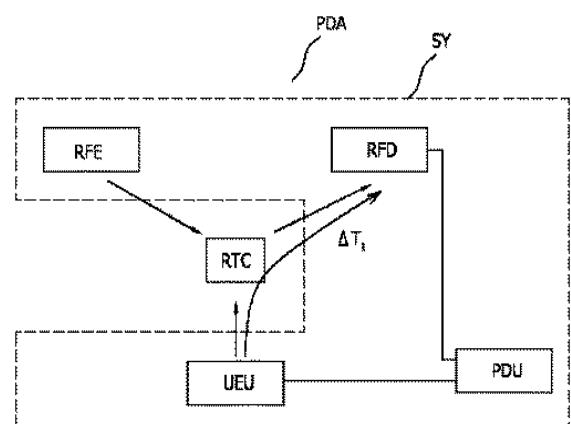


FIG. 1