

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6858201号
(P6858201)

(45) 発行日 令和3年4月14日(2021.4.14)

(24) 登録日 令和3年3月25日(2021.3.25)

(51) Int.Cl. F I
A 6 1 B 8/14 (2006.01) A 6 1 B 8/14

請求項の数 23 (全 32 頁)

<p>(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) (65) 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) (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) 審査請求日 令和2年3月19日 (2020.3.19) (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・地域又は機関 欧州特許庁 (EP)</p>	<p>(73) 特許権者 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 アーヘー アイン ドーフェン ハイテック キャンパス 5 2 (74) 代理人 110001690 特許業務法人M&Sパートナーズ (72) 発明者 デ ワイス ウィレム-ヤン アレンド オランダ国 5656 アーヘー アイン ドーフェン ハイ テック キャンパス 5</p>
---	---

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 無線位置決定

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

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であって、前記システムが、

- RF放出器ユニットと、
 - RF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、

前記RF放出器ユニットが、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前記RF信号を放出し、

前記RF検出器ユニットが、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信号の変調を検出し、

前記超音波放出器ユニットが、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し、

前記位置決定ユニットが、前記RF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RF検出器ユニットによる、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 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一つを含む

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、

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 から 3 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 5】

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 から 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、

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 から 4 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 7】

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 から 6 のいずれか一項に記載のシステム。

【請求項 8】

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の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、

少なくとも一つのアンテナと、

超音波検出器と、

変調器と

を備え、

少なくとも一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

10

20

30

40

50

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、

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、

前記変調が、

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 信号の位相の変更、

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 信号の振幅の変更、

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 信号のパルスシーケンスの変更、

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、

R F トランスポンダ回路。

【請求項 9】

前記変調器がバラクターダイオードを含み、

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 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、

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 R F 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 R F 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 R F 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 に記載の R F トランスポンダ回路。

【請求項 11】

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 R F 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 8 から 10 のいずれか一項に記載の R F トランスポンダ回路。

【請求項 12】

請求項 8 から 11 のいずれか一項に記載の R F トランスポンダ回路と、基板とを備え、前記 R F 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】

請求項 8 から 11 のいずれか一項に記載の R F 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、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フィデューシャル、又は i i) 超音波、電磁、R F、マイクロ波、赤外

10

20

30

40

50

線及び光放射のうちの少なくとも1つにตอบสนอง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14】

請求項13に記載の無線ユニットと、

請求項1に記載のシステムと、

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、

を備える、追跡装置であって、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、

追跡装置。

【請求項15】

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14に記載の追跡装置。

【請求項16】

請求項15に記載の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、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17】

請求項8から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18】

10

20

30

40

50

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

【請求項 19】

請求項 1 に記載のシステムを制御するプロセッサ上で実行されると、前記プロセッサが

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 20】

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 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 21】

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 20 に記載のレジストレーション装置。

【請求項 22】

請求項 8 に記載の RF トランスポンダ回路をさらに備える、請求項 21 に記載のレジストレーション装置。

【請求項 23】

請求項 22 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ตอบสนอง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

10

20

30

40

50

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RF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。RFトランスポンダ回路が開示され、RF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。RF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、RF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。RF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CT、ポジトロン放射断層撮影即ちPET、単一光子放射断層撮影即ちSPECT画像などの関心領域の対応する医療画像にマッピ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。

【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】

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

10

20

30

40

50

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 T_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

【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 T_1 として定義される。時間遅延 T_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 3×10^8 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 T_1 は、実質的に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に等しい。水をベースとするその組成が約1500 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RFトランスポンダ回路RTC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UEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの位置、又はより詳細には超音波放出器ユニットUEUとRFトランスポンダ回路RTCの間の範囲即ち距離は、この時間差 T_1 に基づいて決定することができる。この範囲は、時間差 T_1 と、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。

20

30

【0007】

別の構成では、上記時間差 T_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の決定される位置は、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。この角位置は、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UEUに対するRFトランスポンダ回路RTCの三次元における位置の決定を可能にする。

40

【0008】

本発明の一態様によれば、超音波放出器ユニットUEUは、40 kHz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30 kHz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。40 kHz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。

50

【 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。

【 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。

10

【 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、ii) 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、iii) 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、iv) 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少なくとも 1 つを含む。

20

【 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、複数の超音波放出器 U E _{a₁} . . . a_n を含む。放出器の各々は、時間差 T _{a₁} . . . 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 P D U 2、P D U 3 は、超音波放出器ユニット U E U 2、U E U 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、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 信号におけるその対応する変調の R F 検出器ユニット R F D による検出との間の時間差 T _{a₁} . . . a_n のセットに基づいて R F トランスポンダ回路 R T C 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。

30

【 0 0 1 3 】

本発明の別の態様によれば、少なくとも第 2 の R F 検出器ユニット R F D 2 が提供される。その上、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 の位置は、上で定義された時間差 T 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 T ₂ との間の時間遅延 T 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。

40

【 0 0 1 4 】

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 が開示される。有利には R F トランスポンダ回路 R T C 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 信号を電氣的に変調し、それにより位置決定の完全性を改善する。その上、電氣的な変調は、R T C 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。

【 0 0 1 5 】

別の態様によれば、無線ユニット W U が開示される。無線ユニットは、R F トランスポンダ回路 R T C と、i) 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ためのフィデューシャル F I D、又は ii) 超音波、電磁、R F、マイクロ波、赤外線及び光放射のうち少なくとも 1 つに

50

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。

【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
10 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。

【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
20 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ULDU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TTUは、相
30 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。
40

【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
50

。【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。

10

【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。

20

【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トランスポンダ回路RTC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RFトランスポンダ回路RTC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、RFトランスポンダ回路RTCの位置が追跡される例が提供されているが、RFトランスポンダ回路RTC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、安全保護、支払い及び認証目的のために無線周波数識別即ちRFID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。

30

【0021】

図1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と共に示したものである。システムSY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。

40

【0022】

図1の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信号は、従来、約3kHzから約300GHz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RF信号は、これらを使用してRF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RF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、RF放出器ユニットRFE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RFID技術

50

、近距離フィールド通信即ちNFC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RFトランスポンダ回路RTCに提供するために企図されている。放出されるRF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。

【0023】

図1のRF放出器RFEは、RF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。RF放出器RFE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、RF放出器ユニットRFE 10
によって放出されるRF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RF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、RFトランスポンダ回路RTC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RFトランスポンダ回路RTC内のアンテナは、知られているRFID又はNFC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。RFID及びNFC無線電力の原理を使用して、RF放出器ユニットRFEとRFトランスポンダ回路RTCの間のエネルギー伝達は、したがって主として2
20
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RFID技術に使用される方式と同様の方式で、RF放出器ユニットからRFトランスポンダ回路RTC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。

【0024】

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
30
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。

【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
40
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、1
50
MHzから1000MHzまで、2MHzから300MHzまで、又は10MHzから1

00MHz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。

【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。

10

【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。

20

【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。

30

40

【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

50

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。

10

【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一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。好ましい実施形態では、アンテナANは、RF放出器ユニットRFE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。

20

【0031】

図2の超音波検出器UD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UDは、図1の超音波放出器ユニットUEU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UDとしての使用に適している。より詳細には、MEMS又はCMUT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、フッ化ポリビニリドントリフルオロエチレンなどのPVDFコポリマー、又はP(VDF-TrFE-CTFE)などのPVDF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に取り付けることができる。

30

【0032】

図2の変調器MODは、超音波検出器UD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RF信号をアンテナANに放出又は反射させるように構成される。言い換えると、RFトランスポンダ回路RTCは、受け取った超音波信号に基づいて電気的に変調されるRF信号を放出又は反射するように配置される。

40

【0033】

図1に戻ると、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する。その上、位置決定ユニットPDU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 T_1 に基づいて、超音波放出器ユニットUEUに対するRFトラ

50

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 T_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。

【 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。

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 T_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 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る。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

10

20

30

40

50

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「RAM」、リードオンリメモリ「ROM」、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「CD-ROM」、コンパクトディスク・読出し/書込み「CD-R/W」、Blu-Ray（商標）及びDVDがある。

【0037】

図1に示されているように、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 T_1 として定義される。時間遅延 T_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 3×10^8 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 T_1 は、実質的に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に等しい。したがっ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、又はより詳細には超音波放出器ユニットUEUとRFトランスポンダ回路RTCの間の範囲即ち距離は、この時間差 T_1 に基づいて決定することができる。これは、時間差 T_1 と、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で計算することができる。同様に、RF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、RFトランスポンダ回路RTC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UEUに対するRFトランスポンダ回路RTC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0.15 mであり、また、それらの間の媒体は、3 MHzにおいて1480 m/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0.25 mである。したがって時間差 T_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 T_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。引き続き、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

10

20

30

40

50

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U E Uに対するR Fトランスポンダ回路R T Cの位置は、超音波放出器ユニットU E U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、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信号におけるその対応する変調のR F検出器ユニットR F Dによる検出との間の時間差 $T_{a_1} \dots a_n$ 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U D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、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の角位置を決定するために、R Fトランスポンダ回路R T C内の超音波検出器U Dの角感度を制御することができる。

【0042】

図2のR Fトランスポンダ回路R T Cに戻ると、変調器M O D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、ii) 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、iii) 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、iv) 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M O D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R Fトランスポンダ回路R T C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、R F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R F信号を変調するために、様々なR Fトランスポンダ回路R T C回路によって利用することができる。R F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R F I D及びN F C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R F信号は、N F C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R F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R Fトランスポンダ回路R T Cに使用することができる。本発明においては、R Fトランスポンダ回路R T C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R F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R F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、R F I D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、R F放出器R F EなどのR F放出器は、R F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R Fフィールドを生成する。エネルギーは、R Fトランスポンダ回路の共振周波数と重畳する、R F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。R F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

10

20

30

40

50

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】

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

式1

10

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_D 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。

20

【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ANを介してRF 放出器RFEからRF信号を受け取る。したがってこれらのRF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、RF トランスポンダ回路RTC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VAR1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UD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UEUからの超音波信号がない第1の動作モードでは、RF 放出器RFEからのRF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RF 放出器ユニットRFEによって観察され、また、放出されたRF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RF信号は、引き続いて、図1のRF 検出器ユニットRFD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UDが超音波放出器ユニットUEUから超音波信号を受け取ると、超音波検出器UDによって生成される電気信号は、バラクターダイオードVAR1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、RF 放出器ユニットRFEによって放出されるRF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RF トランスポンダ回路RTC内のバラクターダイオードは、RF信号に対するRF 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、RF トランスポンダ回路によって反射されるRF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。

30

40

【0047】

50

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AN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LCR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FET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5Aは、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と共に示したものである。図5Aの回路は、負荷変調を使用してRF信号に対するその反射率を変更する。図5Aの回路では、発振器Osc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RF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Osc、抵抗 R_0 、コンデンサ C_0 及び放出器コイルは、RF放出器RFEを形成する。動作中、放出器コイルは、発振磁界Hの形態でRF信号を放射し、そのRF信号の一部を、RFトランスポンダ回路RTC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。RFトランスポンダ回路RTCは、検出されたRF信号を整流し、且つ、平滑化して、端子Vdd-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RFトランスポンダ回路RTCは、並列LCR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LCR共振周波数を有することができる。端子Vdd-Gndは変調器MODに電力を供給し、端子DATにおけるそのデータ出力はFETスイッチ T_1 を制御する。図5AのRFトランスポンダ回路RTCは、上で説明した負荷変調原理を使用して、RF放出器RFEからのRF放射がRFトランスポンダ回路RTCによってRF検出器RFDに向かって後方に散乱するよう、RF信号に対するその反射率を変調する。その上、変調器MODからの出力である端子DATのデータはFETスイッチ T_1 を切り換え、データに従って、RF検出器RFD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DATのデータは、図1の超音波放出器ユニットUEU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MOD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MOD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DATに生成するために、図5Bに示されているように直列に接続される超音波検出器UD及びFETスイッチ T_2 を含む。変調器MOD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DAT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、FET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RF検出器RFD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5BのFETスイッチ T_2 及び抵抗の例示的直列配置を図5Aの回路に使用して、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。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、バイポーラスイッチを使用して、図に示されているFETスイッチと交換することがで

10

20

30

40

50

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5A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、FET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。

【0050】

RFトランスポンダ回路RTCによって反射されたRF信号を検出するために、図5AのRF検出器回路RFDは、帯域通過フィルタBPF、増幅器AMP及び復調器DEMOMを含むことができる。上で概説したように、図5AのFETスイッチ T_1 の切換えは、RF検出器RFD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RFトランスポンダ回路RTC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RF信号としてRF放出器RFEのRF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BPFによってフィルタリングされ、増幅器AMPによって増幅され、また、端子DATに生じた元の変調信号を端子DAT'に提供するために引き続いて復調器DEMOMによって復調される。

10

【0051】

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UEUとRFトランスポンダ回路RTCとの間の範囲を決定するために、位置決定ユニットPDU内で、端子DAT'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UEU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5Aの復調回路DEMOM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5Aの実施態様では、RF放出器回路RFE及びRF検出器回路RFDはアンテナ即ちコイルを共有しているが、RF放出器回路RFE及びRF検出器回路RFD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。

20

【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_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ตอบสนอง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RF

30

40

50

D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

10

【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Sig Out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Sig Out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2 Bit Ser-Par conv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 T_2 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 T_2 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 T_1 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。

20

30

40

【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

50

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(A1)号及び米国特許出願公開第2010/0167644(A1)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、RFトランスポンダ回路RTCによって放出されるRF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UDを含むことができる。このようなNFCタイプの回路では、NFCコミュニケータ間のデータの通信は、NFCコミュニケータ即ちRF放出器RFE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NFCコミュニケータ即ちRFトランスポンダ回路RTC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NFCコミュニケータ即ちRF放出器RFEが交番磁界を伝送し、且つ、その磁界を維持し、また、応答NFCコミュニケータ即ちRFトランスポンダ回路RTC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RF信号を変調するための負荷変調と放出されたRF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、RFトランスポンダ回路RTCによって反射又は放出されたRF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。

【0057】

図1に戻ると、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信号を検出する図1の対応するRF検出器ユニットRFDの設計は、RFトランスポンダ回路RTCによって使用される特定の変調技法に明らかに対応する。位置決定ユニットPDUは、引き続き、時間差 T_1 を決定し、したがっ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に、超音波放出器ユニットUEU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信号における変調の

時間を検出するために、RF通信の分野で知られている様々な復調技法をRF検出器ユニットRFD内に含むことができる。RFトランスポンダ回路RTCによって変調されるのが、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信号の(i)周波数である場合、RF検出器ユニットRFDは、例えば、検出されたRF信号と、超音波信号がない場合にRF検出器ユニットRFDの期待されるRF周波数に対応する周波数を有するRF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DCである差周波数を含む。超音波信号がRF検出器ユニットRFDによって検出されると、差周波数はDCからシフトすることになる。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信号における対応する変調のRF検出器ユニットRFD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、したがって所望の時間差 T_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。

10

【0058】

同様に、RFトランスポンダ回路RTCによって変調されるのが、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信号の(ii)位相である場合、いわゆる位相固定ループPLL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。(iii)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PLL又はロック-イン増幅器を使用することができる。RFトランスポンダ回路RTCによって変調されるのが、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信号の(iv)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提供することができる。

20

【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 T_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

40

【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。

【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

50

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。

【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。他の箇所でも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。

【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_{a1}..._{an}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T_{a1}..._{an}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_{a1}..._{an}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T_{a1}..._{an}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

10

20

30

40

50

ポンダ回路 R T C の角位置を提供することができる。

【 0 0 6 5 】

超音波放出器ユニット U E U 2 内の超音波放出器の各々の間の区別を改善するために、U E U 2 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、U E U 2 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 U E U 2 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、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 信号の回復を改善することができる。

10

【 0 0 6 6 】

図 9 に関連して説明した超音波放出器ユニット U E U 2 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 U E U 2 は、複数の超音波放出器 $U E_{a_1} \dots a_n$ を含む超音波画像化プローブによって提供される。2 D 画像化プローブ、3 D 画像化プローブ、経食道 T E E プローブ、経胸壁 T E E プローブ、経鼻 T N E プローブ、心臓内 I C E 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 1 D 線形アレイ又は 2 D 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 $T_{a_1} \dots a_n$ のセットを生成することができる。

20

【 0 0 6 7 】

超音波画像化プローブは、関心領域を探針するために、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 U E U 2 又は全く図 1 の超音波放出器ユニット U E U 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 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他の可能性を提供する。次に、図 1 0 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。

【 0 0 6 8 】

図 1 0 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 1 0 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 1 0 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 1 0 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。

30

40

【 0 0 6 9 】

図 1 0 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。

【 0 0 7 0 】

動作中、図 1 0 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

50

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 T_{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。

10

【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、

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 T_{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 T_{a_k} とをそれぞれ比較する

20

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】

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。

【0073】

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。

30

【0074】

図11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 T_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 T_2 との間の時間遅延 T_3 に基づく。さもなければ図11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。

40

50

【 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 の位置を決定するだけでなく、図 1 1 の T_1 と T_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 T_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 T_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。

10

【 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 C T 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 P E T 又は S P E C T 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 T U が無線ユニット W U 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、R F、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 T U は、R F I D 又は N F C 通信原理に従って動作する R F トランシーバである。したがってトランシーバユニット T U 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 R F I D 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 T T U は、R F I D 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 F T S 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 T U 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 R F 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 T U 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 T T U 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 T T U とトランシーバユニット T U の間の範囲は、トランシーバ追跡ユニット T T U 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

20

30

40

50

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。

【 0 0 7 7 】

図 1 2 の無線ユニット追跡システム W U T S は、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 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 F T S 又はトランシーバ追跡ユニット T T U を含む。フィデューシャル追跡システム F T S 又はトランシーバ追跡ユニット T T U は、相応じて i) フィデューシャル追跡システム F T S とフィデューシャル F I D の間、又は i i) トランシーバ追跡ユニット T T U とトランシーバユニット T U の間で送信される信号に基づいて無線ユニット W U 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 F T S が使用される場合、これは、フィデューシャル F I D 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、C T、P E T 若しくは S P E C T の画像化システムのうちいずれかである。例えば L E D 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 L E D フィデューシャルの角位置を識別することができる。L E D 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 F I D の位置を含む磁気画像即ち 2 D 又は 3 D 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 T T U 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 T T U とトランシーバユニット T U 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ตอบสนองしてトランシーバユニット T U 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 T U 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 T U 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。R F I D 又は N F C 通信原理に従って動作するトランシーバユニット T U の上記例を継続すると、複数の R F I D 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。

【 0 0 7 8 】

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 W U T S 及び位置決定ユニット P D U によって図 1 2 の無線ユニット W U 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。

【 0 0 7 9 】

一例示の実施態様では、図 1 2 の追跡装置 T A 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 U E U は、超音波フィールド座標系 U F C 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 U F C S は、例えば超音波放出器ユニット U E U 上の点に対して画定することができる。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 1 2 のフィデューシャル追跡システム F T S 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、C T、P E T 若しくは S P E C T の画像化システムであってよい。2 つの画像は、追跡装置 T A 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 U F C 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 F T S を使用して、フィデューシャル F I D の位置を含む、磁気、光、超音波、X 線、C T、P E T 又は S P E C T の画像を生成するステップ、
- 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、

- 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 T_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UFCS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。

10

【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ULDU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。

20

30

【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UFCS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UFCSで決定されたRFト

40

50

ランスポンダ回路 R T C の位置を超音波放出器ユニット位置決定ユニット U L D U の座標系 U L D U C S 中にマッピングすることができる。座標系システム U L D U C S 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、U F C S 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 U L D U C S は例えば固定基準点を有することができ、一方、座標系 U F C S 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 U E U 2 が超音波画像化プローブである場合、U E U 2 を使用して、超音波放出器ユニット U E U 2 内の複数の超音波放出器 U E _{a 1} . . . a _n の各々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 信号におけるその対応する変調の R F 検出器ユニット R F D による検出との間の時間差 T _{a 1} . . . a _n のセットに基づいて、超音波放出器ユニット U E U 2 に対する R F トランスポンダ回路 R T C 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、

10

- 超音波放出器ユニット位置決定ユニット U L D U のトランシーバ追跡ユニット T T U から、トランシーバユニット T U 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 T T U 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 U L D U C S における超音波放出器ユニット位置決定ユニット U L D U に対する超音波放出器ユニット U E U、U E U 2、U E U 3 の位置を計算するステップと、

20

- 超音波放出器ユニット位置決定ユニット U L D U に対する超音波放出器ユニット U E U の位置に基づいて、超音波フィールド座標系 U F C S におけるシステム S Y の位置決定ユニット P D U によって決定された、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、超音波放出器ユニット位置決定ユニットの座標系 U L D U C S 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 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であって、超音波放出器ユニット U E U によって放出される超音波信号が、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 信号を変調するシステムが説明された。引き続き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 の位置が、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 T ₁ に基づいて決定される。

30

【 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 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。

40

【 図 1 】

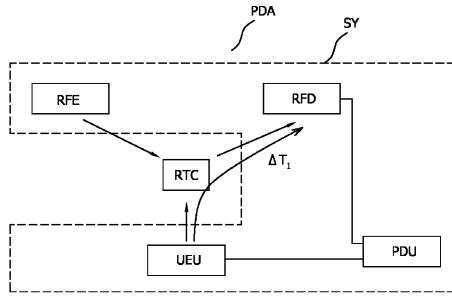


FIG. 1

【 図 2 】

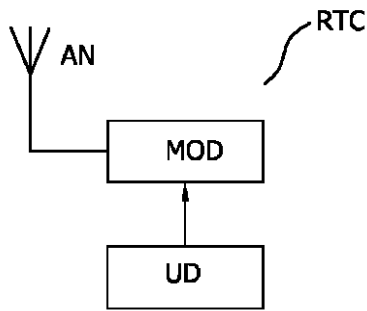


FIG. 2

【 図 3 】

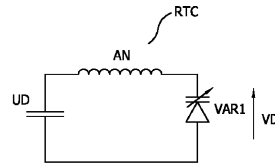


FIG. 3

【 図 4 】

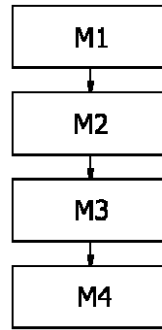


FIG. 4

【 図 5 A 】

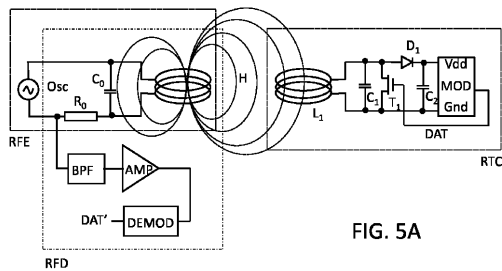


FIG. 5A

【 図 6 】

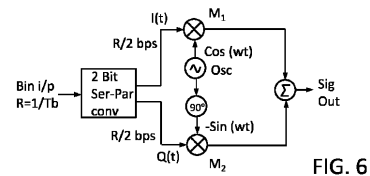


FIG. 6

【 図 5 B 】

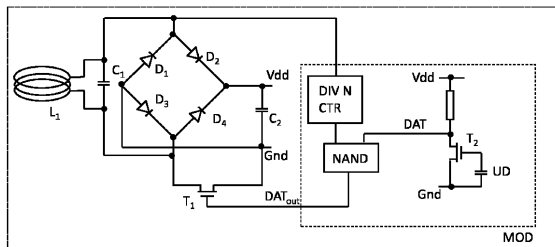


FIG. 5B

【 図 7 】

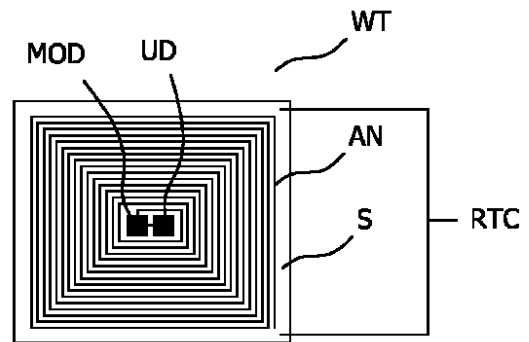


FIG. 7

【 図 8 】

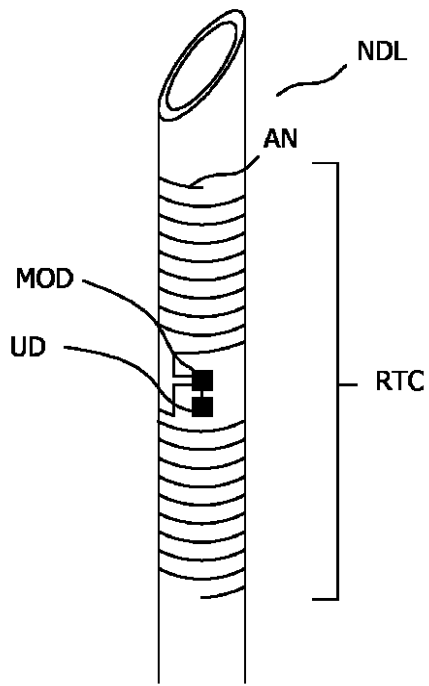


FIG. 8

【 図 9 】

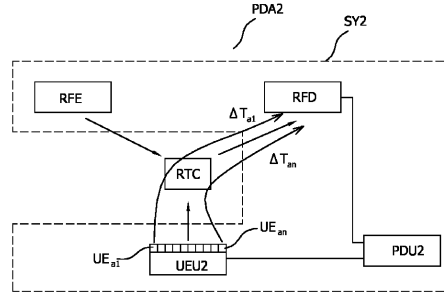


FIG. 9

【 図 10 】

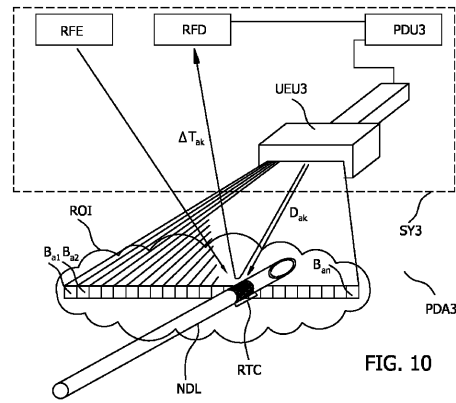


FIG. 10

【 図 11 】

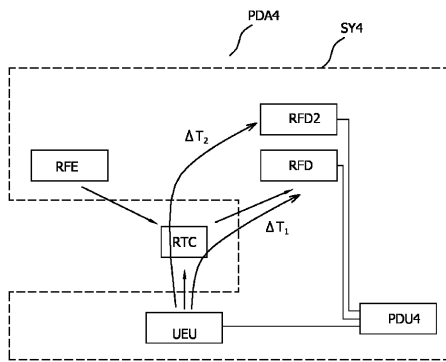


FIG. 11

【 図 13 】

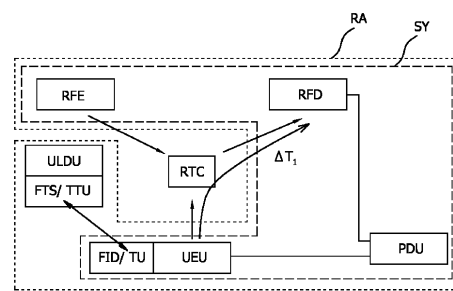


FIG. 13

【 図 12 】

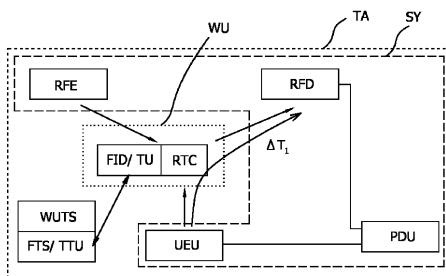


FIG. 12

フロントページの続き

- (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 ミシェル
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

審査官 宮川 哲伸

- (56)参考文献 特開2003-225226(JP,A)
特表2004-535861(JP,A)
特開2009-011817(JP,A)
米国特許出願公開第2014/0024945(US,A1)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
A 6 1 B 8 / 0 0 - 8 / 1 5