



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108882918 A

(43)申请公布日 2018.11.23

(21)申请号 201780021464.2

(22)申请日 2017.03.20

(30)优先权数据

16163155.1 2016.03.31 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2018.09.29

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2017/056486 2017.03.20

(87)PCT国际申请的公布数据

W02017/167594 EN 2017.10.05

(71)申请人 皇家飞利浦有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72)发明人 W-J·A·德维吉斯

G·J·N·都德曼 J·J·莱森

M·德容 J·H·德布尔

(74)专利代理机构 永新专利商标代理有限公司  
72002

代理人 李光颖 王英

(51)Int.Cl.

A61B 8/08(2006.01)

A61B 8/00(2006.01)

G06K 19/07(2006.01)

G01S 5/02(2006.01)

A61B 17/34(2006.01)

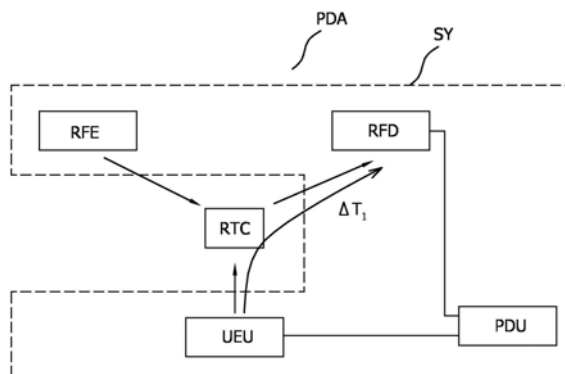
权利要求书5页 说明书19页 附图7页

(54)发明名称

无线位置确定

(57)摘要

本发明涉及用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的系统SY。所述RF应答器电路RTC发射RF信号,所述RF信号基于接收到的由所述超声发射器单元UEU发射或反射的超声信号而被调制。基于由超声发射器单元UEU发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路(RTC)发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间差 $\Delta T_1$ 来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置。



1. 一种用于基于由RF应答器电路(RTC)发射或反射的RF信号来确定所述RF应答器电路(RTC)相应于超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)的位置的系统(SY、SY2、SY3、SY4);所述系统包括:

RF发射器单元(RFE);

RF探测器单元(RFD);

超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3);

位置确定单元(PDU、PDU2、PDU3、PDU4);

其中,所述RF发射器单元(RFE)被配置为发射RF信号,以激励所述RF应答器电路(RTC);

其中,所述RF探测器单元(RFD)被配置为探测由所述RF应答器电路(RTC)发射或反射的所述RF信号的调制;

其中,所述超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)被配置为发射超声信号,以对由所述RF应答器电路(RTC)发射或反射的所述RF信号进行调制;

其中,所述位置确定单元(PDU、PDU2、PDU3、PDU4)与所述RF探测器单元(RFD)和所述超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)可操作地通信,并且被配置为基于由所述超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)发射超声信号与由所述RF探测器单元(RFD)探测到由所述RF应答器电路(RTC)发射或反射的所述RF信号中的对应调制之间的时间差( $\Delta T_1$ )来确定所述RF应答器电路(RTC)相应于所述超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)的位置;并且

其中,所述调制包括以下中的至少一个:相位调制、幅度调制、脉冲序列调制和代码调制。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)被配置为以大于或等于40kHz的频率发射超声信号。

3. 根据权利要求1或2所述的系统,其中,所述RF发射器单元(RFE)包括用于将RF信号传输到所述RF应答器电路(RTC)的RF发射器单元天线;

其中,所述RF发射器单元天线被耦合到所述RF发射器单元(RFE)和所述RF探测器单元(RFD)二者,使得所述RF发射器单元天线还用作到所述RF探测器单元(RFD)的输入,以探测由所述RF应答器电路(RTC)发射或反射的RF信号。

4. 根据权利要求1至3中的任一项所述的系统,其中,所述RF应答器电路(RTC)具有机械谐振频率,并且其中,所述超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)被配置为以不同于所述RF应答器电路(RTC)的所述机械谐振频率的频率发射超声信号。

5. 根据权利要求1至4中的任一项所述的系统(SY2、SY3),其中,所述超声发射器单元(UEU2、UEU3)包括多个超声发射器( $UE_{a1} \dots a_n$ );并且其中,所述位置确定单元(PDU2、PDU3)被配置为基于由所述超声发射器单元(UEU2、UEU3)中的所述多个超声发射器中的每个发射超声信号与由所述RF探测器单元(RFD)探测到其在由所述RF应答器电路(RTC)发射或反射的所述RF信号中的对应调制之间的一组时间差( $\Delta T_{a1} \dots a_n$ )来确定所述RF应答器电路(RTC)相应于所述超声发射器单元(UEU2、UEU3)的位置。

6. 根据权利要求1至4中的任一项所述的系统(SY4),还包括至少第二RF探测器单元(RFD2);

其中,所述位置确定单元(PDU4)与所述至少第二RF探测器单元(RFD2)可操作地通信;

其中,所述位置确定单元(PDU4)还被配置为基于由所述超声发射器单元(UEU)发射超

声信号与由所述RF探测器单元 (RFD) 探测到由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的所述RF信号中的对应调制之间的所述时间差 ( $\Delta T_1$ ) 和由所述超声发射器单元 (UEU) 发射所述超声信号与由所述至少第二RF探测器单元 (RFD2) 探测到由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的所述RF信号中的所述对应调制之间的时间差 ( $\Delta T_2$ ) 之间的时间延迟 ( $\Delta T_3$ ) 来确定所述RF应答器电路 (RTC) 相应于所述RF探测器单元 (RFD) 和所述至少第二RF探测器单元 (RFD2) 的位置。

7. 根据权利要求1至6中的任一项所述的系统, 其中, 所述RF探测器单元 (RFD) 被配置为无线地探测由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的RF信号。

8. 一种RF应答器电路 (RTC), 其与根据权利要求1-7中的任一项所述的系统一起使用; 所述RF应答器电路 (RTC) 包括:

至少一个天线 (AN);

超声探测器 (UD);

调制器 (MOD);

其中, 所述至少一个天线 (AN) 被配置为将接收到的RF信号转换为第一电信号, 以激励所述RF应答器电路 (RTC);

其中, 所述超声探测器 (UD) 被配置为将接收到的超声信号转换为第二电信号;

并且其中, 所述调制器 (MOD) 被配置为接收所述第二电信号并使所述至少一个天线 (AN) 发射或反射基于所述第二电信号调制的RF信号。

9. 根据权利要求8所述的RF应答器电路 (RTC), 其中, 所述调制包括以下中的至少一个:

i) 改变由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的所述RF信号的频率;

ii) 改变由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的所述RF信号的相位;

iii) 改变由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的所述RF信号的幅度;

iv) 改变由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的所述RF信号的脉冲序列;

v) 改变在由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的所述RF信号中编码的代码。

10. 根据权利要求8-9中的任一项所述的RF应答器电路 (RTC), 其中, 所述调制器 (MOD) 包括变容二极管 (VAR1);

其中, 所述变容二极管 (VAR1) 被连接到所述天线 (AN) 和所述超声探测器 (UD), 以在所述变容二极管两端的电压处于第一电压 (VD1) 时提供具有第一电谐振频率 ( $F_{E1Res1}$ ) 的调谐电路; 并且

其中, 所述超声探测器 (UD) 被连接到所述调谐电路, 使得当所述超声探测器 (UD) 接收超声信号时, 由所述超声探测器 (UD) 生成的所述第二电信号将所述变容二极管 (VD) 两端的所述电压从所述第一电压 (VD1) 变为所述第二电压 (VD2), 并且使得所述调谐电路具有第二电谐振频率 ( $F_{E1Res2}$ )。

11. 根据权利要求8-9中的任一项所述的RF应答器电路 (RTC), 其中, 所述调制器 (MOD) 包括以下中的至少一个:

频率调制器, 其被配置为使所述至少一个天线 (AN) 发射或反射基于所述第二电信号调制的RF信号

相位调制器, 其被配置为使所述至少一个天线 (AN) 发射或反射基于所述第二电信号调制的RF信号

振幅调制器,其被配置为使所述至少一个天线 (AN) 发射或反射基于所述第二电信号调制的RF信号

脉冲序列编码器,其被配置为使所述至少一个天线 (AN) 发射或反射基于所述第二电信号以预定脉冲序列调制的RF信号。

12. 一种无线标签 (WT), 其包括根据权利要求8所述的RF应答器电路 (RTC) 和基板 (S); 其中, 所述RF应答器电路 (RTC) 被附接至所述基板 (S)。

13. 根据权利要求12所述的无线标签 (WT) 或根据权利要求8-11中的任一项所述的RF应答器电路 (RTC), 其中, 所述无线标签或所述RF应答器电路 (RTC) 分别具有机械谐振频率, 并且其中, 所述机械谐振频率不同于导致由所述至少一个天线 (AN) 发射或反射的所述RF信号中的调制的接收到的超声信号的频率。

14. 一种无线单元 (WU), 其包括根据权利要求8-11中的任一项所述的RF应答器电路 (RTC) 和i) 用于由磁跟踪系统, 或者光学或超声或X射线或CT或PET或SPECT成像系统跟踪的基准 (FID) 或ii) 响应于超声、电磁、RF、微波、红外和光学辐射中的至少一个的收发器单元 (TU);

其中, 所述基准 (FID) 或所述收发器单元 (TU) 相对于所述RF应答器电路 (RTC) 保持在固定位置中。

15. 一种跟踪装置 (TA), 包括:

根据权利要求14所述的无线单元 (WU);

根据权利要求1所述的系统 (SY); 以及

无线单元跟踪系统 (WUTS), 包括i) 基准跟踪系统 (FTS) 或ii) 收发器跟踪单元 (TTU), 所述无线单元跟踪系统 (WUTS) 被配置为基于在i) 所述基准跟踪系统 (FTS) 与所述基准 (FID) 之间, 或者在ii) 所述收发器跟踪单元 (TTU) 与所述收发器单元 (TU) 之间传输的信号来对应地确定所述无线单元 (WU) 的位置; 并且

其中, 所述基准跟踪系统 (FTS) 是磁跟踪系统, 或者光学或超声或X射线或CT或PET或SPECT成像系统, 并且被配置为提供包括所述基准 (FID) 的位置的图像。

16. 根据权利要求15所述的跟踪装置 (TA), 其中, 所述超声发射器单元 (UEU) 是具有超声场坐标系 (UFCS) 的超声成像探头。

17. 一种计算机可读存储介质, 包括用于在控制根据权利要求16所述的跟踪装置 (TA) 的处理器上执行的指令, 当在所述处理器上执行时, 所述指令使所述处理器执行以下步骤:

利用所述超声成像探头生成在所述超声场坐标系 (UFCS) 中的超声图像;

利用所述基准跟踪系统 (FTS) 生成包括所述基准 (FID) 的位置的磁或光学或超声或X射线或CT或PET或SPECT图像;

使所述RF发射器单元 (RFE) 发射RF信号, 以激励所述RF应答器电路 (RTC);

使所述RF探测器单元 (RFD) 探测由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的RF信号;

使所述超声发射器单元 (UEU) 发射超声信号, 以对由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的所述RF信号进行调制; 以及

基于由所述超声发射器单元 (UEU) 发射超声信号与由所述RF探测器 (RFD) 探测到由所述RF应答器电路 (RTC) 发射或反射的所述RF信号中的对应调制之间的时间差 ( $\Delta T_1$ ) 来确定所述RF应答器电路 (RTC) 相应于所述超声发射器单元 (UEU) 的位置; 以及

基于所确定的所述RF应答器电路(RTC)相应于所述超声发射器单元(UEU)的位置,并且基于由所述基准跟踪系统(FTS)生成的所述图像中的所述基准(FID)的所述位置,通过将所述超声场坐标系(UFCS)转换到所述基准跟踪系统(FTS)的坐标系来将所述超声图像映射到由所述基准跟踪系统(FTS)生成的所述图像。

18.一种医学设备,例如针、导管、导丝、探头、内窥镜、电极、机器人、过滤设备、球囊设备、支架、二尖瓣夹、左心耳封闭设备、主动脉瓣、起搏器、静脉注射线、引流线或诸如组织密封设备或组织切割设备的外科手术工具,包括根据权利要求8-11中的任一项所述的RF应答器电路(RTC)。

19.一种位置确定装置(PDA、PDA2、PDA3、PDA4),包括根据权利要求1-8中的任一项所述的系统和根据权利要求8-11中的任一项所述的RF应答器电路(RTC)。

20.一种包括指令的计算机程序产品,当在处理器上执行时所述指令使所述处理器执行用于与系统(SY、SY2、SY3、SY4)一起使用的位置确定方法的步骤,以基于由RF应答器电路(RTC)发射或反射的RF信号来确定所述RF应答器电路(RTC)相应于超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)的位置;所述方法包括以下步骤:

使所述RF发射器单元(RFE)发射RF信号,以激励所述RF应答器电路(RTC);

使所述RF探测器单元(RFD)探测由所述RF应答器电路(RTC)发射或反射的RF信号;

使所述超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)发射超声信号,以对由所述RF应答器电路(RTC)发射或反射的所述RF信号进行调制;以及

基于由所述超声发射器单元(UEU)发射超声信号与由所述RF探测器单元(RFD)探测到由所述RF应答器电路(RTC)发射或反射的所述RF信号中的对应调制之间的时间差( $\Delta T_1$ )来确定所述RF应答器电路(RTC)相应于所述超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)的位置。

21.一种配准装置(RA),包括根据权利要求1所述的系统(SY);其中,所述系统(SY)的所述超声发射器单元(UEU)还包括:i)用于由光学成像系统跟踪的基准(FID)或ii)响应于超声、电磁、RF、微波、红外和光学辐射中的至少一个的收发器单元(TU);并且其中,所述基准(FID)或所述收发器单元(TU)相对于所述超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)保持在固定位置中;并且其中,所述配准装置(RA)还包括:

超声发射器单元位置确定单元(ULDU),其包括i)基准跟踪系统(FTS)或ii)收发器跟踪单元(TTU),所述超声发射器单元位置确定单元(ULDU)被配置为基于在i)所述基准跟踪系统(FTS)与所述基准(FID)之间,或者在ii)所述收发器跟踪单元(TTU)与所述收发器单元(TU)之间传输的信号来对应地确定所述超声发射器单元(UEU)的位置;并且

其中,所述基准跟踪系统(FTS)是光学成像系统,并且被配置为提供包括所述基准(FID)的位置的图像。

22.根据权利要求21所述的配准装置(RA),其中,所述超声发射器单元(UEU)是具有超声场坐标系(UFCS)的超声成像探头。

23.根据权利要求22所述的配准装置(RA),还包括根据权利要求8所述的RF应答器电路(RTC)。

24.一种计算机实施的映射方法,其与根据权利要求23所述的配准装置(RA)一起使用;所述方法包括以下步骤:

从所述超声发射器单元位置确定单元(ULDU)的所述收发器跟踪单元(TTU)传输探头信

号,以生成来自所述收发器单元(TU)的返回信号;

利用所述收发器跟踪单元(TTU)探测响应于所传输的探头信号而生成的返回信号;

基于所述探头信号和所述返回信号,计算在所述超声发射器单元位置确定单元的坐标系(ULDUCS)中所述超声发射器单元(UEU、UEU2、UEU3)相应于所述超声发射器单元位置确定单元(ULDU)的位置;

基于所述超声发射器单元(UEU)相应于所述超声发射器单元位置确定单元(ULDU)的所述位置,将由所述系统(SY)的所述位置确定单元(PDU)确定的在所述超声场坐标系(UFCS)中所述RF应答器电路(RTC)相应于所述超声发射器单元(UEU)的位置映射到所述超声发射器单元位置确定单元的所述坐标系(ULDUCS)。

## 无线位置确定

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线位置确定。公开了一种RF应答器电路,其可以总体上被附接至对象,用于跟踪其位置。RF应答器电路可以用于广泛的行业范围,包括消费产品和健康护理设备。在一个具体应用中,RF应答器电路可以被附接至诸如导管或针的医学设备,以便跟踪其在超声成像探头的超声场中的位置。还公开了一种用于跟踪RF应答器电路的系统。

### 背景技术

[0002] 在许多工业领域中,能够跟踪对象的位置是有好处的。其他优点产生于无线跟踪对象的位置的能力。具体地,在医学领域中,有利的是无线跟踪诸如导管和针的介入设备的位置,以便确定在医学流程期间其在感兴趣区域内的位置。介入设备的位置可以随后被映射到感兴趣区域的对应的医学图像,诸如超声、计算机断层摄影(即,CT)、正电子发射断层摄影(即,PET)、单光子发射计算机断层摄影(即,SPECT图像)。这样的映射能够改善被跟踪设备的可视性,并且改善其相对于医学图像中的特征的位置的识别。

[0003] 文献US7575550B1描述了一种用于确定对象相对于参考框架的布置的装置。所述装置包括在对象附近生成电磁场的场发生器和被固定至对象的换能器。换能器根据文献US3713133A中所公开的原理以预定的振动频率振动,并响应于电磁场随其的相互作用而发射能量。利用对象附近的探测器来探测由换能器发射的能量并响应于其生成信号。还包括信号处理器,用于接收和处理探测器信号以确定对象的坐标。

[0004] 已知跟踪系统的缺点包括需要使用高功率发生器和换能器,以便执行精确跟踪,尤其是在跟踪系统与被跟踪对象之间的间隔很大时。而且,现有系统可能多少有些难以小型化。

### 发明内容

[0005] 由此,提供一种基于由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的系统SY。所述系统包括RF发射器单元RFE、RF探测器单元RFD、超声发射器单元UEU和位置确定单元PDU。所述RF发射器单元RFE被配置为发射RF信号,以激励所述RF应答器电路RTC。所述RF探测器单元RFD被配置为探测由所述RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号。所述超声发射器单元UEU被配置为发射超声信号,以调制由所述RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号。此外,所述位置确定单元PDU与所述RF探测器单元RFD和所述超声发射器单元UEU可操作地通信,并且被配置为基于由超声发射器单元UEU发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的相应的调制之间的时间差 $\Delta T_1$ 来确定所述RF应答器电路RTC相应于所述超声发射器单元UEU的位置。

[0006] 为了跟踪RF应答器电路RTC的位置,由RF发射器单元RFE发射的RF信号激励RF应答器电路RTC,即,向RF应答器电路RTC递送功率。由超声发射器单元UEU发射的超声信号对由RF应答器电路发射或反射的RF信号进行调制。RF探测器单元RFD探测由RF应答器电路RTC发

射或反射的RF信号。发射最终调制由RF应答器电路发射或反射的RF信号的超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的相应调制之间的时间延迟在本文中被定义为 $\Delta T_1$ 。时间延迟 $\Delta T_1$ 等于针对超声信号从超声发射器单元UEU行进到RF应答器电路RTC的时间段和针对经调制的RF信号从RF应答器电路RTC行进到RF探测器单元RFD的时间段的总和。由于RF的 $3 \times 10^8$  m/s的传播速度和超声的在空气中约为330m/s的传播速度之间的巨大差异,时间延迟 $\Delta T_1$ 基本上等于针对超声信号从超声发射器单元UEU行进到RF应答器电路RTC的时间段。当RF应答器电路RTC浸入或嵌入在包括其水基成分提供大约为1500m/s的超声传播速度的人体的其他介质中时,相同的实质等同性成立。因此,能够基于该时间差 $\Delta T_1$ 确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置,或者更具体地,超声发射器单元UEU与RF应答器电路RTC之间的范围或距离。该范围能够通过将时间差 $\Delta T_1$ 乘以在超声发射器单元UEU与RF应答器电路RTC之间的介质中的超声传播速度来计算。

[0007] 在另一种配置中,代替基于上述时间差 $\Delta T_1$ ,或者实际上除了基于该时间差之外,所确定的RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置可以包括RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的角度位置。该角度位置可以例如基于由超声发射器单元UEU发射超声信号的方向来确定。该角度位置可以备选地或附加地基于RF应答器电路RTC中的超声探测器UD的角度灵敏度。当与时间延迟信息结合使用时,该角度位置允许在三个维度上确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置。

[0008] 根据本发明的一个方面,超声发射器单元UEU被配置为以大于或等于40kHz的频率发射超声信号。已知低于约30kHz的频率处的超声信号在一些结构中引起机械振动。通过使用大于或等于40kHz的超声频率,能够消除对系统的位置确定方面的干扰。更高频率范围的使用还意味着使用更短波长的超声信号。这样可以提供甚至更高的位置确定精度。

[0009] 根据本发明的另一方面,系统SY的RF发射器单元RFE包括RF发射器单元天线,用于将RF信号传输到RF应答器电路RTC。此外,RF发射器单元天线被耦合到RF发射器单元RFE和RF探测器单元RFD,使得RF发射器单元天线还用作RF探测器单元RFD的输入,以探测由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号。通过使用用于传输和接收RF信号二者的RF发射器单元天线,降低电子电路的复杂性。

[0010] 根据本发明的另一方面,RF应答器电路RTC具有机械谐振频率。此外,超声发射器单元UEU被配置为以不同于RF应答器电路RTC的机械谐振频率的频率发射超声信号。因此,避免RF应答器电路RTC的超声诱发的机械振动,基本上消除这种超声诱发的机械振动干扰对由RF探测器单元RFD探测到的RF信号进行调制的风险。

[0011] 根据本发明的另一方面,调制包括以下中的至少一个:i)改变由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的频率;ii)改变由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的相位;iii)改变由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的幅度;iv)改变由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的脉冲序列;v)改变在由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中编码的代码。

[0012] 根据本发明的另一方面,超声发射器单元UEU2、UEU3包括多个超声发射器 $UE_{a1...an}$ 。发射器中的每个发射超声信号,以便为一组时间提供一组时间差 $\Delta T_{a1...an}$ 。位置确定单元PDU2、PDU3基于由超声发射器单元UEU2、UEU3中的多个超声发射器中的每个发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到其在由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的相应调制

之间的该组时间差  $\Delta T_{a1...an}$  来确定RF应答器电路RTC的位置。有利地,改善所确定的位置的精度。

[0013] 根据本发明的另一方面,提供至少第二RF探测器单元RFD2。此外,基于上面定义的时间差  $\Delta T_1$  与由超声发射器单元UEU发射超声信号和由至少第二RF探测器单元RFD2探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的相应调制之间的时间差  $\Delta T_2$  之间的时间延迟  $\Delta T_3$  来确定RF应答器电路RTC相应于RF探测器单元RFD和至少第二RF探测器单元RFD2的位置。有利地,这改善所确定的位置的精度。

[0014] 根据本发明的另一方面,公开了一种RF应答器电路RTC。有利地,RF应答器电路RTC对由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号进行电调制,从而改善位置确定的完整性。此外,电调制通过允许RTC的小型化来改善设计自由度。

[0015] 根据另一方面,公开了一种无线单元WU。所述无线单元包括RF应答器电路RTC和i) 基准FID,其用于由磁跟踪系统或光学或超声或X射线或CT或PET或SPECT成像系统跟踪,或ii) 收发器单元TU,其响应于超声、电磁、RF、微波、红外和光学辐射中的至少一种。基准FID或收发器单元TU相对于RF应答器电路RTC保持在固定位置中;即,其被机械连接到RF应答器电路RTC。

[0016] 根据另一方面,公开了一种跟踪装置TA。所述跟踪装置TA包括无线单元WU、系统SY和无线单元跟踪系统WUTS,其包括i) 基准跟踪系统FTS或ii) 收发器跟踪单元TTU,其被配置为基于在i) 基准跟踪系统FTS与基准FID之间或ii) 收发器跟踪单元TTU与收发器单元TU之间传输的信号来对应地确定无线单元WU的位置。基准跟踪系统FTS是磁跟踪系统或光学或超声或X射线或CT或PET或SPECT成像系统,并且其被配置为提供包括基准FID的位置的图像。

[0017] 根据另一方面,公开了一种配准装置RA。所述配准装置RA包括系统SY;其中,系统SY的超声发射器单元UEU还包括:i) 基准FID,其用于由光学成像系统跟踪,或ii) 收发器单元TU,其响应于超声、电磁、RF、微波、红外和光学辐射中的至少一个;并且其中,基准FID或收发器单元TU相对于超声发射器单元UEU保持在固定位置中。配准装置RA还包括超声发射器单元位置确定单元ULDU,其包括i) 基准跟踪系统FTS或ii) 收发器跟踪单元TTU,其被配置为基于在i) 基准跟踪系统FTS与基准FID之间或者ii) 收发器跟踪单元TTU与收发器单元TU之间传输的信号来相应地确定超声发射器单元UEU的位置。在本方面中,基准跟踪系统FTS是光学成像系统,并且被配置为提供包括基准FID的位置的图像。

[0018] 在独立权利要求中定义了包括方法步骤和计算机程序产品的本发明的其他方面。

## 附图说明

[0019] 图1图示了位置确定装置PDA的第一实施例,其包括用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的系统SY,以及RF应答器电路RTC。

[0020] 图2图示了RF应答器电路RTC,其包括天线AN、超声探测器UD和调制器MOD。

[0021] 图3图示了RF应答器电路RTC,其中由形成串联LCR调谐电路的一部分的变容二极管VAR1提供调制。

[0022] 图4图示了可以与图1中的系统SY一起使用的位置确定方法的各种方法步骤。

[0023] 图5在图5A中图示了另一范例性RF应答器电路RTC以及范例性RF发射器RFE和范例

性RF探测器RFD;并且在图5B中图示了采用负载调制来调制反向散射辐射的另一范例性RF应答器电路RTC。

[0024] 图6图示了相位调制器电路的范例性示意图。

[0025] 图7图示了包括RF应答器电路RTC和基板S的无线标签WT。

[0026] 图8图示了包括RF应答器电路RTC的医学针NDL。

[0027] 图9图示了位置确定装置PDA2的第二实施例,其包括用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU2的位置的系统SY2,以及RF应答器电路RTC。

[0028] 图10图示了位置确定装置PDA3的第三实施例,其包括用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU3的位置的系统SY3,以及RF应答器电路RTC。

[0029] 图11图示了位置确定装置PDA4的第四实施例,其包括用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的系统SY4,以及RF应答器电路RTC。

[0030] 图12图示了跟踪装置TA,其包括用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的系统SY、无线单元跟踪系统WUTS和包括RF应答器电路RTC和基准FID或收发器单元TU的无线单元WU。

[0031] 图13图示了包括系统SY的配准装置RA,其中,系统SY的超声发射器单元UEU包括基准FID或收发器单元TU,以及具有对应的基准跟踪系统FTS或收发器跟踪单元TTU的超声发射器单元位置确定单元ULDU。

## 具体实施方式

[0032] 为了说明本发明的原理,描述了各种实施例,其中,RF应答器电路RTC被附接至医学针,并且系统SY用于经由RF应答器电路RTC的位置来跟踪医学针。在医学应用领域中,还设想将RF应答器电路RTC附接至诸如导管、导丝、探头、内窥镜、电极、机器人、过滤设备、气囊设备、支架、二尖瓣夹、左心耳闭合设备、主动脉瓣、起搏器、静脉线、引流线的其他医学或介入设备、诸如组织密封设备的外科手术工具或用于在其跟踪中使用的组织切割设备。然而,应当理解,RF应答器电路RTC可以总体上被附接到对象以跟踪它们的位置。此外,尽管提供了在其中RF应答器电路RTC的位置在当其浸入或嵌入空气或水基介质中时被跟踪的范例,然而,应当理解,当RF应答器电路RTC总体上浸入或嵌入介质中时可以以相同的方式实现跟踪。本发明因此发现在诸如那些在其中当前使用射频识别(即RFID标签)的区域中的更广泛的应用,特别是用于对象跟踪、安全性、支付和认证目的。

[0033] 图1图示了位置确定装置PDA的第一实施例,其包括用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的系统SY,以及RF应答器电路RTC。系统SY包括RF发射器单元RFE、RF探测器单元RFD、超声发射器单元UEU和位置确定单元PDU。

[0034] 图1中的RF发射器单元RFE被配置为发射RF信号,以激励RF应答器电路RTC。RF信号通常被认为是在约3kHz至约300GHz的频率范围内。在该频率范围内的RF信号适用于RF发射器单元RFE,因为它们可以用于激励RF应答器电路,即,向RF应答器电路传递功率。如稍后所述,诸如在射频识别(即RFID技术)、近场通信(即NFC技术)和无线功率技术中使用的那些技术被设想用于向RF应答器电路RTC提供所需的功率传递。所发射的RF信号可以是脉冲或连续波;考虑到更简单的设计,后者是优选的。

[0035] 图1中的RF发射器RFE可以包括用于辐射RF信号的天线(图1中未示出)。各种类型

的天线适用于此目的,包括带状线、槽、贴片、线圈、单极或偶极天线。还设想RF发射器RFE可以包括天线阵列,其中使用已知的射束成形技术设置传输到阵列中的每个天线的信号的相位,以便控制由RF发射器单元RFE发射的RF发射的方向。由这种射束成形技术提供的改善的方向性可以有利地减少对附近的电子系统的干扰或降低RF发射的功率。优选地,天线由导电线圈形式的电感器来提供。这可以被布置用于将电功率传递到RF应答器电路RTC中的对应的导电线圈。RF应答器电路RTC中的天线可以因此以与已知RFID或NFC系统中的天线类似的方式操作。使用RFID和NFC无线功率的原理,RF发射器单元RFE与RF应答器电路RTC之间的能量传递可以因此主要由两个电感线圈之间的磁耦合来提供。还设想将功率从RF发射器单元电容性地传递到RF应答器电路RTC,或者以类似于RFID技术中所使用的方式通过电容和电感耦合的组合将功率传递到RF应答器电路RTC,其中,例如在远场中,功率传输通常通过这些过程的组合来进行。

[0036] 可选地,图1中的RF发射器RFE可以与图1中的RF探测器单元RFD共享公共天线。此外,系统SY的RF发射器单元RFE可以包括用于将RF信号传输到RF应答器电路RTC的RF发射器单元天线。而且,RF发射器单元天线可以被耦合到RF发射器单元RFE和RF探测器单元RFD二者,使得RF发射器单元天线还用作对RF探测器单元RFD的输入,以探测由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号。耦合,或更具体地电耦合,可以包括与RF发射器单元RFE和RF探测器单元RFE二者的硬连线,或者可以包括用于在两个单元之间切换的诸如机械或晶体管开关的开关。通过使用用于RF信号的探测和感测二者的RF发射器单元天线,降低电子电路的复杂性。

[0037] 总体上,由图1中的RF发射器RFE发射的RF信号的确切频率不是最重要的,其他因素影响使用的实际频率,诸如现有硬件的可用性和在进行传输的RF发射器单元RFE上的和在RF应答器电路RTC上的RF天线的尺寸。因此,通常定义为3kHz至300GHz范围内的那些RF频率适合于由RF发射器RFE发射的RF信号的频率。为了向RF应答器电路提供有效的功率传递,优选地,RF应答器电路RTC具有谐振频率,并且优选地由RF发射器单元RFE发射的RF信号具有包括该谐振频率的带宽。在水基介质中,穿透深度随频率的增加而减小有助于在该范围内的较低的频率的使用。出于实际原因,由RF发射器单元RFE发射的RF信号的优选频率范围是从1MHz至1000MHz MHz,或从2MHz至300MHz,或从10MHz至100MHz。252MHz和800MHz的特定频率有利地限制了来自GSM通信的干扰,并且相应地具有在水中的相当高的磁场穿透性。

[0038] 返回图1,图1中的RF探测器单元RFD被配置为探测由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号。此外,超声发射器单元UEU被配置为发射超声信号,以调制由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号。因此,在操作中,RF应答器电路RTC接收已经由RF发射器单元RFE发射的RF信号。RF应答器电路RTC由这些接收到的RF信号激励或提供功率。RF应答器电路RTC还从超声发射器单元UEU接收超声信号,并且这些超声信号对由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号进行调制。

[0039] 尽管未示出,但是可选地,RF探测器单元RFD和/或位置确定单元PDU可以额外地与RF发射器单元RFE可操作地通信,并且被配置为从其接收同步信号。已经发现,由此导致RF应答器电路RTC的改善灵敏度以及因此的改善的定位精度。同步信号可以例如是由RF发射器单元RFE发射的原始的未调制的RF信号。这可以例如借助于有线链路从RF发射器单元RFE接收,并用于解调由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号。备选地,这种同步信号可以被

探测作为由RF探测器单元RFD探测到的RF信号的一部分,并使用已知的RF载波信号恢复技术进行恢复。

[0040] 超声信号常规上被认为是约20kHz以上的声音信号。超声信号的这种宽的范围总体上适合于超声发射器单元UEU的超声发射。由于在水基介质中高频超声的衰减增大,因此在该范围内使用较低频率是有利的,以便在这种环境中提供低功率操作。包括从现有硬件提供超声信号的其他因素也可以影响超声频率的选择。例如磁致伸缩的许多超声换能器可在20-40kHz范围内容易获得并且适用于此目的。压电换能器也是合适的,如微电子机械系统(即,MEMS)或电容微机械超声换能器(即CMUT型换能器),后者非常适合于在MHz区域中生成超声信号。此外,超声成像系统的探头通常在1至20MHz的频率范围内操作,并且如稍后在一个实施例中所述的,这也可以用作超声发射器单元UEU。包括水基介质中的衰减和当前硬件的可用性的各种折衷导致用于超声发射器单元UEU的超声发射的优选频率范围为从100kHz到50MHz,或从1MHz到20MHz。

[0041] 为了避免由接收到的超声信号诱发的RF应答器电路RTC的机械振动干扰由RF探测器单元RFD最终探测的RF信号的预期的电调制的风险,图1中的超声发射器单元UEU优选地被配置为以不同于RF应答器电路RTC的机械谐振频率的频率发射超声信号。此外,当如稍后所述的RF应答器电路RTC包括在无线标签中时,同样优选的是,超声发射器单元UEU被配置为以不同于无线标签的机械谐振频率的频率发射超声信号。术语“不同”意味着被表示为机械谐振频率的比率的这些频率之间的差值的模数优选超过10%、或20%或50%或100%。上面引用的文献US3713133A中公开的已知位置跟踪系统公开了一种具有20kHz或30kHz的谐振频率的机械谐振标签。在本发明中,使用超过30kHz的超声频率可以因此是有利的,以便防止这种机械振动干扰通过RF应答器电路RTC的所需电调制的风险。因此,在本发明中,图1中的超声发射器单元UEU被配置为发射大于或等于40kHz的超声频率可以是有利的,即, $\geq 40\text{kHz}$ ,或 $\geq 50\text{kHz}$ ,或 $\geq 75\text{kHz}$ ,或 $\geq 100\text{kHz}$ ,或 $\geq 200\text{kHz}$ ,或 $\geq 500\text{kHz}$ ,或 $\geq 1\text{MHz}$ ,或 $\geq 2\text{MHz}$ ,或 $\geq 5\text{MHz}$ ,或 $\geq 10\text{MHz}$ 。与超声发射器单元结合使用的对应的RF应答器电路RTC可以可选地包括电滤波器,该电滤波器被配置为衰减小于上述公开范围(即小于40kHz等)的超声信号。这能够用于防止由杂散超声信号无意中激活RF应答器电路。

[0042] 更详细地,在一个范例实施方式中,图1中的RF应答器电路RTC可以由图2中的RF应答器电路RTC提供。图2图示了包括天线AN、超声探测器UD和调制器MOD的RF应答器电路RTC。图2中的天线AN将由图1中的RF发射器单元RFE发射的RF信号转换为用于激励图2中的RF应答器电路RTC的第一电信号。天线AN可以由与RF发射器单元RFE的天线相关的上述天线选项之一来提供。因此,天线AN用于向RF应答器电路RTC提供无线功率。在优选实施例中,天线AN由导电线圈形式的电感器提供,其被布置为接收来自RF发射器单元RFE中的对应电感器的电功率。

[0043] 图2中的超声探测器UD被配置为将接收到的超声信号转换为第二电信号。因此,在操作中,超声探测器UD从图1中的超声发射器单元UEU接收超声信号,并将这些信号转换成第二电信号。各种类型的超声探测器适合于用作图2中的超声探测器UD,包括压电、压阻和电容探测器。更具体地,还可以使用MEMS或CMUT型超声探测器。合适的压电材料包括诸如聚偏二氟乙烯的聚合物压电材料、诸如聚偏二氟乙烯三氟乙烯的PVDF共聚物,或诸如P(VDF-TrFE-CTFE)的PVDF三元聚合物。聚合物压电材料提供高柔性,因此可以共形地被附接至具

有非平坦形貌的表面。

[0044] 图2中的调制器MOD被配置为接收由超声探测器UD生成的第二电信号,并使天线AN发射或反射基于第二电信号被调制的RF信号。换言之,RF应答器电路RTC被布置为发射或反射基于接收到的超声信号而被电调制的RF信号。

[0045] 返回图1,位置确定单元PDU与RF探测器单元RFD和超声发射器单元UEU可操作地通信。此外,位置确定单元PDU被配置为基于由超声发射器单元UEU发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间差 $\Delta T_1$ 来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置。在优选配置中,位置确定单元PDU周期性地触发超声发射器单元UEU生成超声信号,并且随后监测触发信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间。在另一种配置中,超声发射器单元UEU周期性地发出超声信号,并向位置确定单元PDU提供参考定时信号,由此确定时间差 $\Delta T_1$ 。其他配置显然也是可能的。位置确定单元PDU可以例如由电子电路或处理器提供。

[0046] 图4图示了可以与图1中的系统SY一起使用的位置确定方法的各种方法步骤。尽管以线性方式示出,但是一些方法步骤可以同时执行。参考图4,该方法可以包括以下步骤:

[0047] M1:使RF发射器单元RFE发射RF信号,以激励RF应答器电路RTC

[0048] M2:使RF探测器单元RFD探测由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号

[0049] M3:使超声发射器单元UEU发射超声信号,以调制由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号;以及

[0050] M4:基于由超声发射器单元UEU发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间差 $\Delta T_1$ 来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置。

[0051] 所述方法可以额外地包括上述方法步骤的效果:

[0052] 使超声发射器单元UEU发射超声信号,以调制由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号;

[0053] 这是为了使由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号响应于所发射的超声信号而被调制。

[0054] 此外,可以以指令的形式记录上述方法步骤、和/或本文公开的其他方法步骤,当在处理器上执行时,所述指令使处理器执行这些方法步骤。计算机程序产品可以由专用硬件以及能够执行与适当软件相关联的软件的硬件提供。当由处理器提供时,功能能够由单个专用处理器、单个共享处理器或多个单个处理器提供,其中一些处理器能够共享。此外,术语“处理器”或“控制器”的明确使用不应被解释为专指能够执行软件的硬件,而是能够隐含地包括但不限于数字信号处理器“DSP”硬件、用于存储软件的只读存储器“ROM”、随机存取存储器“RAM”、非易失性存储器等。此外,本发明的实施例能够采用可从计算机可用或计算机可读存储介质访问的计算机程序产品的形式,所述存储介质提供由计算机或任何指令执行系统使用或与之结合使用的程序代码。出于本说明书的目的,计算机可用或计算机可读存储介质能够是任何装置,其可以包括、存储、通信、传播或传输由指令执行系统、装置或设备使用或与之结合使用的程序。介质能够是电子、磁、光、电磁、红外或半导体系统,或装置或设备,或传播介质。计算机可读介质的范例包括半导体或固态存储器、磁带、移动计算

机磁盘、随机存取存储器“RAM”、只读存储器“ROM”、刚性磁盘和光盘。光盘的当前范例包括压缩盘—只读存储器“CD-ROM”、压缩盘—读/写“CD-R/W”、Blu-Ray™和DVD。

[0055] 如图1所示,发射对由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号进行最终调制的超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间延迟在本文中定义为 $\Delta T_1$ 。时间延迟 $\Delta T_1$ 等于针对超声信号从超声发射器单元UEU行进到RF应答器电路RTC的时间段和针对经调制的RF信号从RF应答器电路RTC行进到RF探测器单元RFD的时间段的总和。由于RF的 $3 \times 10^8$  m/s的传播速度与超声在空气中约为330 m/s的传播速度之间的巨大差异,时间延迟 $\Delta T_1$ 基本上等于针对超声信号从超声发射器单元UEU行进到RF应答器电路RTC的时间段。因此,能够基于该时间差 $\Delta T_1$ 来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置,或者更具体地,超声发射器单元UEU与RF应答器电路RTC之间的范围或距离。这能够通过将时间差 $\Delta T_1$ 乘以超声在超声发射器单元UEU与RF应答器电路RTC之间的介质中的传播速度来计算。类似地,RF和超声在包括主要是水基的人体的其他介质中的传播速度的巨大差异允许在RF应答器电路RTC总体上浸入介质中时以相同的方式来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置。

[0056] 例如,在一种设想的布置中,超声发射器单元UEU和RF应答器电路RTC之间的距离是0.15 m,并且其间的介质是在3 MHz处具有1480 m/s的超声传播速度的水。RF应答器电路RTC与RF探测器RFD之间的范例性距离是0.25 m。时间差 $\Delta T_1$ 因此是101微秒+0.8纳秒,并且能够单独近似于第一项,即101微秒,具有可忽略的定位误差。

[0057] 在另一种配置中,代替基于上述时间差 $\Delta T_1$ ,或者实际上除了基于该时间差之外,RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置可以包括RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的角度位置。该角度位置可以例如基于由超声发射器单元UEU发射超声信号的方向来确定。在一个范例实施方式中,设想提供具有阵列超声发射器的超声发射器单元UEU。这可以由本文所述类型的射束成形超声成像系统的超声发射器阵列提供。使用射束成形技术,多个超声发射器可以被配置为生成多个射束,每个射束具有相应于超声发射器单元UEU的预定发射角。随后可以通过识别具体射束来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的角度位置,所述具体射束是在RF应答器电路RTC引起由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的调制时被激活的。

[0058] 在稍后参考图9和图10描述的另一种配置中,超声发射器单元UEU包括多个超声发射器,并且基于在由超声发射器单元UEU中的多个超声发射器中的每个发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到其在由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的相应调制之间的一组时间差 $\Delta T_{a1} \dots a_n$ 来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置。

[0059] 备选地或额外地,可以基于RF应答器电路RTC中的超声探测器UD的角度灵敏度来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的角度位置。例如,声学屏蔽可以用于控制超声探测器UD对超声信号敏感的角度范围。此外,还设想包括在RF应答器电路RTC中的超声探测器UD中的多个超声探测器元件,并且包括被配置为提供针对由阵列中的每个探测器元件探测到的超声信号的预定相位延迟的相位调整单元,以及被配置为提供经相位延迟的超声信号的加权求和的信号求和单元。这样,可以控制RF应答器电路RTC中的超声探测器UD的角度灵敏度,以便确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的角度位置。

[0060] 返回图2中的RF应答器电路RTC;调制器MOD可以包括利用以下范例性技术中的一

个的电子电路或处理器：i) 改变由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的频率；ii) 改变由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的相位；iii) 改变由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的幅度；iv) 改变由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的脉冲序列；v) 改变在由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中编码的代码。这些技术或实际上其他调制技术的组合也可以由调制器MOD来实施。优选地，被改变的参数以模拟方式在预定范围内连续可变，尽管也设想在多个离散水平中的一个之间进行参数的数字切换。图1中的对应的RF应答器电路RTC当然也可以利用这些调制技术中的一种或多种。

[0061] 上述调制技术可以由各种RF应答器电路RTC电路利用，以便调制其RF信号的反射率，或者调制其发射的RF信号。RF信号的反射率可以例如使用在RFID和NFC领域中通常使用的技术来调制，例如负载调制或反射的反向散射。可以使用诸如来自NFC领域的其他已知电路来调制所发射的RF信号。反射率和发射调制技术也可以使用总体上从RF通信领域已知的原理。因此，各种电子组件可以用在RF应答器电路RTC中，包括无源和有源电子组件，以及可选地一个或多个处理器。在本发明中，RF应答器电路RTC电路还包括响应于探测到的超声信号提供所需调制的电路。

[0062] 首先考虑在RF应答器电路中使用反射调制。这可以与上述RF调制方案中的每个一起使用。在此，可以使用从RFID领域已知的负载调制或反向散射辐射调制的技术。在负载调制中，诸如RF发射器RFE的RF发射器生成RF场，其用于为RF应答器电路提供功率。借助于与RF应答器电路的谐振频率重叠的由RF发射器发射的频率的带宽，能量被传递至电路。RF应答器电路随后使用该功率来调制其自身的阻抗。阻抗或负载中的这种调制由RF发射器或RF探测器“看到”。负载的调制是根据需要被传输到RF发射器或RF探测器的所需的1位或多位代码完成的。实际上，RF应答器电路的RF反射率通过调制其阻抗来调制。利用反射率调制技术的优选电子电路在图3中示出。图3图示了RF应答器电路RTC，其中调制由形成串联LCR调谐电路的一部分的变容二极管VAR1来提供。图3中的串联LCR调谐电路具有根据下列等式确定的谐振频率：

$$[0063] \quad f_{\text{谐振}} = \frac{1}{2\pi\sqrt{L \cdot C}} \quad \text{等式 1}$$

[0064] 在图3中，超声探测器UD的电容和变容二极管VAR1的固有杂散电容提供等式1中的电容C。超声探测器，特别是电容超声探测器、磁致伸缩探测器、MEMS和CMUT探测器固有地具有这样的杂散电容。在图3的电路中可以包括额外的电容器，以调节谐振频率。变容二极管VAR1执行调制，变容二极管是具有随其两端的偏置电压 $V_D$ 变化的电容的电子组件。等式1中的电感L由图3中的天线AN的电感来提供。在该具体电路中，天线AN用于接收来自RF发射器RFE的RF信号，并用于反射来自RF应答器电路RTC的RF信号二者。串联LCR调谐电路中的电阻由连接组件的电导体的固有杂散电阻来提供，但是可以由额外的专用电阻器来提供。

[0065] 在操作中，图3的电路经由天线AN通过磁性或电容耦合或其组合接收来自RF发射器RFE的RF信号。这些RF信号，特别是当处于近场时的它们的磁性组件，因此激励RF应答器电路RTC。当变容二极管VAR1两端的电压 $V_D$ 处于第一电压 $V_{D1}$ 时，调谐电路具有由上述等式1控制的电谐振频率，例如 $F_{E1Res1}$ 。至少部分地由超声探测器UD生成的电信号来控制电压 $V_D$ 。为了提供有效的功率传递，优选地，由RF发射器单元RFE发射的RF信号具有与RF应答器电路RTC的电谐振频率（即 $F_{E1Res1}$ ）重叠的带宽。在没有来自超声发射器单元UEU的超声信号的第一操作模式中，由来自RF发射器RFE的RF信号激励的调谐电路以电谐振频率 $F_{E1Res1}$ 谐振。该

谐振被RF发射器单元RFE视为阻抗,并且操作以反射所发射的RF信号中的一些。 $F_{E1Res1}$ 处的这些RF信号随后可以由诸如图1中的RF探测器单元RFD的探测器来探测。当超声探测器UD从超声发射器单元UEU接收超声信号时,由超声探测器UD生成的电信号将变容二极管VAR1两端的电压 $V_D$ 从第一电压 $V_{D1}$ 变为第二电压 $V_{D2}$ 。因此,调谐电路具有第二电谐振频率 $F_{E1Res2}$ ;这是根据等式1确定的。在该第二操作模式中,调谐电路对由RF发射器单元RFE发射的RF信号呈现不同的阻抗,并因此对这些信号具有不同的反射率。换言之,图3中的RF应答器电路RTC中的变容二极管操作为调制器,其将RF应答器电路对RF信号的反射率进行调制。更具体地,能够认为变容二极管调制由RF应答器电路反射的RF信号的频率和幅度。

[0066] 应当注意,尽管图3中图示了用于电感器的符号以表示等式1中的电感,但是该电感器可以由短长度或具有低的、或者杂散的、电感值的导体回路的形式天线AN来提供。具体地,在高频下,这种导体的杂散电感通常足以提供根据等式1的所需的能量传递和谐振。

[0067] 而且,图3仅说明用于提供反射率调制的一个具体的电子电路。还可以使用图3中的电路的替代电路,其中谐振或调谐电路被去调谐,以便提供所需的反射率变化。这些包括并联LCR谐振电路,其中超声探测器将接收到的超声信号转换成电信号,该电信号用于改变变容二极管两端的电压,并由此改变电路的谐振频率。而且,这种电路可以包括额外的电子组件,诸如稍后描述的FET开关和电阻器。

[0068] 图5A图示了另一范例性RF应答器电路RTC以及范例性RF发射器RFE和范例性RF探测器RFD。图5A中的电路使用负载调制来改变其对RF信号的反射率。在图5A的电路中,振荡器Osc生成RF信号,所述RF信号借助于电阻器 $R_0$ 和电容器 $C_0$ 被耦合到发射器线圈,即天线。电容器 $C_0$ 可以用于调节由电容器 $C_0$ 和发射器线圈的电感定义的电子电路的谐振频率。振荡器Osc、电阻器 $R_0$ 、电容器 $C_0$ 和发射器线圈一起形成RF发射器RFE。在操作中,发射器线圈以振荡磁场H的形式辐射RF信号,其中一些RF信号被耦合到对应的接收器线圈,即天线 $L_1$ ,其形成RF应答器电路RTC的一部分。RF应答器电路RTC包括二极管 $D_1$ 和电容器 $C_2$ ,它们一起对探测到的RF信号进行整流和平滑,以在端子Vdd-Gnd两端生成平滑的电源。电容器 $C_1$ 可以用于调节由电容器 $C_1$ 和线圈 $L_1$ 的电感定义的电子电路的谐振频率。范例性RF应答器电路RTC因此是并联LCR谐振器的形式,并且可以具有部分地由 $L_1$ 和 $C_1$ 的值确定的并联LCR谐振频率。对调制器MOD的端子Vdd-Gnd电源控制FET开关 $T_1$ ,调制器MOD的数据输出于端子DAT处。图5A的RF应答器电路RTC使用上述负载调制原理来调制其对RF信号的反射率,使得来自RF发射器RFE的RF辐射被RF应答器电路RTC散射回RF探测器RFD。此外,从调制器MOD输出的端子DAT处的数据切换FET开关 $T_1$ ,其根据数据改变由RF探测器RFD看到的负载阻抗。在一种实现方式中,端子DAT处的数据可以是由调制器MOD响应于探测到由图1中的超声发射器单元UEU发射的超声信号所输出的单个数据位。在这种实现方式中,调制器MOD可以例如包括串联连接的超声探测器UD和FET开关 $T_2$ ,如图5B所示,用于在端子DAT处生成所需的1位数据,即,逻辑1或逻辑0。调制器MOD的备选实施方式可以包括例如,存储器和移位寄存器,其被布置为当由探测到的超声脉冲如此触发时从存储器向端子DAT串行输出多位数据字,即代码。此外,除了数字切换之外,FET开关可以以模拟模式使用,以响应于输入超声信号提供反射率的模拟变化。在另一种实施方式中,可以在图5A的电路中使用图5B中的FET开关 $T_2$ 和电阻器的范例性串联布置,以控制调制器MOD中的压控振荡器或移相器,以便实现经由相移调制或频率调制“频移键控”分别将1位或多位数据传递到RF探测器RFD。应当注意,在本文所公开的电子电

路中,双极开关可以适当地用于替代所示的FET开关。当使用双极开关时,将这些串联连接在电路中而不是分流线圈 $L_1$ 显然更合适。因此,图5A中的双极开关的集电极和发射极端子可以被串联连接在二极管 $D_1$ 和线圈 $L_1$ 之间,其中超声探测器被连接在其基极和发射极之间,作为FET晶体管 $T_1$ 的替代。

[0069] 为了探测由RF应答器电路RTC反射的RF信号,图5A中的RF探测器电路RFD可以包括带通滤波器BPF、放大器AMP和解调器DEMOM。如上所述,图5A中的FET开关 $T_1$ 的切换对由RF探测器RFD所看见的负载阻抗进行调制。这导致反向散射的辐射的对应调制,即由RF应答器电路RTC反射的辐射的调制。反射散射的辐射由RF发射器RFE的RF发射器线圈或天线探测为经调制的RF信号。经调制的信号由带通滤波器BPF滤波,以通过由放大器AMP放大、随后由解调器DEMOM解调来减少干扰和噪声,以在端子DAT'处提供源自端子DAT处的原始调制信号。

[0070] 随后可以在位置确定单元PDU中计算在端子DAT'处探测到经解调的信号与引起图1中的超声发射器单元UEU发射超声脉冲的信号之间的时间延迟,以便确定发射超声脉冲的超声发射器单元UEU与RF应答器电路RTC之间的范围。图5A中的解调电路DEMOM的选择对应于所使用的调制类型,并且可以用于此目的选择在上面参考的手册中详述的各种电路。此外,尽管在图5A的实施方式中,RF发射器电路RFE和RF探测器电路RFD共享天线或线圈,也可以使用其他实施方式,其中RF发射器电路RFE和RF探测器电路RFD具有独立天线。

[0071] 图5B图示了另一个范例性RF应答器电路RTC,其采用负载调制来调制反向散射的辐射。可以使用图5B中的RF应答器电路RTC代替图5A中的相同名称的项目RTC,以提供反射率调制。在操作中,图5B中的RF应答器电路RTC的线圈 $L_1$ 拦截图5A中的磁场线H并将它们转换成电流。电流由全波整流器二极管 $D_1$ - $D_4$ 整流并由电容器 $C_2$ 平滑,以在端子Vdd-Gnd两端生成经平滑的电源。图5B中的RF应答器电路RTC可以具有部分地由 $L_1$ 和 $C_1$ 的值确定的谐振频率。端子Vdd-Gnd为调制器MOD供应功率。调制器MOD的数据输出端子DAT<sub>mod</sub>控制FET开关 $T_1$ 。在操作中,图5B的电路包括n分频计数器(divide-by-n counter)DIV N CTR,其提供频率为由RF应答器电路RTC探测到的RF信号频率的1/n的信号。该信号的逻辑NAND和端子DAT处的数据随后用于如图5A中所示切换FET开关 $T_1$ ,以改变由图5A中的RF探测器RFD所见的负载阻抗。在所示实施方式中,端子DAT处的数据是由调制器MOD响应于由超声探测器UD探测到的超声信号而生成的单个位数据。在此,探测到的超声脉冲在FET开关 $T_2$ 的输入处引起高信号。这随后会在端子DAT处引起低信号。多个超声脉冲可以以相同的方式多次触发DAT。这样,端子DAT处的1位数据字,即逻辑1或逻辑0,引起FET开关 $T_1$ 对由图5A中的RF探测器RFD探测到的反向散射RF信号进行调制,从而向RF探测器RFD发信号通知RF应答器电路RTC已经探测到超声脉冲。在图5B的实施方式中,n分频计数器使探测到的信号与发射信号同步,这有助于RF探测器RFD中的解调处理。具体地,其以由探测到的频率除以n确定的频率间隔提供两个频移边带信号,其中,边带信号的幅度由端子DAT处的数据值来控制。因此,图5B的电路提供频移边带信号的幅度调制。如关于图5A所描述的,图5B中的电路的变化可以包括例如调制器MOD中的存储器和移位寄存器,当超声探测器探测到超声脉冲时,其在端子DAT处串行输出多位数据字,即代码。在另一实施方式中,通过图5B中的FET开关 $T_2$ 和电阻器的范例性串联布置探测超声信号可以反而被布置为控制调制器MOD中的压控振荡器或移相器,以便分别经由相移调制或频率调制“频移键控”向RF探测器RFD提供1位或多位数据传递。

[0072] 图6图示了相位调制器电路的范例性示意图。图6中的相位调制器电路可以用于将

图5A和图5B中的调制器MOD实施为上述调制器的替代。图6实施了所谓的相移键控PSK技术,其中RF信号的相位被调制。图6的电路可以与超声探测器UD连接,以便执行由RF应答器电路RTC反射的RF信号的相位调制。图6的范例性电路可以由从图5A或图5B的电路递送到电源端子Vdd和Gnd的整流信号供电。在图6中,RF振荡器Osc提供两个相互相移的信号 $\cos(wt)$ 和 $\sin(wt)$ 。信号乘法器M1、M2将相互相移的信号分别乘以同相信号 $I(t)$ 和正交信号 $Q(t)$ 。相乘的信号随后以单位Sigma求和,以在端子Sig Out处提供输出信号。端子Sig Out对应于图5A或图5B中的数据端子DAT。从2位串并转换器2Bit Ser-Par conv接收同相信号 $I(t)$ 和正交信号 $Q(t)$ 。2位串并转换器2Bit Ser-Parconv是具有端子Bin i/p处的1位或多位字的输入,并将连续输入位分成输出 $I(t)$ 和 $Q(t)$ ,以便在端子Sig Out处生成所需的相位调制。为了利用图6的电路传送1位字,向输出 $I(t)$ 和 $Q(t)$ 发送的信号可以例如是相同的。为了调制RF应答器电路RTC的反射率,图6调制器的端子Bin i/p可以借助于移位寄存器和存储多位字的存储器被连接到图5B中的FET开关 $T_2$ 的输出端子DAT。在操作中,由图5B中的超声探测器UD探测超声脉冲使FET开关 $T_2$ 的输出端子DAT触发多位字从存储器串行移位并经由移位寄存器进入图6的调制器的端子Bin i/p。随后在图6中的端子Sig Out处的经相移调制的信号可以随后触发在图5A或图5B中的RF应答器电路RTC中的FET开关 $T_1$ ,以便调制由RF应答器电路RTC反射的信号。随后,经调制的信号由图5A中的RF探测器电路RFD探测,并且经传输的代码在端子DAT'处被恢复。可以通过该布置以相同方式传输单个位代码。

[0073] 因此,如上所述,可以通过RF应答器电路RTC使用各种电子电路来调制由RF应答器电路RTC反射的信号。

[0074] 与上述类似的幅度调制、频率调制、相位调制和编码原理也可以用于调制由诸如图1中的RF应答器电路RTC的RF应答器电路发射的信号。在此背景下,已知在RFID和NFC中使用的各种电子电路可以使用一般的电子电路设计实践适于包括超声探测器,以便提供响应于探测到的超声信号而发射的RF信号的所需调制。这些可以包括连续发射RF信号的电子电路、根据探测到的超声信号改变的经发射的RF信号的调制、以及当由探测到的超声信号触发时以预定调制发射RF信号的电子电路。此外,例如从“RFID手册—非接触式智能卡的基础和应用,射频识别和近场通信,第三版,Klaus Finkenzeller,Giesecke&Devrient GmbH,慕尼黑,德国,WILEY,2010,ISBN:978-0-470-69506-7”和“RF和微波手册,2001年,主编Mike Golio,CRC出版社,ISBN 13:978-1-4200-3676-3”的手册中已知的原理可以适于包括响应于探测到的超声信号由RF应答器电路RTC发射的RF信号的所需频率调制、相位调制或编码。根据本发明,这些RF应答器电路共享使用RF发射器单元RFE的概念,作为到RF应答器电路RTC的电源,如关于反射率调制所描述的,并且响应于由超声探测器UD探测到的超声信号提供调制。与上述反射率调制电路相反,调制发射的RF信号的RF应答器电路可以在其天线AN中生成足够的电流,以便由RF探测器单元RFD的接收天线探测所得到的RF信号。

[0075] 此外,在NFC领域中使用的已知电子收发器和应答器电路,诸如在文献US2011/0043429A1和US2010/0167644A1中所公开的那些,可以与上述电路类似的方式适于包括超声探测器UD,以便提供由RF应答器电路RTC发射的RF信号的任何所需的频率调制、幅度调制、相位调制或编码。在这种NFC类型的电路中,NFC通信器之间的数据通信可以经由“主动”通信模式,其中NFC通信器(即,RF发射器RFE)传输利用要被通信的数据调制的交变磁场,并且接收NFC通信器(即,RF应答器电路RTC)通过传输或生成其自己的调制磁场或经由“无源”

通信模式做出响应,其中,一个NFC通信器(即,RF发射器RFE)传输交变磁场并保持该场,并且响应NFC通信器(即,RF应答器电路RTC)例如通过调制电感耦合(即负载调制)上的负载来调制与要被通信的数据电感耦合的磁场。为了调制反射的RF信号,也可以因此由这些电路使用负载调制和发射的RF信号调制的组合。此外,可以根据需要组合任何上述电路设计原理,以便提供由RF应答器电路RTC反射或发射的RF信号的所需的频率调制、相位调制或编码。

[0076] 返回图1,探测由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的图1中的对应RF探测器单元RFD的设计清楚地对应于由RF应答器电路RTC所采用的具体调制技术。位置确定单元PDU随后监测超声发射器单元UEU发射对应超声信号的时间和调制中的任何变化的时间,以便确定时间差 $\Delta T_1$ ,并且因此确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置。因此,可以在RF探测器单元RFD内包括来自RF通信领域的各种已知解调技术,以便探测由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的调制的时间。当它是(i)由RF应答器电路RTC调制的由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的频率时,RF探测器单元RFD可以例如包括解调器,所述解调器包括混频器,其被配置为在没有超声信号的情况下,将探测到的RF信号与具有对应于RF探测器单元RFD的预期RF频率的频率的RF信号进行混合。混合的结果包括在没有超声信号的情况下在DC处的差频。当RF探测器单元RFD探测到超声信号时,差频将从DC偏移。因此,由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制的时间能够通过监测在该差频中的任何变化的时间来确定,并且因此用于确定所需的时间差 $\Delta T_1$ 。这种解调器可以由电子电路或处理器提供。

[0077] 同样地,当它是(ii)由RF应答器电路RTC调制的由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的相位时,包括所谓的相控锁定环、PLL或锁定放大器电路的各种已知的相位探测技术可以在解调器中采用。为了探测(iii)幅度变化,解调器可以采用所谓的相控锁定环、PLL或锁定放大器。当它是由RF应答器电路RTC调制的由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的(iv)脉冲序列或(v)代码时,解调器可以包括例如用于恢复幅度、频率或相位调制信号的同步探测电路,以及可选的由探测到的脉冲序列计时以恢复原始代码的移位寄存器。同样,在任何这些技术中,这种解调器可以由电子电路或处理器提供。

[0078] 因此,总之,并且参考图1,提供用于基于由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的系统SY。系统包括RF发射器单元RFE、RF探测器单元RFD、超声发射器单元UEU和位置确定单元PDU。RF发射器单元RFE被配置为发射RF信号,以激励RF应答器电路RTC。RF探测器单元RFD被配置为探测由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号。超声发射器单元UEU被配置为发射超声信号,以调制由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号。此外,位置确定单元PDU与RF探测器单元RFD和超声发射器单元UEU可操作地通信,并且被配置为基于在由超声发射器单元UEU发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间差 $\Delta T_1$ 来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置。

[0079] 如上所述,上述RF应答器电路RTC可以被附接到各种各样的对象,以便于其经由所确定的RF应答器电路RTC的位置进行它们的跟踪。

[0080] 在一个范例实施方式中,RF应答器电路RTC可以被附接到基板,以跟踪基板或跟踪基板附接至其的对象。图7图示了包括RF应答器电路RTC和基板S的无线标签WT。RF应答器电

路RTC被附接至基板S。图7中的RF应答器电路RTC包括天线AN、调制器MOD和超声探测器UD。此外,如上所述,当RF应答器电路RTC以这种方式被附接到基板时,优选的是引起由至少一个天线AN发射或反射的RF信号的调制的接收到的超声信号的频率(即,由超声发射器单元UEU发射或反射的超声信号的频率)不同于无线标签或RF应答器电路RTC或基板S的机械谐振频率。这样做避免在这些元件中的不想要的超声诱发的机械振动,从而防止这种超声诱发的机械振动干扰由RF探测器单元RFD探测到的RF信号的调制。术语“不同”是指被表示为机械谐振频率的比率的这些频率之间的差值的模数优选地超过10%、或20%、或50%或100%。此外,如上所述,通过使用频率大于或等于40kHz或更高的超声信号,可以利用通过使用该超声信号的无线标签避免这种不想要的机械振动。

[0081] 在另一范例实施方式中,RF应答器电路RTC可以直接被附接到要被跟踪的对象。图8图示了包括RF应答器电路RTC的医学针NDL。图8中的RF应答器电路RTC包括导体形式的天线AN,其以螺旋形式与调制器MOD和超声探测器UD一起缠绕在医学针NDL周围。各种粘合剂、涂层或层压技术被用于将RF应答器电路RTC附接到医学针NDL。如其他地方所述,可以使用其他类型的天线AN代替螺旋导体。

[0082] 图9图示了位置确定装置PDA2的第二实施例,其包括用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU2的位置的系统SY2,以及RF应答器电路RTC。图9中的位置确定装置PDA2中的特征对应于与图1的位置确定装置PDA相关的上述特征。此外,图9中的超声发射器单元UEU2包括多个超声发射器 $UE_{a1..an}$ ;并且,位置确定单元PDU2被配置为基于由超声发射器单元UEU2中的多个超声发射器中的每个发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到其在由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的一组时间差 $\Delta T_{a1..an}$ 来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU2的位置。

[0083] 在操作中,图9的位置确定装置PDA2以与关于图1描述的方式非常相同的方式操作。另外,多个超声发射器 $UE_{a1..an}$ 每个发射超声信号,所述超声信号引起由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制,以及因此在由RF探测器单元RFD探测到的信号中的对应调制。超声发射器因此生成对应的一组时间延迟 $\Delta T_{a1..an}$ ,如图9所示。使用三角测量,这些时间延迟能够用于提供与RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU2的位置相关的附加位置信息。在一个范例配置中,由两个空间上分离的超声发射器提供的时间延迟定义RF应答器电路RTC相对于超声发射器单元UEU2所在的弧。在另一范例配置中,可以使用三个超声发射器,其中一个发射器被定位为远离穿过另外两个发射器的轴。使用三角测量,由这种发射器布置提供的三个对应时间延迟可以用于识别RF应答器电路RTC相对于超声发射器单元UEU2所在的空间中的点。换言之,多个发射器能够用于提供RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU2的角度位置。

[0084] 为了改善超声发射器单元UEU2中的每个超声发射器之间的区分,UEU2中的每个超声发射器可以例如被顺序地触发以发射其超声信号。备选地,例如,可以使UEU2中的每个超声发射器发射超声信号,所述超声信号具有与由其他超声发射器发射的超声信号不同的频率或持续时间或脉冲序列。优选地,超声发射器单元UEU2中的所有超声发射器与公共时钟同步。使用公共时钟可以改善由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号的恢复;部分原因是每个发射的超声信号能够被追溯到时间上的参考点。

[0085] 关于图9描述的超声发射器单元UEU2可以由如上所述布置的多个单独的超声发射

器提供。在优选配置中,图9的超声发射器单元UEU2由包括多个超声发射器UE<sub>a1..an</sub>的超声成像探头提供。诸如2D成像探头、3D成像探头、经食道TEE探头、经胸TTE探头、经鼻TNE探头、心腔内ICE探头的超声成像探头常规上包括1D线性阵列或2D阵列超声发射器。因此,超声成像探头的超声发射器可以用于生成如上所述的所需的一组时间差 $\Delta T_{a1..an}$ 。

[0086] 超声成像探头通常采用射束成形技术来生成多个超声射束,以便探测感兴趣区域。使用这种射束成形超声成像探头作为图9中的超声发射器单元UEU2,或者实际上是图1中的超声发射器单元UEU,提供用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元的位置的其他可能性。现在参考图10中所示的第三实施例来描述这些可能性。

[0087] 图10图示了位置确定装置PDA3的第三实施例,其包括用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU3的位置的系统SY3,以及RF应答器电路RTC。RF应答器电路RTC被附接到图10中的范例性医学针NDL,并且可以用于经由所确定的RF应答器电路RTC的位置来跟踪医学针的位置。显然,可以以与医学针NDL相同的方式来跟踪其他对象,包括医学或介入设备。图10中的超声发射器单元UEU3由射束成形超声成像系统的超声成像探头提供,并且可以例如是上述成像探头类型中的一个。这种射束成形超声成像系统使用超声发射器UE<sub>a1..an</sub>的阵列,图10中未示出,以生成多个超声射束B<sub>a1..an</sub>,以便提供对应于感兴趣区域ROI的超声图像。

[0088] 图10中的超声发射器单元UEU3对应于常规超声成像探头,并且可以包括未示出的电子驱动器和接收器电路,其被配置为放大和/或调整由超声发射器单元UEU3传输或接收的信号相位,以便生成和探测射束B<sub>a1..an</sub>中的超声信号。

[0089] 在操作中,图10中的位置确定单元PDU3可以用于经由RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU3的位置来跟踪医学针NDL的位置。该位置可以包括超声发射器单元UEU3与RF应答器电路RTC之间的范围或距离,和/或RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU3的角度位置。可以基于对应于具体射束k的由超声发射器单元UEU3发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间差 $\Delta T_{ak}$ 来确定所述范围或距离D<sub>ak</sub>。换言之,这是以与关于图1描述的方式类似的方式确定的,除了这是针对具体的超声射束k执行的。可以通过识别由RF探测器单元RFD探测的RF信号中的对于调制时RF应答器电路所处位置处的具体超声射束B<sub>ak</sub>来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU3的角度位置。

[0090] 更具体地,可以通过将由超声发射器单元UEU3发射的超声信号与由RF探测器单元RFD探测到的经调制的RF信号相关联来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU3的角度位置。实际上,这种关联能够包括以下步骤:

[0091] 在射束成形超声成像探头UEU3的多个超声射束B<sub>a1..an</sub>内构建针对RF应答器电路的可能位置的矩阵,

[0092] 对于每个可能的位置,分别将所测量的由RF探测器单元RFD探测到的RF信号的调制的幅度和/或时间差 $\Delta T_{ak}$ 与预期的由RF探测器单元RFD探测到的RF信号的调制的幅度和/或时间差 $\Delta T_{ak}$ 进行比较;以及

[0093] 基于比较步骤,从RF应答器电路的可能位置的矩阵中识别最可能的位置。

[0094] 用于确定RF探测器的位置的其他方法和算法也可以用于执行上述关联。

[0095] 在由此已经确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU3的位置的情况下,

最可能的位置可以在由超声发射器单元UEU3提供的感兴趣区域ROI的对应超声图像中指示。有利地,RF应答器电路RTC的位置与超声图像自参考,因为所述位置是关于射束成形超声成像系统的射束 $B_{a1...an}$ 来确定的。

[0096] 图11图示了位置确定装置PDA4的第四实施例,其包括用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置系统SY4,以及RF应答器电路RTC。与关于图1描述的位置确定装置PDA相比,位置确定装置PDA4额外地包括第二RF探测器单元RFD2。RFD2以与关于图1描述的RF探测器单元RFD相同的方式操作,并且优选地相对于RF探测器单元RFD单独定位。与关于图1描述的位置确定单元PDU相比,位置确定单元PDU4还被配置为确定RF应答器电路RTC相应于RF探测器单元RFD和至少第二RF探测器单元RFD2的位置。该位置是基于由超声发射器单元UEU发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间差 $\Delta T_1$ 和由超声发射器单元UEU发射超声信号与由至少第二RF探测器单元RFD2探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间差 $\Delta T_2$ 之间的时间延迟 $\Delta T_3$ 。除此以外,图11中的项目以与图1中的对应项目相同的方式操作。

[0097] 因此,在使用中,图11的实施例不仅确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置,而且还使用图11中的 $\Delta T_1$ 和 $\Delta T_2$ 之间的时间延迟来提供RF应答器电路RTC相应于RF探测器单元RFD和RFD2的位置。时间延迟 $\Delta T_3$ 指示RF应答器电路RTC与RF探测器单元RFD、RFD2之间的距离 $D_3$ 的差。距离 $D_3$ 可以通过将时间延迟 $\Delta T_3$ 乘以光速来确定,因为RF探测器单元对由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号做出响应。这样,能够基于RF探测器RFD和RF探测器RFD2的预定位置来提供RF应答器电路的改进的定位。

[0098] 图12图示了跟踪装置TA,其包括用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的系统SY、无线单元跟踪系统WUTS和包括RF应答器电路RTC和基准FID或收发器单元TU的无线单元WU。图12中的系统SY对应于上面参考图1描述的系统,并且以相同的方式操作以确定RF应答器电路RTC的位置。与图1相比,附加的基准FID或收发器单元TU相对于RF应答器电路RTC保持在固定位置中,这两个单元限定无线单元WU。这两个单元因此彼此被机械连接。当在无线单元WU中使用基准FID时,基准可以是能够由磁跟踪系统或光学或超声或X射线或CT或PET或SPECT成像系统跟踪的任何设备。这种基准的范例包括磁体或电磁体、光学折回反射器、诸如可见光或红外LED的光学发射器;被配置为提供超声反射特征的超声基准,诸如由金、碳和聚合物制成的那些超声基准;“种子”或线圈,其借助于其Hounsfield单位吸收率在X射线或CT图像中是可探测的,并且通常由诸如金或碳的材料形成;以及,能够在PET或SPECT成像系统的核图像中探测到的放射性标记物。当在无线单元WU中使用收发器单元TU时,这可以是能够接收探头信号,并且响应于其发射超声、电磁、RF、微波、红外和光学辐射中的一个或多个的返回信号的任何单元。这种收发器单元通常是电子电路的形式。在一个范例中,收发器单元TU是根据RFID或NFC通信原理操作的RF收发器。因此,收发器单元TU可以包括无源RFID标签,其响应于接收到的电磁探头信号来执行负载调制。对应的收发器跟踪单元TTU可以包括电子电路,所述电子电路生成以RFID标签的谐振频率处的电磁信号,并且如上所述基于信号强度或飞行时间探测基准的范围。多个这样的基准跟踪系统FTS发生器和/或探测器可以以空间分离的配置被布置,以便对基准的位置进行三角测量。在另一范例中,收发器单元TU包括超声探测器,所述超声探测器在接收到预定频率的超

声探头脉冲时发射超声或光学或RF返回脉冲,以指示其位置。在另一实施方式中,收发器单元TU可以包括对超声信号敏感并且响应于其生成超声返回信号的有源电子电路。对应的收发器跟踪单元TTU可以包括生成探头信号的信号发生器,以及对探测到的返回信号进行放大的对应探测器电路。收发器跟踪单元TTU与收发器单元TU之间的范围能够基于所生成的和探测到的信号之间的飞行时间来确定,其指示收发器跟踪单元TTU与收发器之间的范围的两倍。超声信号的传播速度有利地产生利用低成本电子器件可测量的时间延迟。若干这样的探测器和/或发生器电路可以以空间分离的配置被布置,以便基于相应的飞行时间对收发器的位置进行三角测量。

[0099] 图12中的无线单元跟踪系统WUTS包括用于跟踪基准FID或收发器单元TU的位置的对应跟踪系统;即,基准跟踪系统FTS或收发器跟踪单元TTU。基准跟踪系统FTS或收发器跟踪单元TTU被配置为基于i) 基准跟踪系统FTS与基准FID之间的,或ii) 收发器跟踪单元TTU与收发器单元TU之间的所传输的信号对应地确定无线单元WU的位置。当使用基准跟踪系统FTS时,这是磁跟踪系统或光学或超声或X射线或CT或PET或SPECT成像系统,其被配置为提供包括基准FID的位置的图像。例如,当使用LED基准时,光学或基于相机的跟踪系统可以用于识别光学图像中的LED基准的角度位置。围绕LED基准设置的多个这样的相机可以用于经由三角测量来确定基准的三维位置。磁跟踪系统能够用于提供磁图像,即2D或3D图,其包括磁或电磁基准FID的位置。当使用收发器跟踪单元TTU时,这可以用于确定收发器跟踪单元TTU与收发器单元TU之间的取向和/或范围。这可以例如基于发射触发辐射与响应于触发辐射探测到从收发器单元TU接收的辐射之间的时间延迟。此外,位置可以额外地或备选地基于从收发器单元TU接收的辐射的强度,或者其位置可以通过使用用于探测从收发器单元TU接收的辐射的多个分离的探测器来进行三角测量。继续上述根据RFID或NFC通信原理操作的收发器单元TU的范例;可以通过使用多个RFID读取器单元在三个维度中对收发器单元的位置进行三角测量。

[0100] 总之,可以因此借助于两个分离的跟踪系统来跟踪图12中的无线单元WU:无线单元跟踪系统WUTS和位置确定单元PDU。这可以用于提供冗余。

[0101] 在一个范例实施方式中,图12中的跟踪装置TA可以用于共同配准两个图像。在该实施方式中,超声发射器单元UEU是具有超声场坐标系UFCS的超声成像探头。超声成像探头可以因此提供第一图像。超声场坐标系UFCS可以例如相对于超声发射器单元UEU上的点来限定,并且可以例如在极坐标或笛卡尔坐标系或任何其他坐标系中来确定。此外,图12中的基准跟踪系统FTS可以是磁跟踪系统或光学或超声或X射线或CT或PET或SPECT成像系统,其被配置为提供第二图像。可以使用以下方法步骤来共同配准这两个图像,所述以下方法步骤可以作为指令被存储在计算机可读存储介质上,以在控制跟踪装置TA的处理器上执行:

[0102] -利用超声成像探头在超声场坐标系UFCS中生成超声图像;

[0103] -利用基准跟踪系统FTS生成包括基准FID的位置的磁或光学或超声或X射线或CT或PET或SPECT图像;

[0104] -使RF发射器单元RFE发射RF信号,以激励RF应答器电路RTC;

[0105] -使RF探测器单元RFD探测由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号;

[0106] -使超声发射器单元UEU发射超声信号,以调制由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号;以及

[0107] -基于由超声发射器单元UEU发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间差  $\Delta T_1$  来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置;以及

[0108] -通过基于所确定的RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置,并且基于由基准跟踪系统FTS生成的图像中的基准FID的位置,将超声场坐标系UFCS转换到基准跟踪系统FTS的坐标系,将超声图像映射到由基准跟踪系统FTS生成的图像。

[0109] 图13图示了配准装置RA,其包括系统SY,其中系统SY的超声发射器单元UEU包括基准FID或收发器单元TU,以及具有对应的基准跟踪系统FTS或收发器跟踪单元TTU的超声发射器单元位置确定单元ULDU。图13中的系统SY对应于以上参考图1描述的系统,并且以相同的方式操作以确定RF应答器电路RTC的位置。如图13所示,系统SY的超声发射器单元UEU额外地包括i) 基准FID或ii) 收发器单元TU。基准/收发器单元被机械连接到超声发射器单元UEU。当使用基准FID时,基准可以是适合于由光学成像系统跟踪的任何基准。上面关于图12描述了合适的基准。备选地,可以使用如关于图12所述的收发器单元TU。图13中的配准装置RA还包括超声发射器单元位置确定单元ULDU,其具有对应的i) 基准跟踪系统FTS或ii) 收发器跟踪单元TTU,其被配置为基于i) 基准跟踪系统FTS与基准FID之间或者ii) 收发器跟踪单元TTU与收发器单元TU之间传输的信号来对应地确定超声发射器单元UEU的位置。收发器跟踪单元TTU可以是关于图12描述的任何对应的单元。图13中的基准跟踪系统FTS是光学成像系统,并且被配置为提供包括基准FID的位置的图像。

[0110] 参考图13,在一些实施方式中,将在超声发射器单元UEU的坐标系中确定的RF应答器电路RTC的位置映射到超声发射器单元位置确定单元ULDU的坐标系可以是有用的。后一坐标系可以用作全局参考坐标系。当例如超声发射器单元UEU是移动单元,诸如例如超声成像探头时,这是有用的。此外,公开了一种计算机实施的映射方法,用于在控制图13的配准装置RA的处理器中进行使用。所述方法可以例如通过与实施由上述位置确定单元PDU所使用的位置确定方法的相同处理器,或分离的处理器来实施。在一个实施方式中,图13中的超声发射器单元UEU可以是具有如与图12所述的超声场坐标系UFCS相关的超声成像探头。图13中的配准装置RA可以用于将在超声发射器单元UEU的坐标系UFCS中确定的RF应答器电路RTC的位置映射到超声发射器单元位置确定单元ULDU的坐标系ULDUCS中。坐标系ULDUCS可以是极坐标系或笛卡尔坐标系或任何其他坐标系,并且可以具有与UFCS的参考点不同的参考点。坐标系ULDUCS可以例如具有固定的参考点,而坐标系UFCS可以在空间中移动,特别是当关于移动超声成像探头定义时。如参照图9所述,当图9中的超声发射器单元UEU2是超声成像探头时,UEU2能够用于基于由超声发射器单元UEU2中的多个超声发射器 $UE_{a1...an}$ 中的每个发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到其在由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的一组时间差  $\Delta T_{a1...an}$  来准确地确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU2的位置。计算机实现的映射方法可以包括以下步骤:

[0111] -从超声发射器单元位置确定单元ULDU的收发器跟踪单元TTU传输探头信号,以生成来自收发器单元TU的返回信号;

[0112] -利用收发器跟踪单元TTU探测响应于所传输的探头信号生成的返回信号;

[0113] -基于探头信号和返回信号,计算在超声发射器单元位置确定单元的坐标系ULDUCS中超声发射器单元UEU、UEU2、UEU3相应于超声发射器单元位置确定单元ULDU的位

置；

[0114] 基于超声发射器单元UEU相应于超声发射器单元位置确定单元ULDU的位置，将由系统SY的位置确定单元PDU确定的在超声场坐标系UFCS中RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置映射到超声发射器单元位置确定单元的坐标系ULDUCS。

[0115] 总之，已经描述了一种用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的系统，其中，由超声发射器单元UEU发射的超声信号对由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号进行调制。随后基于由超声发射器单元UEU发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路RTC发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间差  $\Delta T_1$  来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置。

[0116] 虽然已经在附图和前面关于各种医学设备的描述中图示和描述了本发明，但是这些图示和描述应当被认为是说明性或范例性的而非限制性的；本发明不限于所公开的实施例，并且总体上能够用于确定对象的位置。此外，应当理解，可以组合本文示出的各种范例和实施例，以便提供用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的各种设备和方法。

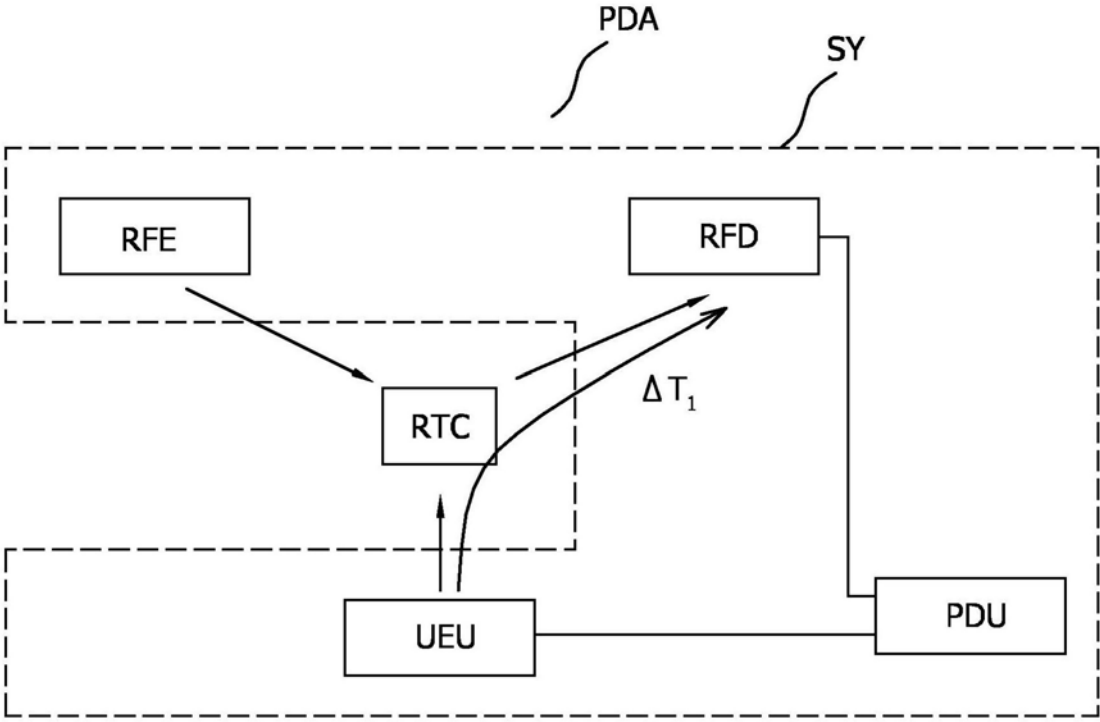


图1

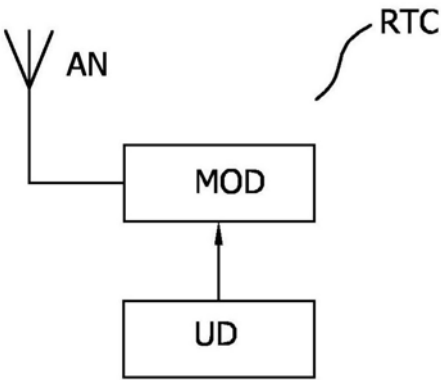


图2

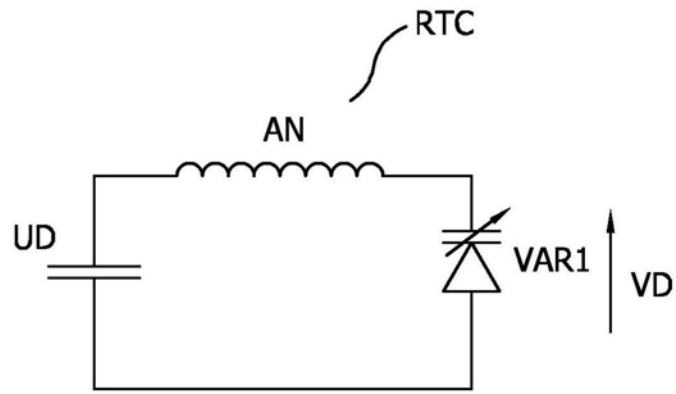


图3

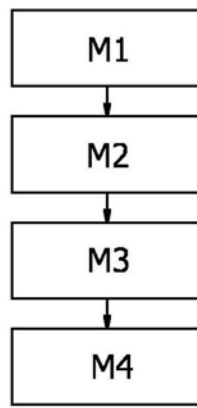


图4

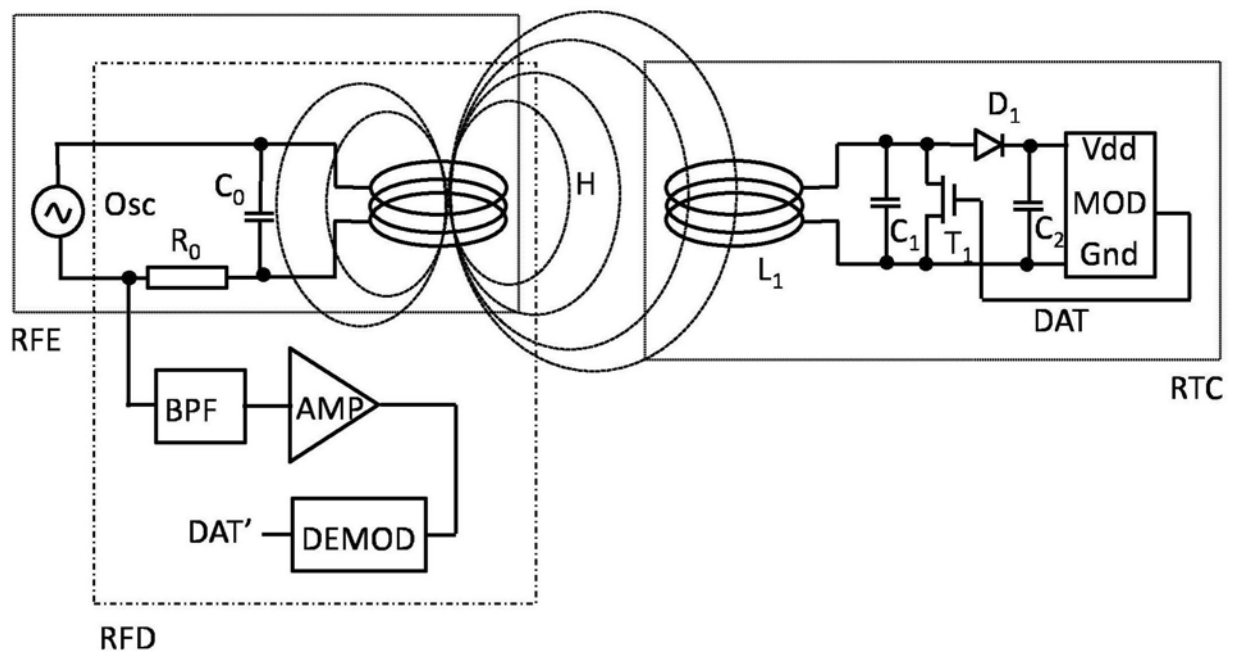


图5A

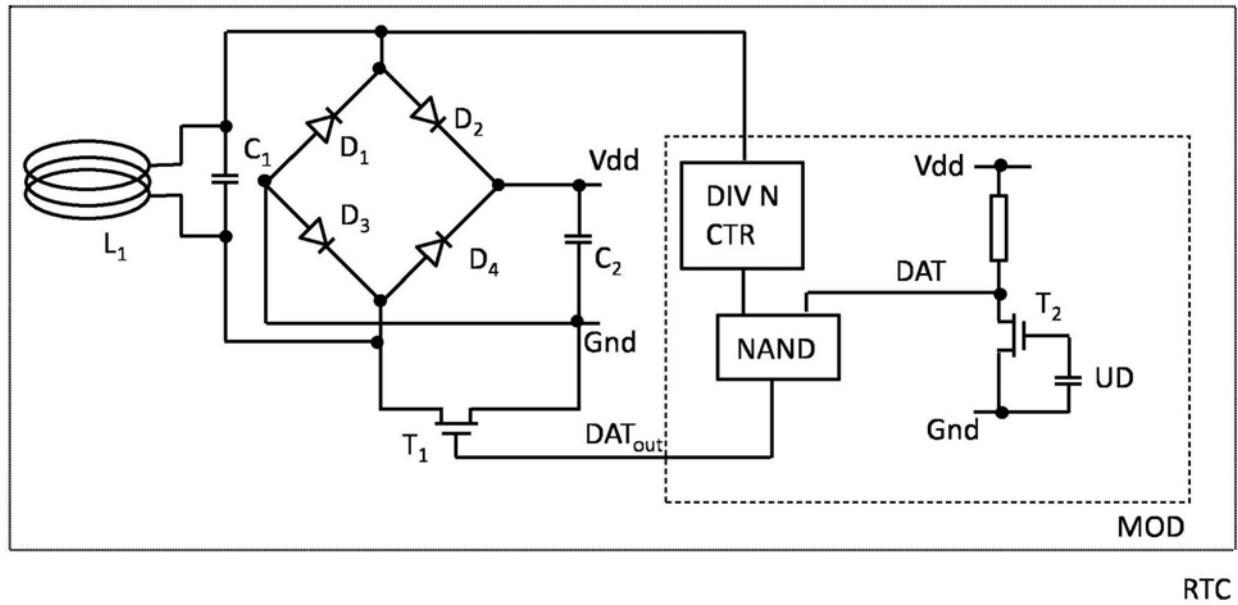


图5B

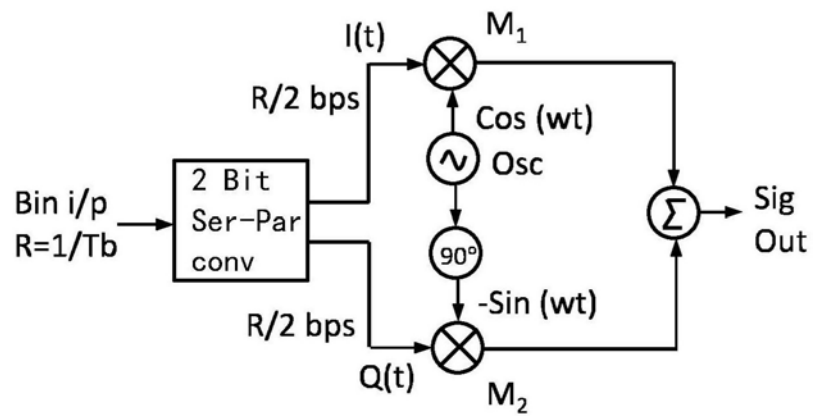


图6

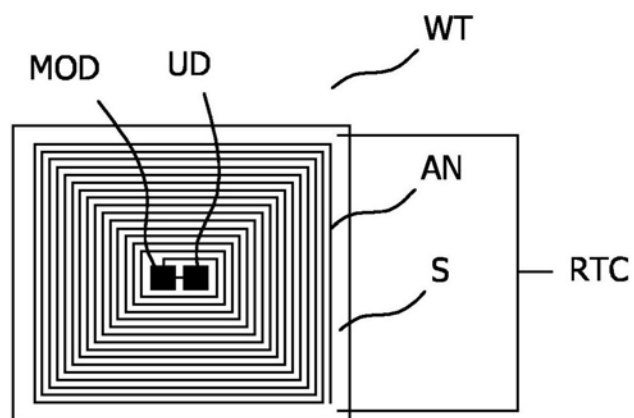


图7

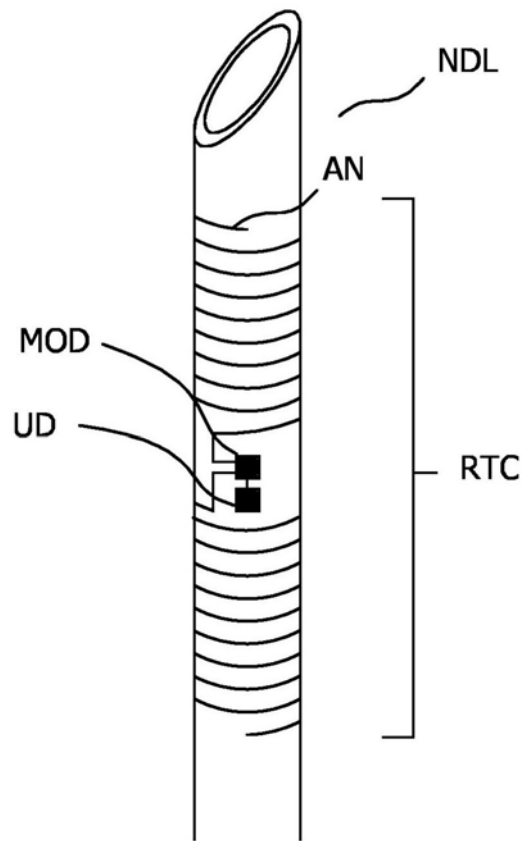


图8

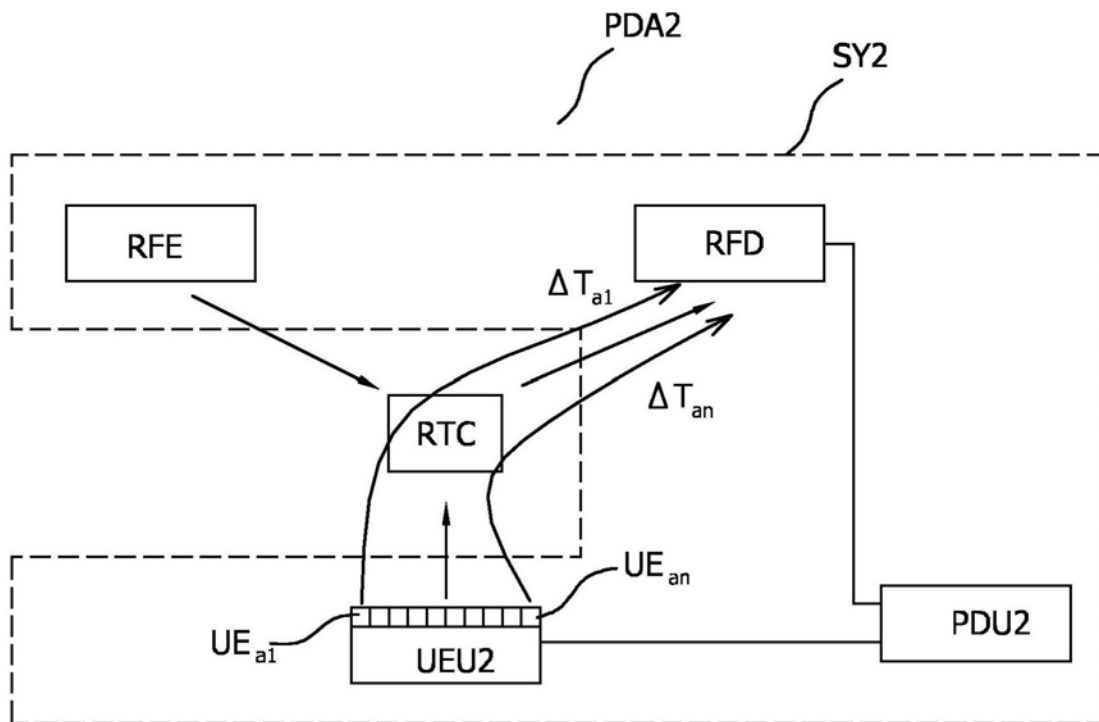


图9

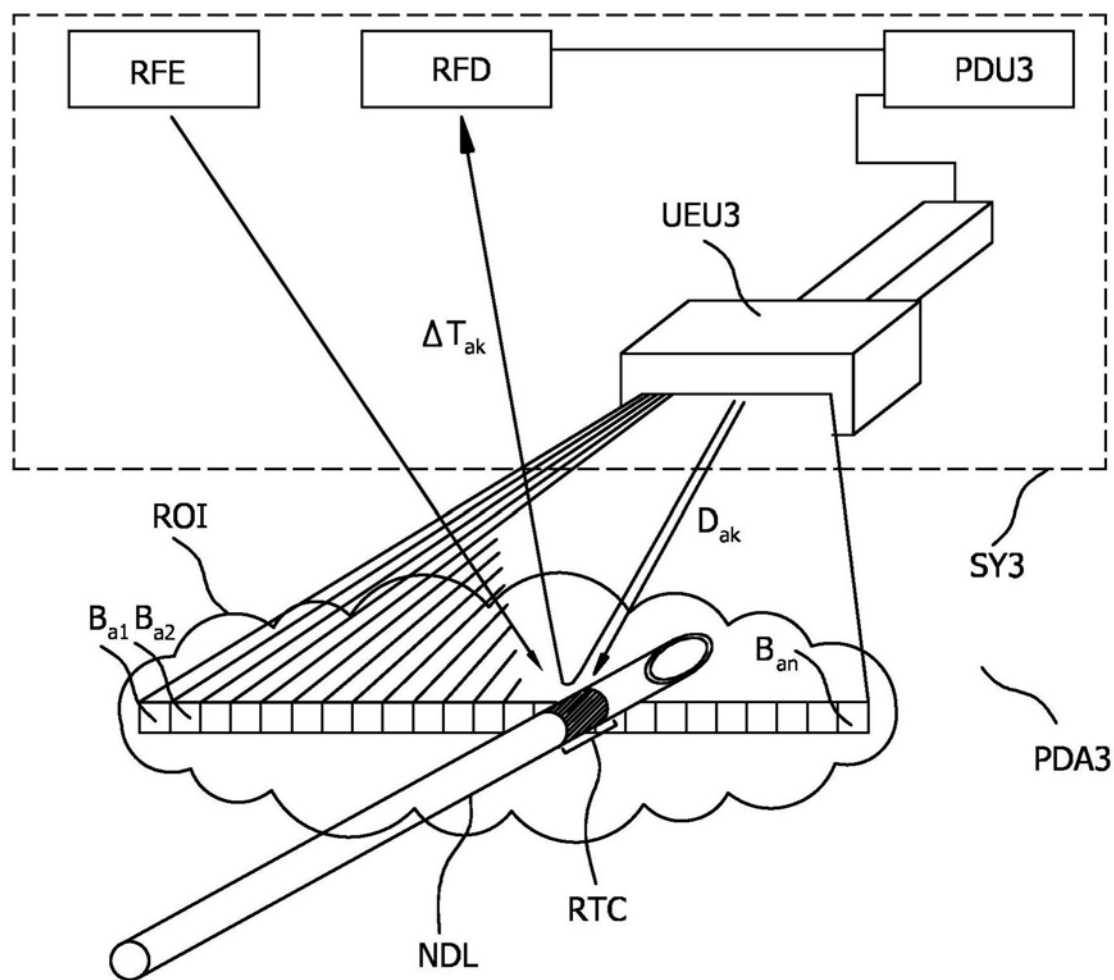


图10

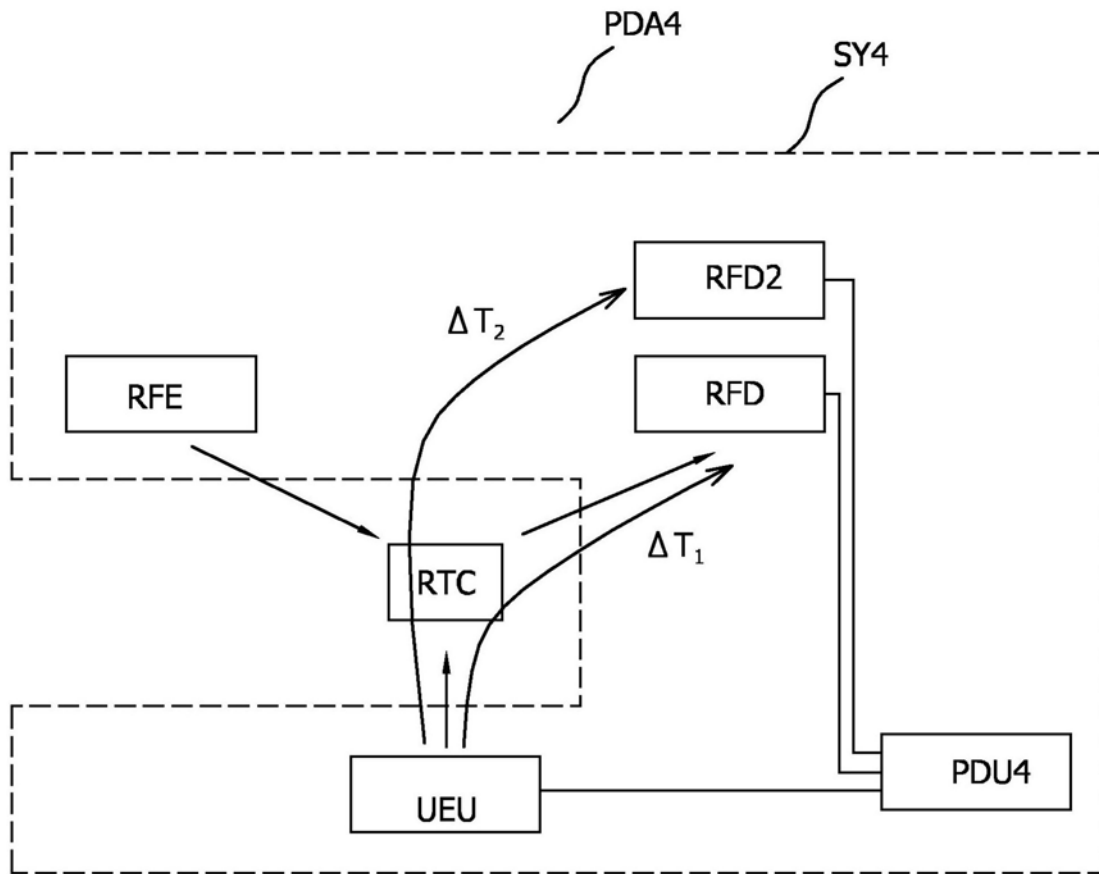


图11

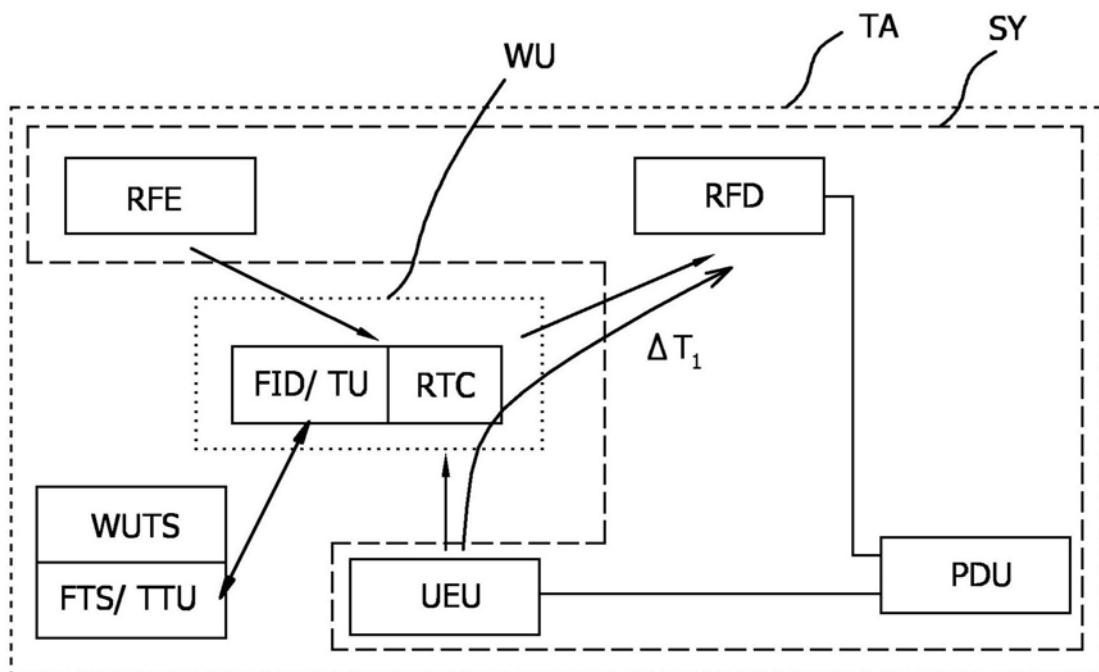


图12

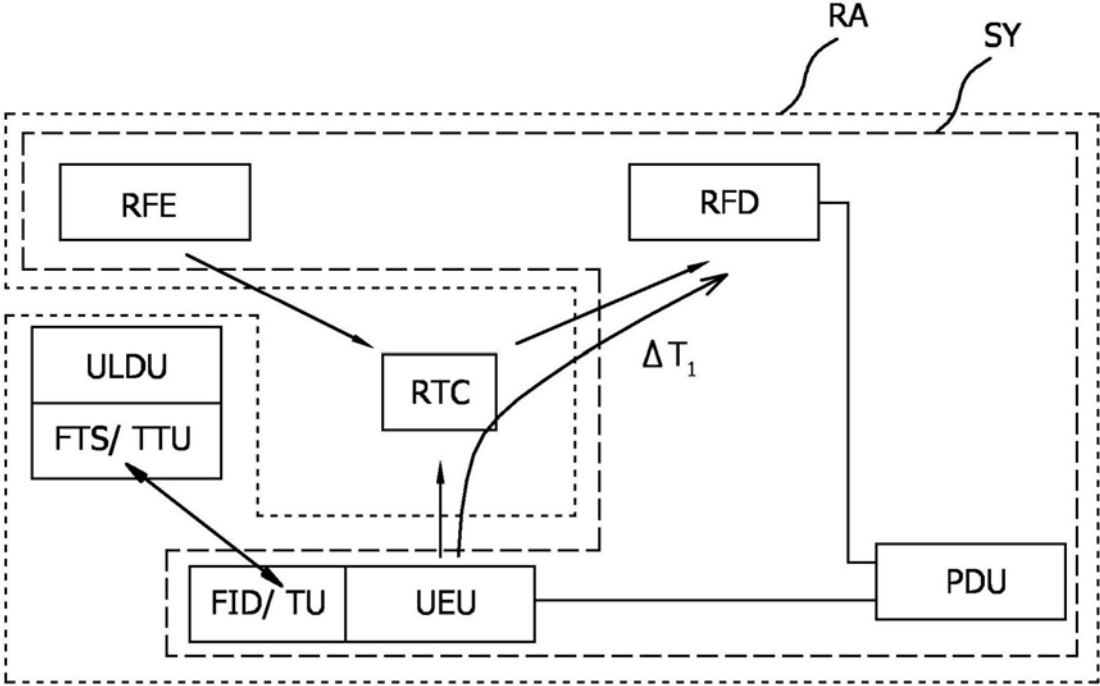


图13

|                |                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |         |            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 无线位置确定                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN108882918A</a>                                                                                                                                                                                                                                                                                | 公开(公告)日 | 2018-11-23 |
| 申请号            | CN201780021464.2                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 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)    | 皇家飞利浦有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 皇家飞利浦有限公司                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |            |
| [标]发明人         | W J A 德维吉斯<br>JJ莱森<br>M德容<br>JH德布尔                                                                                                                                                                                                                                                                          |         |            |
| 发明人            | W-J·A·德维吉斯<br>G·J·N·都德曼<br>J·J·莱森<br>M·德容<br>J·H·德布尔                                                                                                                                                                                                                                                        |         |            |
| IPC分类号         | A61B8/08 A61B8/00 G06K19/07 G01S5/02 A61B17/34                                                                                                                                                                                                                                                              |         |            |
| 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 |         |            |
| 代理人(译)         | 李光颖<br>王英                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |         |            |
| 优先权            | 2016163155 2016-03-31 EP                                                                                                                                                                                                                                                                                    |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a>                                                                                                                                                                                                                                                              |         |            |

#### 摘要(译)

本发明涉及用于确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置的系统SY。所述RF应答器电路RTC发射RF信号，所述RF信号基于接收到的由所述超声发射器单元UEU发射或反射的超声信号而被调制。基于由超声发射器单元UEU发射超声信号与由RF探测器单元RFD探测到由RF应答器电路(RTC)发射或反射的RF信号中的对应调制之间的时间差 $\Delta T_1$ 来确定RF应答器电路RTC相应于超声发射器单元UEU的位置。

