



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107074124 B

(45)授权公告日 2019.08.16

(21)申请号 201580056461.3

(22)申请日 2015.09.02

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 107074124 A

(43)申请公布日 2017.08.18

(30)优先权数据  
62/065,538 2014.10.17 US  
14/801,559 2015.07.16 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.04.17

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/US2015/048159 2015.09.02

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02016/060748 EN 2016.04.21

(73)专利权人 韦特里西提公司  
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 L·西伯 S·乔普拉

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

代理人 王茂华 董典红

(51)Int.Cl.

B60L 53/12(2019.01)

B60L 53/30(2019.01)

B60L 53/38(2019.01)

B60L 53/36(2019.01)

B60L 53/60(2019.01)

G01S 7/41(2006.01)

G01S 13/04(2006.01)

G01S 13/56(2006.01)

G01S 13/87(2006.01)

G01S 13/88(2006.01)

G01S 13/42(2006.01)

G01S 13/58(2006.01)

(56)对比文件

US 2007273490 A1,2007.11.29,

WO 9800728 A1,1998.01.08,

US 2010253568 A1,2010.10.07,

GB 2510125 A,2014.07.30,

WO 2012144694 A1,2012.10.26,

US 2014049422 A1,2014.02.20,

WO 2012090341 A1,2012.07.05,

CN 102548789 A,2012.07.04,

审查员 王芹芹

权利要求书4页 说明书15页 附图9页

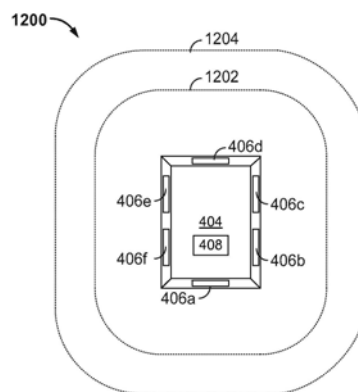
### (54)发明名称

用于无线电力传输应用中的活体物体保护的  
系统、方法和装置

### (57)摘要

提供了用于无线电力传输应用中的活体物体保护的  
系统、方法和装置。在一个方面,提供了一种用于检测无线电力传输系统的检测区域中的  
物体的装置。该装置包括多个雷达收发器。该装置包括至少一个处理器,其被配置为从该多个  
雷达收发器接收雷达数据,基于所接收的雷达数据检测该检测区域中的物体,并且调节该检测区  
域。该装置被配置为基于以下中的至少一项来调节该检测区域:存在的可充电车辆的类型、该无

线电力传输系统所无线地传输的电力的数量、车  
辆与该无线电力传输系统的对准、或者物体接近  
检测区域的速度。



1. 一种用于检测无线电力传输系统的检测区域中的物体的装置,所述装置包括:  
多个雷达收发器;和  
至少一个处理器,被配置为:  
从所述多个雷达收发器接收雷达数据;  
基于接收到的所述雷达数据检测所述检测区域中的物体;以及  
基于由所述无线电力传输系统正在无线地传输的电力的量来调节所述检测区域。
2. 根据权利要求1所述的装置,其中所述处理器被配置为基于以下中的至少一项来进一步调节所述检测区域:存在的可充电车辆的类型、车辆与所述无线电力传输系统的对准或者所述物体接近所述检测区域的速度。
3. 根据权利要求1所述的装置,其中所述多个雷达收发器中的每一个雷达收发器包括发射天线和接收天线,所述发射天线和所述接收天线之间的距离基于所期望的检测区域。
4. 根据权利要求1所述的装置,其中所述处理器进一步被配置为确定所述物体相对于所述多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器的距离、速度、位置、方向和大小中的至少一项。
5. 根据权利要求1所述的装置,其中所述处理器进一步被配置为:  
根据时域算法和频域算法之一或二者来处理接收到的所述雷达数据,以及  
基于以下中的至少一项来确定所述物体的存在:经时域处理的所述雷达数据满足第一检测准则,或者经频域处理的所述雷达数据满足第二检测准则。
6. 根据权利要求5所述的装置,其中根据所述时域算法来处理接收到的所述雷达数据包括基于接收到的所述雷达数据的多个离散样本来确定包络波形以形成经时域处理的所述雷达数据,并且其中所述第一检测准则包括包络波形振幅阈值。
7. 根据权利要求6所述的装置,其中所述处理器进一步被配置为针对所述多个离散样本中的每一个离散样本通过以下来确定所述包络波形:  
确定与离散样本中相对应的离散样本相邻并且包括所述相对应的离散样本在内的预定数目的离散样本的绝对值的平均值,以及  
将所述平均值分配给所述相对应的离散样本,其中所述包络波形包括针对所述多个离散样本中的每一个离散样本的所分配的所述平均值。
8. 根据权利要求5所述的装置,其中根据所述频域算法来处理接收到的所述雷达数据包括:  
将接收到的所述雷达数据的多个离散样本中的每一个离散样本分配给多个区段中的一个区段,以及  
对所述多个区段中的每一个区段单独执行快速傅里叶变换以针对所述多个区段中的每一个区段生成频率响应指示,其中经频域处理的所述雷达数据包括所述频率响应指示,并且所述第二检测准则包括频率振幅阈值。
9. 一种用于检测无线电力传输系统的检测区域中的物体的方法,所述方法包括:  
利用多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器发射雷达信号;  
利用所述多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器接收所述雷达信号;  
接收与接收到的所述雷达信号相关联的雷达数据;  
基于接收到的所述雷达数据检测所述检测区域中的物体;以及

基于由所述无线电力传输系统正在无线地传输的电力的量来调节所述检测区域。

10. 根据权利要求9所述的方法,其中所述检测区域基于以下中的至少一项而被进一步调节:存在的可充电车辆的类型、车辆与所述无线电力传输系统的对准或者所述物体接近所述检测区域的速度。

11. 根据权利要求9所述的方法,进一步包括使得所述多个雷达收发器中的每一个雷达收发器上的发射天线和接收天线之间的距离基于所期望的检测区域。

12. 根据权利要求9所述的方法,进一步包括确定所述物体相对于所述多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器的距离、速度、位置、方向和大小中的至少一项。

13. 根据权利要求9所述的方法,进一步包括:

根据时域算法和频域算法之一或二者来处理接收到的所述雷达数据,以及

基于以下中的至少一项来确定所述物体的存在:经时域处理的所述雷达数据满足第一检测准则,或者经频域处理的所述雷达数据满足第二检测准则。

14. 根据权利要求13所述的方法,其中根据所述时域算法来处理接收到的所述雷达数据包括基于接收到的所述雷达数据的多个离散样本来确定包络波形以形成经时域处理的所述雷达数据,并且其中所述第一检测准则包括包络波形振幅阈值。

15. 根据权利要求14所述的方法,其中确定所述包络波形包括针对所述多个离散样本中的每一个离散样本:

确定与离散样本中相对应的离散样本相邻并且包括所述相对应的离散样本在内的预定数目的离散样本的绝对值的平均值,以及

将所述平均值分配给所述相对应的离散样本,其中所述包络波形包括针对所述多个离散样本中的每一个离散样本的所分配的所述平均值。

16. 根据权利要求13所述的方法,其中根据所述频域算法来处理接收到的所述雷达数据包括:

将接收到的所述雷达数据的多个离散样本中的每一个离散样本分配给多个区段中的一个区段,以及

对所述多个区段中的每一个区段单独执行快速傅里叶变换以针对所述多个区段中的每一个区段生成频率响应指示,其中经频域处理的所述雷达数据包括所述频率响应指示,并且所述第二检测准则包括频率振幅阈值。

17. 一种包括代码的非瞬态计算机可读介质,所述代码在被执行时使得用于检测无线电力传输系统的检测区域中的物体的装置:

利用多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器发射雷达信号,

利用所述多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器接收所述雷达信号,

接收与接收到的所述雷达信号相关联的雷达数据,

基于接收到的所述雷达数据检测检测区域中的物体,以及

基于由所述无线电力传输系统正在无线地传输的电力的量来调节所述检测区域。

18. 根据权利要求17所述的介质,其中所述代码在被执行时使得所述装置基于以下中的至少一项来进一步调节所述检测区域:存在的可充电车辆的类型、车辆与所述无线电力传输系统的对准或者物体接近所述检测区域的速度。

19. 根据权利要求17所述的介质,其中所述多个雷达收发器中的每一个雷达收发器中

的发射天线和接收天线之间的距离基于所期望的检测区域。

20. 根据权利要求17所述的介质,其中所述代码在被执行时使得所述装置确定所述物体相对于所述多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器的距离、速度、位置、方向和大小中的至少一项。

21. 根据权利要求17所述的介质,其中所述代码在被执行时使得所述装置:

根据时域算法和频域算法之一或二者来处理接收到的所述雷达数据,以及

基于以下中的至少一项来确定所述物体的存在:经时域处理的所述雷达数据满足第一检测准则,或者经频域处理的所述雷达数据满足第二检测准则。

22. 根据权利要求21所述的介质,其中所述代码在被执行时使得所述装置通过基于接收到的所述雷达数据的多个离散样本确定包络波形,来根据所述时域算法处理接收到的所述雷达数据,以形成经时域处理的所述雷达数据,并且其中所述第一检测准则包括包络波形振幅阈值。

23. 根据权利要求22所述的介质,其中所述代码在被执行时使得所述装置针对所述多个离散样本中的每一个离散样本通过以下来确定所述包络波形:

确定与离散样本中相对应的离散样本相邻并且包括所述相对应的离散样本在内的预定数目的离散样本的绝对值的平均值,以及

将所述平均值分配给所述相对应的离散样本,其中所述包络波形包括针对所述多个离散样本中的每一个离散样本的所分配的所述平均值。

24. 根据权利要求21所述的介质,其中所述代码在被执行时使得所述装置通过以下根据所述频域算法处理接收到的所述雷达数据:

将接收到的所述雷达数据的多个离散样本中的每一个离散样本分配给多个区段中的一个区段,以及

对所述多个区段中的每一个区段单独执行快速傅里叶变换以针对所述多个区段中的每一个区段生成频率响应指示,其中经频域处理的所述雷达数据包括所述频率响应指示,并且所述第二检测准则包括频率振幅阈值。

25. 一种用于检测无线电力传输系统的检测区域中的物体的装置,所述装置包括:

多个用于发射和接收雷达信号的部件;

用于从所述多个用于发射和接收雷达信号的部件接收雷达数据的部件;

用于基于接收到的所述雷达数据检测所述检测区域中的物体的部件;以及

用于基于由所述无线电力传输系统正在无线地传输的电力的量来调节所述检测区域的部件。

26. 根据权利要求25所述的装置,其中所述用于调节所述检测区域的部件被配置为基于以下中的至少一项来进一步调节所述检测区域:存在的可充电车辆的类型、车辆与所述无线电力传输系统的对准、或者所述物体接近所述检测区域的速度。

27. 根据权利要求25所述的装置,进一步包括:

用于根据时域算法和频域算法之一或二者来处理接收到的所述雷达数据的部件,以及

用于基于以下中的至少一项来确定所述物体的存在的部件:经时域处理的所述雷达数据满足第一检测准则,或者经频域处理的所述雷达数据满足第二检测准则。

28. 根据权利要求27所述的装置,进一步包括用于基于接收到的所述雷达数据的多个

离散样本来确定包络波形以形成经时域处理的所述雷达数据的部件,并且其中所述第一检测准则包括包络波形振幅阈值。

29. 根据权利要求28所述的装置,进一步包括:

用于确定与离散样本中相对应的离散样本相邻并且包括所述相对应的离散样本在内的预定数目的离散样本的绝对值的平均值的部件,以及

用于将所述平均值分配给所述相对应的离散样本的部件,其中所述包络波形包括针对所述多个离散样本中的每一个离散样本的所分配的所述平均值。

30. 根据权利要求27所述的装置,进一步包括:

用于将接收到的所述雷达数据的多个离散样本中的每一个离散样本分配给多个区段中的每个区段的部件,以及

用于对所述多个区段中的每一个区段单独执行快速傅里叶变换以针对所述多个区段中的每一个区段生成频率响应指示的部件,其中经频域处理的所述雷达数据包括所述频率响应指示,并且所述第二检测准则包括频率振幅阈值。

## 用于无线电力传输应用中的活体物体保护的系统、方法和装置

### 技术领域

[0001] 本公开总体上涉及无线电力传输,尤其涉及用于无线电力传输应用中的活体物体保护的系统、方法和装置。

### 背景技术

[0002] 感应电力传输(IPT)系统提供了无线电能传输的一个示例。在IPT系统中,主电力设备(或“发射器”)将电力无线地发射到辅电力设备(或“接收器”)。发射器和接收器中的每一个包括电感耦合器,通常是包括电流输送材料(诸如利兹线)的单线圈或多线圈布置的绕组。通过主耦合器的交流电产生交变磁场。当辅耦合器放置在主耦合器附近时,该交变磁场根据法拉第定律在辅耦合器中引起电动势(EMF),从而将电力无线地传输至接收器。

[0003] 在家用和公共停车场中针对可充电车辆的数千瓦功率级别的感应电力传输可能需要针对附近的人员和设施的安全而采取特殊的保护措施。这种措施可以包括对在IPT系统的关键空间中的移动物体的检测。对于关键空间开放且可访问的系统而言可能尤其如此。这些措施还可以包括对活体物体(例如人类、人类的四肢、或动物)的检测,以防止它们暴露于这种强电磁场。

[0004] IPT系统的关键空间可以被定义为电磁场水平超过某些临界水平的空间。这些水平可以基于人体暴露的监管限制、由外来金属物体中的涡流加热效应所确定的磁通密度限制、或者诸如可应用于特定产品或特定用途的标准所规定的那些的其它限制。这样,期望用于无线电力传输应用中的活体物体保护的系统、方法和装置。

### 发明内容

[0005] 所附权利要求范围内的系统、方法和装置的各种实施方式均具有若干方面,其中没有一个单独方面全权负责本文描述的期望属性。在不限所附权利要求的范围的情况下,这里对一些突出特征进行了描述。

[0006] 该说明书中所描述主题的一种或多种实施方式的细节在附图和以下描述中给出。其它特征、方面和优势将从该描述、附图和权利要求而变得显而易见。注意,以下示图的相对尺寸可能并未依比例绘制。

[0007] 一些实施方式提供了一种用于检测无线电力传输系统的检测区域中的物体的装置。该装置包括多个雷达收发器。该装置进一步包括至少一个处理器,被配置为从该多个雷达收发器接收雷达数据,基于所接收的雷达数据检测该检测区域中的物体,并且调节该检测区域。

[0008] 一些其它实施方式提供了一种用于检测无线电力传输系统的检测区域中的物体的方法。该方法包括利用多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器传送雷达信号。该方法包括利用该多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器接收该雷达信号。该方法包括从该多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器接收与所接收的雷达信号相关联的雷达数据。该方

法包括基于所接收的雷达数据检测该检测区域中的物体。该方法包括调节该检测区域。

[0009] 又一些其它的实施方式提供了一种包括代码的非瞬态计算机可读介质,该代码在被执行时使得一种用于检测无线电力传输系统的检测区域中的物体的装置利用多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器传送雷达信号。该代码在被执行时进一步使得该装置利用该多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器接收该雷达信号。该代码在被执行时进一步使得该装置基于所接收的雷达数据检测该检测区域中的物体。该代码在被执行时进一步使得该装置该从该多个雷达收发器中的至少一个雷达收发器接收与所接收的雷达信号相关联的雷达数据。该代码在被执行时进一步使得该装置调节该检测区域。

[0010] 再一些其它的实施方式提供了一种用于检测无线电力传输系统的检测区域中的物体的装置。该装置包括多个用于发射和接收雷达信号的部件。该装置包括用于从该多个用于发射和接收雷达信号的部件接收雷达数据的部件。该装置包括用于基于所接收的雷达数据检测该检测区域中的物体的部件。该装置包括用于调节该检测区域的部件。

## 附图说明

[0011] 图1图示了依据一些示例性实施方式的用于对电动车辆进行充电的示例性无线电力传输系统。

[0012] 图2是依据一些示例性实施方式的类似于之前结合图1所讨论的无线电力传输系统的示例性核心组件的示意图。

[0013] 图3是示出图1的无线电力传输系统的示例性核心组件和附属组件的功能框图。

[0014] 图4是依据一些示例性实施方式的被整合到无线电力发射器的基座衬垫之中的活体或移动物体检测系统的示意图。

[0015] 图5是依据一些示例性实施方式的如图4所示的雷达模块的功能框图。

[0016] 图6示出了依据一些示例性实施方式的如在检测区域中没有检测到物体时从图4的一个或多个雷达模块所接收到的原始雷达数据的图表。

[0017] 图7示出了依据一些示例性实施方式的如在检测区域中检测到物体时从图4的一个或多个雷达模块所接收到的原始雷达数据的图表。

[0018] 图8图示了依据一些示例性实施方式的高通滤波器的功能框图。

[0019] 图9示出了依据一些示例性实施方式的已经利用图8的滤波器进行了高通滤波的雷达数据的图表。

[0020] 图10示出了依据一些示例性实施方式的图9的经高通滤波的雷达数据的正包络波形的图表。

[0021] 图11示出了依据一些示例性实施方式的由图9的经高通滤波的雷达数据的相应部分的FFT所形成的多个频域图。

[0022] 图12是依据一些示例性实施方式的用于检测无线电力传输系统附近的物体的装置的可调节检测区域的示意图。

[0023] 图13是描绘依据一些示例性实施方式的用于检测无线电力传输系统附近的检测区域中的物体的方法的流程图。

[0024] 图14是依据一些示例性实施方式的用于检测无线电力传输系统附近的检测区域中的物体的装置的功能框图。

## 具体实施方式

[0025] 以下结合附图所给出的详细描述意在作为示例性实施方式的描述,而并非意在表示本发明所可以被实践的仅有实施方式。如贯穿该说明书所使用的术语“示例性”意味着“用作示例、实例或说明”,而并非必然应当被理解为优于或强于其它示例性实施方式。该详细描述出于提供对示例性实施方式的全面理解的目的而包括了具体的细节。在一些实例中,一些设备以框图形式被示出。

[0026] 无线地传输电力可以是指将与电场、磁场、电磁场等相关联的任意形式的能量在不使用物理电导体的情况下从发射器传输至接收器(例如,电力可以通过自由空间传输)。输出到无线场(例如,磁场)之中的电力可以由“接收线圈”所接收、捕获或耦合从而实现电力传输。

[0027] 这里使用电动车辆来描述远程系统,其示例是如下的车辆:其包括从可充电能量存储设备(例如,一个或多个可充电电化学电池或其它类型的电池)得到的电力作为其运动能力的一部分。作为非限制性示例,一些电动车辆可以是混合动力车辆,其除了电动机之外还包括用于直接运动或对车辆电池进行充电的传统内燃机。其它电动车可能会从电力中获得所有的运动能力。电动车辆并不限于汽车,而是也可以包括摩托车、推车、踏板车等。作为示例而非限制,在本文中以电动车辆(EV)的形式来描述远程系统。此外,还可以预见到可以至少部分使用可充电能量存储设备供电的其它远程系统(例如,诸如个人计算设备等的电子设备)。

[0028] 图1是依据一些示例性实施方式的用于对电动车辆进行充电的示例性无线电力传输系统100的示图。无线电力传输系统100能够在电动车辆112被停放为使得与基座无线充电系统102a有效耦合的情况下使得对电动车辆112进行充电。在停放区域中图示了供两台电动车辆停放在相对应的基座无线充电系统102a和102b上的空间。在一些实施方式中,本地配电中心130可以连接到电力主干132并且被配置为通过电力链路110向基座无线充电系统102a和102b提供交流(AC)或直流(DC)供电。基座无线充电系统102a和102b中的每一个还均分别包括用于无线地传输电力的基座耦合器104a和104b。在一些其它实施方式(图1中未示出)中,基座耦合器104a或104b可以是独立的物理单元而并不是基座无线充电系统102a或102b的一部分。

[0029] 电动车辆112可以包括电池单元118、电动车辆耦合器116和电动车辆无线充电单元114。电动车辆无线充电单元114和电动车辆耦合器116构成电动车辆无线充电系统。在这里所示出的一些示图中,电动车辆无线充电单元114也称为车辆充电单元(VCU)。电动车辆耦合器116例如可以经由由基座耦合器104a所产生的电磁场的区域而与基座耦合器104a相互作用。

[0030] 在一些示例性实施方式中,电动车辆耦合器116可以在电动车辆耦合器116位于由基座耦合器104a产生的电磁场中时接收电力。该场可以对应于基座耦合器104a所输出的能量可以被电动车辆耦合器116所捕获的区域。例如,基座耦合器104a所输出的能量可以处于足以对电动车辆112充电或供电的水平。在一些情况下,该场可以对应于基座耦合器104a的“近场”。该近场可以对应于其中存在基座耦合器104a中的电流和电荷所产生的强反应场的区域,其并不从基座耦合器104a向外辐射电力。在一些情况下,如下文将进一步描述的,该近场可以对应于处于远离基座耦合器104a的由基座耦合器104a所产生的电磁场的频率波



长的约 $1/2\pi$ 以内的区域。

[0031] 本地配电中心130可以被配置为经由通信回程134与外部来源(例如,电网)进行通信,并且经由通信链路108与基座无线充电系统102a进行通信。

[0032] 在一些实施方式中,简单地由电动车辆操作者定位电动车辆112使得电动车辆耦合器116相对于基座耦合器104a充分对准,电动车辆耦合器116可以与基座耦合器104a对准,并因此而被设置在近场区域之内。当对准误差低于容许数值时,该对准可以被认为是充分的。在其它实施方案中,操作者可以被给予视觉和/或听觉反馈,以确定电动车辆112何时被适当置于用于无线电力传输的容限区域之内。在其它实施方式中,电动车辆112可以由自动驾驶仪系统进行定位,自动驾驶仪系统可以移动电动车辆112直至达到充分对准。这可以在有或没有驾驶员干预的情况下由电动车辆112自动且自主地执行。这对于配备有伺服转向、雷达传感器(例如,超声波传感器)以及用于安全操纵和调节电动车辆的智能的电动车辆112而言会是可能的。在另外的实施方式中,电动车辆112和/或基座无线充电系统102a可以具有相对于彼此分别机械地移位和移动耦合器116和104a的功能,从而更精确地定向或对准它们并且在其间形成充分和/或以其它方式更为有效的耦合。

[0033] 基座无线充电系统102a可以位于各种位置。作为非限制性示例,一些适当位置包括电动车辆112所有者的家中的停车区域、仿照常规石油加油站的为电动车辆无线充电预留的停车区域以及诸如购物中心和工作地点之类的其它位置的停车场。

[0034] 对电动车无线地充电会带来许多好处。例如,可以在实际上没有驾驶员干预或操纵的情况下自动进行充电,从而提高用户的便利性。也可以没有暴露的电触点并且没有机械磨损,从而提高无线电力传输系统100的可靠性。可以改进安全性,原因在于可能并不需要使用电缆和连接器进行操作,并且可能没有电缆、插头或插座会在户外环境中暴露于潮湿。此外,还可能没有可见或可接近的插座、电缆或插头,从而减少了对充电设备的潜在破坏。此外,由于电动车辆112可以用作分布式存储设备来稳定电网,因此方便的对接到电网的解决方案可以有助于提高车辆针对车辆到电网(V2G)操作的可用性。

[0035] 参考图1所以描述的无线电力传输系统100还可以提供美观且非障碍性的优点。例如,可以不存在可能对车辆和/或行人造成妨碍的充电桩和电缆。

[0036] 作为对车辆到电网能力的进一步解释,无线功率发射和接收能力可以被配置为相互交替,而使得基座无线充电系统102a可以向电动车辆112发射电力,或者电动车辆112可以向基座无线充电系统102a发射电力。这种能力通过允许电动车辆112在由于可再生能源生产(例如,风力或太阳能)的过度需求或短缺所导致的能量短缺期间为整个配电系统贡献电力,而有助于稳定配电电网。

[0037] 图2是依据一些示例性实施方式的与先前结合图1所讨论的相类似的无线电力传输系统200的示例性核心组件的示意图。如图2所示,无线电力传输系统200可以包括基座谐振电路206,基座谐振电路206包括具有电感 $L_1$ 的基座耦合器204。无线电力传输系统200还包括电动车辆谐振电路222,电动车辆谐振电路222包括具有电感 $L_2$ 的电动车辆耦合器216。这里所描述的实施方式可以使用形成谐振结构的电容负载导体回路(即,多匝线圈),上述谐振结构能够在发射器和接收器都被调谐到共同谐振频率的情况下经由磁或电磁近场有效地将能量从主结构(发射器)耦合至辅结构(接收器)。该线圈可以用于电动车辆耦合器216和基座耦合器204。使用谐振结构用于耦合能量可以被称为“磁耦合谐振”、“电磁耦合谐

振”和/或“谐振感应”。无线电力传输系统200的操作将基于从基座耦合器204到电动车辆112(未示出)的电力传输进行描述,但并不局限于此。例如,如以上所讨论的,能量也可以以相反方向进行传输。

[0038] 参考图2,电源208(例如,AC或DC)将电力 $P_{SDC}$ 提供给作为基座无线电力充电系统202的一部分的基座电力转换器236,以便将能量传输至电动车辆(例如,图1的电动车辆112)。基座电力转换器236可以包括诸如AC-DC转换器以及DC至低频(LF)转换器的电路,AC-DC转换器被配置为将来自标准市电AC的电力转换为适当电压水平的DC电力,DC至低频(LF)转换器被配置为将DC电力转换为处于适于进行无线高电力传输的工作频率的电力。基座电力转换器236将电力 $P_1$ 提供给基座谐振电路206,基座谐振电路206包括与基座耦合器204串联的调谐电容器 $C_1$ 从而以工作频率发射电磁场。串联调谐的谐振电路206应当被理解为是示例性的。在另一种实施方式中,电容器 $C_1$ 可以与基座耦合器204并联耦合。在又一些其它的实施方式中,调谐可以由处于并联或串联拓扑的任意组合的若干电抗元件所形成。可以提供电容器 $C_1$ 以与基座耦合器204形成基本上以工作频率发生谐振的谐振电路。基座耦合器204接收电力 $P_1$ ,并以足以对电动车辆进行充电或供电的水平无线地发射电力。例如,由基座耦合器204无线地提供的电力的水平可以处于千瓦(kW)量级(例如,从1kW到110kW的任何数值,但是实际水平可能更高或更低)。

[0039] 可以将基座谐振电路206(包括基座耦合器204和调谐电容器 $C_1$ )和电动车辆谐振电路222(包括电动车辆耦合器216和调谐电容器 $C_2$ )调谐为基本相同的频率。如下文进一步解释的,电动车辆耦合器216可以被定位于基座耦合器的近场之内,并且反之亦然。在这种情况下,基座耦合器204和电动车辆耦合器216可以变得相互耦合,而使得电力可以从基座耦合器204无线地传输至电动车辆耦合器216。串联电容器 $C_2$ 可以被提供以与电动车辆耦合器216形成基本上在工作频率发生谐振的谐振电路。串联调谐的谐振电路222应当被理解为是示例性的。在另一种实施方式中,电容器 $C_2$ 可以与电动车辆耦合器216并联耦合。在又一些其它的实施方式中,电动车辆谐振电路222可以由处于并联或串联拓扑的任意组合的若干电抗元件所形成。要素 $k(d)$ 表示在线圈分离 $d$ 处所产生的互耦系数。等效电阻 $R_{eq,1}$ 和 $R_{eq,2}$ 分别表示基座耦合器204和电动车辆耦合器216以及调谐(抗电抗)电容器 $C_1$ 和 $C_2$ 可能固有的损耗。包括电动车辆耦合器216和电容器 $C_2$ 的电动车辆谐振电路222接收电力 $P_2$ 并将电力 $P_2$ 提供至电动车辆充电系统214的电动车辆电力转换器238。

[0040] 除其它之外,电动车辆电力转换器238可以包括LF到DC转换器,LF到DC转换器被配置成将处于工作频率的电力转换回处于负载218的电压水平的DC电力,上述负载218可以表示电动车辆的电池单元。电动车辆电力转换器238可以将经转换的电力 $P_{LDC}$ 提供至负载218。电源208、基座电力转换器236和基座耦合器204可以是静止的并且位于如以上所讨论的各种位置。电动车辆负载218(例如,电动车辆的电池单元)、电动车辆电力转换器238和电动车辆耦合器216可以被包括在作为电动车辆(例如,电动车辆112)的一部分或者其电池组(未示出)的一部分的电动车辆充电系统214中。电动车辆充电系统214还可以被配置为通过电动车辆耦合器216向基座无线电力充电系统202无线地提供电力,从而将电力馈送回电网。基于操作模式,电动车辆耦合器216和基座耦合器204中的每一个均可以充当发射或接收耦合器。

[0041] 虽然并未示出,但是无线电力传输系统200可以包括负载断开单元(LDU)(未知),

以将电动车辆负载218或电源208从无线电力传输系统200安全地断开。例如,在紧急情况或系统故障的情况下,LDU可能被触发以将负载从无线电力传输系统200断开。LDU可以另外被提供给用于管理针对电池的充电的电池管理系统,或者LDU可以是电池管理系统的一部分。

[0042] 此外,电动车辆充电系统214可以包括用于有选择地将电动车辆耦合器216连接到电动车辆电力转换器238的开关电路(未示出)。断开电动车辆耦合器216可以暂停充电并且还可以改变基座无线充电系统202(充当发射器)所“看到”的“负载”,其可以用于将电动车辆充电系统214(充当接收器)进行“遮挡”而无法被基座无线充电系统202看到。如果发射器包括负载感测电路,则可以检测负载变化。因此,如下文进一步解释的,诸如基座无线充电系统202的发射器可以具有用于确定诸如电动车辆充电系统214的接收器何时存在于基座耦合器204的近场耦合模式区域之中的机构。

[0043] 如上所述,在操作中,在针对电动车辆(例如,图1的电动车辆112)的能量传输期间,从电源208提供输入电力而使得基座耦合器204产生用于提供能量传输的电磁场。电动车辆耦合器216耦合至该电磁场并产生供电动车辆112存储或消耗的输出电力。如上所述,在一些实施方式中,基座谐振电路206和电动车辆谐振电路222根据相互谐振关系进行配置和调谐而使得它们几乎或基本上以工作频率发生共振。如下文进一步解释的,当电动车辆耦合器216位于基座耦合器204的近场耦合模式区域中时,基座无线充电系统202和电动车辆充电系统214之间的传输损耗是最小的。

[0044] 如所提到的,有效的能量传输通过经由磁场近场而不是远场中的电磁波来传输能量而发生,后一种方式可能涉及到由于辐射进入空间而造成的大量损失。当处于近场之中时,可以在发射耦合器和接收耦合器之间建立耦合模式。耦合器周围的可能出现这种近场耦合的空间在这里被称为近场耦合模式区域。

[0045] 虽然没有示出,但是基座电力转换器236和电动车辆电力转换器238在双向的情况下都可以包括用于发射模式的振荡器、诸如功率放大器的驱动器电路、滤波器和匹配电路,以及用于接收模式的整流器电路。该振荡器可以被配置为产生所期望的工作频率,其可以响应于调节信号而被调节。该振荡器信号可以由功率放大器利用响应于控制信号的放大量进行放大。可以包括滤波器和匹配电路以滤除谐波或者其它不需要的频率,并且将谐振电路206和222所呈现的阻抗分别针对基座电力转换器236和电动车辆电力转换器238进行匹配。对于接收模式而言,基座电力转换器236和电动车辆电力转换器238也可以包括整流器和开关电路。

[0046] 贯穿所公开的实施方式而描述的电动车辆耦合器216和基座耦合器204可以被称为或配置为“导体回路”,并且更具体地为“多圈导体回路”或线圈。基座耦合器204和电动车辆耦合器216也可以在这里被称为或被配置为“磁性”耦合器。术语“耦合器”意在指代可以无线地输出或接收能量以便耦合到另一“耦合器”的组件。

[0047] 如以上所讨论的,发射器和接收器之间的有效能量传输在发射器和接收器之间匹配或接近匹配的谐振期间发生。然而,即使在发射器和接收器之间的谐振并不匹配时,能量也可以以较低效率进行传输。

[0048] 谐振频率可以基于如上所述的包括耦合器(例如,基座耦合器204和电容器 $C_2$ )的谐振电路(例如,谐振电路206)的电感和电容。如图2所示,电感通常可以是耦合器的电感,而电容则可以被添加到耦合器从而形成处于所期望谐振频率的谐振结构。因此,对于使用

表现出较大电感的较大直径线圈的较大尺寸的耦合器而言,产生谐振所需的电容值可能较低。电感也可以取决于线圈的匝数。此外,随着耦合器的尺寸增加,耦合效率会有所提高。主要是在基座耦合器和电动车辆耦合器的尺寸增加的情况下是如此。此外,包括耦合器和调谐电容器的谐振电路可以被设计为具有高的质量(Q)因子从而提高能量传输效率。例如,Q因子可以是300或更大。

[0049] 如上所述,根据一些实施方式,公开了处于彼此的近场中的两个耦合器之间耦合电力。如上所述,近场可以对应于耦合器周围的其中主要存在无功电磁场的区域。如果耦合器的物理尺寸远小于与频率成反比的波长,则不会出现由于离开耦合器传播或辐射的波所导致的显著功率损失。近场耦合模式区域可以对应于接近耦合器的物理体积的体积,其通常处于波长的一小部分以内。根据一些实施方式,诸如单圈和多圈导体环路的磁耦合器被优选用于发射和接收二者,因为实际上处理磁场要比电场更加容易,原因在于与外来物体——例如电介质物体和人体——的交互较少。然而,可以使用“电”耦合器(例如,偶极和单极)或者磁耦合器和电耦合器的组合。

[0050] 图3是示出无线电力传输系统300的示例性组件的功能框图,其可以在图1的无线电力传输系统100中被采用和/或图2的无线电力传输系统200可能是其一部分。无线电力传输系统300图示了通信链路376、使用例如用于确定位置或方向的磁场信号的引导链路366、以及能够机械地移动基座耦合器304和电动车辆耦合器316中的一个或两个的对准机构356。基座耦合器304和电动车辆耦合器316的机械(运动)对准可以分别由基座对准系统352和电动车辆充电对准系统354进行控制。引导链路366能够进行双向信令,这意味着引导信号可以由基座引导系统或电动车辆引导系统或者其二者进行发射。如以上参考图1所描述的,当能量流向电动车辆112时,在图3中,基座充电系统电力接口348可以被配置为从诸如AC或DC电源(未示出)的电源向基座电力转换器336提供电力。参考图2,基座电力转换器336可以经由基座充电系统电力接口348接收AC或DC电力从而以接近或处于基座谐振电路206的谐振频率的频率来驱动基座耦合器304。参考图2,电动车辆耦合器316在处于近场耦合模式区域中时可以从电磁场接收能量,从而以电动车辆谐振电路222的谐振频率或在该谐振频率附近发生振荡。电动车辆电力转换器338将来自电动车辆耦合器316的振荡信号转换成适于通过电动车辆电力接口而对电池进行充电的电力信号。

[0051] 基座无线充电系统302包括基座控制器342,并且电动车辆充电系统314包括电动车辆控制器344。基座控制器342可以提供针对其它系统(未示出)的基座充电系统通信接口,作为示例,上述其它系统诸如计算机、基座公共通信(BCC)、配电中心的通信实体、或者智能电网的通信实体。电动车辆控制器344可以提供针对其它系统(未示出)的电动车辆通信接口,作为示例,上述其它系统诸如车辆上的车载计算机、电池管理系统、车辆内的其它系统以及远程系统。

[0052] 基座通信系统372和电动车辆通信系统374可以包括用于具有单独通信信道的具体应用并且还用于与图3的示图中并未示出的其它通信实体进行无线通信的子系统或模块。这些通信信道可以是单独的物理信道或单独的逻辑信道。作为非限制性示例,基座对准系统352可以通过通信链路376与电动车辆对准系统354进行通信,以提供用于使得基座耦合器304和电动车辆耦合器316更紧密对准的反馈机构,例如经由自主机械(运动)对准,通过电动车辆对准系统352或基座对准系统302或者通过其二者,或者利用如这里所描述的操

作者辅助进行对准。类似地,基座引导系统362可以通过通信链路376与电动车辆引导系统364进行通信,并且还使用引导链路366按照需要来确定位置或方向以将操作者引导至充电桩并使得基座耦合器304和电动车辆耦合器316对准。在一些实施方式中,通信链路376可以包括由基座通信系统372和电动车辆通信系统374所支持的多个单独的通用通信信道,用于在基座无线充电系统302和电动车辆充电系统314之间传输其它信息。该信息可以包括有关电动车辆特性、电池特性、充电状态以及基座无线充电系统302和电动车辆充电系统314二者的供电能力的信息,以及电动车辆的维护和诊断数据。这些通信信道可以是单独的逻辑信道或单独的物理通信信道,作为示例,诸如WLAN、蓝牙、Zigbee、蜂窝等。

[0053] 在一些实施方式中,电动车辆控制器344还可以包括管理电动车辆主体和/或辅助电池的充电和放电的电池管理系统(BMS)(未示出)。如这里所讨论的,基座引导系统362和电动车辆引导系统364包括用于确定位置或方向所需的功能和传感器,例如基于微波、超声雷达或磁矢量原理。此外,电动车辆控制器344可以被配置为与电动车辆的车载系统进行通信。例如,电动车辆控制器344可以经由电动车辆通信接口来提供位置数据,例如用于被配置为执行半自动泊车操作的制动系统,或者用于被配置为辅助大幅自动泊车(“按线停放”)的转向伺服系统,其可以提供在某些应用中可能需要的更多的便利性和/或更高的泊车精度,以在基座耦合器304和电动车辆耦合器316之间提供充分对准。此外,电动车辆控制器344可以被配置为与视觉输出设备(例如,仪表板显示器)、声音/音频输出设备(例如蜂鸣器,扬声器)、机械输入设备(例如键盘、触摸屏以及诸如操纵杆、轨迹球等的指示设备)和音频输入设备(例如,具有电子语音识别的麦克风)进行通信。

[0054] 无线电力传输系统300可以包括其它辅助系统,诸如检测系统和传感器系统(未示出)。例如,无线电力传输系统300可以包括用于与系统一起使用以确定引导系统(362,364)所需的位置从而将驾驶员或车辆正确地引导到充电桩的传感器、用于利用所需的间隔/耦合将耦合器相互对准的传感器、用于检测可能阻碍电动车辆耦合器316移动到特定高度和/或位置从而实现耦合的物体的传感器、以及用于与系统一起使用以执行可靠、无损伤且安全的系统操作的安全传感器。例如,安全传感器可以包括用于检测超出安全半径而接近基座耦合器304和电动车辆耦合器316的动物或儿童的出现、用于检测位于基座耦合器或电动车辆耦合器(304,316)附近或邻近的可以被加热(感应加热)的金属物体以及用于检测诸如基座耦合器或电动车辆耦合器(304,316)附近的白炽物体的危险事件的传感器。

[0055] 无线电力传输系统300例如还可以通过在电动车辆充电系统314处提供有线充电端口(未示出)而经由有线连接来支持插入式充电。电动车辆充电系统314可以在向电动车辆传输电力或从电动车辆传输电力之前对两个不同充电器的输出进行整合。开关电路根据需要可以提供支持无线充电以及经由有线充电端口的充电二者的功能。

[0056] 为了在基座无线充电系统302和电动车辆充电系统314之间进行通信,无线电力传输系统300可以使用经由基座耦合器304和电动车辆耦合器316的带内信令和/或经由通信系统(372,374)——例如经由RF数据调制解调器(例如,在非许可频带中的无线电上以太网)——的带外信令。带外通信可以为针对车辆用户/所有者分配增值服务而提供足够的带宽。无线电力载波的低深度振幅或相位调制可以用作具有最小干扰的带内信令系统。

[0057] 一些通信(例如,带内信令)可以经由无线电力链路而不使用具体的通信天线来执行。例如,基座耦合器304和电动车辆耦合器316也可以被配置为充当无线通信天线。因此,

基座无线充电系统302的一些实施方式可以包括用于在无线电力路径上启用键控型协议的控制(未示出)。通过利用预定义的协议以预定义间隔对发射电力水平进行键控(振幅移位键控),接收器可以检测到来自发射器的串行通信。基座电力转换器336可以包括负载感测电路(未示出),其用于检测基座耦合器304的近场耦合模式区域中的有功电力接收器的存在与否。作为示例,该负载感测电路监视流向基座电力转换器336的电力放大器的电流,该电力放大器受到基座耦合器304的近场耦合模式区域中的有功电力接收器存在与否的影响。电力放大器上的负载变化的检测可以由基座控制器342进行监视,以便在确定是否使得基座无线充电系统302能够发射能量、与接收器进行通信、或者它们的组合时使用。

[0058] 这里所描述的实施方式涉及到自动检测可能位于IPT基垫周围的可调节检测区域中的活体和/或移动物体。图4是依据一些示例性实施方式的集成到无线电力发射器的基垫404之中的活体或移动物体检测系统的示意图400。如图4所示,基垫404可以另外包括多个雷达模块406a、406b、406c、406d、406e和406f,每个雷达模块406a、406b、406c、406d、406e和406f被集成到基垫404的一侧之中或者被安装到其一侧之上。在一些实施方式中,每个雷达模块可以被配置独立于其它雷达模块进行操作,而使得其它雷达模块所产生的信号不会干扰该特定雷达模块的操作。因为雷达模块406a-406f被安装在基垫404的该侧上,所以可以提供在基垫404的所有侧面或沿其整个周边的活体物体保护(LOP)覆盖。将雷达模块406a-406f安装到基垫404的侧面可以使得每个雷达模块都能够具有基本上水平的视场(例如,每个模块406a-406f上的收发器可以被基本远离基垫404进行指引,并且可以被配置为在基本上平行于基垫404所在表面的平面的方向上进行发射和接收,如图4中的加重箭头所示)。在这样的实施方式中,每个雷达模块406a-406f的印刷电路板(PCB)可以基本上垂直地或者以与垂直方向稍微倾斜的角度进行集成(例如,基本上垂直于基垫404所在表面的平面)。这可以允许在不扩大基垫404的尺寸的情况下进行雷达模块的集成。在一些其它实施方式中,雷达模块406a-406f可以被集成在基垫404的顶表面的正下方,而使得基垫404可以被齐平安装至表面中。在一些其它实施方式中,雷达模块406a-406f可以作为车载集成系统或分立系统被安装在车辆上。

[0059] 如图4所示,基垫404可以附加地包括连接到每个雷达模块406a-406f的处理器408(例如,处理器),如细虚线所示。处理器408可以被配置为从雷达模块406a-406f上的多个雷达收发器接收雷达数据。如将在下文结合图6-11更详细地描述的,处理器408可以以单独(例如,仅考虑来自一个雷达模块的原始雷达数据)或组合(例如,以某种汇总的方式考虑来自多个雷达模块的原始雷达数据)的方式对来自雷达模块406a-406f中的一个或多个模块的原始雷达数据加以利用,从而确定移动或活体物体在可调节检测分区、区域或地区内的出现。因此,处理器408和多个雷达模块406a-406f可以在基座衬垫404周围提供“虚拟电子围栏”,以用于检测该检测区域中的任何活体或移动物体。此外,处理器408可以被配置为向无线电动车辆充电(WEVC)系统的其余部分提供原始或经处理的雷达数据,并从WEVC系统接收状态信息或其它数据。出于这样的目的,处理器408可以通过由加重虚线所描绘的通信链路与WEVC系统的其它部分进行通信,以至少将物体检测触发信号传送到WEVC系统以关闭充电或减少基垫404所无线地发射的电力的数量。如下文将结合图12更详细地描述的,这个或另一个通信链路还可以被用来从WEVC系统接收状态信息或其它数据,至少用于动态地调节

该检测系统的检测区域。

[0060] 现在将结合图5更详细地讨论雷达模块406a-406f。图5是依据一些示例性实施方式的如图4所示的雷达模块406的功能框图。雷达模块406可以包括PCB 516。在一些实施方式中,PCB 516可以具有大约25mm宽×120mm长的形状因数,其中长度可以至少部分地取决于设置在PCB 516上的发射天线502和接收天线504之间的间隔距离“X”。然而,本申请并不局限于此,并且可以依据特定实施方式而采用任意尺寸。发射天线502与接收天线504的间隔距离“X”可以基于目标或期望的雷达范围以及检测区域的期望或目标的宽度(例如,所期望的检测区域)。例如,较大的间隔距离“X”导致检测范围较宽,但是趋向于缩短可用范围(例如,检测区域远离雷达模块而延伸的长度)。然而,模块406的总体行为和性能可以取决于所使用的发射天线和接收天线的类型和特性。在一些其它实施方式中,可以以系统灵敏度以及潜在地必须在PCB 516上使用定向耦合器电路为代价而预见到单个发射/接收天线。

[0061] 发射天线502和接收天线504可以包括在1-10GHz的频带中进行操作的超宽带(UWB)雷达天线,但是也可以预见到在任意相关联频带中进行操作的任意类型的UWB雷达天线(例如,24GHz ISM频带、60GHz ISM频带,或者77GHz汽车频带)。发射天线502和接收天线504可以被配置为在操作平面(例如,基本上水平的平面或者与基垫所在表面基本平行的平面)上具有全向发射和接收模式。在PCB 516竖直集成的情况下,天线502/504的主发射/接收波瓣可以基本上垂直于PCB 516的表面。相反,例如在PCB 516水平集成在基垫404的顶表面下方的情况下,天线502/504的主发射/接收波瓣可以基本上平行于PCB 516的表面。

[0062] 雷达模块406可以附加地包括处理器506、UWB雷达芯片508、接口电路510、连接器512和本地电源514。例如,接口电路510可以被配置为提供与将雷达模块406与图4的处理器408进行对接相关的处理。UWB雷达芯片508可以被配置为提供对从接收天线504所接收的或者用于向发射天线502传输的原始雷达数据的处理。本地电源514可以被配置为向雷达模块406的任意芯片或电路提供电力。连接器512可以被配置为将原始雷达数据从雷达模块406提供至之前结合图4所描述的处理器408。

[0063] 雷达模块406可以附加地包括可选的处理器506,该处理器被配置为对有待发射或者已经由发射天线502或接收天线504分别所接收的原始雷达数据执行一定程度的本地处理。然而,在至少一些实施方式中,先前在图4中描述的处理器408可以对从雷达模块406接收的原始雷达数据执行基本上所有的处理。

[0064] 雷达模块406可被配置为经由发射天线502发射雷达信号,经由接收天线504接收反射的雷达信号,并且向图5的处理器506和图4的处理器408中的至少一个提供原始雷达数据。最终,处理器408可以被配置为确定、计算、检测或提供与在可调节检测区域中检测到的物体相关联的信息,包括但不限于:所检测到的物体的距离、速度、方向或大小。如下文将结合图6-11所描述的,可以根据一种或多种处理方法来执行对物体在检测区域中的存在的检测或确定。除此之外并且如下文将进一步描述的,处理器408可以附加地被配置为基于一种或多种准则动态地调节检测灵敏度或检测区域大小。在物体的精确检测之后,去往基垫404的电力可以被中止或者被减小至较低水平。

[0065] 如将结合图6-10所描述的,对从图4的雷达模块406a-406f中的一个或多个模块所接收的原始雷达数据进行信号处理的第一种方法可以利用时域算法。图6示出了依据一些示例性实施方式的在检测区域中没有检测到物体时从图4的雷达模块406a-406f中的一个



或多个模块所接收的原始雷达数据602的图表600。沿着水平或“x轴”，图表600可以显示原始雷达数据的多个样本。例如，原始雷达数据可以包括或可以被转换为多个离散样本。沿着垂直或“y轴”，图表600可以示出多个离散样本的示例幅度。

[0066] 在操作中，图5所示的雷达模块406的发射天线502可以发射雷达信号。在传输之后，该雷达信号可以被接收天线504接收，并且原始雷达数据602可以被转发到处理器408。增大的样本数量可以对应于随着时间的推移而从发射天线502进行的雷达信号的传输所接收的原始雷达数据。如沿着原始雷达数据602的样本没有任何明显的局部振幅变化所指示的（参见610），原始雷达数据602可以指示并未在检测区域中检测到物体。

[0067] 图7示出了依据一些示例性实施方式的在检测区域中检测到物体时从图4的雷达模块406a-406f中的一个或多个模块所接收的原始雷达数据702的图表700。如所示出的，当在检测区域中存在物体时，在原始雷达数据702中会出现沿原始雷达数据的样本的明显局部振幅变化（参见部分710）。该振幅变化可以对应于先前由图5的发射天线502所发射的雷达信号的一个或多个延迟反射。

[0068] 随后，指示在检测区域中检测到的物体的原始雷达数据702可以被用于解释的目的。在时域处理中，图4的处理器408可以首先使得原始雷达数据702经过高通滤波器以便利利用例如第一阶无限脉冲响应（IIR）滤波器去除低频内容。可以结合图8更详细地描述这种滤波器设计的示例。

[0069] 图8图示了依据一些示例性实施方式的高通滤波器800的功能框图。滤波器800可以包括连接到第一缓冲器或放大器804的输入802。在一些实施方式中，放大器804的增益因子可以是 $s(1) = 0.98372005506754279$ ，但是可以使用其它数值。放大器804的输出可以被馈送到第一加法器806的正输入。第一加法器806的输出可以被连接到单个采样延迟寄存器或缓冲器810的输入，并连接到第二加法器812的正输入。第二加法器812的输出可以被连接到滤波器800的输出816。延迟缓冲器810的输出可以被输入到加法器812的负输入以及第二缓冲器或放大器814的输入。在一些实施方式中，第二放大器814的增益因子可以是 $a(2)(1) = -0.96744011013508557$ ，但可以使用其它数值。第二放大器814的输出可以被输入到第一加法器806的负输入。

[0070] 图9示出了依据一些示例性实施方式的使用图8的滤波器800进行了高通滤波的雷达数据902的图表900。例如，雷达数据902可以对应于在其已经由图8的滤波器800进行高通滤波之后的图7的原始雷达数据702。如所示出的，任何DC或低频内容都已经被去除或基本上衰减，并且所剩余的全部都是在部分910中所示出的AC或高频内容，其对应于在高通滤波之后的图7的部分710中的样本。

[0071] 在时域处理中，图9所示的经高通滤波的雷达数据902可以被图4的处理器408用作输入以利用经高通滤波的雷达数据902的样本的绝对值形成正包络波形或函数，如图10所示。图10示出了依据一些示例性实施方式的图9的经高通滤波的雷达数据902的正包络波形1002的图表1000。针对经高通滤波的雷达数据902的每个样本，可以取多个相邻样本（例如，6个）的平均值，并且该平均值可以被分配给来自经高通滤波的雷达数据902的特定样本。结果可以是波形1002，其包括以以上所描述的这种方式所形成的从图9的经高通滤波的雷达数据902的样本进行平均的多个样本。因此，正包络波形1002包括对多个离散样本中的每一个所分配的平均值。一旦确定了正包络1002，就可以将样本数值与预定阈值1012进行比较。



如果正包络1002在任何点都等于或超过阈值1012,则图4的处理器408可以确定有物体出现在检测区域中。此外,由于增加的经高通滤波的雷达数据902的样本数量以及正包络1002还指示由发射天线502发射雷达信号以来的时间进展,所以首次超过阈值1012的样本还可以提供对物体与特定雷达模块的距离的指示。例如,发生首次阈值触发的样本越晚,反射假设被接收天线504所接收到的时间就越长,并且因此到反射物体的距离就越远。

[0072] 然而,上述时域算法可能容易产生噪声。例如,没有从高通滤波中去除的高频噪声可能导致物体的错误检测。此外,用于生成图10的正包络波形1002的求平均本质上可能导致一定程度的低通滤波,因此可能会丢失由小的物体所产生的非常小的运动。为此,可以在可替换方案中或与上述时域算法相结合地使用频域算法,频域算法对于小的物体的运动更加敏感。

[0073] 该频域算法可以包括利用图8的滤波器800对图7的原始雷达数据710进行高通滤波以实现图9的经高通滤波的雷达数据902。该频域算法随后可以如以下结合图11所描述的那样进行。图11示出了依据一些示例性实施方式的通过使得图9的经高通滤波的雷达数据902的相应区段经受快速傅里叶变换(FFT)操作而形成的多个频域图1131、1132、1133、1134。例如,雷达数据902的多个样本可以被划分成多个连续的样本区段1121、1122、1123、1124。这些样本区段中的每一个随后可以利用FFT单独变换以提供相应的频率响应图表1131、1132、1133、1134,它们具有各自的频率响应曲线1130、1140、1150、1160。如所示出的,由于样本的第二区段1122是仅有的包括指示物体存在的振幅变化的区段(参见区段910),所以对应于样本的第二区段1122的FFT的图表1132中的频率响应曲线1140可以是仅有的示出显著频率内容的曲线。由于曲线1140的至少一个频率的振幅等于或超过阈值1175,因此图4的处理器408可以确定物体存在。在一些实施方式中,围绕激励的已知的频率范围动态地应用带通滤波器,噪声可以进一步被滤除,进一步提高相对于时域算法的灵敏度并且因此允许可靠地检测到更小的移动物体。然而,由于经高通滤波的雷达数据的样本的全体区段都被用来创建每个频率曲线,所以对物体位置的确定可能被局限于与每个区段1121、1122、1123、1124中的样本数量成比例的距离范围,而不是具体的距离。出于该原因,与时域算法相比,在频域算法中所进行的位置确定可能不太准确。然而,增加区段的数量提高了距离分辨率,这是因为每个区段中的样本更少。当然,每个区段中的较少的样本数量可能会导致由样本区段所形成的频率曲线的有效频率分辨率有所减小。

[0074] 因此,无论是利用时域算法、频域算法还是其二者,都可以确定到所检测物体的距离。此外,通过利用连续的样本集(例如,在发射天线502已经发射连续的雷达信号之后来自接收天线504的原始数据),可以利用连续确定的物体的距离之间的差来确定物体关于特定的雷达模块的速率或速度。此外,通过利用来自不同位置和/或具有不同方位的多个雷达模块的原始雷达数据所确定的距离信息,还可以确定物体的位置和/或大小。

[0075] 此外,如以下结合图12所描述的,在一些实施方式中,图4的处理器40还可以被配置为根据一种或多种准则来动态地调节检测区域的大小。图12是依据一种实施方式的用于检测无线电力传输系统404附近的物体的装置的可调节检测区域1202/1204的示意图1200。如图12所示,图4的基垫404可以包括连接到处理器408的多个雷达模块406a-406f。雷达模块406a-406f中的每一个可以具有最大检测范围,该最大检测范围最终可以取决于模块方位、如之前所描述的模块上的发射天线和接收天线(这里未示出)之间的间隔、以及其它因

素。然而,本申请预见到基于一种或多种准则来调节检测范围的大小的能力。

[0076] 这样的准则的非限制性示例可以包括基于存在的可充电车辆的类型(例如,从车辆的底部到基垫404的垂直高度的差异或者车辆的宽度)的调节、基于基垫404的当前电力输出的调节(例如,较高的电力输出可以对应于较高的磁场和有所增大的检测区域)、基于在接近充电周期结束时的电力输出的下降的调节、基于接近物体的速度的调调和/或基于基垫404的类型的默认值。

[0077] 例如,在一些实施方式中,在较小的车辆位于基垫404上方的情况下可以采用检测区域1202,而在较大的车辆位于基垫404上方的情况下则可以采用较大的检测区域1204。在这样的实施方案中,车辆的大小可以利用雷达模块406a-406f主动确定,可以由车辆本身传送至LOP感测装置,或者可以根据LOP感测装置可能有权访问的查找表或数据库来确定。

[0078] 取决于车辆在基垫404上的精确对准,检测区域可以被对称或不对称地进行调节从而适应车辆的偏移对准。车辆对准的水平可以由系统利用来自定位系统(未示出)的信息(例如利用来自基垫404的磁矢量)和/或由核心电力传输系统所确定的耦合分数来确定。基于该对准信息以及可能的基垫配置信息(例如,“DD”、圆形或其他设计),处理器408可以计算安全距离并相应地调节检测区域。在一些不对称的实施方式中,检测区域可以在基垫404一侧的方向上比基垫404的其它侧面更大程度地进行延伸。这之所以是可能的是因为不同的雷达模块基于检测区域的不同部分的位置和方位而提供针对它们的检测。

[0079] 在又一些其它的实施方式中,可以基于接近物体的速度来调节检测区域。例如,由于基垫404需要有限的时间来停止提供电力,因此可能期望为更快接近的物体提供与较慢接近的物体相比更大的检测区域,以便确保检测将在有充分时间来关闭基垫404的磁场的情况下进行。这样的速度信息可以如之前所描述的那样来确定。

[0080] 处理器408可能影响检测区域变化的示例性方法可以与之前结合图6-11所描述的原始数据中的样本数量相关。例如,参考图7和图9,通过丢弃、忽略超出图7中的所接收原始大数据702中的特定样本数量的样本或者向其提供明显有所减小的权重(并且在图9中经高通滤波的雷达数据902中也是如此),可以对物体可以被感测的有效距离进行调节。例如,由于原始数据702中的稍后样本对应于稍后的反射,并且因此对应于来自距离较远的物体的反射,所以忽略特定样本数量之后的样本有效地减小了发射/接收方向上的检测区域,受影响的雷达模块对应于最后考虑的样本将提供对来自这样物体的反射的指示的距离。

[0081] 除了上述之外或者与之相结合,可以利用热感测来确定物体(例如位于基垫上的金属物体)的存在。例如,在基座衬垫和车辆衬垫之间检测到的快速温度变化可以触发电力停止,并且在一些实施方式中触发向车辆用户的通知。在这种实施方式中,可以利用模拟前端和所有数字后期处理来实现有所提高的灵敏度。在一些实施方式中,可以利用60到120个感测回路的阵列来实现这种感测,但是可以使用任意不同数量的回路。

[0082] 图13是描绘依据一些示例性实施方式的用于检测无线电力传输系统附近的检测区域中的物体的方法的流程图1300。这里参考如之前结合图4-图12所描述的处理器408和多个雷达模块406a-406f对流程图1300的方法进行描述。在一种实施方式中,流程图1300的一个或多个框可以由处理器执行,诸如图4的处理器408。虽然这里参考特定顺序描述了流程图1300的方法,但是在各种实施方式中,这里的框可以以不同的顺序执行或者被省略,并且可以增加另外的框。

[0083] 流程图1300可以以框1302开始,其包括利用多个雷达收发器中的至少一个发射雷达信号。例如,如之前结合图5所描述的,雷达模块406的发射天线502可以发射雷达信号。

[0084] 流程图1300随后可以进行至框1304,其包括利用该多个雷达收发器中的至少一个接收该雷达信号。例如,如之前结合图5所描述的,雷达模块406的接收天线504可以发射雷达信号。

[0085] 流程图1300随后可以进行至框1306,其包括从该多个雷达收发器中的至少一个接收与所接收的雷达信号相关联的雷达数据。例如,如之前结合图4所描述的,处理器408可以从多个包括发射天线502和接收天线504的雷达模块406a-406f中的至少一个接收与所接收雷达信号相关联的原始雷达数据。

[0086] 流程图1300随后可以进行至框1308,其包括基于所接收到的雷达数据检测该检测区域中的物体。例如,如之前所描述的,图4的处理器408可以对所接收到的雷达数据进行处理(例如,利用以上所描述的时域算法和/或频域算法),并且基于所处理的满足特定准则的所接收雷达数据而触发物体的检测。

[0087] 流程图1300随后可以进行至框1310,其包括调节该检测区域。例如,如之前结合图12所描述的,处理器408可以基于一种或多种准则来调节该检测区域(例如,检测区域1202/1204)。该准则的非限制性示例可以包括:基于车辆类型(例如,从车辆的底部到基座衬垫404的垂直高度的差异或者车辆的宽度)的调节,基于基座衬垫404的当前电力输出的调节(例如,较高的电力输出可以对应于较高的磁场和有所增大的检测区域),基于在接近充电周期结束时的电力输出的下降的调节,基于接近物体的速度的调节,和/或基于基座衬垫404的类型的默认值。此外,虽然框1310被示为在流程图1300中跟在框1308之后,但是本申请并不局限于此,并且物体的检测区域可以在任意时间基于如以上所描述的一种或多种准则进行调节。

[0088] 图14是依据一些示例性实施方式的用于检测无线电力传输系统附近的检测区域中的物体的装置1400的功能框图。装置1400包括多个用于发射和接收雷达信号的部件1402。在一些实施方式中,多个用于发射和接收雷达信号的部件1402可以被集成到无线电力发射器中。在一些实施方式中,多个部件1402可以包括图5的发射天线502和接收天线504。在一些实施方式中,部件1402可以被配置为执行如之前结合图13中的流程图1300的操作框1302和1304中的一个或两个所描述的(多个)操作。

[0089] 装置1400进一步包括用于从多个用于发射和接收雷达信号的部件1402接收雷达数据的部件1404。在一些实施方式中,部件1404可以由图4的处理器408来实施。在一些实施方式中,部件1404可以被配置为执行如之前结合图13中的流程图1300的操作框1306所描述的(多个)操作。

[0090] 装置1400进一步包括用于基于所接收到的雷达数据检测该检测区域中的物体的部件1406。在各种实施方式中,部件1406可以由图4的处理器408来实施。在一些实施方式中,部件1406可以被配置为执行如之前结合图13中的流程图1300的操作框1308所描述的(多个)操作。

[0091] 装置1400进一步包括用于调节该检测区域的部件1408。在一些实施方式中,部件1408可以由图4的处理器408来实施。在一些实施方式中,部件1408可以被配置为执行如之前结合图13中的流程图1300的操作框1310所描述的(多个)操作。

[0092] 以上所描述的方法的各种操作可以由能够执行操作的任意适当部件来执行,诸如各种(多个)硬件和/或软件组件、电路和/或(多个)模块。通常,图中所图示的任意操作可以由能够执行该操作的相对应功能部件来执行。

[0093] 信息和信号可以使用任意各种不同的技术和技能进行表示。例如,可能贯穿以上描述被提及的数据、指令、命令、信息、信号、比特、符号和芯片可以由电压、电流、电磁波、磁场或粒子、光场或粒子、或者它们的任意组合进行表示。

[0094] 结合这里所公开的实施方式进行描述的各种说明性逻辑分块、模块、电路和算法步骤可以被实施为电子硬件、计算机软件或者二者的组合。为了清楚地说明硬件和软件的这种可互换性,以上已经总体上在它们的功能方面对各种说明性组件、分块、模块、电路和步骤进行了描述。这种功能是被实施为硬件还是软件取决于施加于整体系统上的特定应用和设计约束。所描述的功能以针对每种特定应用以有所变化的方式来实现,但是这样的实施决策并不应当被解释为导致背离本申请的实施方式的范围。

[0095] 结合这里所公开的实施方式进行描述的各种说明性分块、模块和电路可以利用被设计为执行这里所描述的功能的通用处理器、数字信号处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或其它可编程逻辑器件、离散门或晶体管逻辑、离散硬件组件、或者它们的任意组合来实施或执行。通用处理器可以是微处理器,但是作为替换,处理器可以是任意的常规处理器、控制器、微控制器或状态机。处理器也可以被实施为计算设备的组合,例如DSP和微处理器、多个微处理器、结合DSP核心的一个或多个微处理器的组合,或者任意其它这样的配置。

[0096] 结合这里所公开的实施方式进行描述的方法的步骤或者算法和功能可以直接以硬件、处理器所执行的软件模块或者二者的组合来体现。如果以软件来体现,则该功能可以作为一个或多个指令或代码被存储在有形的非瞬态计算机可读介质上或者通过其进行传送。软件模块可以驻留在随机存取存储器(RAM)、闪存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM(EPROM)、电可擦除可编程ROM(EEPROM)、寄存器、硬盘、可移除盘、CD ROM或者本领域已知的任意其它形式的存储介质中。存储介质耦合至处理器而使得该处理器能够从该存储介质读取信息或者向该存储介质写入信息。在替换形式中,该存储介质可以被整合至处理器。如这里所使用的碟片或盘片包括紧凑盘(CD)、激光盘、光盘、数字多功能盘(DVD)、软盘和蓝光盘,其中碟片通常以磁性方式再现数据,而盘片则利用激光以光学方式再现数据。以上的多种组合也应当被包括在计算机可读介质的范围之内。

[0097] 这里已经出于对本公开进行概括的目的而描述了某些方面、优势以及新颖特征。所要理解的是,并不一定可以依据任意特定实施方式而实现所有这样的优势。因此,一种或多种实施方式可以以实现或优化如这里所教导的一种优势或优势群组的方式来体现或执行,而并不一定实现如这里可能教导或建议的其它优势。

[0098] 以上所描述实施方式的各种修改将会是轻易显而易见的,并且这里所定义的一般原则可以被应用于其它实施方式而并不背离本申请的精神和范围。因此,本申请并非意在被局限于这里所示出的实施方式,而是要依据与这里所公开的原则和新颖特征相符的最为宽泛的范围。



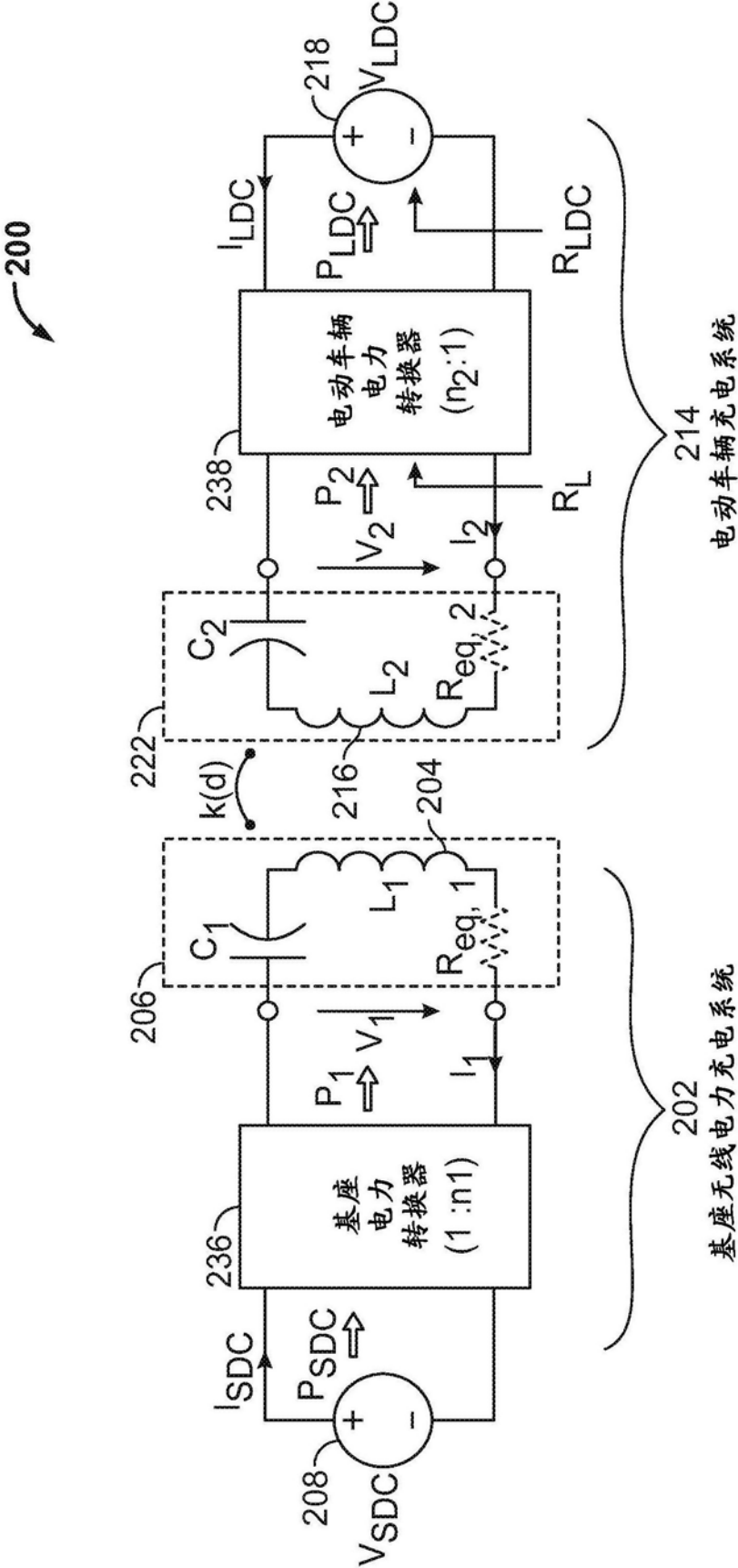


图2

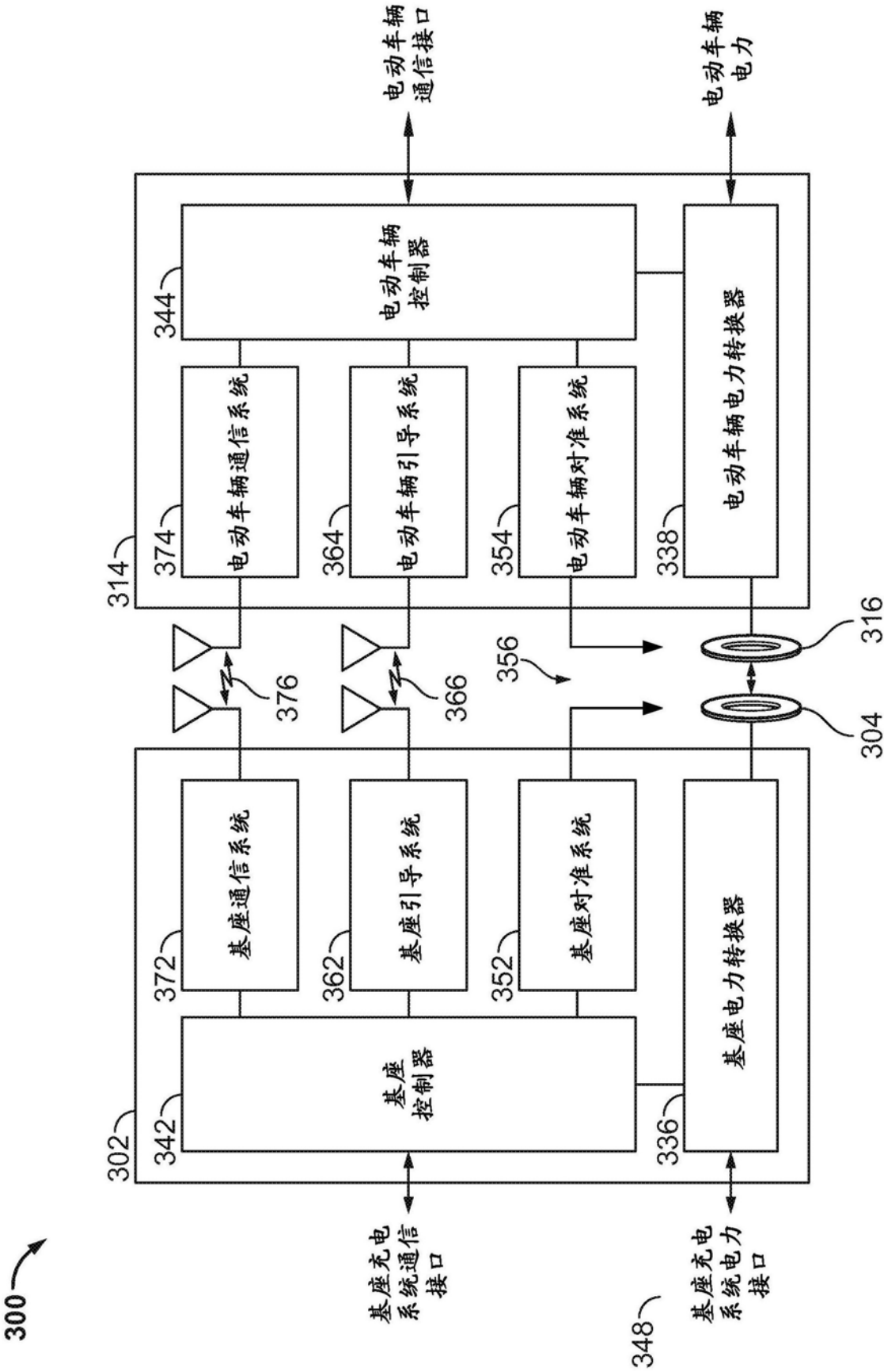


图3

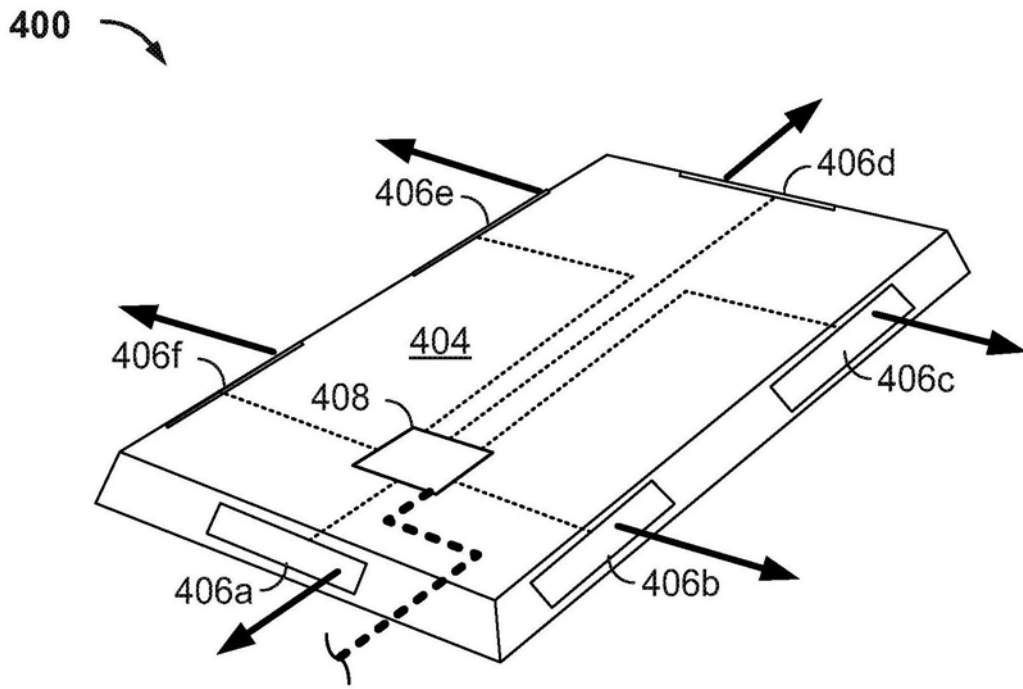


图4

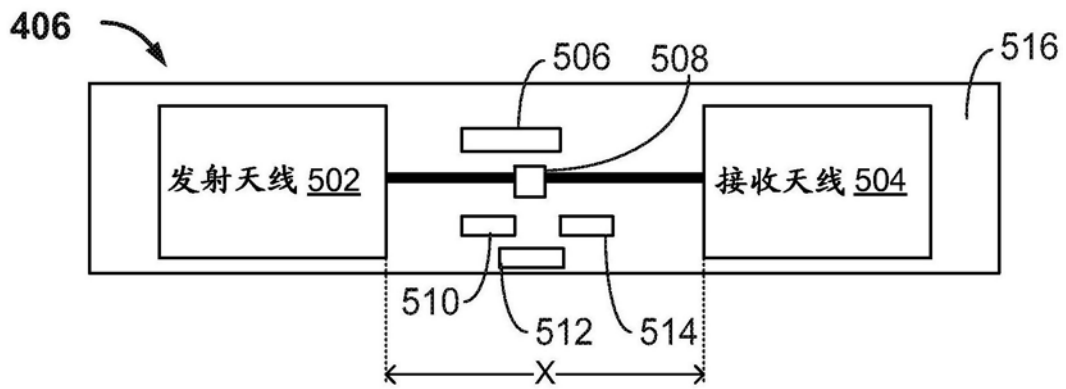


图5

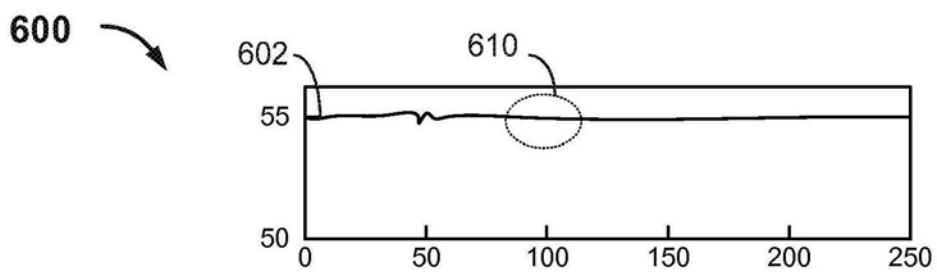


图6



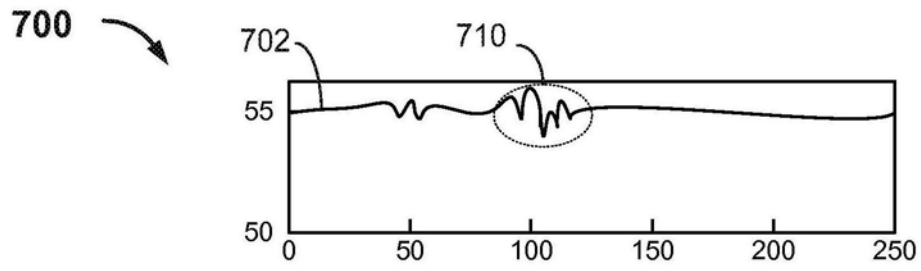


图7

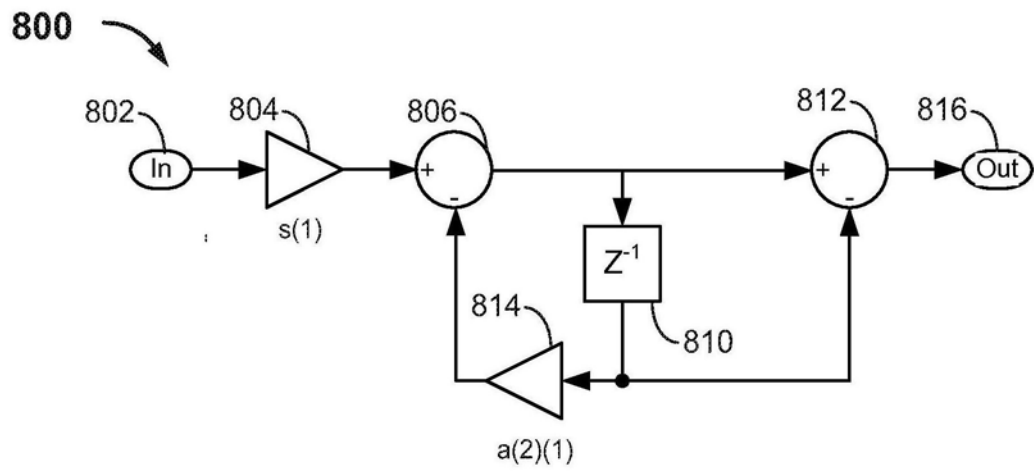


图8

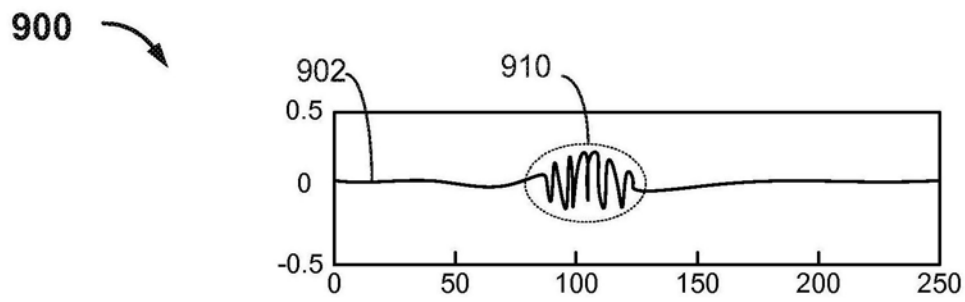


图9

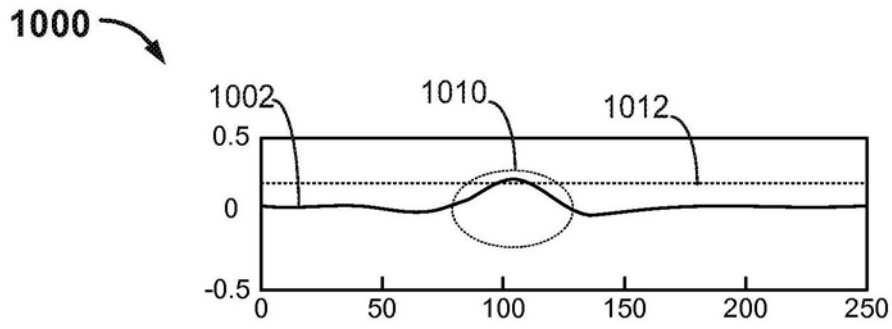


图10

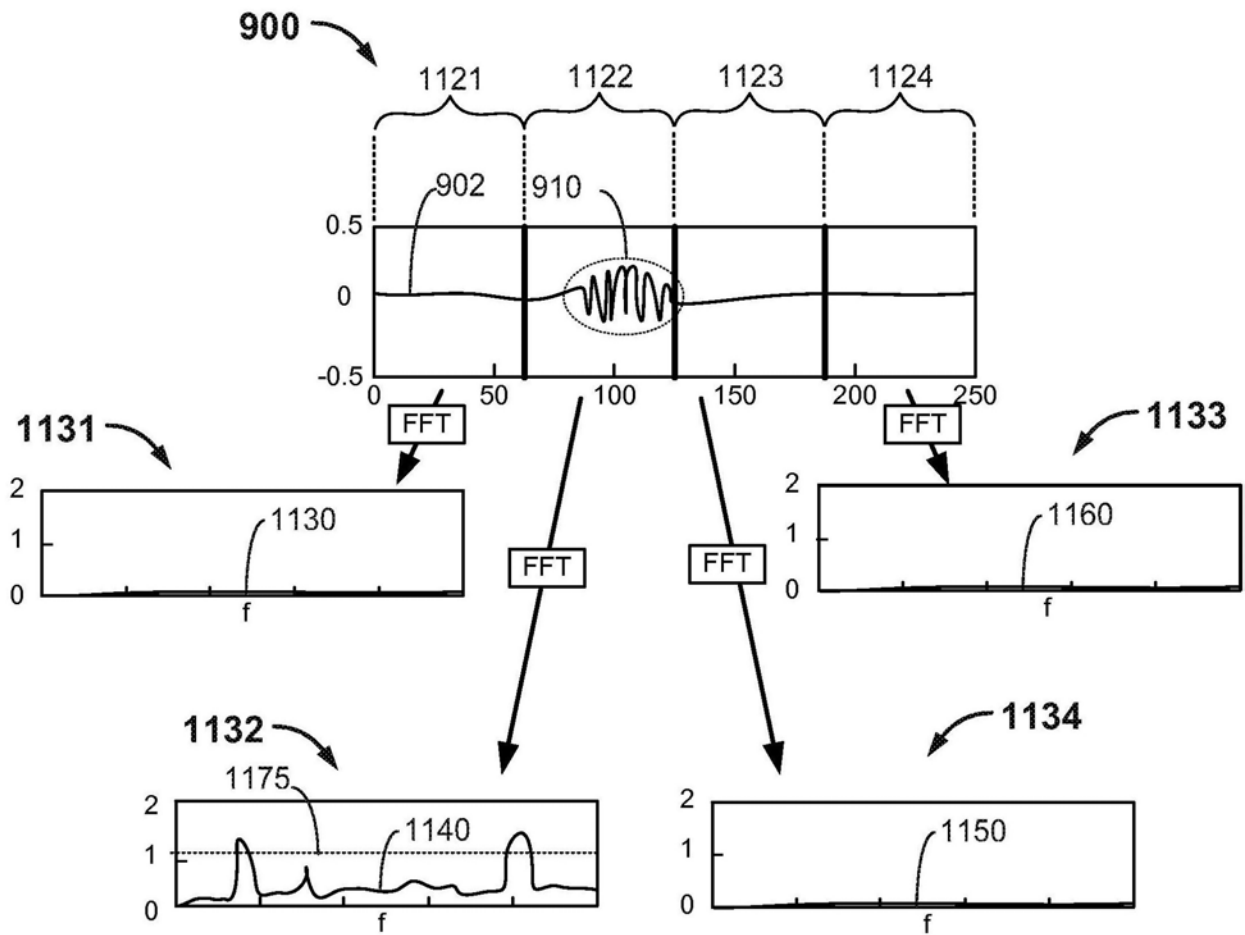


图11

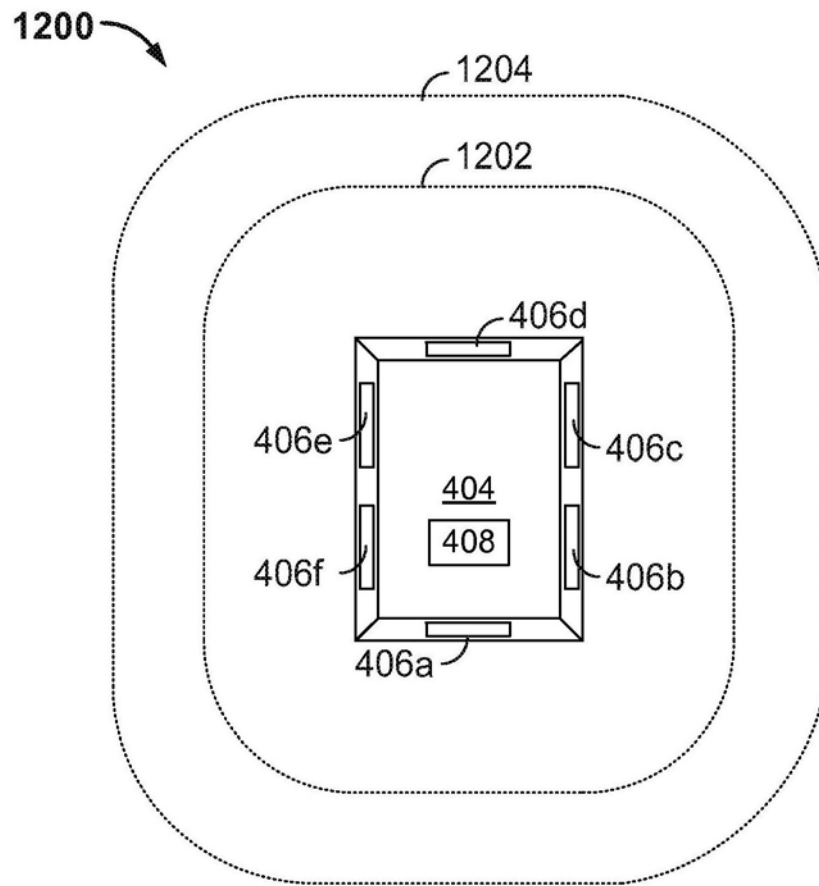


图12

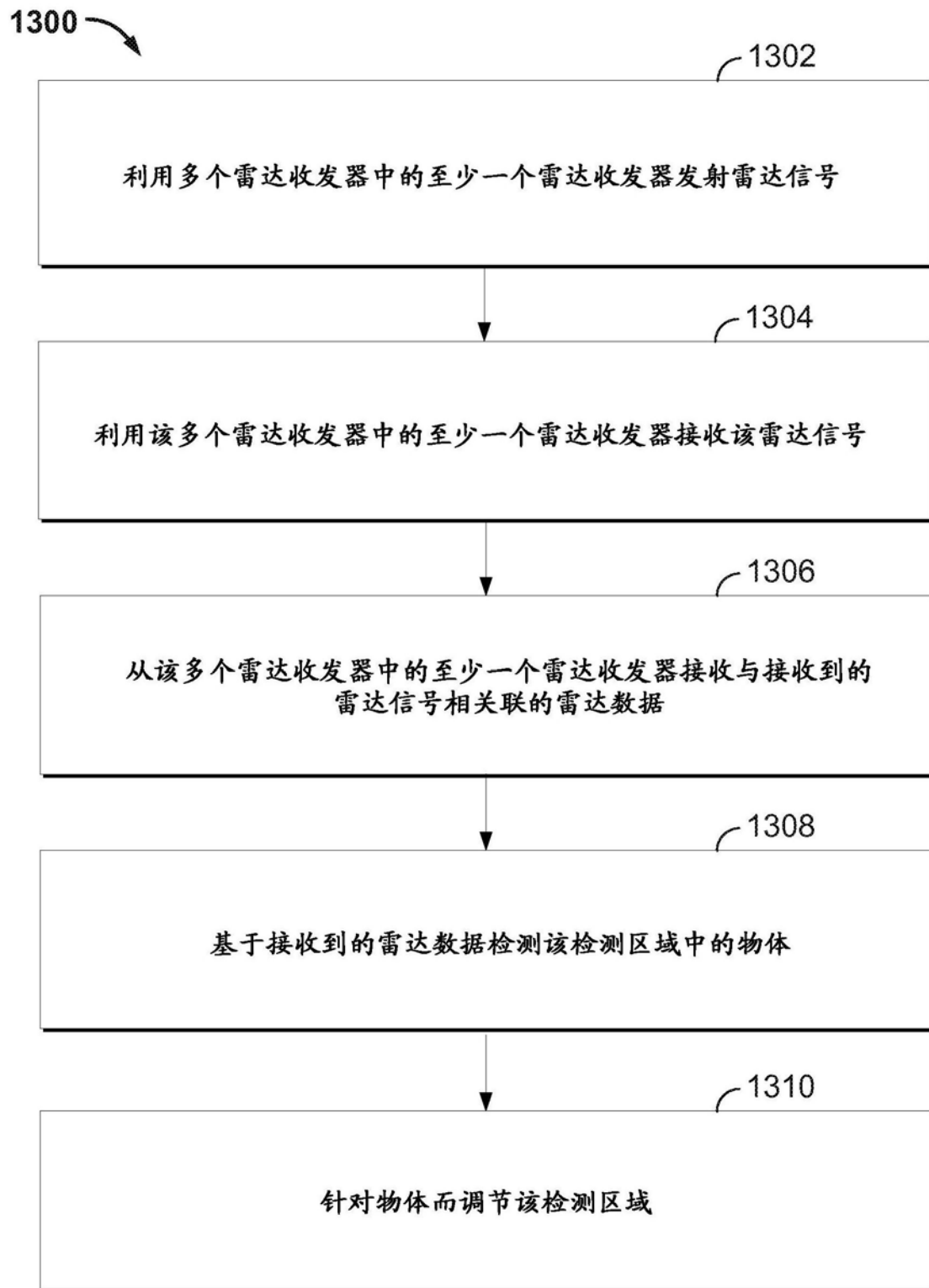


图13

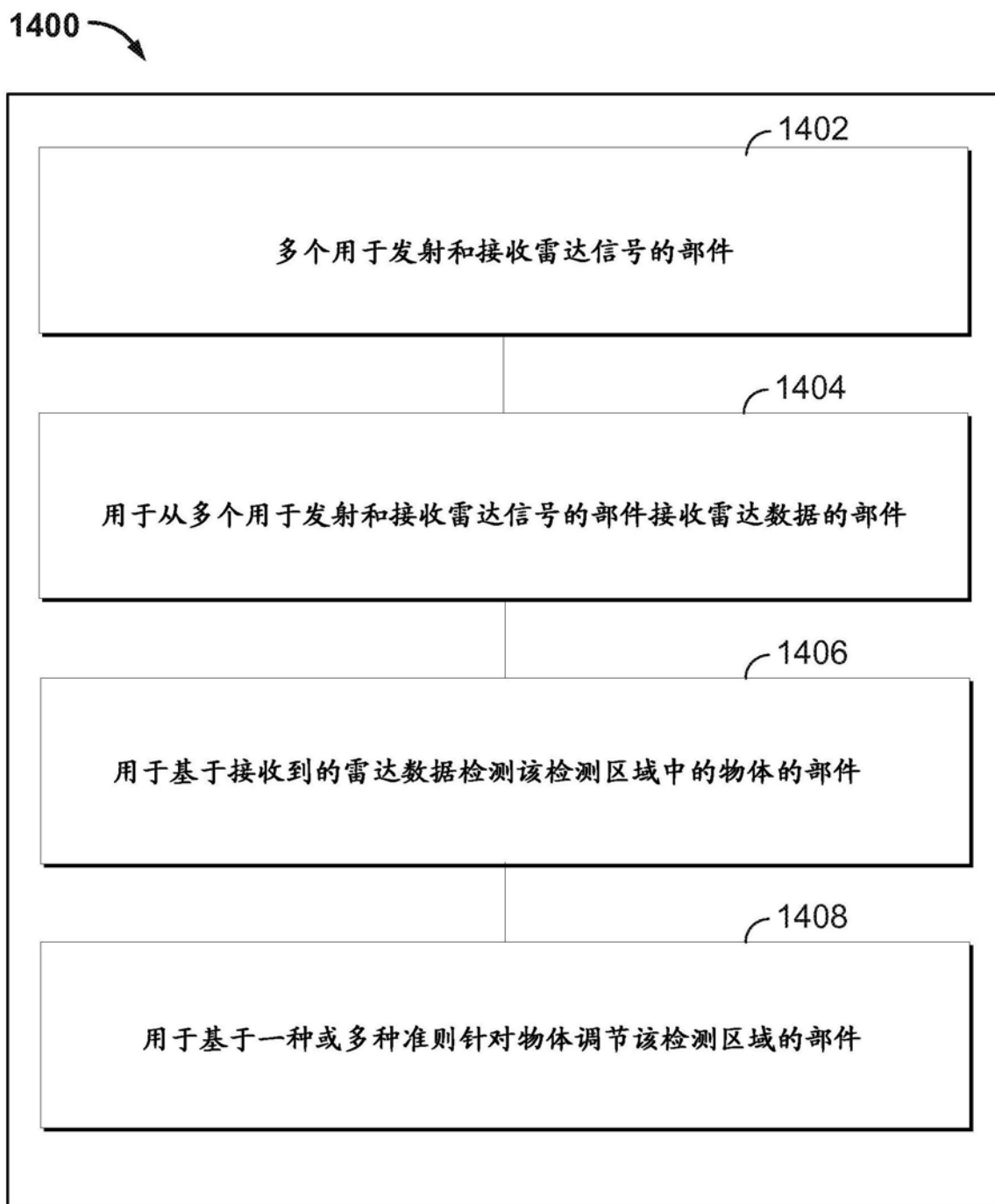


图14