



(10) 授权公告号 CN 112005462 B

(45) 授权公告日 2024. 03. 29

(21) 申请号 201980026689.6

(22) 申请日 2019.02.12

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112005462 A

(43) 申请公布日 2020.11.27

(30) 优先权数据
18157709.9 2018.02.20 EP

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.10.19

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2019/053381 2019.02.12

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/162141 EN 2019.08.29

(73) 专利权人 皇家飞利浦有限公司
地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 W·G·M·艾特斯 A·范瓦格宁根

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司
72002

专利代理师 刘兆君

(51) Int.Cl.
H02J 50/10 (2016.01)
H02J 50/70 (2016.01)
H02J 50/80 (2016.01)
H02J 50/60 (2016.01)
H02J 7/02 (2016.01)

(56) 对比文件
US 2015341085 A1, 2015.11.26
US 2015162752 A1, 2015.06.11
CN 107005090 A, 2017.08.01
US 2015349541 A1, 2015.12.03
US 2016126747 A1, 2016.05.05

审查员 胡永志

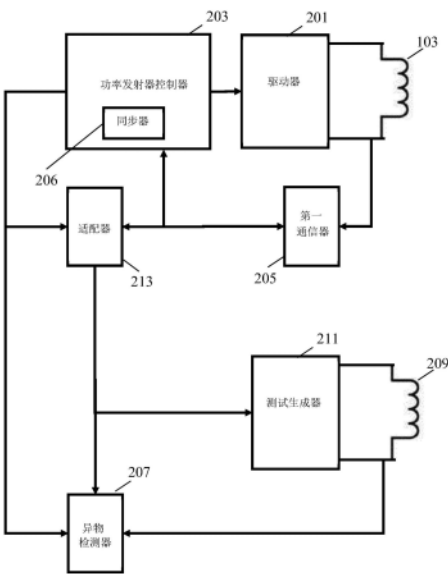
权利要求书3页 说明书24页 附图4页

(54) 发明名称

无线功率传输系统

(57) 摘要

一种用于无线功率传输系统的功率发射器 (101) 包括发射器线圈 (103), 并且驱动器 (201) 采用重复时间帧来生成用于所述发射器线圈 (103) 的驱动信号, 所述重复时间帧具有功率传输时间间隔和降低功率时间间隔, 在所述降低功率时间间隔期间所述功率传输信号的功率水平被降低。驱动器 (201) 生成用于所述发射器线圈 (103) 生成所述功率传输信号的驱动信号。通信器 (205) 从功率接收器 (105) 接收消息, 并且适配器 (213) 至少响应于从所述功率接收器 (105) 接收的第一消息来适配所述降低功率时间间隔的定时属性。同步器 (206) 用于将异物检测与对测试信号的生成同步为在所述降低功率时间间隔期间发生。该操作通常可以是异物检测或通信, 并且所述定时属性可以例如为所述降低功率时间间隔的持续时间。



1. 一种用于经由电磁功率传输信号来向功率接收器 (105) 无线地提供功率的功率发射器 (101); 所述功率发射器 (101) 包括:

用于生成所述功率传输信号的发射器线圈 (103), 在功率传输阶段期间所述功率传输信号采用重复时间帧, 所述重复时间帧至少包括功率传输时间间隔和降低功率时间间隔, 在所述降低功率时间间隔期间所述功率传输信号的功率水平被降低;

驱动器 (201), 其用于生成用于所述发射器线圈 (103) 生成所述功率传输信号的驱动信号;

第一通信器 (205), 其用于从所述功率接收器 (105) 接收消息;

适配器 (213), 其用于至少响应于从所述功率接收器 (105) 接收的第一消息来适配所述降低功率时间间隔的定时属性;

同步器 (206), 其用于将所述功率发射器 (101) 的操作同步为在所述降低功率时间间隔期间发生;

测试线圈 (209), 其用于生成电磁测试信号;

测试生成器 (211), 其被布置为生成用于所述测试线圈 (209) 的测试驱动信号; 以及

异物检测器 (207), 其被布置为在所述降低功率时间间隔期间响应于针对所述电磁测试信号的测量参数来执行异物检测测试;

其中, 所述同步器 (206) 被布置为同步所述测试生成器 (211) 使得在所述降低功率时间间隔期间提供所述电磁测试信号。

2. 根据权利要求1所述的功率发射器 (101), 其中, 所述定时属性是所述降低功率时间间隔的持续时间。

3. 根据权利要求1所述的功率发射器 (101), 其中, 所述定时属性是连续的重复时间帧的降低功率时间间隔之间的持续时间。

4. 根据权利要求1-3中的任一项所述的功率发射器 (101), 其中, 所述第一通信器 (205) 被布置为向所述功率接收器 (105) 发送消息; 并且所述功率发射器 (101) 被布置为: 在接收所述第一消息之前, 向所述功率接收器发送指示所述降低功率时间间隔的持续时间和连续的重复时间帧的降低功率时间间隔之间的持续时间中的至少一项的消息。

5. 根据权利要求1-3中的任一项所述的功率发射器 (101), 其中, 所述第一消息是指示针对所述定时属性的请求值的请求消息; 并且所述功率发射器 (101) 被布置为接受或拒绝所述请求值。

6. 根据权利要求1-3中的任一项所述的功率发射器 (101), 其中, 所述适配器 (213) 被布置为在所述功率传输阶段之前的初始化阶段期间确定所述定时属性。

7. 根据权利要求1-3中的任一项所述的功率发射器 (101), 其中, 所述适配器 (213) 被布置为响应于在所述功率传输阶段期间从所述功率接收器 (105) 接收的多个消息来在所述功率传输阶段期间动态地适配所述定时属性。

8. 根据权利要求1-3中的任一项所述的功率发射器 (101), 其中, 所述第一通信器 (205) 被布置为将与所述功率接收器 (105) 的通信同步为在所述降低功率时间间隔期间发生。

9. 一种无线功率传输系统, 包括根据权利要求1所述的功率发射器并且还包括所述功率接收器 (105), 所述功率接收器 (105) 包括:

第二通信器 (307), 其用于与所述功率发射器 (101) 进行通信;

请求控制器(311),其用于向所述功率发射器(101)发送所述第一消息,所述第一消息包括针对所述定时属性的请求值的请求;

响应控制器(313),其用于从所述功率发射器(101)接收请求响应并且响应于所述请求响应来确定所述定时属性,所述请求响应指示所述功率发射器(101)是否已经接受所述请求值;以及

负载控制器(309),其用于适配所述功率传输信号的负载,使得在所述降低功率时间间隔期间减小所述负载。

10.根据权利要求9所述的无线功率传输系统,其中,所述请求控制器(311)被布置为从所述功率发射器(101)请求定时属性约束;所述响应控制器(313)被布置为从所述功率发射器(101)接收定时属性约束指示,并且所述请求控制器(311)被布置为响应于所述定时属性约束来确定所述定时属性的所述请求值。

11.根据权利要求9或10所述的无线功率传输系统,其中,所述定时属性是所述降低功率时间间隔的持续时间,并且所述请求控制器(311)被布置为确定所述定时属性的服从最大持续时间的所述请求值,并且所述适配器(213)被布置为响应于最小持续时间来确定针对所述定时属性的值。

12.根据权利要求9或10所述的无线功率传输系统,其中,所述定时属性是在顺序的重复时间帧的所述降低功率时间间隔之间的持续时间,并且所述请求控制器(311)被布置为确定所述定时属性的服从最小持续时间的所述请求值,并且所述适配器(213)被布置为响应于最大持续时间来确定针对所述定时属性的值。

13.一种用于功率发射器(101)的操作方法,所述功率发射器用于经由电磁功率传输信号来向功率接收器(105)无线地提供功率;所述方法包括所述功率发射器(101)执行以下步骤:

生成所述功率传输信号,在功率传输阶段期间所述功率传输信号采用重复时间帧,所述重复时间帧至少包括功率传输时间间隔和降低功率时间间隔,在所述降低功率时间间隔期间所述功率传输信号的功率水平被降低;

生成用于发射器线圈(103)生成所述功率传输信号的驱动信号;

从所述功率接收器(105)接收消息;

至少响应于从所述功率接收器(105)接收的第一消息来适配所述降低功率时间间隔的定时属性;

将所述功率发射器(101)的操作同步为在所述降低功率时间间隔期间发生;

生成用于测试线圈(209)生成电磁测试信号的测试驱动信号;以及

在所述降低功率时间间隔期间响应于针对所述电磁测试信号的测量参数来执行异物检测测试;

其中,所述同步包括同步所述测试驱动信号使得在所述降低功率时间间隔期间提供所述电磁测试信号。

14.一种用于无线功率传输系统的操作方法,所述无线功率传输系统包括经由电磁功率传输信号来向功率接收器(105)无线地提供功率的功率发射器(101);所述方法包括所述功率发射器(101)执行以下步骤:

生成所述功率传输信号,在功率传输阶段期间所述功率传输信号采用重复时间帧,所

述重复时间帧至少包括功率传输时间间隔和降低功率时间间隔,在所述降低功率时间间隔期间所述功率传输信号的功率水平被降低;

生成用于发射器线圈(103)生成所述功率传输信号的驱动信号;

从所述功率接收器(105)接收消息;

至少响应于从所述功率接收器(105)接收的第一消息来适配所述降低功率时间间隔的定时属性;以及

将所述功率发射器(101)的操作同步为在所述降低功率时间间隔期间发生;

生成用于测试线圈(209)生成电磁测试信号的测试驱动信号;

在所述降低功率时间间隔期间响应于针对所述电磁测试信号的测量参数来执行异物检测测试;

其中,所述同步包括同步所述测试驱动信号使得在所述降低功率时间间隔期间提供所述电磁测试信号;并且所述方法还包括所述功率接收器(105)执行以下步骤:

与所述功率发射器(101)进行通信;

向所述功率发射器(101)发送所述第一消息,所述第一消息包括针对所述定时属性的请求值的请求;

从所述功率发射器(101)接收请求响应;

响应于所述请求响应来确定所述定时属性,所述请求响应指示所述功率发射器(101)是否已经接受所述请求值;以及

适配所述功率传输信号的负载,使得在所述降低功率时间间隔期间减小所述负载。

无线功率传输系统

技术领域

[0001] 本发明涉及无线功率传输系统,并且具体地涉及无线功率传输系统中的异物检测。

背景技术

[0002] 大多数当今的电子产品需要专用的电气接触部以便从外部电源供电。然而,这往往是不现实的并且需要用户物理地插入连接器或者以其他方式建立物理电气接触。通常,功率要求也差别很大,并且当前大多数设备被提供有它们自己的专用电源,从而导致典型的用户具有大量不同的电源,其中每个电源是专用于特定设备的。尽管对内部电池的使用可以避免在使用期间对于与电源的有线连接的需求,但是这仅仅提供了部分解决方案,因为电池将需要再充电(或更换)。对电池的使用也可能大幅增加设备的重量以及潜在地增加设备的成本和尺寸。

[0003] 为了提供显著改善的用户体验,已经提出了使用无线电源,其中,功率从功率发射器设备中的发射器感应器被感应地传输到个体设备中的接收器线圈。

[0004] 经由磁感应的功率传输是众所周知的概念,主要被应用在初级发射器感应器/线圈与次级接收器线圈之间具有紧密耦合的变压器中。通过在两个设备之间将初级发射器线圈和次级接收器线圈分开,基于松散耦合的变压器的原理,在这些设备之间的无线功率传输变得可能。

[0005] 这样的布置允许在不要求进行任何线缆或物理电气连接的情况下对设备进行无线功率传输。实际上,其可以简单地允许设备被放置在发射器线圈的附近或顶部以便在外部进行再充电或供电。例如,功率发射器设备可以被布置有水平表面,设备能够被简单地放置在该水平表面上以便进行供电。

[0006] 此外,这样的无线功率传输布置可以被有利地设计为使得功率发射器设备能够与一系列功率接收器设备一起使用。具体地,被称为Qi规范的无线功率传输方法已经被定义并且目前正在进一步开发。该方法允许满足Qi规范的功率发射器设备与也满足Qi规范的功率接收器设备一起使用,而无需这些设备必须来自相同的制造商或者必须彼此专用。Qi标准还包括用于允许操作适于特定功率接收器设备(例如,取决于特定功率消耗)的一些功能。

[0007] Qi规范是由无线充电联盟开发的并且例如能够在其网站上找到更多信息:<http://www.wirelesspowerconsortium.com/index.html>,其中,具体地,能够找到所定义的规范文档。

[0008] 在诸如Qi之类的功率传输系统中,为了将所需要的功率水平传输到功率接收器而生成的电磁场通常是非常大的。在许多情况下,这种强磁场的存在可能对周围环境具有影响。

[0009] 例如,关于无线功率传输的潜在问题是功率可能无意地被传输到例如碰巧位于功率发射器附近的金属物体。例如,如果将诸如硬币、钥匙、戒指等的异物放置在被布置为接

收功率接收器的功率发射器平台上,则由发射器线圈生成的磁通量将在金属物体中引入涡电流,这将导致物体变热。热量增加可能非常显著并且可能非常不利。

[0010] 为了降低出现这样的情景的风险,已经提出引入异物检测,其中,功率发射器能够检测异物的存在并且当发生肯定性检测时降低发射功率和/或生成用户警报。例如,Qi系统包括用于检测异物的功能、以及用于在检测到异物时降低功率的功能。具体地,Qi规范版本1.2.1,第11节描述了检测异物的各种方法。

[0011] 在W02015018868A1中公开了检测这样的异物的一种方法。在公开基于确定未知功率损耗的方法的W0 2012127335中提供了另一示例。在该方法中,功率接收器和功率发射器两者测量其功率,并且接收器将其测得的接收功率传送到功率发射器。当功率发射器检测到由发射器发送的功率与由接收器接收的功率之间的显著差异时,可能潜在地存在不想要的异物,并且出于安全原因可以降低或终止功率传输。该功率损耗方法需要由功率发射器和功率接收器执行的经同步的准确的功率测量。

[0012] 例如,在Qi功率传输标准中,功率接收器估计其接收到的功率,例如通过测量经整流的电压和电流、将其相乘并且加上对功率接收器中的内部功率损耗的估计(例如,作为接收器的一部分的整流器、接收器线圈、金属部分等的损耗)。功率接收器以例如每四秒的最小速率向功率发射器报告所确定的接收到的功率。

[0013] 功率发射器估计其发送的功率,例如通过测量逆变器的DC输入电压和电流、将其相乘并且通过减去发射器中的内部功率损耗的估计(诸如作为功率发射器的一部分的逆变器、初级线圈和金属部分中的所估计的功率损耗)来校正结果。

[0014] 功率发射器能够通过从所发送的功率中减去所报告的接收到的功率来估计功率损耗。如果差异超过阈值,则发射器将假设在异物中耗散了太多功率,并且其然后能够继续终止功率传输。

[0015] 替代地,已经提出测量由初级线圈和次级线圈以及对应的电容和电阻形成的谐振电路的质量因子或Q因子。所测得的Q因子的减小可以指示存在异物。

[0016] 在实践中,使用在Qi规范中所描述的方法实现足够的检测准确度往往是困难的。关于特定的当前操作条件的许多不确定性加剧了这种困难。

[0017] 例如,特定问题是友好金属(即,体现功率接收器或功率发射器的设备的金属部分)的潜在存在,因为这些金属的磁和电属性可能是未知的(并且在不同设备之间变化)并且因此可能难以补偿。

[0018] 此外,即使在金属异物中耗散相对少量的功率也可能导致不期望的加热。因此,有必要检测在所发送的功率与所接收的功率之间的甚至小的功率差异,而当功率传输的功率水平增加时这可能是特别困难的。

[0019] 在许多情景下,Q因子退化方法对于检测金属物体的存在具有较好的灵敏度。然而,其可能仍然无法提供足够的准确度,并且例如也可能受到友好金属的影响。

[0020] 异物检测的执行经受在实际上执行测试时存在的特定操作条件。例如,如在Qi规范中所描述的,如果在功率传输初始化过程的选择阶段中执行用于异物检测的测量,则功率发射器提供的用于测量的信号必须足够小以防止其唤醒功率接收器。然而,对于这样的小信号,信噪比通常是差的,这导致测量的降低的准确度。

[0021] 对于小测量信号的要求可能导致其他不利影响。暴露于小测量信号的功率接收器

可能表现出取决于测量信号的水平、初级线圈与次级线圈之间的耦合和在整流器的输出处的电容器的充电状态的泄露电流。因此,该泄露电流可能根据实际条件而不同。由于泄露电流影响功率发射器线圈处的反射阻抗,因此质量因子的测量结果还将取决于特定电流条件。

[0022] 另一问题在于,异物检测通常是非常灵敏的测试,其中,期望在可能具有测试正在针对其来执行的操作条件和情景的大变化的环境中检测到由异物的存在引起的相对小的改变。

[0023] 因此,当前算法往往是次优的,并且在一些情景和示例中可能提供低于最佳性能。具体地,其可能导致异物的存在未被检测到,或者导致当没有异物存在时对异物的错误检测。

[0024] 在其中功率传输信号的功率水平高和/或当其变化时的情景中,准确的异物检测的困难是特别难的。因此,异物检测在功率传输阶段期间是特别困难的,尤其是对于表示大且变化的负载的功率接收器而言。

[0025] 此外,功率传输系统的其他操作可能对这种影响是敏感的。例如,在许多情形下,功率发射器与功率接收器之间的通信可能受到大负载(特别是大负载变化)的负面影响。

[0026] 在许多系统中,从功率接收器到功率发射器的通信可以使用负载调制,其中,功率传输信号的负载根据要发送的数据而变化。然而,这种负载调制可能难以检测到功率传输信号的功率传输负载是否同时变化。类似地,可以通过调制功率传输信号(例如,幅度或频率调制)来实现从功率发射器到功率接收器的通信,但是由于变化的负载,功率传输信号参数变化可能引起对这种调制的干扰。

[0027] 实际上,即使将诸如NFC通信链路之类的完全分开的载波用于通信,由功率传输信号引起的非常大且变化的电磁场也可能引起大量干扰,尽管处于非常不同的频带中。

[0028] 因此,功率传输信号的存在以及其负载可能对其他操作(例如异物检测和通信操作)具有不利影响。

[0029] 因此,针对功率传输系统的改进的操作将是有利的,并且具体地,允许增加的灵活性、降低的成本、降低的复杂度、改进的异物检测、改进的通信、改进的对不同负载的支持、改善的适配性、向后兼容性、和/或改善的性能的方法将是有利的。

发明内容

[0030] 因此,本发明试图优选地单独地或以任何组合减轻、缓解或消除上述缺点中的一个或多个缺点。

[0031] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于经由电磁功率传输信号来向功率接收器无线地提供功率的功率发射器;所述功率发射器包括:用于生成所述功率传输信号的发射器线圈,在功率传输阶段期间所述功率传输信号采用重复时间帧,所述重复时间帧至少包括功率传输时间间隔和降低功率时间间隔,在所述降低功率时间间隔期间所述功率传输信号的功率水平被降低;驱动器,其用于生成用于所述发射器线圈生成所述功率传输信号的驱动信号;第一通信器,其用于从所述功率接收器接收消息;适配器,其用于至少响应于从所述功率接收器接收的第一消息来适配所述降低功率时间间隔的定时属性;以及同步器,其用于将所述功率发射器的操作同步为在所述降低功率时间间隔期间发生;测试线圈,其

用于生成电磁测试信号;测试生成器,其被布置为生成用于所述测试线圈的测试驱动信号;以及异物检测器,其被布置为在所述降低功率时间间隔期间响应于用于所述测试驱动信号的测量参数来执行异物检测测试;其中,所述同步器被布置为将所述测试生成器同步为在所述降低功率时间间隔期间提供所述电磁测试信号。

[0032] 本发明可以在许多实施例中提供改善的性能,并且可以在许多系统和实施例中提供总体上改进的功率传输操作。例如,在许多实施例中,改进的异物检测以及可能的通信可以通过在被创建以提供用于这样的操作的特别有利的条件的的时间间隔期间执行这些操作来实现。

[0033] 该方法可以在许多实施例中降低复杂度,并且可以在许多系统中提供高度的向后兼容性。具体地,该方法可以特别适于改进Qi无线功率传输系统中的异物检测以及可能的通信,该Qi无线功率传输系统例如根据Qi规范的版本1.2或更早版本进行操作。

[0034] 在许多实施例中,降低功率时间间隔的持续时间不超过时间帧的持续时间的5%、10%或20%。在许多实施例中,(一个或多个)降低功率时间间隔的持续时间不小于时间帧的70%、80%或90%。

[0035] 在一些实施例中,功率发射器可以被布置为在降低功率传输时间间隔期间执行异物检测以及可能的通信操作。在一些实施例中,功率发射器可以被布置为将异物检测以及可能的通信操作的定时调整为在降低功率传输时间间隔期间发生。

[0036] 在降低功率时间间隔期间,降低功率传输信号的功率水平,其对应于从功率发射器向功率接收器传输的功率的水平被降低。在降低功率时间间隔期间,相对于在(相同的降低功率时间间隔的)功率传输时间间隔期间从功率发射器向功率接收器传输的功率的功率水平,从所述功率发射器向功率接收器传输的功率的功率水平被降低。可以将功率水平以及对功率和功率水平的引用具体地认为与有功功率($I \cdot U \cdot \cos \varphi$)有关。

[0037] 根据本发明的可选特征,定时属性是降低功率时间间隔的持续时间。

[0038] 该系统可以被布置为响应于从功率接收器到功率发射器的通信来适配降低功率时间间隔的持续时间。这可以在许多实施例中允许改进的操作,并且可以允许在此期间的条件特别适于操作(例如,通信或异物检测)的时间处执行这些操作。对降低功率时间间隔的持续时间的适配可以确保在不同的冲突要求之间(例如,在针对功率从功率发射器到功率接收器的传输的要求与偏好之间,以及在针对异物检测和通信的要求与偏好之间)的改善的权衡。

[0039] 功率发射器可以被布置为将降低功率时间间隔的持续时间适配为服从最小持续时间。

[0040] 根据本发明的可选特征,定时属性是连续的重复时间帧的降低功率时间间隔之间的持续时间。

[0041] 在一些实施例中,定时属性是连续的重复时间帧之间的持续时间。在一些实施例中,定时属性是所述重复时间帧的持续时间。

[0042] 该系统可以被布置为响应于从功率接收器到功率发射器的通信来适配连续的重复时间帧的降低功率时间间隔之间的持续时间。这可以在许多实施例中允许改进的操作,并且可以允许在此期间的条件特别适于操作(例如,通信或异物检测)的时间处执行这些操作。对连续的重复时间帧的降低功率时间间隔之间的持续时间的适配可以确保在不同的冲

突要求之间(例如,在针对从功率发射器到功率接收器的功率传输的要求与偏好之间,以及在针对异物检测和通信的要求与偏好之间)的改善的权衡。

[0043] 功率发射器可以被布置为将顺序的重复时间帧的降低功率时间间隔之间的持续时间适配为服从最大持续时间。

[0044] 根据本发明的可选特征,第一通信器被布置为向功率接收器发送消息;并且功率发射器被布置为:在接收第一消息之前,向功率接收器发送指示降低功率时间间隔的持续时间和连续的重复时间帧的降低功率时间间隔之间的持续时间中的至少一项的消息。

[0045] 这在许多实施例中可以提供特别有利的操作。该消息可以具体地指示可接受的、可允许的、受限制的和/或优选的值。

[0046] 该消息可以具体地是响应于针对从功率接收器发送给功率发射器的这样的信息的请求来发送的。

[0047] 根据本发明的可选特征,第一消息是指示针对定时属性的请求值的请求消息;并且功率发射器被布置为接受或拒绝请求值。

[0048] 在许多实施例中,这可以提供特别有利的操作。其可以具体地允许功率接收器保持主动性或对操作的控制,这在许多情景下可以是特别有利的。

[0049] 根据本发明的可选特征,适配器被布置为在功率传输阶段之前的初始化阶段期间确定定时属性。

[0050] 这在许多实施例中可以提供特别有利的操作,并且在许多实施例中可以尤其允许低复杂度的操作。

[0051] 根据本发明的可选特征,适配器被布置为响应于在功率传输阶段期间从功率接收器接收的多个消息来在功率传输阶段期间动态地适配定时属性。

[0052] 这在许多实施例中可以提供特别有利的操作,并且可以特别允许对当前条件的优化。

[0053] 根据本发明的可选特征,第一通信器被布置为将与功率接收器的通信同步为在降低功率时间间隔期间发生。

[0054] 本发明在许多实施例中可以允许改进的通信。该方法可以允许在功率传输阶段期间在功率接收器与功率发射器之间的通信的改进的准确度和/或可靠性。

[0055] 对通信的同步可以仅针对某种通信,例如,仅针对功率控制通信,仅针对从功率发射器到功率接收器的通信,或者仅针对从功率接收器到功率发射器的通信等。

[0056] 功率发射器还包括:测试线圈,其用于生成电磁测试信号;测试生成器,其被布置为生成用于测试线圈的测试驱动信号;以及异物检测器,其被布置为在降低功率时间间隔期间响应于用于测试驱动信号的测量参数来执行异物检测测试;其中,同步器被布置为将测试生成器同步为在降低功率时间间隔期间提供电磁测试信号。

[0057] 本发明在许多实施例中可以允许改进的异物检测。该方法可以允许在功率传输阶段期间的异物检测测试的改进的准确度和/或可靠性。在许多实施例中,该方法可以减少针对异物检测测试的不确定性和变化,从而提高性能。该方法可以具体地减少对异物检测的功率传输变化和操作条件的影响。该方法可以例如使系统偏向于在异物检测期间以特定的(例如,预定的)参考情景和操作点进行工作。这可以改进针对异物检测测试的一致性和可预测性。具体地,其可以允许关于功率接收器对电磁测试信号的影响的更准确且更可靠的

估计,并且因此可以允许异物检测器改进对此的补偿。

[0058] 该方法可以例如引入异物检测时间间隔,在异物检测时间间隔中,功率接收器能够以高感应电压但轻负载来操作,这对应于电磁信号的高磁场强度但低负载。在这种情景下,异物的影响可以更加明显,因为在这样的物体中感应的功率将表示所提取的总功率的较高比例。实际上,较高的磁强度可以导致在任何异物中存在较高的感应信号,并且减小的负载可以减少当检测是否存在异物时功率接收器的存在的影响。

[0059] 异物检测器可以被布置为:如果电磁测试信号的功率水平与由负载指示所指示的功率之间的差高于阈值,则确定检测到异物,其中负载指示是从功率接收器接收的并且指示电磁测试信号的预期负载高于阈值。如果该差低于阈值,则异物检测器可以确定未检测到异物。

[0060] 异物检测器可以被布置为:如果用于包括测试线圈的谐振电路的质量度量(根据对驱动信号的测量来确定的)低于阈值,则确定检测到异物。该阈值通常可以取决于从功率接收器接收的消息。

[0061] 在许多实施例中,测试线圈和发射器线圈可以是相同的线圈。在许多实施例中,驱动器和测试生成器可以是相同的实体,因此相同的电路可以生成驱动信号和测试驱动信号两者。在许多实施例中,功率传输信号和测试驱动信号可以共享许多参数值,例如它们可以具有相同的频率。

[0062] 根据本发明的一个方面,提供了一种无线功率传输系统,其包括如上所述的功率发射器并且还包括功率接收器,功率接收器包括:第二通信器,其用于与功率发射器进行通信;请求控制器,其用于向功率发射器发送第一消息,第一消息包括针对定时属性的请求值的请求;响应控制器,其用于从功率发射器接收请求响应并且响应于请求响应来确定定时属性,请求响应指示功率发射器是否已经接受请求值;以及负载控制器,其用于适配功率传输信号的负载,使得在降低功率时间间隔期间减小负载。

[0063] 本发明提供了用于无线功率传输系统的改进的操作。

[0064] 根据本发明的可选特征,请求控制器被布置为从功率发射器请求定时属性约束;响应控制器被布置为从功率发射器接收定时属性约束指示,并且所述请求控制器被布置为响应于定时属性约束来确定定时属性的请求值。

[0065] 在许多实施例中,这可以允许改进和/或便利的操作。

[0066] 根据本发明的可选特征,定时属性是降低功率时间间隔的持续时间,并且请求控制器被布置为确定定时属性的服从最大持续的请求值,并且适配器被布置为响应于最小持续时间来确定针对定时属性的值。

[0067] 在许多实施例中,这可以允许改进和/或便利的操作。

[0068] 在一些实施例中,功率接收器可以对降低功率时间间隔的持续时间施加最大值,并且功率发射器可以对降低功率时间间隔的持续时间施加最小值。

[0069] 根据本发明的可选特征,定时属性是在顺序的重复时间帧的降低功率传输时间之间的持续时间,并且请求控制器被布置为确定定时属性的服从最小持续时间的请求值,并且适配器被布置为响应于最大持续时间来确定针对定时属性的值。

[0070] 在许多实施例中,这可以允许改进和/或便利的操作。

[0071] 在一些实施例中,功率接收器可以对顺序的重复时间帧的降低功率传输时间之间

的持续时间施加最小值,并且功率发射器可以对顺序的重复时间帧的降低功率传输时间之间的持续时间施加最大值。

[0072] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于功率发射器的操作方法,功率发射器用于经由电磁功率传输信号来向功率接收器无线地提供功率;该方法包括功率发射器执行以下步骤:生成所述功率传输信号,在功率传输阶段期间功率传输信号采用重复时间帧,所述重复时间帧至少包括功率传输时间间隔和降低功率时间间隔,在所述降低功率时间间隔期间所述功率传输信号的功率水平被降低;生成用于发射器线圈生成所述功率传输信号的驱动信号;从所述功率接收器接收消息;至少响应于从所述功率接收器接收的第一消息来适配所述降低功率时间间隔的定时属性;以及将所述功率发射器的操作同步为在所述降低功率时间间隔期间发生;生成用于测试线圈生成电磁测试信号的测试驱动信号;以及在所述降低功率时间间隔期间响应于用于所述测试驱动信号的测量参数来执行异物检测测试;其中,所述同步包括将所述测试驱动信号同步为在所述降低功率时间间隔期间提供所述电磁测试信号。

[0073] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于无线功率传输系统的操作方法,所述无线功率传输系统包括经由电磁功率传输信号来向功率接收器无线地提供功率的功率发射器;该方法包括所述功率发射器执行以下步骤:生成所述功率传输信号,在功率传输阶段期间所述功率传输信号采用重复时间帧,所述重复时间帧至少包括功率传输时间间隔和降低功率时间间隔,在所述降低功率时间间隔期间所述功率传输信号的功率水平被降低;生成用于发射器线圈生成所述功率传输信号的驱动信号;从所述功率接收器接收消息;至少响应于从所述功率接收器接收的第一消息来适配所述降低功率时间间隔的定时属性;以及将所述功率发射器的操作同步为在所述降低功率时间间隔期间发生;生成用于测试线圈生成电磁测试信号的测试驱动信号;在所述降低功率时间间隔期间响应于用于所述测试驱动信号的测量参数来执行异物检测测试;其中,所述同步包括将所述测试驱动信号同步为在所述降低功率时间间隔期间提供所述电磁测试信号;并且该方法还包括所述功率接收器执行以下步骤:与所述功率发射器进行通信;向所述功率发射器发送所述第一消息,所述第一消息包括针对所述定时属性的请求值的请求;从所述功率发射器接收请求响应;响应于所述请求响应来确定所述定时属性,所述请求响应指示所述功率发射器是否已经接受所述请求值;以及适配所述功率传输信号的负载,使得在所述降低功率时间间隔期间减小所述负载。

[0074] 本发明的这些和其他方面、特征和优点将从下文描述的(一个或多个)实施例变得显而易见并参考下文描述的(一个或多个)实施例且得以阐明。

附图说明

[0075] 将仅通过举例的方式,参考附图来描述本发明的实施例,在附图中,

[0076] 图1示出了根据本发明的一些实施例的功率传输系统的元件的示例;

[0077] 图2示出了根据本发明的一些实施例的功率发射器的元件的示例;

[0078] 图3示出了根据本发明的一些实施例的功率接收器的元件的示例;

[0079] 图4示出了根据本发明的一些实施例的功率接收器的元件的示例;

[0080] 图5示出了用于图1的无线功率传输系统的时间帧的示例;以及

[0081] 图6示出了根据本发明的一些实施例的用于无线功率传输系统的时间帧的示例。

具体实施方式

[0082] 以下描述集中于本发明的适用于利用诸如从Qi规范获知的功率传输方法的无线功率传输系统的实施例。然而,将认识到,本发明不限于该应用,而是可以应用于许多其他无线功率传输系统。

[0083] 图1示出了根据本发明的一些实施例的功率传输系统的示例。该功率传输系统包括功率发射器101,该功率发射器包括(或者耦合到)发射器线圈/感应器103。该系统还包括功率接收器105,该功率接收器包括(或者耦合到)接收器线圈/感应器107。

[0084] 该系统提供电磁功率传输信号,该电磁功率传输信号可以感应地将功率从功率发射器101传输到功率接收器105。具体地,功率发射器101生成电磁信号,电磁信号是作为磁通量通过发射器线圈或感应器103进行传播的。功率传输信号可以对应于表示从功率发射器到功率接收器的能量传输的电磁功率传输分量,并且可以被认为对应于所生成的电磁场的将功率从功率发射器传输到功率接收器的分量。例如,如果不存在接收线圈107的负载,则功率接收器将不会从所生成的电磁场中提取任何功率(除了损耗之外)。在这样的情景下,对发射器线圈103的驱动可以生成具有潜在高场强度的电磁场,但是功率传输信号的功率水平将为零(除了损耗之外)。在一些情形下,在存在异物的情况下,可以认为功率传输信号包括与针对异物的功率传输相对应的分量,并且因此可以认为功率传输信号与从由功率发射器生成的电磁场提取的功率相对应。

[0085] 功率传输信号通常可以具有在大约20kHz到大约500kHz之间的频率,并且常常对于Qi兼容系统而言,功率传输信号通常在从95kHz到205kHz的范围内(或者例如,对于高功率厨房应用而言,频率可以例如通常在20kHz到80kHz之间的范围内)。发射器线圈103和功率接收线圈107被松散地耦合,并且因此,功率接收线圈107拾取来自功率发射器101的功率传输信号(的至少一部分)。因此,经由从发射器线圈103到功率接收线圈107的无线感应耦合,功率从功率发射器101被传输到功率接收器105。术语功率传输信号主要用于指代在发射器线圈103与功率接收线圈107之间的感应信号/磁场(磁通量信号),但是将明白的是,通过等效,其也可以被认为并且用作对被提供给发射器线圈103或者由功率接收线圈107拾取的电信号的引用。

[0086] 在该示例中,功率接收器105具体地是经由接收器线圈107接收功率的功率接收器。然而,在其他实施例中,功率接收器105可以包括金属元件(诸如金属加热元件),在这种情况下,功率传输信号直接感应出涡电流,从而导致对元件的直接加热。

[0087] 该系统被布置为传输大量的功率水平,并且具体地,功率发射器在许多实施例中可以支持超过500mW、1W、5W、50W、100W或500W的功率水平。例如,对于Qi对应的应用而言,针对低功率应用(基本功率分布),功率传输通常可以在1-5W功率范围内,对于Qi规范版本1.2而言高达15W,针对较高功率应用(诸如功率工具、膝上型计算机、无人机、机器人等),功率传输在高达100W的范围内,而针对非常高功率应用(诸如厨房应用),功率传输超过100W并且高达1000W以上。

[0088] 在下文中,将具体参考总体上根据Qi规范的实施例(除了本文中描述的(或随之发生的)修改和增强之外)或者适合于由无线充电联盟开发的较高功率厨房规范的实施例来描述功率发射器101和功率接收器105的操作。具体地,功率发射器101和功率接收器105可以遵循或基本上兼容Qi规范版本1.0、1.1或1.2的要素(除了本文中描述的(或随之发生的))

修改和增强之外)。

[0089] 在下文中,将在具体集中于异物检测的情况下描述图1的系统的操作。

[0090] 在无线功率传输系统中,物体(通常从功率传输信号中提取功率并且不是功率发射器101或功率接收器105的一部分的导电元件,即,是对功率传输是非预期的、不期望的和/或干扰的元件)的存在在功率传输期间可能是非常不利的。这种不期望的物体在本领域中被称为异物。

[0091] 异物不仅可能通过向操作添加功率损耗来降低效率,而且还可能使功率传输操作本身降级(例如,通过干扰功率传输效率或者提取不直接例如通过功率传输回路来控制的功率)。另外,对异物中的电流(具体地,异物的金属部分中的涡电流)的感应可能导致对异物的通常非常不期望的加热。

[0092] 为了解决这样的情景,诸如Qi之类的无线功率传输系统包括用于异物检测的功能。具体地,功率发射器包括试图检测是否存在异物的功能。如果是的话,则功率发射器可以例如终止功率传输或者减少能够被传输的最大功率量。

[0093] 由Qi规范提出的当前方法是基于检测功率损耗(通过比较所发送的功率和所报告的接收到的功率)或者检测输出谐振电路的质量Q的降级的。然而,在当前使用中,已经发现这些方法在许多情景下提供次优的性能,并且具体地,其可能导致不准确的检测,这导致错过的检测和/或假阳性(其中,尽管没有异物存在,但是仍然检测到这样的物体)。

[0094] 可以在功率接收器进入功率传输阶段之前(例如,在功率传输的初始化期间)或者在功率传输阶段期间执行异物检测。在功率传输阶段期间的检测常常是基于对所测得的发送的功率与接收的功率的比較的,而在功率传输阶段之前发生的检测常常是基于对反射阻抗的测量的,例如经由通过使用小的测量信号来测量发射器线圈的质量因子。

[0095] 发明人已经认识到,常规异物检测次优地操作并且这部分地是由于其中执行异物检测的特定操作条件和情景中的变化和不确定性(包括功率发射器属性、功率接收器属性、所应用的测试条件等中的变化和不确定性)而导致的。

[0096] 对于异物检测测试的挑战的示例是对执行足够准确的测量以便实现足够可靠的异物检测的要求。例如,如果用于异物检测的测量在Qi功率传输初始化阶段的选择阶段中发生,则功率发射器针对该测量所提供的信号必须小到足以不唤醒功率接收器。然而,这通常导致差的信噪比,从而导致降低的检测准确度。因此,检测性能可能对所应用的特定信号水平是敏感的,并且通常将存在冲突要求。

[0097] 暴露于小电磁信号的功率接收器可能表现出取决于电磁信号的水平、初级线圈与次级线圈之间的耦合和在整流器的输出处的电容器的充电状态的泄露电流。因此,该泄露电流能够根据当前经历的实际条件并且根据个体功率接收器的特定参数(例如,电容器的属性)而变化。由于泄露电流影响初级线圈处的反射阻抗,因此对质量因子的测量还取决于实际条件并且这通常阻止最佳检测。

[0098] 又一问题在于,由于所发送的功率与所接收的功率之间的关系对于不同负载和信号水平是不同的,因此基于例如在不同负载或信号水平处的所报告的接收的功率指示来检测异物可能与期望的相比不太可靠。

[0099] 图1的系统使用试图降低对变化的不确定性和敏感度的用于异物检测的方法,并且因此其试图提供改进的异物检测。该方法在许多实施例中可以提供改进的异物检测,并

且具体地,在许多实施例中可以提供更准确和/或可靠的异物检测。该方法还可以允许低复杂度和低资源要求。该方法的优点在于,其可以适合于包括在许多现有系统中(诸如具体地在Qi无线功率传输系统中),并且实际上这常常可以利用少量修改来实现。

[0100] 可能受功率传输信号的属性(尤其是属性的变化)影响的另一操作是功率接收器与功率发射器之间的通信(在任一方向上)。如稍后将描述的,从功率接收器到功率发射器的通信常常使用负载调制,其中功率接收器对功率传输信号的负载根据要发送的数据而变化。然后,功率发射器可以检测所得到的用于生成功率传输信号的驱动信号中的变化,并且由此解码所发送的数据。然而,当功率接收器对功率传输信号的有效负载非常高时,负载调制的影响难以确定,并且当该负载正在变化时甚至更加复杂。

[0101] 图1的系统使用试图降低不确定性和敏感度的用于通信的方法,并且因此其试图提供改善的通信性能,尤其是对于从功率接收器到功率发射器的负载调制通信。该方法在许多实施例中可以提供改进的通信,并且具体地,在许多实施例中可以提供从功率接收器到功率发射器的更准确和/或可靠的通信。该方法还可以允许低复杂度和低资源要求。该方法的优点在于,其可以适合于包括在许多现有系统中(诸如具体地在Qi无线功率传输系统中),并且实际上这常常可以利用少量修改来实现。

[0102] 如在下文中将更加详细描述,该方法在功率传输阶段期间利用时分方法,其中,诸如异物检测和通信之类的操作以及功率传输可以例如是在不同的时间间隔内执行的,从而允许大幅减少在这些之间的干扰(具体地,功率传输对异物检测/通信的影响)。

[0103] 具体地,对于无线功率传输系统,功率传输信号服从重复时间帧,重复时间帧至少包括一个功率传输时间间隔和一个降低功率时间间隔。

[0104] 相对于功率传输时间间隔,在降低功率时间间隔期间降低了功率传输信号的功率水平,并且与在功率传输时间间隔期间的功率水平相比,最大可允许功率通常在降低功率时间间隔期间要低不小于5、10或50倍。功率水平的降低可能是由于功率发射器处和/或功率接收器处的动作引起的。例如,在一些实施例中,功率发射器可以被布置为在降低功率时间间隔期间关闭功率传输信号,和/或功率接收器可以被布置为在降低功率时间间隔期间断开负载。

[0105] 然后,功率发射器(以及通常功率接收器)可以被布置用于在降低功率时间间隔期间执行一个或多个操作(功能、处理、过程),即,其可以将功率发射器的一个或多个操作的执行同步为在降低功率时间间隔期间发生。例如,其通常可以将异物检测以及可能的通信的执行同步为在降低功率时间间隔期间发生。以这种方式,能够实现并且通常最小化功率传输和功率传输信号对给定操作(具体地,异物检测和通信)的影响。

[0106] 图2示出了功率发射器101的元件,并且图3更详细地示出了图1的功率接收器105的元件。

[0107] 功率发射器101包括驱动器201,该驱动器能够生成馈送到发射器线圈103的驱动信号,该发射器线圈进而生成电磁功率传输信号,其能够向功率接收器105提供功率传输。(至少)在功率传输阶段的功率传输时间间隔期间提供功率传输信号。

[0108] 驱动器201通常可以包括具有通常通过驱动全桥或半桥形成的逆变器形式的输出电路,如对于技术人员将众所周知的。

[0109] 功率发射器101还包括功率发射器控制器203,该功率发射器控制器被布置为根据

期望的操作原理来控制功率发射器101的操作。具体地,功率发射器101可以包括用于根据Qi规范执行功率控制所需的许多功能。

[0110] 具体地,功率发射器控制器203被布置为控制驱动器201对驱动信号的生成,并且其能够具体地控制驱动信号的功率水平以及相应地所生成的功率传输信号的水平。功率发射器控制器203包括功率回路控制器,其在功率控制阶段期间响应于从功率接收器105接收的功率控制消息来控制功率传输信号的功率水平。

[0111] 为了从功率接收器105接收数据和消息,功率发射器101包括第一通信器205,第一通信器被布置为从功率接收器105接收数据和消息(如技术人员将明白的,数据消息可以提供一或多个比特的信息)。在该示例中,功率接收器105被布置为对由发射器线圈103生成的功率传输信号进行负载调制,并且第一通信器205被布置为感测发射器线圈103的电压和/或电流的变化并且基于这些来对负载调制进行解调。技术人员将意识到如例如在Qi无线功率传输系统中所使用的负载调制的原理,并且因此将不对这些内容进一步详细描述。

[0112] 在许多实施例中,第一通信器205还被布置为向功率接收器105发送数据,并且可以具体地被布置为使用频率、幅度或相位调制来调制功率传输信号。

[0113] 在一些实施例中,可以使用单独的通信信道来执行通信,该通信信道可以使用单独的通信线圈或实际上使用发射器线圈103来实现。例如,在一些实施例中,可以实现近场通信,或者可以将高频载波(例如,具有13.56MHz的载波频率)叠加在功率传输信号上。

[0114] 在图1-3的系统中,通信是在功率传输阶段期间在降低功率时间间隔中执行的。具体地,一些或实际上所有的降低功率时间间隔可以是其中执行功率发射器101与功率接收器105之间的通信的通信时间间隔。具体地,发射器控制器203可以包括/实现同步器206,该同步器被布置为对第一通信器205进行同步,使得在(并且通常仅在)功率传输阶段的通信时间间隔中(即,在被分配用于通信的降低功率时间间隔中)执行通信操作(通常接收数据和发送数据两方面)。

[0115] 这可以显著地改善通信性能。

[0116] 功率发射器101还包括异物检测器207,该异物检测器被布置为执行异物检测测试,即具体地检测任何不期望的导电元件是否可能存在于所生成的电磁场内。

[0117] 在该系统中,异物检测测试是基于在异物检测时间间隔期间(即,在被分配给异物检测的降低功率时间间隔期间)执行的测量的。

[0118] 在该示例中,电磁功率传输信号和用于异物检测的电磁测试信号是由两个不同的线圈生成的(由不同的驱动器驱动的)。此外,这些信号将通过不同的术语来指代,即,在功率传输时间间隔期间生成的电磁信号将被称为功率传输信号,而在异物检测时间间隔期间生成的电磁信号将被称为电磁测试信号或者仅被称为测试信号。然而,将明白的是,在许多实施例中,可以在功率传输时间间隔和异物检测时间间隔两者中从同一线圈生成电磁信号,并且实际上,同一驱动器等可以用于功率传输时间间隔和异物检测时间间隔两者。实际上,在许多实施例中,对测试信号的引用可以被认为等同于在异物检测时间间隔期间的功率传输信号。

[0119] 在异物检测时间间隔期间,例如通过功率接收器断开其负载并且减小功率传输信号的总负载来降低功率传输信号的功率水平。在许多实施例中,功率接收器105可以被布置为使得功率传输信号的负载最小化以仅对应于由友好金属(功率接收器本身的金属部分)

以及可能由功率接收器的控制功能所使用的少量功率所引起的负载。在降低功率时间间隔期间,功率接收器通常可以将目标负载与功率传输信号完全断开。例如,这通常可以将功率传输信号的负载从例如在功率传输时间间隔期间的5-50W减小为在降低功率时间间隔期间小于500mW。

[0120] 应当注意的是,可以降低功率传输信号的功率水平,而这并不导致所生成的电磁场强度的降低(或者这并不是由其造成的)。例如,功率接收器断开负载将导致从电磁场和功率传输信号以及因此从针对发射器线圈103的驱动信号提取的功率量减小。然而,这不必导致所生成的场强度的减小,并且实际上,由于减小了由接收器线圈107中的电流造成的相反电磁场,所以可以导致大场强度。

[0121] 因此,在许多实施例中,与在功率传输时间间隔期间从功率发射器到功率接收器的功率传输相比,降低功率时间间隔的特征在于从功率发射器到功率接收器的功率传输减少(或者至少在于,与在功率传输时间间隔期间从功率发射器到功率接收器的最大可能/可用功率传输相比,最大可能/可用功率传输减少)。然而,由发射器线圈103生成的电磁场的强度可以保持相同或者甚至增加。

[0122] 实际上,在其中异物检测是基于测量由发射器线圈103生成的电磁场的负载的许多实施例中,可能期望适配驱动信号,以使得所生成的电磁场具有适合于在降低功率间隔期间执行预期操作的场强度。这可能是甚至比在功率传输时间间隔期间更高的场强度,但是由于通常功率接收器断开负载,因此减少了正在传输的功率量。

[0123] 尽管在一些实施例中,有可能简单地不改变驱动信号的参数,但是通常在其中功率接收器负载被减小的降低功率时间间隔期间适配驱动信号。负载的断开将导致发射器线圈103的较小阻尼,并且相应地,不变的驱动参数将导致发射器线圈103/输出谐振电路中的电流增加。这将在接收线圈107中导致较高的感应电压,并且在一些情形下这可能导致过压条件。这样的情景可以例如通过在降低功率时间间隔期间改变驱动信号的参数以减小驱动信号的幅度来解决。

[0124] 在许多情形下,减小的负载允许更准确的异物检测。这将导致在异物中耗散的功率占总功率耗散的大得多的比例,并且实际上,通常在异物中耗散的功率超过在功率接收器中耗散的功率,从而使得对该异物功率耗散的检测容易得多。

[0125] 在许多实施例中,发射器控制器203被布置为在异物检测时间间隔期间降低功率传输信号的功率水平,并且具体地,其可以完全关闭功率传输信号(尤其是在使用不同的线圈来生成功率传输信号和用于异物检测的电磁测试信号的示例中)。

[0126] 在其中执行异物检测的间隔期间,即在异物检测时间间隔期间,异物检测器207可以评估条件以确定异物是否被认为存在。在异物检测时间间隔期间,功率发射器101生成电磁测试信号,并且异物检测是基于评估该信号的特性和属性的。

[0127] 例如,所生成的测试信号(从其提取的功率)的功率水平可以用作关于功率正被潜在异物提取的指示(通常通过将其与来自功率接收器105的预期功率提取进行比较)。电磁测试信号的功率水平反映由电磁场中的导电元件(包括接收器线圈107)从电磁测试信号中提取的功率。其因此指示由功率接收器105以及可能存在的任何异物的组合所提取的功率。电磁信号的功率水平与由功率接收器105提取的功率之间的差异相应地反映由存在的任何异物提取的功率。异物检测例如可以是低复杂度检测,其中,如果电磁信号的功率水平(此

后被称为发射功率水平)之间的差异超过所报告的由功率接收器105提取的功率(此后被称为接收功率水平),则认为已经发生对异物的检测。

[0128] 在该方法中,异物检测是相应地基于所发送的功率水平与所报告的接收的功率水平之间的功率水平比较的。在不同的实施例中,对异物的检测的反应可以是不同的。然而,在许多实施例中,功率发射器101可以被布置为响应于对异物的检测而终止功率传输(至少暂时地)。

[0129] 为了生成测试信号,功率发射器101包括测试线圈209,该测试线圈被耦合到测试生成器211。测试生成器211被布置为生成用于测试线圈209在异物检测时间间隔期间提供电磁测试信号的测试驱动信号。测试驱动信号是被馈送到测试线圈209的电信号,从而导致电磁测试信号被生成,即,测试线圈209生成具有取决于测试驱动信号的场强度的对应的电磁场。

[0130] 测试生成器211可以包括基本上与驱动器201相同的功能,例如测试生成器211的输出可以是半或全桥逆变器。实际上,如先前所提到的,在许多实施例中,测试生成器211可以由驱动器201来实现,并且测试线圈209可以由发射器线圈103来实现。因此,在下文中,对于其中同一线圈用于功率传输信号和电磁测试信号两者的生成的实施例,对测试生成器211和测试线圈209的所有引用可以在适当的情况下被认为是对驱动器201和发射器线圈103的引用。在这样的情形下,所生成的电磁信号的功率可以通常被适配为在异物检测时间间隔期间的固定参考水平。

[0131] 功率发射器还包括适配器213,如稍后将更详细描述,该适配器被布置为响应于从功率接收器接收的一个或多个消息来适配降低功率时间间隔的定时属性。

[0132] 图3示出了功率接收器105的一些示例性元件。

[0133] 接收器线圈107耦合到功率接收器控制器301,该功率接收器控制器经由开关305将接收器线圈107耦合到负载303(即,其是可切换负载305)。功率接收器控制器301包括将由接收器线圈107提取的功率转换成用于负载的合适供应的功率控制路径。另外,功率接收器控制器301可以包括用于执行功率传输所需的各种功率接收器控制器功能,以及具体地用于根据Qi规范执行功率传输所需的功能。

[0134] 为了支持从功率接收器105到功率发射器101的通信,功率接收器105包括第二通信器307。

[0135] 第二通信器307被布置为通过响应于要被发送给功率发射器101的数据来改变接收器线圈107的负载,从而向功率发射器发送数据。负载变化然后通过功率发射器101来检测和解调,如本领域技术人员将获知的。

[0136] 在该示例中,第二通信器307还被布置为对功率传输信号的幅度、频率和/或相位调制进行解调,以便取得从功率发射器发送的数据。

[0137] 功率接收器控制器301还被布置为控制第二通信器307,使得在通信间隔中(即,在其中功率传输信号的功率水平被降低的时间间隔期间)执行在功率传输阶段期间的通信。

[0138] 因此,类似于第一通信器将与功率接收器的通信同步为在降低功率时间间隔期间发生,第二通信器也将与功率发射器的通信同步为在降低功率时间间隔期间发生。

[0139] 图4示出了功率接收器105的功率路径的示例的元件的电路图。在该示例中,功率接收器105包括通过命名Lrx提及的接收器线圈107。在该示例中,接收器线圈107是谐振电

路的一部分,并且功率接收器105相应地还包括谐振电容器CRX。接收器线圈107经受电磁信号,并且相应地在线圈中感应出AC电压/电流。谐振电路被耦合到具有平滑电容器C1的整流器桥,平滑电容器耦合到桥的输出。因此,在电容器C1上生成DC电压。DC电压上的波纹的幅值将取决于平滑电容器的尺寸以及负载。

[0140] 桥B1和平滑电容器C1经由通过开关S1示出的开关305而耦合到通过附图标记RL所指示的负载303。开关305相应地能够用于将负载与功率路径连接或断开,并且因此,负载是可切换负载305。将明白的是,尽管开关S1被示为常规开关,但是其当然可以通过任何合适的模块(通常包括通过MOSFET)来实现。还将明白的是,负载303被示为简单的无源端口,但是其当然可以是任何合适的负载。例如,负载303可以是要被充电的电池、移动电话或者另一通信或计算设备,可以是简单的无源负载等。实际上,负载303不必是外部负载或专用的内部负载,而可以例如包括功率接收器105本身的元件。因此,在图3和图4中示出的负载303可以被认为表示能够通过开关305/S1断开的接收器线圈107的任何负载/电磁信号,并且其相应地也被称为可切换负载305。

[0141] 图4还示出了能够基于开关S2的切换而与谐振电路并联地连接或断开的负载调制电容器C2。第二通信器307可以被布置为控制开关S2,使得调制电容器C2的负载能够响应于要被发送给功率发射器101的数据而被连接和断开,从而提供负载调制。

[0142] 功率接收器105被布置为在功率传输阶段期间的每个时间帧的(一个或多个)降低功率时间间隔期间进入降低功率模式。在该示例中,功率接收器105包括负载控制器309,其控制开关305(等效地,开关305可以被认为是负载控制器的一部分)。在降低功率时间间隔期间,负载控制器309能够将负载303与功率接收器断开,即,其断开功率接收器控制器301的负载以及因此断开接收器线圈107的负载。因此,以这种方式,负载控制器309可以在降低功率时间间隔期间减小接收器线圈107的负载。此外,不仅减小了功率接收器105的负载,从而使检测其他功率损耗或检测调制更加容易,而且常常更重要地,功率接收器105进入其中负载变化对电磁测试信号的影响被减小的更加明确定义的状态或某个状态。

[0143] 将明白的是,可以在异物检测间隔期间不将接收器线圈107的负载完全关闭。例如,功率接收器105仍然可以提取用于例如操作一些内部电路的功率。因此,负载控制器309可以被布置为将负载与对接收器线圈107施加的负载断开,同时仍然允许通过一个或多个其他负载来对接收器线圈107施加负载。实际上,接收器线圈107的负载可以被认为包括在异物检测间隔期间被负载控制器309断开的负载以及未被负载控制器309断开的负载。因此,负载303可以被认为表示在异物检测间隔期间被接收器线圈107断开的负载。该负载可以包括功率传输针对其建立的外部或内部负载两者,而且也可以包括例如在异物检测间隔期间被暂时关闭的内部控制功能。

[0144] 在一些实施例中,可切换负载可以例如通过整流器B1的输入处的感应电压的降低而断开,而同时借助于在可切换负载(其可以是电池)处和/或在电容器C1处的存储能量来维持整流器的输出处的高电压水平。这可以阻止电流通过整流器B1并且因此可以有效地断开可切换负载。

[0145] 功率接收器105包括功率控制器311,该功率控制器被布置为与功率发射器101建立功率控制回路。具体地,功率控制器311能够向功率发射器101发送功率控制消息,并且作为响应,功率发射器101可以在功率传输时间间隔期间改变功率传输信号的功率水平。通

常,功率控制器311可以生成功率控制错误消息,其指示针对功率发射器101增加或减小功率水平的请求。功率控制器311可以通过将所测得的值与参考值进行比较来确定合适的错误消息。在功率传输期间,功率控制器311可以将所提供的功率水平与所需的功率水平进行比较并且基于该比较来请求增加或减小的功率水平。

[0146] 如先前所提到的,该系统在功率传输阶段期间应用重复时间帧,其中,时间帧至少包括一个功率传输时间间隔和一个降低功率时间间隔。在图5中示出了这样的重复时间帧的示例,其中,功率传输时间间隔由PT来指示并且降低功率时间间隔由D来指示。在该示例中,每个时间帧FRM仅包括一个降低功率时间间隔和一个功率传输时间间隔。然而,将明白的是,在其他实施例中,其他时间间隔还可以被包括在时间帧中,或者多个降低功率时间间隔和/或功率传输时间间隔可以被包括在每个时间帧中。具体地,重复时间帧可以包括不同类型的降低功率时间间隔,例如,一个或多个异物检测时间间隔和一个或多个通信时间间隔。

[0147] 在该方法中,诸如异物检测和/或通信之类的操作可以在降低功率时间间隔中执行,并且因此异物检测/通信和功率传输可以在时间域中是分开的,从而导致从功率传输到异物检测/通信的减小的交叉干扰。因此,由用于功率传输的操作条件的变化引起的变化性和不确定性能够与异物检测/通信隔离,从而导致更可靠且准确的异物检测/通信。

[0148] 在功率传输阶段中,功率发射器因此被布置为在功率传输阶段的时间帧的功率传输时间间隔期间执行功率传输。具体地,在这些时间间隔期间,功率发射器和功率接收器可以操作功率控制回路(功率控制回路可以是基于在与重复时间间隔相对应的通信时间间隔内的通信的)。因此,正被传输的功率的水平可以动态地变化。

[0149] 在功率传输阶段的时间帧的降低功率时间间隔中,降低了功率传输信号的功率水平(具体地,被传输到功率接收器的功率的水平),并且常常将其最小化。这可以通过功率发射器例如限制驱动信号(例如,将其完全关闭)和/或通过功率接收器例如断开目标负载来实现。

[0150] 在尤其是其中同一线圈用于功率传输信号和用于异物检测的电磁测试信号两者的许多实施例中,功率发射器可以被布置为相对于功率传输时间间隔期间的水平来降低在降低功率时间间隔期间的功率传输信号的水平。在许多情形下,可以允许功率传输信号的功率水平增加到高水平(诸如增加到10-100W的水平),或者甚至在许多应用中(例如,对于针对厨房电器的功率传输)高得多。然而,在降低功率时间间隔期间,所生成的电磁信号的功率水平可以被降低到比功率传输时间间隔期间的当前或最大可允许功率低得多的预定水平。例如,功率水平可以被设置为不超过1W的预定水平。换句话说,在异物检测时间间隔期间的电磁测试信号的功率可能被约束到比功率传输时间间隔期间的功率传输信号的最大允许功率水平低得多(例如,比其低不小于2、5或10倍)的功率水平。

[0151] 如前所提到的,功率水平的降低不必对应于所生成的电磁场的场强度的降低。例如,可以通过功率接收器减小电场的负载(例如,通过断开负载303)来显著地降低功率传输水平。参考图4,这可以例如通过场强度的少量降低来实现,场强度的少量降低导致(在LRX中的)感应电压保持低于电容器(C1)的电压,从而导致整流器桥(B1)将电容器(C1)与接收器线圈(LRX)有效地隔离,这导致负载(RL)的有效内在断开。

[0152] 可能期望的是,保持磁场强度相对高,以便测量异物中的足够的功率耗散,并且因

此以便促进并且改善异物检测。

[0153] 替代地或另外,功率接收器105可以被布置为相对于在功率传输时间间隔期间的水平来降低在降低功率时间间隔期间所生成的电磁信号/场的负载,即,功率接收器105被布置为相对于在功率传输时间间隔期间的功率传输信号的负载来降低在降低功率时间间隔期间的电磁测试信号的功率接收器105的负载。具体地,在图3的示例中,功率控制器309和开关305可以被布置为在异物检测时间间隔期间断开可切换负载303并且在功率传输时间间隔期间将其连接。因此,在降低功率时间间隔期间,功率接收器105可以(通常)关闭主/目标负载,并且实际上在许多实施例中,可以仅维持用于功率接收器105的继续操作所需的最小负载。

[0154] 在图4的示例中,开关S1可以用于在异物检测时间间隔期间断开负载。将明白的是,在其中可切换负载303需要更加恒定的功率提供的实施例中,开关S1可以被放置在电容器C1之前,或者另一储能器可以被设置在开关S1之后以在异物检测时间间隔期间为可切换负载303供电(或者例如,可以使用先前描述的方法:降低整流器B1的输入处的感应电压,而同时借助于在可切换负载(例如电池)处和/或在电容器C1处存储的能量来维持整流器B1的输出处的高电压水平)。

[0155] 相应地,功率接收器105可以在降低功率时间间隔期间减小功率接收器的负载。具体地,在异物检测时间间隔期间功率接收器对电磁测试信号的负载将小于在功率传输时间间隔期间功率接收器对功率传输信号的负载(负载可以例如分别在功率传输时间间隔和异物检测时间间隔期间被认为分别是发射器线圈103和测试线圈209的有效电阻阻抗)。通常,功率传输信号和电磁测试信号将具有对应的属性,并且因此两者感应接收线圈107中的信号。因此,相对于在负载被连接时在功率传输时间间隔期间生成的功率传输信号所经历的(并且因此将由电磁测试信号经历的)负载,在异物检测时间间隔期间断开可切换负载303将减小电磁测试信号的负载。

[0156] 可切换负载303的断开不仅减小电磁测试信号的负载,而且还可以提供该负载是更加可预测的并且具有减少的变化。通常,功率接收器对功率发射器的负载可以不仅随着应用而且作为用于相同的应用和功率传输过程的时间的函数而大幅变化。功率控制回路在功率传输阶段期间操作以适配这样的变化。然而,通过引入其中负载可以被断开(或者以其他方式被设置例如预定水平)的降低功率时间间隔,有可能使功率接收器进入其中电磁场的负载是更加可预测的参考模式。因此,例如异物检测测试能够基于关于功率接收器处于该参考或测试模式的假定来执行,并且因此例如能够假定电磁测试信号的预定负载。因此,该方法可以不仅允许由功率接收器105减小负载(从而通过任何异物的相对影响更高来改进准确度),而且允许这是更加可预测的(从而促进在异物检测测试期间针对功率接收器的存在的补偿)。

[0157] 因此,图1-4的系统提供更加改进的异物检测测试方法,其中,异物检测测试是在更加受控的条件下执行的,从而允许执行更准确且可靠的异物检测测试。类似地,其提供了允许在从功率传输操作引起的较少干扰的情况下改进的通信的环境。

[0158] 在许多实施例中,降低功率时间间隔可以包括通信时间间隔和异物检测时间间隔两者。

[0159] 在图1的系统中,功率发射器和功率接收器被布置为基于这两个实体之间的通信

来改变重复时间帧的降低功率时间间隔的定时属性。

[0160] 具体地,功率发射器包括适配器213,适配器用于至少响应于从功率接收器接收到的第一消息来适配降低功率时间间隔的定时属性。

[0161] 在许多实施例中,功率接收器可以向功率发射器发送一个或多个消息,所述一个或多个消息用于请求降低功率时间间隔的特定定时属性。功率发射器和功率接收器然后可以继续将这些定时设置应用于随之发生的操作。

[0162] 在许多实施例中,功率发射器和功率接收器可以具体地被布置为进行通信,以便建立降低功率时间间隔的持续时间和/或降低功率时间间隔之间的持续时间(以及通常是连续的降低功率时间间隔之间的持续时间)。

[0163] 该方法可以提供改善的权衡,并且可以具体地允许将操作与个体设备的特定属性适配,并且在许多实施例中,将操作与个体功率传输操作的特定特性适配。例如,定时可以被适配为反映功率传输的功率水平。

[0164] 该方法可以提出:降低功率时间间隔的持续时间可以不仅影响功率发射器和功率接收器的行为,而且潜在地影响最终负载(诸如从功率接收器供电的设备)的行为。

[0165] 通常,如果降低功率时间间隔太长,则该设备可能遭受减小的有效供电电压。这尤其在设备的能量存储受限时是相关的,例如对于其中设备的输入(功率接收器的输出)处的电容器小于期望的示例而言。该设备必须能够度过在此期间功率传输被中断的时间,并且这通常需要相对大的电容器(将注意的是,在许多实施例中,功率接收器本身可以包括这样的电容器以及潜在的电压调节以提供恒定的输出电压。然而,这仅意味着所描述的问题对于功率接收器(而不是外部负载设备)是相关的)。

[0166] 如果时隙太短,则功率发射器可能无法可接受地执行特定操作。例如,功率发射器可能无法以足够的准确度来执行FOD测量,例如因为在执行测量时测量信号尚未被稳定化,或者因为可能获取了数量不足的采样。作为另一示例,太短的降低功率时间间隔可能无法提供足够的通信带宽,例如,不可能传送足够的数据来支持功率控制报告和对其他测量结果的提供。

[0167] 降低功率时间间隔的最佳持续时间可以相应地取决于多个特性和属性,例如特定的操作参数和功率接收器的实现方式。在一些实施例中,功率接收器可以相应地向功率发射器发送消息,并且功率发射器可以被布置为响应于该消息来适配降低功率时间间隔的定时。

[0168] 具体地,该消息可以明确地是针对降低功率时间间隔的给定持续时间的请求。在许多实施例中,功率接收器可以评估操作条件(例如,由外部负载汲取的功率),并且可以计算储能器/电容器在此期间能够维持足够的电荷以防止针对负载的供电电压下降太多的最大时间。例如,与2A的负载相比,针对1A的负载而言,最大持续时间可以是两倍之高。因此,功率接收器可以发送与针对1A负载相比针对2A的两倍之高的持续时间的请求。

[0169] 作为另一示例,例如在制造阶段期间,用于降低功率时间间隔的持续时间的合适值可以是针对功率接收器而预定的。例如,功率接收器可以是具有最大充电电流的电池充电器。在其期间内置电容器能够保留足够的电荷以提供该最大充电电流的对应持续时间能够是在设计阶段确定的,并且在制造阶段被永久存储在功率接收器中。当利用功率发射器启动功率传输时,功率接收器能够取得该值,并且向功率发射器发送针对降低功率时间间

隔持续时间的请求。然后,功率传输阶段能够根据所存储的值,使用具有降低功率时间间隔的重复时间帧来继续进行。由于功率接收器在要求和功能上可能大幅变化,因此这可以允许功率发射器和功率传输操作适配功率接收器的个体特性。

[0170] 在一些实施例中,该系统可以被布置为基于从功率接收器发送给功率发射器的消息来设置降低功率时间间隔之间的持续时间。该系统可以具体地设置连续的重复时间帧的降低功率时间间隔之间的持续时间,并且可以响应于从功率接收器到功率发射器的消息传递来有效地适配降低功率时间间隔的持续时间。

[0171] 为了提供足够的平均功率传输,在功率传输时间间隔期间功率传输的峰值功率水平增加,则这些功率传输时间间隔的持续时间更短。在许多实施例中,功率传输水平可能受到限制(受到功率发射器或者可能受到可以仅被设计为提取给定最大功率量的功率接收器的限制)。在这样的情况下,功率接收器可以发送针对降低功率时间间隔之间的持续时间的请求,该持续时间足以确保在下一重复时间间隔开始之前电容器将被完全充电(这特别适合于其中功率发射器在降低功率时间间隔期间关闭功率传输信号的实施例)。

[0172] 在一些实施例中,可以发送与降低功率时间间隔的持续时间以及这些降低功率时间间隔之间的持续时间两者有关的单个请求。例如,在一些实施例中,重复时间帧可以具有恒定的持续时间,并且功率接收器可以请求特定占空比被应用。

[0173] 在许多实施例中,功率发射器被布置为对降低功率时间间隔的持续时间施加最小持续时间要求。该最小持续时间可以用于确保将在降低功率时间间隔中执行的操作实际上具有足够时间来实现期望结果。例如,可以确保能够以足够的可靠性(包括用于建立测量信号并且将其稳定化的足够时间)来执行异物检测。作为另一示例,功率发射器可以被布置为要求最小持续时间,以便通信具有足够的带宽。

[0174] 在许多实施例中,功率发射器被布置为对降低功率时间间隔之间的持续时间施加最大持续时间要求。该最大持续时间可以用于确保将在降低功率时间间隔中执行的操作足够频繁地执行。例如,可以确保以足够高的频率来执行异物检测,以确保在异物能够被加热到不可接受的水平之前将检测到该异物的出现。作为另一示例,可以确保通信足够频繁地被执行(例如,实现针对功率控制回路的足够的更新速率)。

[0175] 作为又一示例,在一些实施例中,用于异物检测的测量可以分布在多个降低功率时间间隔内,以改进准确度和/或增加一些冗余。这使得对于异物检测能够更加精确。如果降低功率时间的持续时间是短的,并且因此仅允许少量的样本/测量,则降低功率时间间隔之间的持续时间可以是短的,以便补偿并且使得能够在确保在异物过热之前检测到异物的给定的要求时间内获取足够数量的样本/测量。

[0176] 类似地,功率接收器可以被布置为对定时值施加限制。例如,功率接收器可以确定针对降低功率时间间隔的持续时间的期望值,该期望值服从如下的最大值:该最大值确保能够向外部负载提供足够的功率,而对储能器(通常是电容器)的放电不会导致不可接受的电压降。

[0177] 类似地,如上所提到的,功率接收器可以确定针对降低功率时间间隔之间的持续时间的期望值,该期望值服从确保功率接收器电容器能够被完全充电的最小值。

[0178] 在许多实施例中,重复时间间隔的定时属性将服从由功率接收器和功率发射器两者施加的要求。通常,功率发射器和功率接收器两者将具有必须同时满足的要求,以便使定

时值被采用。例如,重复时间间隔的持续时间和/或连续的重复时间间隔之间的持续时间的设置服从满足功率发射器和功率接收器两者的要求的值。

[0179] 此外,在许多实施例中,这通常可以是:这些设备中的一者(即,功率接收器或功率发射器)对最大值施加限制,而另一设备对定时属性的最小值施加限制。

[0180] 具体地,如先前所解释的,在许多实施例中,降低功率时间间隔的持续时间可以服从由功率发射器施加的最小持续时间和由功率接收器施加的最大持续时间。

[0181] 类似地,在许多实施例中,降低功率时间间隔之间的持续时间可以服从由功率发射器施加的最大持续时间和由功率接收器施加的最小持续时间。

[0182] 在许多实施例中,这样的实现方式可以施加针对降低功率时间间隔的合适定时的有效控制,并且可以允许降低的复杂度以及独立地与两个设备的更容易的互通,从而确保降低功率时间间隔将具有允许针对两个设备(并且因此针对整个功率传输)的可接受性能的定时属性。

[0183] 用于设置降低功率时间间隔的定时属性的确切方法和消息交换取决于各个实施例的偏好和要求,并且可以在不同的系统中使用不同的方法。

[0184] 然而,在许多系统(例如,通常用于Qi类型实现方式)中,该方法是基于功率接收器发送针对合适的定时值的请求以及功率发射器接受或拒绝被拒绝的值的。

[0185] 相应地,图3的功率接收器包括请求控制器311,该请求控制器被布置为向功率发射器发送请求消息,其中,请求消息包括针对定时属性的请求值的请求。

[0186] 例如,功率接收器可以确定针对降低功率时间间隔的持续时间的合适值。例如,其可以估计外部负载,并且据此来计算(目标负载和功率接收器本身两者的)总功耗。然后,其可以计算能量存储经历针对该总功耗的给定可接受值的电压降所花费的时间。所得到的时间对应于降低功率时间间隔的最大可能持续时间。通常,功率接收器然后可以最初请求实质上更低的持续时间,以便提供足够的裕量和较安全的操作点。例如,其可以向功率发射器发送请求降低功率时间间隔的具有所确定的最大值的一半的持续时间的消息。

[0187] 在接收到该消息时,功率发射器可以评估所请求的持续时间是否是可接受的。例如,其可以将所请求的持续时间与用于执行足够准确的异物检测所需要的预先存储的最小时间进行比较。如果所请求的持续时间超过该最小时间,则功率发射器继续接受所请求的持续时间,否则其拒绝该持续时间。

[0188] 然后,功率发射器可以将响应消息发送回到功率接收器,该响应消息包括关于所请求的值是否已经被功率发射器接受的指示。响应控制器接收该响应消息,响应控制器响应于此来继续确定用于降低功率时间间隔的定时属性。

[0189] 例如,响应消息可以包括指示所请求的持续时间是被接受还是被拒绝的单个比特。如果所请求的持续时间被接受,则两个设备随后使用降低功率时间间隔的所商定的持续时间来执行功率传输阶段(如果在开始功率传输之前存在进一步的操作或协商要执行,则在完成初始化过程之后)。如果所请求的持续时间被拒绝,则响应控制器313可以控制请求控制器311发送新的请求。例如,其可以请求具有最大可接受值的75%的持续时间。然后,该过程可以迭代,直到已经商定合适的定时属性值为止。

[0190] 如果无法商定共同接受的值,特别是如果功率发射器拒绝了针对与功率接收器所计算的最大可允许持续时间相对应的降低功率时间间隔的持续时间的请求,则功率接收器

和功率发射器可以终止功率传输过程,或者例如功率接收器可以改变其操作以允许增加降低功率时间间隔(例如,可以降低能够被提供给外部负载的最大功率)。

[0191] 将明白的是,能够使用类似的方法来设置降低功率时间间隔之间的持续时间。

[0192] 在许多实施例中,功率发射器可以向功率接收器发送指示针对定时属性的优选或可允许值的消息。例如,功率发射器可以向功率接收器发送一个或多个消息,所述一个或多个消息指示降低功率时间间隔的最小可接受持续时间和/或降低功率时间间隔之间的最大可接受持续时间(或者当然,在一些实施例中,可以发送这些定时参数中的仅仅一个)。然后,功率接收器可以在确定合适的请求值时将这些值考虑在内。在许多实施例中,这样的方法可以促进操作,并且可以常常减少功率接收器需要发送的请求的数量。具体地,不是猜测对于功率发射器可接受的值,功率接收器而是能够直接确定被指示为功率发射器可接受的请求值。通常,例如除非在功率发射器处条件已经发生了变化,否则功率发射器将然后接受第一个请求值。

[0193] 在许多这样的实施例中,功率发射器可以被布置为响应于来自功率接收器的针对这样的信息的请求,向功率接收器发送指示推荐/可允许/接受的值的消息。因此,功率接收器可以仍然作为发起者,并且保持用于消息交换和操作的主动性和控制性。

[0194] 具体地,在许多实施例中,请求控制器311可以控制第二通信器向功率发射器发送用于其提供定时属性约束的请求。该定时属性约束指示对给定定时属性的值的约束,例如降低功率时间间隔的持续时间或连续的降低功率时间间隔之间的持续时间。定时属性约束可以例如指示最大值、最小值、可允许范围、推荐和/或优选范围等。

[0195] 然后,功率接收器可以在可能的情况下继续确定针对定时属性的请求值以遵循该约束。例如,如果有必要满足所施加的约束,则其可以改变与外部负载的操作或接口。

[0196] 在许多实施例中,可以在功率传输阶段之前的初始化阶段期间执行对合适的定时属性的确定。因此,在开始新的功率传输操作之前,功率传输系统可以进入初始化阶段,在初始化阶段期间,如上所述地确定针对降低功率时间间隔的合适的定时属性。功率发射器和功率接收器然后可以在功率传输阶段期间继续应用所确定的属性。具体地,可以在新的功率传输操作的初始化期间执行的协商阶段期间确定对重复时间帧的合适的定时属性的确定。

[0197] 这可以允许在提供低复杂度和可靠操作的同时确定合适的参数。具体地,在初始化阶段确定的定时属性值可以用于整个功率传输阶段,而无需改变或修改。

[0198] 然而,在一些实施例中,定时属性(或多个定时属性)可以在整个功率传输阶段动态地变化。在一些实施例中,功率接收器可以被布置为动态地并且重复地向功率发射器发送请求给定定时属性的值(例如,降低功率时间间隔的持续时间)的消息。在这样的实施例中,适配器213可以被布置为响应于这些消息来在功率传输阶段期间动态地适配定时属性。

[0199] 例如,在功率传输阶段期间,功率接收器可以持续地测量被提供给目标负载的功率。如果这下降到低于在初始化阶段期间商定的预期负载,则功率接收器可以继续请求降低功率时间间隔的新持续时间,该新持续时间比当前值长以反映储能电容器以较慢的速率消耗。相反,如果其检测到针对目标负载的不断增加的功率供应,则功率接收器可以继续请求降低功率时间间隔的与当前持续时间相比较短的持续时间。功率接收器可以持续地测量这些值并且将请求消息持续地发送给功率发射器。

[0200] 响应于接收到这些消息,功率发射器可以接受或拒绝所请求的值。如果接受,则将确认消息发送给功率接收器,并且采用新值。如果拒绝,则将拒绝消息发送给功率接收器,并且将先前的值维持不变。

[0201] 在一些实施例中,功率接收器和功率发射器可以有效地建立适配降低功率时间间隔的定时属性的控制回路。

[0202] 将明白的是,在功率传输阶段期间定时属性的动态变化可以是对在初始化阶段期间设置初始值的补充。在其他实施例中,功率传输阶段可以替代地以相同的预定定时属性值开始,该预定定时属性值是基于最坏情况考虑并且在没有任何初始化阶段的情况下确定的。动态控制回路操作然后将将它们适配为更合适的值。

[0203] 在下文中,将描述用于Qi类型的功率传输系统的方法和考虑因素的非常具体的示例。在该系统中,降低功率时间间隔将包括与异物检测时间间隔和通信时间间隔两者相对应的降低功率时间间隔。

[0204] 在特定描述中,将应用以下首字母缩写词和缩略语:

[0205] PTx 功率发射器

[0206] PRx 功率接收器

[0207] 设备 包含PRx、(部分)可断开负载、友好金属的设备

[0208] 友好金属 设备的在被暴露于PTx的磁场时耗散功率的金属

[0209] F0 异物

[0210] FOD 异物检测

[0211] Com 通信

[0212] PTx线圈 PTx处的单个线圈或一组线圈,PTx向其提供AC电压和电流以生成用于功率接收器的磁场(功率传输信号)

[0213] TS 时隙,其对应于时间间隔

[0214] FOD TS 异物检测时隙,用于异物检测的降低功率时间间隔

[0215] Com TS 通信时隙,用于通信的降低功率时间间隔

[0216] 在特定示例中,使用了如图6所示的时分方法和重复时间帧。在该图中,NP指示对应于降低功率时间间隔的“无功率”,这通常是由于功率接收器断开目标负载而引起的。PWR指示功率传输时间间隔。

[0217] FOD时隙

[0218] PRx使其负载断开。这意味着没有(或很少)功率被递送到其负载。PTx应用例如测量信号的存储的设置,并且测量友好金属和F0的组合影响。其将这种影响与所存储的友好金属的预期影响进行比较,以确定任何F0的影响。然后,其可以使用所确定的F0的影响来确定驱动信号的关于如下频率的最大幅度:其认为在该频率处情形是安全,这意味着在该频率处其预期F0的温度上升在安全限制内(或者在一些实施例中,如果确定影响太高,则其可以简单地终止功率传输)。然后,PTx将其驱动信号限制为该最大值并且报告警报(如果PRx试图将驱动信号控制为高于该最大值)。

[0219] 如果PTx检测到友好金属和F0的组合影响的变化,则其可以返回初始化时隙以重新建立用于FOD测量的条件。为了防止用于返回到初始化时隙的早期触发,PTx能够将多个FOD时隙的结果进行组合(例如,应用平均窗口)和/或在一定裕量内调整驱动信号。

[0220] COM时隙

[0221] PRx使其负载断开。这意味着没有(或很少)功率被递送到其负载。PRx现在能够例如为了以下目的来进行通信:

[0222] • 功率控制信息

[0223] • 识别

[0224] • PRx的测量结果,例如,功率接收、电池状况、壳体温度

[0225] • PTx的测量结果,例如,线圈电流、功率递送、组件温度

[0226] 初始化时隙

[0227] 通常在功率传输阶段之前,但是可以在功率传输阶段期间(例如作为每个重复时间帧的一部分)执行。

[0228] PRx使其负载断开。这意味着没有(或很少)功率被递送到其负载。

[0229] PTx控制其对PTx线圈的驱动信号,以建立以下条件适用的情形:

[0230] • 设备的友好金属对磁场的影响是为PRx已知的,或者能够由PRx准确地确定。例如,针对磁场的给定幅度和频率,友好金属的功率耗散是为PRx已知的

[0231] • PTx能够准确地测量友好金属和F0的组合影响。例如,PTx能够准确地确定发射功率。

[0232] 结果,该系统能够准确地确定F0对磁场的影响。该影响优选地与由F0中的功率耗散所引起的温度的预期增加相关,F0中的功率耗散是由于在PTx向PRx提供功率时其暴露于PTx线圈的磁场而造成的。

[0233] 为了确立以上情形,PRx能够提供关于以下各项的信息:合适的磁场(例如,通过传送其类型)、用于PTx线圈的驱动信号的允许频率范围以及可选的所要求的幅度。后者当然取决于PTx线圈的设计。此外,PRx可以具有测量线圈,其感应电压给予对该设备的友好金属所暴露的场的良好指示。在那种情况下,PRx可以向PTx提供控制信息,以将该场控制到能够由PRx准确地确定友好金属的影响的水平。

[0234] 一旦确立了以上情形,PTx就存储驱动信号的设置以及由PRx确定的友好金属的预期影响。

[0235] 测量和通信能够被实时地分开以避免它们之间的干扰。

[0236] 在该示例中,在功率传输之前,执行协商/初始化阶段,其中PTx和PRx协商不同时间隙的时间约束。这些定时包含两个参数:每个时隙的持续时间(SLOT_duration)和不同时间隙之间的间隔时间(SLOT_interval)。

[0237] 在下文中,将提供功率接收器和功率发射器关于各个时隙的考虑因素的一些示例:

[0238] 关于FOD的PTx考虑因素:

[0239] • PTx支持其能够对其FOD功能执行至少一次FOD测量的最小FOD_duration (FOD_duration_min);其不支持任何更短的FOD_duration。

[0240] • 为了实现关于FOD的足够置信度,PTx依赖于最小FOD测量数量(FOD_count_min)。为了在F0过热之前对F0的存在作出反应,PTx应该能够在最大时间(FOD_detection_max)内以必要的FOD测量来执行。

[0241] • 一旦PTx已经协商了FOD_duration,其就能够计算其能够在FOD时隙中执行多少

FOD测量 (FOD_meas_nr), 并且能够推导最大FOD间隔时间 (FOD_interval_max)。

[0242] • $\text{FOD_interval_max} = \text{FOD_detection_max} * \text{FOD_meas_nr} / \text{FOD_count_min}$

[0243] 关于COM的PTx考虑因素:

[0244] • PTx支持其能够发送/接收至少一个消息的最小COM_duration (COM_duration_min); 其不支持任何较短的Com_duration。为了实现最小消息数量, PTx依赖于最小通信消息数量 (COM_count_min)。

[0245] • 一旦PTx已经协商了COM_duration, 其就能够计算其能够在COM时隙中处理多少通信消息 (COM_mes_nr), 反之亦然;

[0246] • 一旦PTx已经协商了通信消息数量 (COM_mes_nr), 其就能够计算通信时隙的最大持续时间 (COM_duration_max)。

[0247] PRx考虑因素

[0248] • PTx允许最大FOD时隙持续时间 (FOD_duration_max) 或者最大COM时隙持续时间 (COM_duration_max), 以防止其在这些时隙之一期间所依赖的能量存储不会放电太多。

[0249] • PRx要求时隙间隔的最小持续时间 (FOD_interval_min或COM_interval_min), 以确保能量存储在这些时隙中的任何时隙的开始被充分充电。

[0250] 在下文中, 描述了在功率接收器和功率发射器之间用于建立定时参数的消息交互的特定示例:

[0251] FOD时隙持续时间

[0252] • PTx向PRx通知FOD_duration_min (按照PRx的请求)

[0253] • PTx请求FOD_duration

[0254] (为了最佳FOD, PRx优选地请求接近FOD_duration_max的FOD_duration)

[0255] • PTx对其是否接受/拒绝所提出的FOD_duration进行响应

[0256] FOD时隙间隔

[0257] • PTx计算FOD_interval_max

[0258] • PTx向PRx通知FOD_interval_max (按照PRx的请求)

[0259] • PRx请求FOD_interval

[0260] (为了最佳FOD, PRx优选地请求接近FOD_interval_min的FOD_interval)

[0261] • PTx对其是否接受/拒绝所提出的FOD_interval进行响应

[0262] COM时隙持续时间

[0263] • PTx向PRx通知COM_duration_min (按照PRx的请求)

[0264] • PRx请求:

[0265] - 最小COM_duration

[0266] - 或者最小通信消息数量 (COM_count_min)

[0267] COM时隙间隔

[0268] • PTx计算COM_interval_max

[0269] • PTx向PRx通知COM_interval_max (按照PRx的请求)

[0270] • PRx请求COM_interval

[0271] - 为了最佳通信, PRx优选地请求接近FOD_interval_time的COM_interval时间

[0272] • PTx对其是否接受/拒绝所提出的COM_interval进行响应

[0273] 将明白的是,为了清楚起见,以上描述已经参考不同的功能电路、单元和处理器描述了本发明的实施例。然而,将显而易见的是,可以在不脱离本发明的情况下使用在不同的功能电路、单元或处理器之间的任何适当的功能分布。例如,被示为由单独的处理器或控制器执行的功能可以由相同的处理器或控制器来执行。因此,对特定功能单元或电路的引用仅被视为对用于提供所描述的功能的适当的单元的引用,而并不指示严格的逻辑或物理结构或组织。

[0274] 本发明能够以任何适当的形式来实现,包括硬件、软件、固件或者这些项的任何组合。本发明可以任选地至少部分地作为在一个或多个数据处理器和/或数字信号处理器上运行的计算机软件来实现。本发明的实施例的各元件和组件可以以任何适当的方式来物理地、功能地和逻辑地实现。实际上,功能可以在单个单元中、在多个单元中或者作为其他功能单元的一部分来实现。因此,本发明可以在单个单元中实现,或者可以物理地和功能地分布在不同的单元、电路和处理器之间。

[0275] 尽管已经结合一些实施例描述了本发明,但是并不旨在将本发明限于本文所阐述的特定形式。相反,本发明的范围仅受所附的权利要求限制。另外,尽管可能看起来结合特定实施例描述了特征,但是本领域技术人员将意识到,可以根据本发明来将所描述的实施例的各种特征进行组合。在权利要求中,术语包括不排除其他元件或步骤的存在。

[0276] 将明白的是,对优选值的引用并不暗示除了其是异物检测初始化模式中确定的值之外的任何限制,即,其借助于其在适配过程中确定而是优选的。对优选值的引用可以被对例如第一值的引用来代替。

[0277] 此外,尽管单独列出,但是多个单元、元件、电路或方法步骤可以通过例如单个电路、单元或处理器来实现。另外,尽管各个特征可能被包括在不同的权利要求中,但是这些特征可能被有利地组合,并且包括在不同的权利要求中并不暗示特征的组合是不可行和/或不利的。在一种类别的权利要求中包括特征并不暗示对该类别的限制,而是指示该特征在合适时同样适用于其他权利要求类别。此外,权利要求中的特征的顺序并不暗示特征必须工作的任何特定顺序,并且具体地,方法权利要求中的各个步骤的顺序并不暗示必须以该顺序执行这些步骤。相反,可以以任何适当的顺序来执行这些步骤。另外,单数引用并不排除多个。因此,对“一”、“一个”、“第一”、“第二”等的引用并不排除多个。权利要求中的附图标记仅是作为澄清的示例来提供的,而不应被解释为以任何方式限制权利要求的范围。

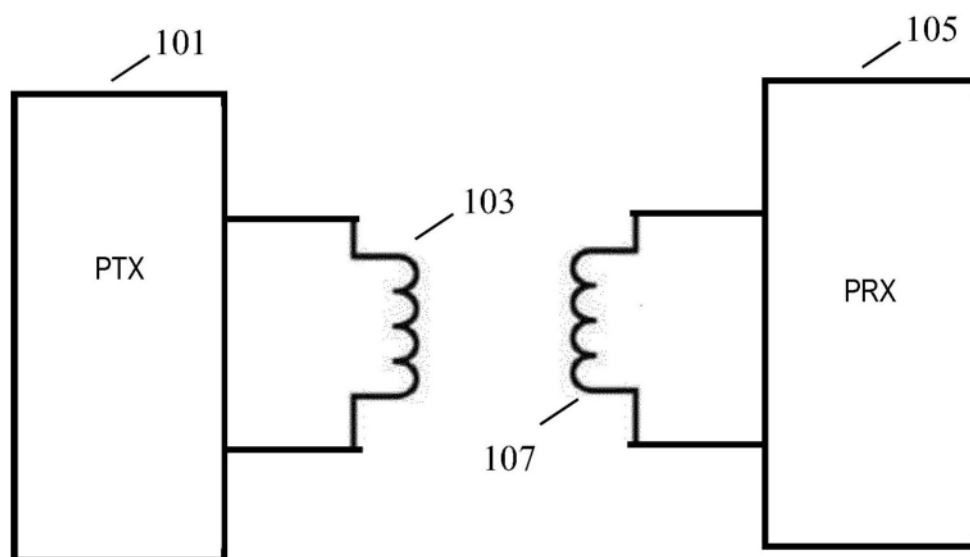


图1

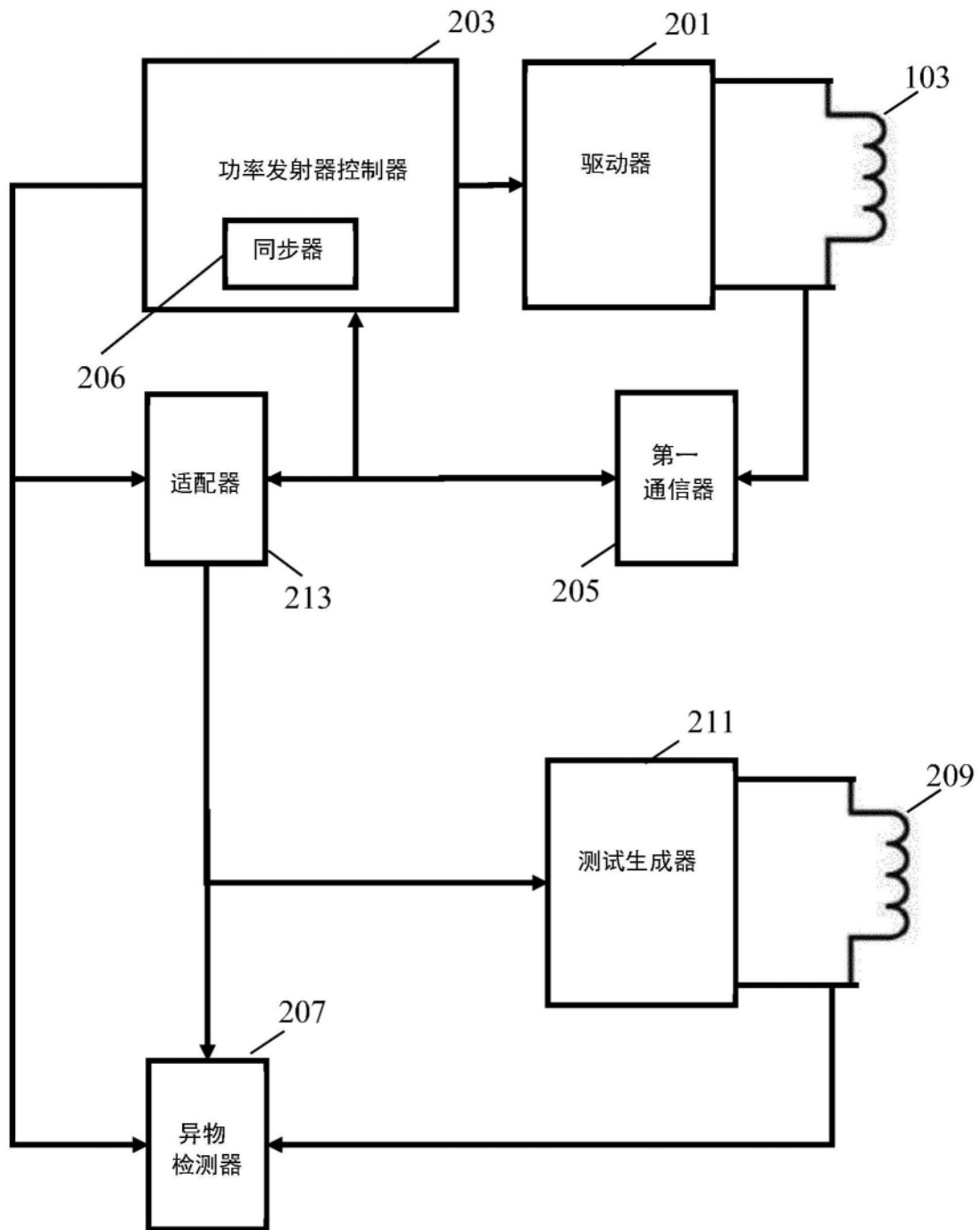


图2

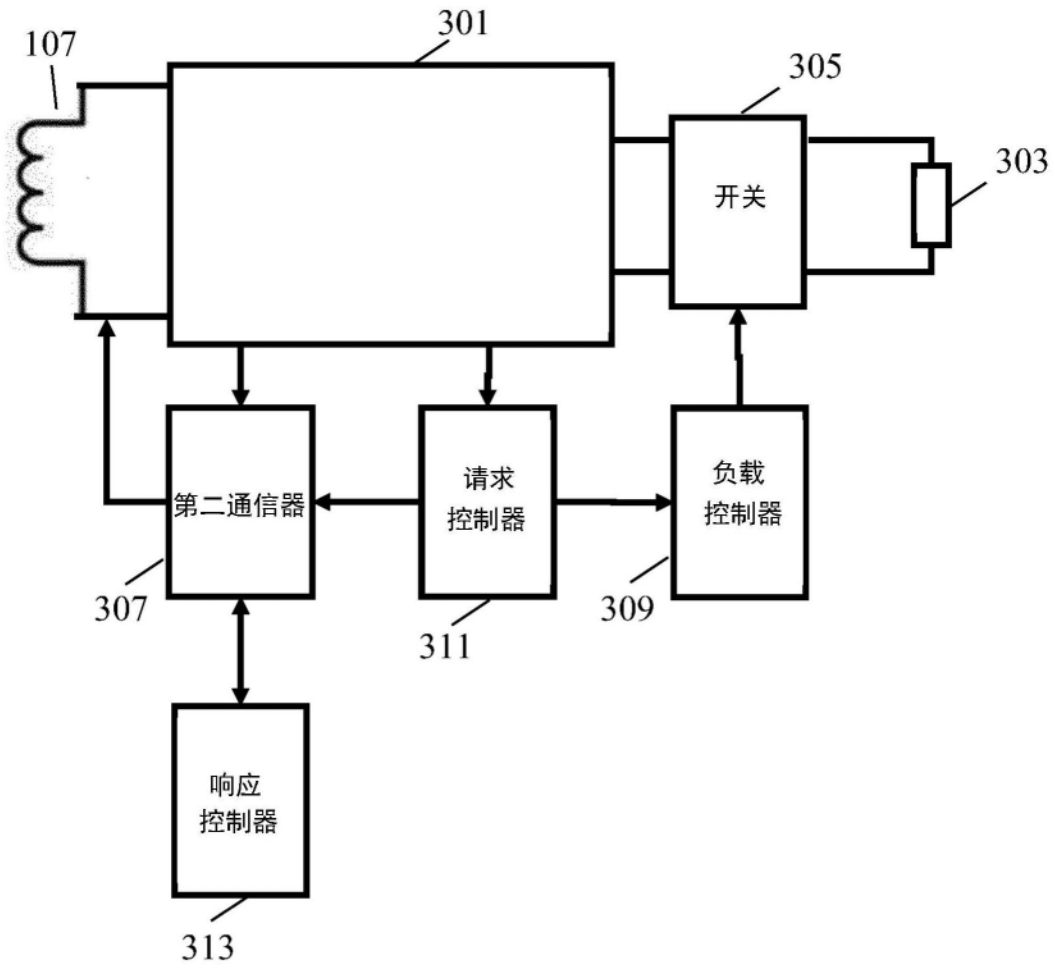


图3

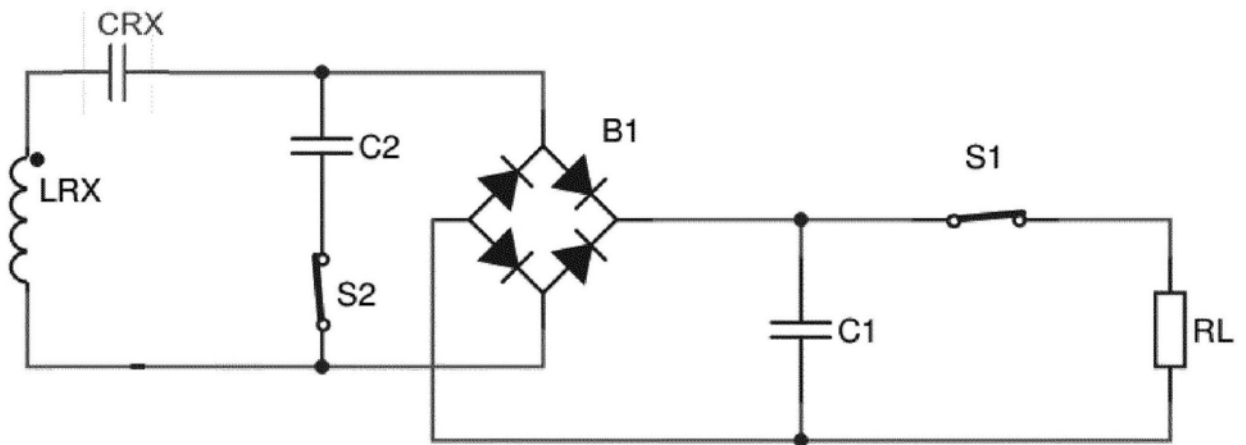


图4



图5



图6