(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 117529869 A
(43)申请公布日 2024.02.06

(21)申请号 202280041476.2
(22)申请日 2022.05.30
(30)优先权数据
21178185.1 2021.06.08 EP
(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2023.12.08
(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2022/064509 2022.05.30
(87)PCT国际申请的公布数据
WO2022/258403 EN 2022.12.15
(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 J·W·德拉克 W·G·M·艾特斯
P·L·M·T·莱本斯
K·J·卢洛福斯
(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 孟杰雄
(51)Int.Cl.
H02J 50/80(2006.01)

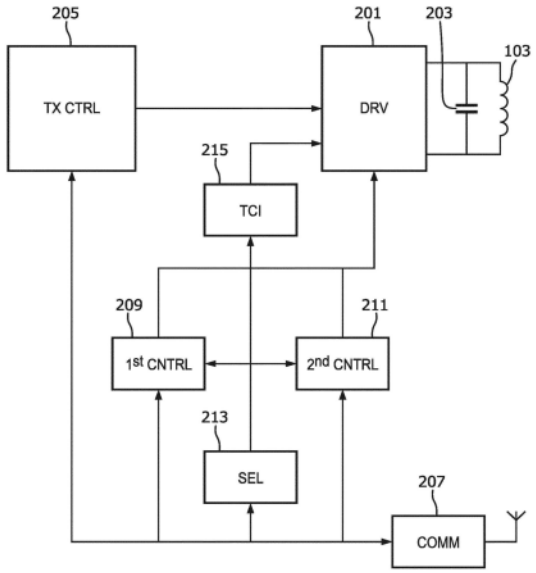
权利要求书3页 说明书31页 附图15页

(54)发明名称

无线功率传输

(57)摘要

一种功率发射器(101)经由由馈送到发射器线圈(103)的驱动信号生成的功率传输信号向功率接收器(105)提供功率。所述功率发射器(101)的第一控制器(209)根据第一模式来控制所述驱动信号的参数,所述第一模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号。第二控制器(211)根据第二模式来控制所述驱动信号的所述参数,所述第二模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数。电路(213)响应于从所述功率接收器(105)接收的功率传输控制模式请求而在第一操作模式与第二操作模式之间进行选择,并且定时电路(215)改变针对两种操作模式之间的通信时间间隔的定时参数。



CN 117529869 A

1.一种用于经由感应功率传输信号向功率接收器(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:

发射器线圈(103),其被布置为生成所述功率传输信号;

驱动器(201),其被布置为生成用于所述发射器线圈(103)的驱动信号,以生成所述功率传输信号,所述驱动器(201)被布置为将所述驱动信号生成为采用功率传输时间间隔和通信时间间隔,在所述功率传输时间间隔期间,所述功率传输信号被布置为将功率传输到所述功率接收器(105),在所述通信时间间隔期间,所述功率传输信号的功率相对于所述功率传输时间间隔被降低;

接收器(207),其用于在通信时间间隔期间从所述功率接收器(105)接收消息;

第一控制器(209),其被布置为根据第一操作模式来控制所述驱动信号的参数,所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质,功率控制误差消息之间的最大持续时间不大于300毫秒;

第二控制器(211),其被布置为根据第二操作模式来控制所述驱动信号的所述参数,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质,功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于一秒,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而不操作任何功率控制回路控制所述驱动信号;以及

电路(213),其被布置为响应于从所述功率接收器(105)接收的功率传输控制模式请求而在所述第一操作模式与所述第二操作模式之间进行选择;以及

定时电路(215),其被布置为根据所述功率发射器是在所述第一操作模式下操作还是在所述第二操作模式下操作来改变针对所述通信时间间隔的定时参数,所述定时参数是从包括以下项的组中选择的参数:

所述通信时间间隔的持续时间,以及

所述通信时间间隔的频率。

2.根据权利要求1所述的功率发射器,其中,所述驱动器(201)被布置为将重复时间帧用于所述功率传输信号,每个重复时间帧包括至少一个功率传输时间间隔,并且至少一些重复时间帧包括至少一个通信时间间隔。

3.根据权利要求2所述的功率发射器,其中,所述定时电路(215)被布置为,与当处于所述第二操作模式时相比,当处于所述第一操作模式时将重复时间帧的更大比例分配给所述至少一个通信时间间隔。

4.根据权利要求2或3所述的功率发射器,其中,所述定时电路(215)被布置为:当处于所述第一操作模式时在所有重复时间帧中包括通信时间间隔,并且当处于所述第二操作模式时在重复时间帧的仅子集中包括通信时间间隔。

5.根据任一前述权利要求所述的功率发射器,其中,所述定时电路(215)被布置为将所述通信时间间隔的所述持续时间设置为当处于所述第一操作模式时比当处于所述第二操作模式时更高。

6.根据任一前述权利要求所述的功率发射器,其中,所述定时电路(215)被布置为将所

述通信时间间隔的占空比设置为当处于所述第一操作模式时比当处于所述第二操作模式时更高。

7.根据任一前述权利要求所述的功率发射器,其中,所述定时电路(215)被布置为将所述通信时间间隔的所述频率设置为当处于所述第一操作模式时比当处于所述第二操作模式时更高。

8.根据前述权利要求中的任一项所述的功率发射器,其中,所述驱动器(201)被布置为由变化的电源信号供电,并且所述功率发射器被布置为将所述通信时间间隔的中心时间与针对所述变化的电源信号的信号最小值对准。

9.根据任一前述权利要求所述的功率发射器,其中,所述功率发射器被布置为:当处于所述第一操作模式时,响应于检测到在超过第一阈值的持续时间内没有接收到功率控制误差消息而终止功率传输;并且当处于所述第二操作模式时,如果在超过第二阈值的持续时间内没有接收到功率传输信号设定点,则不终止功率传输,所述第二阈值是所述第一阈值的至少两倍。

10.根据任一前述权利要求所述的功率发射器,其中,所述功率控制误差消息指示所述功率传输信号的所述功率性质的所请求的相对变化,并且设定点消息指示所述目标功率性质的所请求的绝对值。

11.根据任一前述权利要求所述的功率发射器,其中,所述至少一个功率传输信号设定点被链接到有效时间间隔,并且所述第二控制器(211)被布置为在所述有效时间间隔结束时将所述驱动信号的所述参数设置为标称值。

12.一种无线功率传输系统,包括功率接收器(105)和根据任一前述权利要求所述的功率发射器(101),所述功率接收器(105)包括:

线圈(107),其用于从所述功率传输信号提取功率;

功率电路(301、305),其用于向负载(303)提供从所述功率传输信号提取的功率;

发射器(307),其用于在通信时间间隔期间将所述至少一个功率传输信号设定点发送到所述功率发射器。

13.根据权利要求12所述的无线功率传输系统,其中,所述功率接收器(105)被布置为发送指示针对所述功率传输信号的目标功率性质的所述至少一个功率传输信号设定点,所述目标功率性质独立于针对被提供给所述负载(303)的电信号的任何测量值。

14.根据权利要求12或13所述的无线功率传输系统,其中,所述功率接收器(105)被布置为在多个负载模式下操作,并且所述功率接收器(105)被布置为不向所述功率发射器(101)发送新的功率传输信号设定点,除非切换负载模式。

15.一种经由感应功率传输信号向功率接收器(105)无线地提供功率的功率发射器(101)的操作方法;所述功率发射器(101)包括:

发射器线圈(103),其被布置为生成所述功率传输信号;

并且所述方法包括:

生成用于所述发射器线圈(103)的驱动信号,以生成所述功率传输信号,所述驱动信号被生成为采用功率传输时间间隔和通信时间间隔,在所述功率传输时间间隔期间,所述功率传输信号被布置为将功率传输到所述功率接收器(105),在所述通信时间间隔期间,所述功率传输信号的功率相对于所述功率传输时间间隔被降低;

在通信时间间隔期间从所述功率接收器(105)接收消息;

根据第一操作模式来控制所述驱动信号的参数,所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质,功率控制误差消息之间的最大持续时间不大于300毫秒;

根据第二操作模式来控制所述驱动信号的所述参数,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质,功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于一秒,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而不操作任何功率控制回路控制所述驱动信号;

响应于从所述功率接收器(105)接收的功率传输控制模式请求而在所述第一操作模式与所述第二操作模式之间进行选择;以及

根据所述功率发射器是在所述第一操作模式下操作还是在所述第二操作模式下操作来改变针对所述通信时间间隔的定时参数,所述定时参数是从包括以下项的组中选择的参数:

所述通信时间间隔的持续时间,以及

所述通信时间间隔的频率。

无线功率传输

技术领域

[0001] 本发明涉及无线功率传输,并且特别地但非排他地涉及用于高功率厨房器具的无线功率传输。

背景技术

[0002] 当今大多数电气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,功率要求也显著不同,并且当前大多数设备被提供有其自身的专用电源,导致典型的用户具有大量不同的电源,而每个电源专用于特定设备。尽管内部电池的使用可以避免在使用期间对有线连接到电源的需要,但是这仅仅提供了部分解决方法,因为电池将需要再充电(或更换)。电池的使用也可能实质上增加设备的重量以及潜在的成本和尺寸。

[0003] 为了提供显著改进的用户体验,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感应地传输到个体设备中的接收器线圈。

[0004] 经由磁感应进行的功率传输是公知概念,主要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分离初级发射器线圈和次级接收器线圈,基于松散耦合变压器的原理,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有线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)的某项功能。

[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] 无线功率联盟还处于开发Ki无绳厨房标准的过程中,该Ki无绳厨房标准建立在Qi标准的成功之上以实现更高功率应用,尤其是用于厨房器具的。该标准扩展了Qi以允许超过2kW的功率传输,同时允许节省和灵活的操作。

[0009] 通过从功率发射器线圈向功率接收器线圈无线地传输功率来为无绳厨房器具供电。功率发射器线圈由可以向包括发射器线圈的谐振电路递送0-2500W的功率的逆变器驱动。在打开逆变器之前,建立功率发射器与功率接收器之间的通信信道。当已经建立了通信

并且已经执行了对两个设备的识别时,功率发射器可以开始对功率接收器的功率传输。

[0010] 设想存在宽范围的功率发射器和功率接收器。例如,线圈尺寸、感应值和负载可以实质上变化。另外,功率接收器相对于功率发射器的放置可以变化,从而导致功率传输线圈之间的耦合的实质变化。因此,用于功率传输的系统参数和条件可以实质上变化。

[0011] 此外,操作条件并且尤其是功率传输水平可以实质上变化。例如功率接收设备可以具有若干模式,它们在该若干模式下操作。例如,对于空气炸锅器具,可以打开和关闭加热元件,从而导致50至1200W之间的负载阶跃,其中,在操作期间重复发生这种情况,以便维持恒定的温度。

[0012] 设备还可以提供非线性负载,例如,代替于电阻部件,功率接收设备可以包括电机(例如,食物处理器)。这导致系统的完全不同的响应,并且对控制系统设计具有很大的影响。

[0013] 为了使操作适应变化的特性和参数,这样的无线功率传输系统通常实施功率控制回路以将系统引导到适当的操作点。在这样的功率控制回路中,功率接收器定期且频繁地(在Qi中,最大间隔是250毫秒)传送功率误差消息,其指示功率发射器增加或降低所生成的功率传输信号的功率水平。功率误差消息可以由功率接收器基于接收到的功率与期望的接收到的功率的比较来生成。功率发射器然后可以响应于请求而动态地增加和降低功率,从而允许功率接收器将操作控制到期望的操作点。

[0014] 然而,尽管这种功率控制方法往往在许多场景中提供有利的性能,但是其往往在所有环境中都不是最佳的。其往往是需要高信令速率的复杂操作。此外,其往往在一些场景中提供次优的动态性能,并且动态设计常常是噪声性能与瞬态响应之间的权衡。

[0015] 特别地,许多设想的Ki器具(诸如加热器具(例如水壶))被设想为非常低成本的设备,并且为了实现这种低成本,期望尽可能地最小化所需的功能。然而,常规功率控制回路方法往往相对复杂,并且不仅需要支持相对高的数据速率的通信功能,而且需要合适的测量功能和处理能力,以便测量操作条件并生成合适的功率误差消息。这增加了设备的成本,并且可能阻碍非常低成本的设备的开发。

[0016] 无线功率传输系统中的功率发射器与功率接收器之间的通信对于系统的有效操作是至关重要的。为了支持高效的无线功率传输,诸如基于Qi和Ki的系统的无线功率传输系统利用功率发射器与功率接收器之间的实质性通信。初始地,Qi仅使用功率传输信号的负载调制支持从功率接收器到功率发射器的通信。然而,标准的开发已经引入了双向通信并且许多功能由功率接收器与功率发射器之间的通信交换支持。在许多系统中,通过调制功率传输信号来实现从功率发射器到功率接收器的通信。在US2018/323647A1、WO2021/048019A1和US2018/323648A1中公开了采用功率接收器与功率发射器之间的通信的无线功率传输系统的示例。

[0017] 然而,由于这往往不太适合于更高的功率水平,因此诸如Ki的系统使用独立于功率传输信号并且不使用功率传输信号作为由数据调制的载波的通信功能。特别地,功率发射器与功率接收器之间的通信可以通过诸如特别地使用基于NFC(近场通信)的通信技术的短程通信系统来实现。

[0018] 在许多情况下,使用专用通信功能可以提供改进的性能,并且可以例如提供具有更高通信可靠性的更快通信以及对正在进行的功率传输的降低的影响。

[0019] 在许多实施例中,功率接收器可以包括提供与NFC非接触式智能卡类似的通信功能的NFC通信功能,该NFC非接触式智能卡通常是用于使用读取器的调谐天线与接收器的谐振电路之间的电磁耦合进行非接触式通信的小型设备。在许多情况下,智能卡是由在谐振电路中感应的信号供电的无源设备。类似地,在一些情况下,诸如在启动期间,功率接收器的NFC通信功能可以由NFC载波供电。

[0020] 然而,尽管使用诸如NFC的专用通信功能可以在许多情况下提供有利的性能和操作,但是其可能不是在所有情况下都是最佳的。

[0021] 无线功率传输系统可能生成电磁干扰,并且为了实现与其他设备的电磁兼容性,需要这种电磁干扰不要太过。由功率传输信号生成的电磁干扰不仅可以干扰其他电气设备,而且可以干扰功率传输设备本身。特别地,由功率传输信号引起的电磁干扰可能干扰例如如由NFC通信功能提供的通信功能。

[0022] 通常,功率发射器受严格的电磁干扰限制制约,且其常常受指示作为频率的函数的可允许电磁干扰水平的频率掩模限制。然而,这样的电磁干扰要求可能非常难以实现,并且特别是当功率传输信号不连续地处于相同水平时,可能生成电磁干扰。例如,重复地关断功率传输信号往往增加常常可能不满足电磁兼容性要求的实质性谐波分量。

[0023] 因此,用于功率传输系统的改进的操作将是有利的,特别地,允许增加的灵活性、降低的成本、降低的复杂度、用于功率传输系统的操作的改进的操作、改进的适配、改进的动态性能、改进的适应性、向后兼容性、降低的信令要求、降低的对功率接收器测量结果的要求、改进的通信性能、减少的电磁干扰、改进的电磁兼容性、对降低成本的设备的支持和/或改进的性能的方法将是有利的。

发明内容

[0024] 因此,本发明寻求单独地或以任何组合来优选地减弱、减轻或消除上述缺点中的一个或多个。

[0025] 根据本发明的一个方面,提供了一种用于经由感应功率传输信号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:发射器线圈,其被布置为生成所述功率传输信号;驱动器,其被布置为生成用于所述发射器线圈的驱动信号,以生成所述功率传输信号,所述驱动器被布置为将所述驱动信号生成为采用功率传输时间间隔和通信时间间隔,在所述功率传输时间间隔期间,所述功率传输信号被布置为将功率传输到所述功率接收器,在所述通信时间间隔期间,所述功率传输信号的功率相对于所述功率传输时间间隔被降低;接收器,其用于在通信时间间隔期间从所述功率接收器接收消息;第一控制器,其被布置为根据第一操作模式来控制所述驱动信号的参数,所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质,功率控制误差消息之间的最大持续时间不大于300毫秒;第二控制器,其被布置为根据第二操作模式来控制所述驱动信号的所述参数,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质,功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于一秒,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器接收的功率控制误差消息而不操作任何功率控制回路控制所述驱动信号;以及电路,其被布置为

响应于从所述功率接收器接收的功率传输控制模式请求而在所述第一操作模式与所述第二操作模式之间进行选择;以及定时电路,其被布置为根据所述功率发射器是在所述第一操作模式下操作还是在所述第二操作模式下操作来改变针对所述通信时间间隔的定时参数,所述定时参数是从包括以下项的组中选择的参数:所述通信时间间隔的持续时间,以及所述通信时间间隔的频率。

[0026] 本发明可以在许多实施例中提供改进的性能,并且可以在许多系统和实施例中提供整体改进的功率传输操作。特别地,其可以允许功率发射器动态地支持需要准确的功率提供的相对高复杂度的功率接收器设备以及支持可能不需要严格控制或高度准确的功率提供的低复杂度的功率接收器设备。该方法可以使得能够支持非常低复杂度的功率接收器设备,从而使得能够开发和生产更低成本的设备。该方法可以特别地允许支持非常低成本的加热设备,诸如水壶、平底锅或类似的厨房器具。例如,可以有效地支持低成本加热设备,而不需要这样的设备包括专用的电负载信号测量或复杂的报告机制。例如,可以在根本没有测量的情况下支持加热设备,或例如仅使用简单的温度测量来根据当前加热温度打开或关闭加热。

[0027] 在许多实施例中,该方法可以为不同类型的功率接收器和负载提供改进的支持。特别地,在许多实施例中,第一操作模式可以非常适合于向非线性负载(诸如一些电机)提供功率,并且第二操作模式可以为线性负载提供高度有利的性能,同时实现低复杂度和/或成本。

[0028] 本发明可以在许多实施例中提供改进的通信,并且特别地可以在许多实施例中使用功率传输信号不支持的通信信道作为载波来提供功率发射器和功率发射器之间的改进的通信。在许多实施例中,本发明可以提供改进的功率传输。

[0029] 在许多实施例中,本发明可以提供对不同模式下的不同通信要求/偏好的改进的调整。在许多实施例中,它可以实现减少的电磁干扰。例如,对于更高的功率水平,功率发射器可以在第二操作模式下操作,其中,定时电路调整定时参数以实现更低的电磁干扰。在许多实施例中,定时电路可以控制定时参数,使得可以实现重复的通信时间间隔的降低的谐波。

[0030] 该方法常常可以通过在干扰减轻/防止和其他不利影响之间提供改进的权衡来提供改进的性能。

[0031] 在一些实施例中,功率发射器(例如,具体地,驱动器)可以被布置为在通信时间间隔期间不生成驱动信号和/或功率传输信号。

[0032] 不小于一秒的功率传输信号设定点之间的最大持续时间可以是从功率接收器接收的功率传输信号设定点之间的最大可能持续时间。从功率接收器接收的功率传输信号设定点之间的持续时间可以超过一秒,并且因此功率接收器可以被布置为发送功率传输信号设定点,其中,功率传输信号设定点之间的持续时间可以超过一秒并且通常2秒、5秒、10秒或1分钟。

[0033] 不超过300毫秒的功率控制误差消息之间的最大持续时间可以是从功率接收器接收到的功率控制误差消息之间的最大可能持续时间。从功率接收器接收到的功率控制误差消息之间的持续时间可以不超过300毫秒,并且因此功率接收器可以被布置为发送功率控制误差消息,其中,功率控制误差消息之间的持续时间可以不超过一个300毫秒。

[0034] 在许多实施例中,功率发射器被布置为当处于第二操作模式时不接收任何功率控制误差消息和/或忽略接收到的功率控制误差消息。在许多实施例中,功率发射器被布置为当处于第二操作模式时在不需要功率控制误差消息的情况下执行功率传输。

[0035] 当处于第一操作模式时和当处于第二操作模式时,驱动信号可以采用功率传输时间间隔和通信时间间隔。

[0036] 根据本发明的任选特征,所述驱动器被布置为将重复时间帧采用于所述功率传输信号,每个重复时间帧包括至少一个功率传输时间间隔,并且至少一些重复时间帧包括至少一个通信时间间隔。

[0037] 在许多实施例中,这可以改进和/或促进操作。在许多实施例中,其可以促进功率发射器与功率接收器通信功能之间的协调。

[0038] 根据本发明的任选的特征,所述定时电路被布置为,与当处于所述第二操作模式时相比,当处于所述第一操作模式时将重复时间帧的更大比例分配给所述至少一个通信时间间隔。

[0039] 在许多实施例中,这可以改进和/或促进操作。在许多实施例中,其可以提供对第一操作模式和第二操作模式下的通信要求和特性的改进的调整,同时允许针对第二操作模式减少电磁干扰。

[0040] 根据本发明的任选的特征,所述定时电路被布置为被布置为:当处于所述第一操作模式时在所有重复时间帧中包括通信时间间隔,并且当处于所述第二操作模式时在重复时间帧的仅子集中包括通信时间间隔。

[0041] 在许多实施例中,这可以改进和/或促进操作。特别地,其可以允许在不同操作模式下对功率发射器和功率接收器可用的通信资源的低复杂度、实用和/或鲁棒的控制和调整。

[0042] 根据本发明的任选的特征,所述定时电路被布置为将所述通信时间间隔的持续时间设置为当处于所述第一操作模式时比当处于所述第二操作模式时更高。

[0043] 在许多实施例中,这可以改进和/或促进操作。特别地,其可以允许在不同操作模式下对功率发射器和功率接收器可用的通信资源的低复杂度、实用和/或鲁棒的控制和调整。

[0044] 根据本发明的任选的特征,所述定时电路被布置为将所述通信时间间隔的占空比设置为当处于所述第一操作模式时比当处于所述第二操作模式时更高。

[0045] 在许多实施例中,这可以改进和/或促进操作。特别地,其可以允许在不同操作模式下对功率发射器和功率接收器可用的通信资源的低复杂度、实用和/或鲁棒的控制和调整。

[0046] 根据本发明的任选的特征,所述定时电路被布置为将所述通信时间间隔的频率设置为当处于所述第一操作模式时比当处于所述第二操作模式时更高。

[0047] 在许多实施例中,这可以改进和/或促进操作。特别地,其可以允许在不同操作模式下对功率发射器和功率接收器可用的通信资源的低复杂度、实用和/或鲁棒的控制和调整。

[0048] 根据本发明的任选的特征,所述驱动器被布置为由变化的电源信号供电,并且所述功率发射器被布置为将所述通信时间间隔的中心时间与针对所述变化的电源信号的功

率最小值对准。

[0049] 在许多实施例中,这可以提供改进的性能和/或操作,并且可以具体地减少中断对功率传输信号的影响,和/或可以减少电磁干扰,特别地包括由通信时间间隔的存在而产生或受到通信时间间隔的存在不利影响的电磁干扰。

[0050] 根据本发明的任选的特征,所述功率发射器被布置为:当处于所述第一操作模式时,响应于检测到在超过第一阈值的持续时间内没有接收到功率控制误差消息而终止功率传输;并且当处于所述第二操作模式时,如果在超过第二阈值的持续时间内没有接收到功率传输信号设定点,则不终止功率传输,所述第二阈值是所述第一阈值的至少两倍。

[0051] 在许多实施例中,第一阈值可以不大于300毫秒、500毫秒、1秒、5秒。在许多实施例中,第二阈值可以不小于1秒、5秒、30秒、1分钟、10分钟。

[0052] 根据本发明的任选的特征,所述功率控制误差消息指示所述功率传输信号的所述功率性质的所请求的相对变化,并且设定点消息指示所述目标功率性质的所请求的绝对值。

[0053] 这可以在许多实施例中提供有利的操作,并且特别地可以在许多实施例中允许在两种操作模式下的有效且低复杂度操作。

[0054] 在一些实施例中,功率控制误差消息之间的持续时间不大于300毫秒,并且功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于10秒。

[0055] 操作模式可以具有实质上不同的时间特性。功率传输信号设定点之间的最大持续时间可以是保证在不接收新的功率传输信号设定点的情况下维持功率传输的持续时间。所述功率发射器可以被布置为在不接收新的功率传输信号设定点的情况下在所述第二操作模式下操作不小于10秒的持续时间。

[0056] 在许多实施例中,所述功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于30秒、1分钟或甚至5分钟。

[0057] 在一些实施例中,针对所述功率控制回路的时间常数和用于响应于所述至少一个功率传输信号设定点而改变所述驱动信号的所述参数的时间常数相差至少两倍、五倍或甚至十倍。

[0058] 操作模式可以具有实质上不同的时间特性。在许多实施例中,这可以提供改进的性能。

[0059] 在一些实施例中,所述第二控制器实施驱动信号控制回路,所述驱动信号控制回路包括:估计器,其用于生成针对所述功率传输信号的功率水平指示;比较器,其用于响应于所述功率水平指示与从所述至少一个功率传输信号设定点确定的参考功率之间的比较而生成误差信号;以及适配器,其用于响应于所述误差信号而调整所述驱动信号的所述参数。

[0060] 在许多实施例中,这可以提供有利的操作和/或性能和/或实施方式。

[0061] 在许多实施例中,驱动信号控制回路的时间常数不大于针对至少一个功率传输信号设定点的更新速率的一半。

[0062] 在许多实施例中,接收至少一个功率传输信号设定点中的功率传输信号设定点之间的持续时间不小于5秒。

[0063] 在一些实施例中,当处于所述第二操作模式时,仅响应于接收到所述至少一个功

率传输信号设定点中的功率传输信号设定点而改变所述驱动信号的所述参数。

[0064] 在许多实施例中,这可以提供改进的性能。

[0065] 在许多实施例中,驱动信号的参数是以下中的至少一个:电流:电压;相位;占空比;以及频率。

[0066] 在一些实施例中,所述至少一个功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率水平。

[0067] 这可以在许多实施例和场景中提供特别有利的性能。其通常可以允许低复杂度但可靠的操作。

[0068] 在许多实施例中,所述至少一个功率传输信号设定点指示以下各项中的至少一项:针对所述功率传输信号的目标功率水平;针对所述驱动信号的目标电流水平;针对所述驱动信号的目标电压水平;针对所述驱动信号的目标相位;针对所述功率传输信号的目标占空比;以及针对所述功率传输信号的目标频率。

[0069] 根据本发明的任选的特征,所述至少一个功率传输信号设定点被链接到有效时间间隔,并且所述第二控制器被布置为在所述有效时间间隔结束时将所述驱动信号的所述参数设置为标称值。

[0070] 根据本发明的任选的特征,提供了一种无线功率传输系统,包括功率接收器和如上所述的功率发射器,所述功率接收器包括:线圈,其用于从所述功率传输信号提取功率;功率电路,其用于向负载提供从所述功率传输信号提取的功率;发射器,其用于在通信时间间隔期间将所述至少一个功率传输信号设定点发送到所述功率发射器。

[0071] 在一些实施例中,所述功率接收器被布置为发送指示针对所述功率传输信号的预定目标功率性质的所述至少一个功率传输信号设定点。

[0072] 根据本发明的任选的特征,所述功率接收器被布置为发送指示针对所述功率传输信号的目标功率性质的所述至少一个功率传输信号设定点,所述目标功率性质独立于针对被提供给所述负载的电信号的任何测量值。

[0073] 在一些实施例中,所述功率接收器被布置为响应于针对被提供给所述负载的电信号的测量值而发送所述功率传输信号设定点。

[0074] 在许多实施例中,所述功率接收器被布置为在多个负载模式下操作,并且所述功率接收器被布置为当切换负载模式时向所述功率发射器发送新的功率传输信号设定点。

[0075] 根据本发明的任选的特征,所述功率接收器被布置为在多个负载模式下操作,并且所述功率接收器被布置为不向所述功率发射器发送新的功率传输信号设定点,除非切换负载模式。

[0076] 可以提供一种用于经由感应功率传输信号从功率接收器无线地接收功率的功率接收器;所述功率接收器包括:接收器线圈,其被布置为从所述功率传输信号提取功率;功率电路,其被耦合到所述接收器线圈,并且被布置为从所述接收器线圈向负载提供功率;发射器,其用于向所述功率发射器发送消息,所述发射器被布置为向所述功率发射器发送功率传输控制模式请求,所述功率传输控制模式请求指示对于所述功率发射器根据第一操作模式或根据第二操作模式来控制所述驱动信号的参数的请求,其中,所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质;并且所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器接收的至少

一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质。

[0077] 在许多实施例中,所述发射器还被布置为将所述功率传输信号设定点发送到所述功率发射器。

[0078] 根据本发明的一个方面,提供了一种经由感应功率传输信号向功率接收器无线地提供功率的功率发射器的操作方法;所述功率发射器包括:发射器线圈,其被布置为生成所述功率传输信号;并且所述方法包括:生成用于所述发射器线圈的驱动信号,以生成所述功率传输信号,所述驱动信号被生成为采用功率传输时间间隔和通信时间间隔,在所述功率传输时间间隔期间,所述功率传输信号被布置为将功率传输到所述功率接收器,在所述通信时间间隔期间,所述功率传输信号的功率相对于所述功率传输时间间隔被降低;在通信时间间隔期间从所述功率接收器接收消息;根据第一操作模式来控制所述驱动信号的参数,所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质,功率控制误差消息之间的最大持续时间不大于300毫秒;根据第二操作模式来控制所述驱动信号的所述参数,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质,功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于一秒,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器接收的功率控制误差消息而不操作任何功率控制回路控制所述驱动信号;响应于从所述功率接收器接收的功率传输控制模式请求而在所述第一操作模式与所述第二操作模式之间进行选择;以及根据所述功率发射器是在所述第一操作模式下操作还是在所述第二操作模式下操作来改变针对所述通信时间间隔的定时参数,所述定时参数是从包括以下项的组中选择的参数:所述通信时间间隔的持续时间,以及所述通信时间间隔的频率。

[0079] 可以提供一种经由感应功率传输信号从功率接收器无线地接收功率的功率接收器的操作方法;所述功率接收器包括:接收器线圈,其被布置为从所述功率传输信号提取功率;以及功率电路,其被耦合到所述接收器线圈,并且被布置为从所述接收器线圈向负载提供功率;发射器,其用于向所述功率发射器发送消息,并且所述方法包括:所述发射器向所述功率发射器发送功率传输控制模式请求,所述功率传输控制模式请求指示对于所述功率发射器根据第一操作模式或根据第二操作模式来控制所述驱动信号的参数的请求,其中,所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质;并且所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质。

[0080] 参考下文描述的(一个或多个)实施例,本发明的这些和其他方面、特征和优势将变得显而易见并将得到阐述。

附图说明

[0081] 将仅通过示例参考附图描述本发明的实施例,其中,

[0082] 图1图示了根据本发明一些实施例的功率传输系统的元件的示例;

[0083] 图2图示了根据本发明一些实施例的功率发射器的元件的示例;

[0084] 图3图示了根据本发明的一些实施例的功率接收器的元件的示例;

[0085] 图4图示了根据本发明的一些实施例的功率传输路径的元件的示例;

[0086] 图5图示了根据本发明的一些实施例的功率传输路径的元件的示例;

[0087] 图6图示了根据本发明的一些实施例的功率传输路径的元件的示例;并且

[0088] 图7图示了根据本发明的一些实施例的功率传输路径的元件的示例;

[0089] 图8图示了针对功率传输信号的重复时间帧的示例;

[0090] 图9图示了用于功率发射器的半桥逆变器的示例;

[0091] 图10图示了用于功率发射器的全桥逆变器的示例;

[0092] 图11图示了根据本发明的一些实施例的功率传输信号的示例;

[0093] 图12图示了根据本发明的一些实施例的针对功率发射器的通信时间间隔、异物检测时间间隔和驱动信号的示例;

[0094] 图13图示了根据本发明的一些实施例的针对功率发射器的电磁干扰和干扰要求的示例;

[0095] 图14图示了根据本发明的一些实施例的针对功率发射器的电磁干扰和干扰要求的示例;

[0096] 图15图示了根据本发明的一些实施例的针对功率发射器的通信时间间隔、异物检测时间间隔和驱动信号的示例;

[0097] 图16图示了根据本发明的一些实施例的针对功率发射器的电磁干扰和干扰要求的示例;

[0098] 图17图示了根据本发明的一些实施例的针对功率发射器的通信时间间隔、异物检测时间间隔和驱动信号的示例;并且

[0099] 图18图示了根据本发明的一些实施例的针对功率发射器的电磁干扰和干扰要求的示例。

具体实施方式

[0100] 以下描述集中于适用于利用诸如从Qi规范中已知的功率传输方法的无线功率传输系统的本发明的实施例。然而,将意识到,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。

[0101] 图1图示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,功率发射器101包括(或者被耦合到)发射器线圈/感应器103。该系统还包括功率接收器105,功率接收器105包括(或者被耦合到)接收器线圈/感应器107。

[0102] 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,该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将功率从功率发射器传输到功率接收器的所生成的电磁场的分量。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功率(除了损耗之外)。在这样的场景中,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)。在一些情况下,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。

[0103] 该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,并且常常用于通常在从95kHz到205kHz的范围内的Qi兼容系统(或者例如对于高功率厨房应用,频率例如可以通常在20kHz到80kHz之间的范围内)。发射器线圈103与功率接收线圈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传输到功率接收器105。术语功率传输信号主要被用于指代发射器线圈103与功率接收线圈107之间的感应信号/磁场(磁通量信号),但是将意识到,通过等效,其也可以被认为和用作对被提供给发射器线圈103或由功率接收线圈107拾取的电信号的参考。

[0104] 在该示例中,功率接收器105具体是经由接收器线圈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涡电流,从而导致对元件的直接加热。

[0105] 该系统被布置为传输实质性功率水平,并且具体地,该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对应应用,对于低功率应用(基本功率概况),功率传输可以通常在1-5W功率范围内,对于Qi规范版本1.2,直到15W,对于较高功率应用(诸如功率工具、膝上型电脑、无人机、机器人等),功率传输在直到100W的范围内,并且对于非常高功率应用(诸如例如厨房应用),功率传输超过100W并且直到1000W以上。

[0106] 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(或作为结果的)修改和增强)或者适合于由无线功率联盟开发的更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可以遵循或实质上兼容Qi规范版本1.0、1.1或1.2或Ki无绳厨房规范的元件(除了本文中描述的(或作为结果的)修改和增强)。

[0107] 图2图示了根据本发明的一些实施例的功率发射器的示例。

[0108] 功率发射器101包括驱动器201,驱动器201可以生成被馈送到发射器线圈103的驱动信号,发射器线圈103继而生成向功率接收器105提供功率传输的电磁功率传输信号。在功率传输阶段期间提供功率传输信号。

[0109] 在该示例中,发射器线圈103是储能电路的部分,在特定示例中,该储能电路由发射器线圈103和发射器电容器203形成,发射器线圈103和发射器电容器203并联耦合以形成并联谐振/储能电路。将意识到,在许多其他实施例中,发射器线圈103可以是串联谐振/储能电路的部分。

[0110] 驱动器201通常可以包括逆变器形式的输出电路,其通常通过驱动全桥或半桥来形成,如本领域技术人员将公知的。

[0111] 功率发射器101还包括功率发射器控制器205,功率发射器控制器205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。

[0112] 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207,第一通信器207被布置为从功率接收器105接收数据和消息(如本领域技术人员将意识到的,数据消息可以提供一个或多个比特的信息)。在一些实施例中,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207被布置为感测发射器线圈103的电压和/或电流的变化并基于这些变化对负载调制进行解调。技术人员将认识到(如例如在Qi无线功率传输系统中使用的)负载调制的原理,因此将不会更详细地描述这些。

[0113] 在许多实施例中,第一通信器207还可以被布置为(例如通过调制功率传输信号)将数据发送到功率接收器105,如本领域技术人员将公知的。

[0114] 在具体描述的示例性实施例中,使用单独的通信信道来执行通信,该单独的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,可以实施近场通信(NFC),或可以将(例如具有13.56MHz的载波频率的)高频载波叠加在功率传输信号上。在许多实施例中,第一通信器207可以是NFC或RFID读卡器。

[0115] 将意识到,这些仅仅是示例,并且可以使用用于在功率发射器与功率接收器之间(在任一方向上)通信消息/数据的任何手段或功能。

[0116] 图3图示了功率接收器105的一些示例性元件。

[0117] 接收器线圈107被耦合到功率接收器控制器301,功率接收器控制器301经由开关305(即,其是可切换负载305)将接收器线圈107耦合到负载303。功率接收器控制器301包括功率控制路径,该功率控制路径将由接收器线圈107提取的功率转换成针对负载303的合适的供应。此外,功率接收器控制器301可以包括执行功率传输所要求的各种功率接收器控制器功能,并且特别是根据Qi或Ki规范执行功率传输所要求的功能。

[0118] 在许多但不是全部的实施例中,接收器线圈107可以是储能/谐振电路的部分,并且可以与电容器并联或串联耦合。因此,在许多实施例中,功率传输可以是谐振电路之间的谐振功率传输。

[0119] 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。第二通信器307具体可以是负载调制器,该负载调制器被布置为响应于要向功率发射器101发送的数据而改变接收器线圈107的负载情况。功率发射器101然后检测和解调负载变化,如本领域技术人员将已知的。在许多实施例中,第二通信器307还可以被布置为接收来自功率发射器101的数据,例如,通过解调功率传输信号的调制,如本领域技术人员将已知的。

[0120] 在许多实施例中,第二通信器307被布置为在不使用功率传输信号的情况下进行通信,并且具体地,其可以用于单独的通信系统,例如,其可以是NFC通信单元。

[0121] 具体地,第一通信器207和第二通信器307可以是被布置为彼此通信的匹配/互补通信功能。

[0122] 该系统被布置为控制驱动信号,使得功率传输信号获得合适的操作参数/性质,并且功率传输在合适的操作点处操作。实际上,该系统被布置为在采用不同方法来控制驱动信号和功率传输信号的不同模式下操作。此外,操作模式可以由功率接收器选择,该功率接收器可以向功率发射器发送消息以控制该功率发射器在所选定的模式下操作。

[0123] 功率发射器101包括第一控制器209,第一控制器209耦合到第一通信器207和驱动器201(以及可能地其他功能,诸如发送控制器205)。第一控制器209被布置为根据第一操作模式来控制驱动信号的参数。在该第一操作模式下,系统和功率发射器操作功率控制回路,其中,响应于从功率接收器接收的功率控制误差消息而控制功率传输信号的功率性质。

[0124] 功率接收器以规则的并且通常频繁的间隔向功率发射器发送功率控制误差消息。作为示例,功率接收器105可以包括用于支持这种功率控制回路的功能(包括功率接收器控制器301),可以例如连续地监测被提供给负载的负载信号的功率或电压,并且检测这是高于还是低于期望的值。其可以以规则的间隔生成请求增加或降低功率传输信号的功率水平的功率控制误差消息,并且其可以将该功率控制误差消息发送到功率发射器(使用由第一通信器209和第二通信器307形成的通信信道)。

[0125] 当从功率接收器接收到功率控制误差消息时,其被转发到第一控制器209,第一控制器209可以确定应当如何修改驱动信号参数以根据请求增加或降低功率传输信号的功率水平。如果功率传输在第一模式下操作,则第一控制器209然后可以相应地控制和调整驱动信号参数。

[0126] 在该第一操作模式下,相应地采用功率控制回路,其控制功率传输信号的功率性质以产生功率接收器处的期望的操作点。

[0127] 在一些实施例中,在第一操作模式下操作的功率控制回路可以是根据Qi或Ki厨房器具规范的要求和规范的功率控制回路。

[0128] 图2的功率发射器101还能够在第二操作模式下操作。功率发射器101包括第二控制器211,第二控制器211耦合到第一通信器207和驱动器201(以及可能地其他功能,诸如发送控制器205)。第二控制器211被布置为根据第二操作模式来控制驱动信号的参数。第二控制器211在该第二操作模式下被布置为响应于从功率接收器接收的功率传输信号设定点而设置驱动信号的参数,其中,设定点指示针对功率传输信号的目标功率性质。

[0129] 设定点可以例如指示功率传输信号的固定绝对功率水平。实际上,虽然功率控制误差消息通常指示所请求的相对变化,但是设定点通常指示针对功率传输信号的目标功率性质的所请求的绝对值。然后,第二控制器211可以响应于该请求的固定绝对功率水平而控制驱动信号,并且可以例如设置电压、电流或频率,使得生成具有期望的功率水平的功率传输信号。然后,第二控制器211可以被布置为维持该恒定水平。

[0130] 功率接收器101可以例如能够仅在功率操作开始时传送设定点,并且功率发射器然后可以前进到在整个功率传输中维持该恒定功率水平。因此,在这种情况下,在第二操作模式下不执行功率控制,而是维持已经由功率接收器请求的固定功率水平。

[0131] 这种方法可能高度适合于一些功率接收器设备和器具。特别地,其可以允许在不需要实施功率控制回路反馈的情况下实施低复杂度设备。例如,对于水壶,通常仅需要在加热元件中感应出近似的功率,而不需要这是准确的或动态调整的特定功率水平。

[0132] 在第二操作模式下,功率控制回路因此可以是不工作的,并且响应于从功率接收器接收到功率控制回路误差消息而不执行驱动信号的调整。在第二操作模式下,功率发射器可以被布置为不采用包括功率接收器的功率控制回路。在第二操作模式下,在第一操作模式下采用的功率控制回路可以被停用并且可以不影响驱动信号。

[0133] 在许多实施例中,可以在两种操作模式下提供的功率水平可以是相同的,或实际上在第二操作模式下提供比在第一操作模式下甚至更多的功率可以是可能的。在许多实施例中,针对第二操作模式的最大(可允许)功率水平至少与针对第一操作模式的最大(可允许)功率水平一样高。最大功率水平可能受到许多因素(诸如供应功率、部件特性、安全限制等)限制,并且这些因素可以独立于操作模式,并且操作模式可以不改变允许由功率接收器

提供/提取的最大功率水平。

[0134] 在不同的实施例中,可以(通过第一控制器209和第二控制器211)调整驱动信号的不同参数,并且设定点可以指示功率传输信号的不同性质。以下描述将集中于其中设定点指示功率传输信号的请求的或期望的功率水平并且被调节的驱动信号参数是驱动信号的有功功率的示例。在大多数情况下,例如谐振电路和发射器线圈103中的功率损耗相对很低,并且功率传输信号的功率水平可以被认为/假设为与驱动信号的功率水平相同。在其他情况下,系统可以包括在确定驱动信号参数值时考虑驱动信号参数与功率传输信号性质之间的差异。例如,第二控制器211可以考虑在输出电路中发生损耗,并且通过将驱动信号的功率水平设置为高于由设定点所请求的功率水平来进行补偿,例如,其可以被设置为高10%,或可以使用专用函数(例如,被实施为由校准过程填充的查找表)来将设定点值转换为针对驱动信号参数/功率水平的合适的目标值。

[0135] 功率发射器还包括选择电路213,选择电路213被布置为在第一操作模式与第二操作模式之间切换功率发射器。在该示例中,选择电路213被布置为通过将第一控制器209或第二控制器211控制为活动的而在第一模式与第二模式之间进行选择,并且向驱动器提供控制信号以调整驱动信号的参数。在其他实施例中,可以使用其他方法,例如在两个控制器209、211的输出之间进行选择并且仅将适当的输出耦合到驱动器201,控制驱动器201以仅对来自适当的控制器的信号作出反应,等等。

[0136] 选择电路213耦合到第一通信器207。功率接收器被布置为向功率发射器发送功率传输控制模式请求,其中,功率传输控制模式请求指示功率发射器的所请求的操作模式。在特定示例中,功率传输控制模式请求可以指示对功率发射器以第一操作模式或以第二操作模式操作的请求(将意识到,在其他实施例中,多于两种操作模式可以是可能的)。

[0137] 选择电路213被布置为选择由功率传输控制模式请求指示的操作模式,并且具体地,根据功率传输控制模式请求执行要与针对功率接收器的功率传输一起使用的第一操作模式或第二操作模式的选择。因此,在该方法中,功率接收器发送控制功率发射器的功率传输信号控制操作的功率传输控制模式请求。

[0138] 该方法可以允许功率发射器利用以下来操作:一系列不同的功率接收器,包括更复杂的功率接收器;以及需要准确控制的电源并且可以支持全功率控制回路的功率传输操作。它还可以进一步支持仅仅需要近似功率传输并且对功率变化不敏感的简单功率接收器。这可以例如允许支持非常低成本的功率接收器,而不牺牲可以提供给高端和更高要求的功率接收器的潜在性能。该方法可以提供可以有效地并且以低复杂度适应于个体功率传输操作和功率接收器的特定要求和偏好的改进的性能。

[0139] 该方法的优点还在于,其可以允许功率传输适应于不同的负载。例如,第一操作模式可以高度适合于线性和非线性负载两者(诸如电机),而第二操作模式可以最适合于线性或实质上线性的负载。因此,第二操作模式可以被选择并用于具有低复杂度操作的线性(例如电阻)负载。然而,即使非线性负载在所需的功率提供准确度方面不是至关重要的,选择第一操作模式仍然可能是有利的,因为这将提供对非线性的改进的补偿。

[0140] 作为说明该方法的具体示例,可以通过从发射器线圈103向功率接收器无线地传输功率来为无绳厨房器具供电,其中,发射器线圈103由可以向包括发射器线圈103的谐振电路递送0-2500W的功率的驱动器/逆变器驱动。在打开逆变器之前,建立功率发射器与功

率接收器之间的通信信道。当已经建立了通信并且已经执行了两个设备的识别时,功率发射器可以开始针对功率接收器的功率传输。在图4中示出了用于功率传输操作的等效电路。

[0141] 可以存在宽范围的功率发射器和功率接收器。例如,线圈尺寸、感应值和负载可以实质上变化。因此,系统参数(诸如由图4中的等效部件表示的系统参数)随着特定设备和机械构造而变化。此外,功率接收器的放置将改变线圈(Lp和Ls)之间的耦合,从而导致系统行为的改变。

[0142] 此外,设备可以具有它们在其下操作的若干模式,例如:可以接通或关断若干负载。例如,可以打开和关闭加热元件,从而导致比如50W与1200W之间的负载阶跃。

[0143] 常规系统往往使用功率控制回路来确保到达正确的操作点。该控制回路改变发送到功率接收器的功率量。接收到的功率(或电压或电流)可以由功率接收器测量并且与参考值进行比较以生成误差指示。功率接收器可以将该误差指示传送到功率发射器中的控制系统,该控制系统可以调整驱动信号以最小化静态误差。误差指示作为功率控制误差消息被发送。这样的控制回路将具有一定的响应时间和内部延迟,并且低通滤波防止回路立即到达正确的操作点。

[0144] 参考图2描述的功率发射器可以被布置为当处于第一操作模式时使用这样的功率控制回路与常规功率接收器一起操作。

[0145] 然而,取决于器具和应用,到达正确的操作点的速度可能是非常重要的。此外,对于一些器具,到达特定准确功率水平并不是非常重要,并且所提供的功率水平处于在一些情况下可能实质上变化的合适的范围内可能就足够了。

[0146] 对于这样的功率接收器和应用,功率传输信号功率的控制可以基于功率接收器发送指示针对功率传输信号的目标功率性质的功率传输信号设定点,并且功率发射器然后简单地控制驱动信号以提供该功率性质,而不实施在第一操作模式下实施的正常全功率控制回路。因此,对于这样的器具和应用,功率发射器可以替代地在第二操作模式下操作。

[0147] 功率接收器可以在功率传输之前向功率发射器发送功率传输控制模式请求,优选的控制可以被选择。例如,如果器具需要快速控制回路,则可以在器具中测量接收到的功率,并且可以将适当的功率控制误差消息传送到功率发射器。如果仅需要不频繁的功率变化和近似的功率提供,则功率传输控制可以替代地基于功率接收器向功率发射器发送设定点。

[0148] 该方法可以提供降低器具成本的机会,因为不需要昂贵的功率测量和控制模块。这使得能够在不包括任何内部测量电路的情况下生产非常简单的器具。

[0149] 在一些实施例中,当处于第二操作模式时的操作可以是实质上静态的操作。具体地,第二控制器211可以被布置为仅当从功率接收器接收到功率传输信号设定点时改变驱动信号参数。因此,功率发射器可以接收设定点,并且然后可以固定地设置驱动信号参数以根据该设定点提供操作点,直到接收到新的设定点。

[0150] 在该示例中,设定点可以具体地指示针对功率传输信号的预定目标功率性质。例如,功率接收器可以被设计用于给定的功率水平。例如,水壶的加热元件可以被设计用于比如2kW的感应功率。这样的功率接收器可以被布置为发送与预定功率水平相对应的设定点,并且可以不包括当前状况的任何测量结果或其他考虑等。更确切地说,可以实施低复杂度方法,其中,每当这样的功率接收器发起功率传输时,其就发送请求功率发射器控制操作以

提供所请求的功率的设定点,即,在特定示例中,每当水壶发起功率传输时,其就传送请求连续且恒定地提供2kW的固定功率的设定点。然后,功率发射器前进到设置驱动信号参数以提供具有这样的功率水平的功率传输信号,通常通过控制驱动信号参数以产生2kW(或稍微更高)的驱动信号功率水平。

[0151] 在许多静态实施例中,功率接收器可以发送指示目标功率性质的设定点,该目标功率性质独立于提供给负载的电信号的任何测量值。因此,功率接收器可以在没有对电负载信号的任何考虑或测量结果的情况下生成设定点,并且实际上在许多实施例中可以完全独立于任何当前状况或测量结果。在这样的实施例中,功率接收器控制器301可以存储可以在功率传输初始化期间被检索并发送到功率发射器的一个(或多个)合适的设定点。

[0152] 图5图示了可以存在于这样的实施例中的功率传输和控制路径的示例。如所提到的,这样的方法可以非常适合于低复杂度水壶,其可以简单地发送具有预定功率请求的设定点作为功率传输设置的部分,其中,功率发射器然后针对整个操作追求该功率水平。在许多实施例中,设定点可以简单地请求提供最大可能功率水平。

[0153] 在该示例中,功率接收器具本身不包含任何测量电子器件,并且仅发送功率设定点信号。这可以使该器具比包含测量电路的器具更便宜。在器具接收的实际功率中可能存在小的稳态误差,但是对于加热器具,这通常不是问题。利用这样的方法,改变系统参数的影响(例如,由于功率接收器被移动)可以不被注意到。

[0154] 在一些实施例中,功率接收器可以被布置为在多个负载模式下操作。每个负载模式可以与提供给负载的负载信号的不同参数集相关联。例如,每个负载模式可以与提供给负载的不同功率相关联,与提供给负载的电压和电流的不同组合相关联,等等。例如,水壶可以被布置为在高功率模式、低功率模式下操作,或可以被关断。

[0155] 这些模式中的每个可以与不同的设定点相关联,诸如与针对功率传输信号的不同目标/所需/所请求的功率相关联。在这样的实施例中,每当功率接收器切换到新的负载模式时,它就可以发送新的设定点。例如,功率接收器控制器301可以存储针对每种负载模式的适当设定点,并且当它切换到新的负载模式时,针对此的设定点可以被检索并且发送到功率发射器。功率发射器然后可以适应于新的设定点。实际上,在许多实施例中,提供给负载的负载信号的改变实际上经由新的设定点的发送和通过功率发射器的调整来实现。

[0156] 在许多实施例中,功率接收器可以被布置为除非切换负载模式,否则不向功率发射器发送新的功率传输信号设定点。例如,每当功率接收器切换到新的负载模式时,功率接收器就发送新的设定点,但是当系统在相同的负载模式下操作时不发送额外的设定点。

[0157] 因此,该系统可以提供简单且静态的操作和功率传输信号控制,但是仍然允许以不同的特性支持不同的负载模式。

[0158] 在一些实施例中,功率接收器可以不执行馈送到负载的负载信号的电气参数的任何测量,但是可以响应于其他模态(诸如移动、振动或温度)的测量而调整操作。

[0159] 例如,如图6所示,在一些实施例中,图5的水壶可以包括测量水壶中的液体的温度的温度计601。温度计601耦合到测量电路603,测量电路603将测量信号转换成馈送到功率接收器控制器301的合适的数据表示。

[0160] 在这种情况下,功率接收器控制器301可以被布置为响应于非电气性质的测量结果满足准则而确定应当发送新的设定点。例如,如果检测到移动,则功率接收器控制器301

可以发送将功率传输信号切换到更低功率水平的设定点,使得存在其他元件中的无意感应的降低的风险。

[0161] 该方法还可以与在不同负载模式下操作的功率接收器组合。例如,如果测量结果满足准则,则功率接收器可以切换到不同的负载模式,并且可以发送新的设定点。作为具体示例,水壶可以包括测量被加热液体的温度的温度计。当新的功率传输操作被发起时,功率接收器可以切换到最大负载模式,并且请求最大功率的设定点指示可以被发送到功率发射器,从而产生最大功率水平功率传输(例如2kW)。如果温度计指示已经到达沸点,则功率接收器可以切换到例如具有50W功率水平的低功率模式。如果温度现在下降到给定水平(例如90℃)以下,则功率接收器可以切换回到全功率,并且请求最大功率的设定点可以被发送到功率发射器。以这种方式,液体可以实现到期望温度的加热,但是允许非常低复杂度的操作。

[0162] 所描述的方法可以用于特别地支持具有非常简单的控制模块的加热器具。例如,期望Ki加热设备(例如,水壶)可以作为低成本器具被生产,以与其他加热设备(例如,廉价的有绳水壶)竞争。为了维持非常低的成本,重要的是最小化必须包括的要求和功能。当前方法可以产生不需要太多功能并且尤其地降低测量和报告要求的非常低复杂度的控制机制。后者可能是非常重要的,因为其可以例如允许使用例如仅NFC通信而不是更昂贵的蓝牙通信来制造功率接收器。此外,可以在不牺牲对需要准确功率控制的更复杂且昂贵的设备的支持的情况下提供这种支持。

[0163] 当前方法允许这样的低成本加热器具简单地向功率发射器通告简单的静态功率请求,其中,功率发射器然后处理该静态功率请求以生成具有合适的性质的功率传输信号。这通过功率发射器例如使用快速内部驱动信号控制回路适当地设置驱动信号参数来实现。

[0164] 在这种情况下,功率接收器/加热器具可以简单地接收功率并且不执行其他控制操作。然而,在许多实施例中,其可以包括测量温度并且简单地检查这是否已经到达给定温度的低成本温度测量。当温度到达该水平时,其可以例如发送新的设定点,该新的设定点例如可以对应于断电命令(新的设定点是零输出)或例如可以对应于低功率值。

[0165] 实际上,在许多实施例中,功率水平可以是固定的(或例如在设备初始化期间传递一次),并且设定点可以作为简单的二进制值被传递。例如,1的设定点指示可以产生具有比如2000W的功率水平的功率传输信号,并且0的设定点指示的可以产生具有比如50W(或例如0W)的功率水平的功率传输信号。

[0166] 在一些实施例中,可以采用更动态的方法,其中,功率接收器被布置为响应于提供给负载的电信号的测量值而发送功率传输信号设定点。功率接收器控制器301可以具体地响应于电负载信号的测量值而确定功率传输信号的目标功率性质的合适的值。因此,在一些实施例中,功率接收器控制器301可以被布置为当检测到(一个或多个)测量值满足准则时发送新的设定点指示。备选地或额外地,可以基于测量值来确定设定点,例如请求的功率水平。

[0167] 在图7中示出了这种方法的示例,其中,提供给负载的信号的电压被测量并用于控制设定点发送。

[0168] 在该示例中,功率接收器控制器301测量负载电压(例如电机电压)U_Rx并评价这是否满足准则。具体地,在许多实施例中,功率接收器控制器301可以将负载信号电压U_Rx

与期望的参考水平U_Rx_set进行比较。如果差异超过给定水平,则功率接收器控制器301可以前进到生成并发送新的设定点指示。例如,如果测量的电压太低,则可以请求功率传输信号的更高功率水平,并且如果测量的电压太高,则可以请求功率传输信号的更低功率水平。

[0169] 在许多实施例中,第二控制器211可以被布置为通过在功率发射器中实施控制回路来控制驱动参数,该控制回路使用接收到的设定点作为参考或目标值,即,基于设定点来确定回路的性质的目标值,并且该回路然后被操作为使得该回路参数与当前回路参数之间的误差信号被最小化。

[0170] 图5-7图示了其中第二控制器211实施这种内部功率发射器驱动信号控制回路的示例。

[0171] 在示例中,驱动信号控制回路基于功率测量。响应于接收到的设定点指示和功率传输信号的功率性质而确定控制回路的目标功率水平。在许多实施例中,功率参考Pset可以简单地被设置为针对功率传输信号的所请求的功率水平。估计器确定针对功率传输信号的功率水平指示Pmeas。在图5-7的示例中,这基于驱动信号的功率估计,并且具体地通过测量由驱动器201生成的驱动信号的电流和电压并且根据这些测量结果的相乘来确定平均/低通滤波功率估计。

[0172] 然后,比较器可以比较估计的驱动信号功率Pmeas和功率参考Pset以生成表示指示这些之间的差异的功率水平误差指示的误差信号Perr。误差信号Perr由包括至少一个积分的低通滤波器PID 1滤波。所得到的信号Dcon是馈送到适配器的误差信号,该适配器被布置为改变驱动信号的功率水平,在该示例中,通过使用驱动器201的输出的具有调制的脉冲(PWM)来改变驱动信号的占空比。

[0173] 在一些实施例中,第二操作模式可以相应地包括功率发射器实施本地反馈控制回路以控制驱动信号并且因此控制功率传输信号。这可以提供对特定设定点的准确且快速的调整,但是可以允许低复杂度且低成本的功率接收器设备。

[0174] 在这样的实施例中,内部功率发射器驱动信号控制回路的调整性能和操作通常比可能由设定点更新引起的任何改变或变化快得多。在许多实施例中,驱动信号控制回路的时间常数为不超过设定点的更新速率的一半并且常常1/4、1/10或1/100。在许多应用中,与同新的设定点相关联的操作的定时相比,驱动信号控制回路适应于新的设定点所花费的时间可以被认为是实质上瞬时的。

[0175] 所描述的方法因此可以使得单个功率发射器能够在功率接收器的控制下以不同的功率传输信号控制模式操作。

[0176] 第一操作模式的功率控制回路通常非常快地适应于变化,而第二操作模式的设定点方法往往慢得多。实际上,通常,这两种方法分别与需要准确和快速功率控制的功率接收器和对功率变化或不准确度不敏感的功率接收器一起使用,并且其中,变化仅仅是缓慢且不频繁的(例如当改变负载模式时)。

[0177] 实际上,在大多数应用中,功率控制误差消息之间的持续时间不超过300毫秒(例如,对于Qi或Ki兼容系统,必须至少每250毫秒发送功率控制误差消息),并且功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于10秒、或甚至50秒或100秒。实际上,在许多实施例中,不需要对设定点的任何更新,并且设定点之间的最大持续时间原则上可以是无限的。

[0178] 相比之下,功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于1秒,并且功率发射器

被布置为在不接收任何功率传输信号设定点的情况下在第二操作模式下操作不小于一秒。当在第二操作模式下操作时,功率发射器被布置为在不小于一秒并且通常不小于5秒、10秒、60秒的持续时间内并且实际上常常无限地连续进行功率传输。因此,当处于第二操作模式时,基于最后接收到的功率传输信号设定点来连续进行功率传输,即使在不小于5秒、10秒、60秒的间隔内并且实际上常常无限地没有接收到另外的功率传输信号设定点。

[0179] 在许多实施例中,当在第一操作模式下操作时,功率发射器可以被布置为如果检测到在长于第一阈值的持续时间内没有接收到功率控制误差消息,则终止功率传输。在需要至少每250毫秒来发送功率控制误差消息的许多应用中(例如在Qi或Ki系统中),该第一阈值可以具体地是250-300毫秒。在一些实施例中,阈值可以被选择得更高以允许潜在的一些失败的发送。在许多实施例中,第一阈值可以不小于250毫秒、300毫秒、500毫秒、1秒。

[0180] 相比之下,当处于第二操作模式时,功率发射器被布置为即使在比第二阈值更长的持续时间内没有接收到功率传输信号设定点也不终止功率传输,第二阈值是第一阈值的至少两倍并且常常是第一阈值的至少10倍或100倍。在许多实施例中,功率发射器被布置为即使在第一功率传输信号设定点之后从未接收到功率传输信号设定点,即,如果仅接收到一个功率传输信号设定点,也不终止功率传输。因此,在许多实施例中,当处于第二操作模式时,不需要功率传输信号设定点的重复发送和接收。更确切地说,在许多实施例中,仅初始功率传输信号设定点被需要,其中,功率发射器维持对应的功率水平直到接收到新的功率传输信号设定点,或可能如果没有接收到另外的功率传输信号设定点直到功率传输操作完成或系统切换到第一操作模式。

[0181] 在许多实施例中,当处于第二操作模式时,没有接收到功率控制误差消息。在许多实施例中,功率发射器可以被布置为当处于第二操作模式时连续进行功率传输操作,即使没有从功率发射器接收到请求功率水平的改变的数据。在许多实施例中,第二阈值可以不小于1秒、10秒、60秒、10分钟。

[0182] 在许多实施例中,针对功率控制回路的时间常数和用于响应于新的设定点而改变驱动信号参数的时间常数相差至少两倍,并且常常至少5、10、20或100倍。在大多数实施例中,功率控制回路将是快速反应的,而设定点方法是实质上静态的。

[0183] 实际上,在许多实施例中,接收被发送的设定点之间的间隔不小于5秒、10秒或甚至60秒。

[0184] 将意识到,在不同的实施例中可以控制驱动信号的不同参数。例如,如上所述,第一控制器209和第二控制器211可以例如使用如前所述的驱动信号控制回路直接控制驱动信号的功率水平。

[0185] 在一些实施例中,可以通过调整驱动信号的电流和/或电压来执行调整。例如,可以将固定供应电压提供到驱动器201,并且驱动信号可以具有对应的固定电压幅度。在这样的实施例中,可以通过调整驱动信号的电流来执行调整。

[0186] 在一些实施例中,功率传输信号功率的调整可以通过调整驱动信号的占空比来进行。例如,通常,增加占空比将增加平均功率水平,而降低占空比将降低平均功率水平。

[0187] 在一些实施例中,可以通过调整驱动信号的频率来实现调整。例如,对于谐振输出电路,将频率改变为更接近谐振频率产生更高的功率传输水平,并且将其改变为更远离谐振频率降低功率水平。

[0188] 在一些实施例中,可以通过调整驱动信号的相位来执行调整。例如,相移调制可以应用于全桥逆变器。

[0189] 在许多实施例中,设定点可以指示功率传输信号的目标功率水平。备选地或额外地,设定点可以直接指示可以指示功率传输信号的功率性质的可能的其他参数,例如针对功率传输信号的目标占空比或针对功率传输信号的目标频率。事实上,在一些实施例中,设定点可以直接指示驱动信号的参数或性质,诸如针对驱动信号的目标电流水平或目标电压水平。

[0190] 无线功率传输系统的操作基于功率发射器与功率接收器之间的通信,并且特别地,功率控制回路基于消息(功率控制误差消息)从功率接收器到功率发射器的频繁发送。功率发射器与功率接收器之间的通信的可靠性和效率是高度重要的,并且对无线功率传输的整体性能具有高度影响。在许多实际系统中,通过使用基于如前所述的NFC规范的通信来实现有利的性能。

[0191] 因此,在许多实施例中,该系统使用NFC作为介质来在无线功率发射器和功率接收器之间进行通信。NFC的优点是,由于通信信道的非常短的范围性质,它提供了功率线圈与通信线圈之间的一对一物理关系,使得功率发射器与不是由功率发射器供电的功率接收器之间的通信的风险非常小。此外,NFC载波可以被收集并用于向无线接收器通信电子器件供应功率,而无需启动功率发射器。

[0192] 然而,无线功率传输系统(包括使用NFC的无线功率传输系统)中的通信的问题是通信可能易受来自功率信号的干扰影响。尽管通信载波可以具有与驱动信号和功率传输信号的操作频率非常不同的频率(例如,相对于20-80kHz的13.56MHz),但是诸如Ki的系统中的功率传输信号的功率水平可以非常高,并且通常比通信载波的功率高几个数量级。因此,可能发生实质性交叉干扰,这可能影响通信性能并且因此整体上影响功率传输的性能。

[0193] 在许多系统中,诸如具体地在Ki中,已经通过在时间上分离功率传输和(NFC)通信解决了该问题,并且具体地,可以使用时分方法,其中,重复时间帧被划分为至少一个功率传输时间间隔和一个通信时间间隔。在这样的情况下,可以仅在通信时间间隔之外执行功率传输,并且因此可以避免从功率传输到通信的干扰。

[0194] 在图1和2的示例中,驱动器201被布置为生成驱动信号以将通信和功率传输分离成不相交的通信时间间隔,并且具体地分离成通信时间间隔和功率传输时间间隔。在下文中,将描述实施例的示例,其中,驱动器201在功率传输阶段期间当处于第一操作模式时并且任选地还当处于第二操作模式时采用针对驱动信号和功率传输信号的重复时间帧。

[0195] 重复时间帧包括至少一个功率传输时间间隔和一个通信时间间隔。在图8中图示了这种重复时间帧的示例,其中,功率传输时间间隔由PT指示,并且通信时间间隔由C指示。在该示例中,每个时间帧FRM仅包括一个通信时间间隔C和一个功率传输时间间隔PT,并且这些(以及时间帧本身)在每个帧中具有实质上相同的持续时间。然而,将意识到,在其他实施例中,其他时间间隔也可以被包括在重复时间帧中(例如异物检测间隔),或多个通信时间间隔和/或功率传输时间间隔可以被包括在每个时间帧中。此外,在一些实施例中,不同时间间隔(并且实际上时间帧本身)的持续时间可以动态地变化,如稍后将描述的。

[0196] 在该示例中,在功率传输时间间隔中执行功率传输。驱动器被布置为在功率传输时间间隔期间生成驱动信号并且因此功率传输信号,并且具体地,在功率传输时间间隔期

间生成具有非零幅度/功率的驱动信号。然而,在通信时间间隔期间,使用降低功率水平,并且具体地在许多实施例中,不生成功率传输信号。通常,这通过驱动器201在通信时间间隔期间不生成驱动信号来实现(或等效地,驱动信号被控制为具有零或接近于零的幅度/功率(例如,具体地,驱动信号被生成为具有小于0、1、2、3或5或10V的幅度阈值和/或驱动信号被生成为具有小于1、2,3、5、10W或例如用于功率传输的最大功率的1、2和3、5或10%的功率阈值)))。

[0197] 在时间上分离通信和功率传输并且具体地使用重复时间帧可以使得从功率传输到通信操作的交叉干扰实质上减少(并且可能没有)。因此,来自功率传输信号的对通信造成的干扰可以实质上减少,并且实际上可以被减少到实质上为零。这可以非常实质性地改进通信性能和可靠性,从而产生改进的和更可靠的功率传输操作。

[0198] 在功率传输阶段中,功率发射器因此被布置为在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并且当在第一模式下操作时,功率发射器101和功率接收器105可以操作功率控制回路。功率控制回路可以基于功率传输时间间隔内的通信,或可以例如基于功率传输时间间隔之外(诸如在专用通信时间间隔中)的通信。因此,可以动态地改变正在传输的功率的水平。在通信时间间隔中,功率传输信号可以被有效地关断,但是用于在功率传输时间间隔期间控制功率回路操作的功率控制误差消息可以被传递。

[0199] 然而,尽管通信与功率传输之间的这种时间间隔可以提供多种实质性优点,但是其也可能具有一些相关联的缺点。例如,在许多情况下,重复中断可能导致可听噪声(例如,由周围物体响应于所生成的磁场的变化的机械效应造成的)。而且,驱动信号和功率传输信号的接通和关断可能导致可能生成电噪声和电磁噪声的幅度谐波。例如,中断功率信号可能生成对市电供应的电磁干扰(例如,50Hz谐波)。由于通信时间间隔造成的功率中断越大,需要越大的滤波器以便充分抑制噪声。更大的通信时间间隔还可能导致对于更高的功率水平发生功率的接通/关断,这可能导致市电相关噪声增加并且潜在地生成更多的电磁干扰。

[0200] 此外,在通信时间间隔期间缺少功率传输信号需要在更短的时间期间提供功率,从而导致在功率传输时间间隔期间需要更高的功率水平。此外,由于功率传输可以是间歇性的,因此对于许多应用来说功率接收器包括一些形式的能量储器(例如,电容器)以在通信时间间隔期间维持电源是必要的。在许多方法中,关断功率传输以便进行通信的要求可能导致通信被限制为短数据消息,以便最小化功率传输中断的持续时间。这些缺点对于增加功率传输水平来说往往具有增加的重要性,并且对于可以用于传输非常高的功率水平的诸如Ki的应用来说往往非常重要。

[0201] 图2的功率发射器包括定时电路215,定时电路215被布置为控制通信时间间隔的定时,并且具体地,定时电路215被布置为改变第一操作模式与第二操作模式之间的通信时间间隔的定时参数。因此,选择电路213可以根据功率发射器是在第一操作模式下操作还是在第二操作模式下操作来改变通信时间间隔的定时性质。

[0202] 特别地,定时电路215可以被布置为当处于第一操作模式时比当处于第二操作模式时向通信时间间隔分配时间的(通常实质上)更高比例。因此,该系统可以动态地调整通信功能以区分不同的操作模式。图2的功率发射器可以通过以下来提供改进的性能:将通信性能并且具体地时分调整成(至少)功率传输时间间隔和通信时间间隔,使得它们更紧密地

适于针对不同操作模式的不同通信偏好。这可以例如允许改进的功率传输、更低复杂度的操作、减少的电磁干扰以及改进的电磁兼容性。

[0203] 实际上,在一些实施例中,功率接收器甚至可以被布置为基于可接受的电磁干扰在不同的操作模式之间进行选择。例如,功率接收器可以选择在第一操作模式下操作,并且然后如果这导致过大的电磁干扰,则切换到第二操作模式。作为具体示例,该方法可以允许功率接收设备针对电磁干扰相对低的更低功率水平使用全功率控制。然而,电磁干扰针对增加功率传输水平可能增加,并且功率接收设备可以针对更高的功率水平相应地切换到第二操作模式,从而减少针对给定功率水平的电磁干扰。

[0204] 功率传输系统可以被布置为当处于第二操作模式时比当处于第一操作模式时提供更少的通信容量。可以通过以下使得在第二操作模式下减少的通信容量是可行的:在功率接收器与功率发射器之间的通信当处于第二模式时比在处于第一模式时减少的情况下实施第二操作模式。特别地,第二操作模式不需要频繁的功率控制误差消息来支持动态功率控制回路,并且实际上在许多实施例中可以在除了初始功率传输信号设定点之外没有任何功率反馈的情况下被实施。因此,该系统可以例如提供例如一方面的功率传输效率、灵活性、准确性、电磁干扰等与另一方面的复杂度和电磁兼容性之间的权衡的动态且灵活的调整。

[0205] 因此,定时电路215可以被布置为减少第二操作模式的通信容量,并且第二操作模式可以被布置为采用更少的通信来支持功率传输。

[0206] 特别地,当处于例如采用静态控制的第二操作模式时,需要从功率接收器向功率发射器传送更少的数据和更少的消息,并且定时电路215可以适于采用更短或更少的通信时间间隔。

[0207] 在许多实施例中,驱动信号和功率传输信号被驱动以采用重复时间帧,该重复时间帧包括功率传输时间间隔(其中,功率被传输并且功率控制回路通常被操作)和降低功率时间间隔(其中,功率相对于功率传输时间间隔被降低)。这些降低功率时间间隔通常可以用作通信时间间隔,在该通信时间间隔期间可以执行至少一些通信(没有来自功率传输的干扰或具有来自功率传输的减少的干扰)。在一些实施例中,降低功率时间间隔也可以用于异物检测,并且实际上在一些实施例中,降低功率时间间隔可以用于执行同时通信和异物检测。

[0208] 在许多实施例中,驱动器201可以由变化的电源信号供电,并且通常由变化的供应电压供电。驱动信号通常可以被生成为具有跟随变化的电源信号并且具体地跟随变化的供应电压的幅度。

[0209] 例如,驱动器201的输出部通常是开关桥,该开关桥通过适当地切换开关桥的开关来生成驱动信号。图9示出了半桥开关桥/逆变器。开关S1和S2被控制为使得它们从不同时闭合。交替地,S1闭合而S2断开,并且S2闭合而S1断开。开关以期望的频率断开和闭合,从而在输出部处生成交流信号。通常,逆变器的输出部经由谐振电容器连接到发射器感应器。图10示出了全桥开关桥/逆变器。开关S1和S2被控制为使得它们从不同时闭合。开关S3和S4被控制为使得它们从不同时闭合。交替地,开关S1和S4闭合,而S2和S3断开,并且然后S2和S3闭合,而S1和S4或断开,从而在输出部创建方波信号。开关以期望的频率断开和闭合。在这样的驱动器中,供应电压可以是变化的供应电压,并且除了开关元件上的小电压降之外,驱

动信号可以被生成为具有等于供应电压的幅度。

[0210] 例如,在许多实施例中,用于驱动器201(并且具体地用于输出逆变器,诸如图9和10的输出逆变器)的供应电压可以从整流的(并且可能部分平滑的)AC市电电压生成。对于非平滑和整流的电压,输入供应电压并且因此驱动信号电压将在对应于市电电压的过零点的时间到达零伏的最小值。对于部分平滑的整流的供应电压,最小电压/功率可以以相对于过零点的延迟发生,并且可以高于零伏。

[0211] 在这样的实施例中,降低功率/异物检测/通信时间间隔可以与(绝对)供应信号/电压中的最小值同步。定时电路215可以被布置为同步通信时间间隔,使得变化的电源信号的最小值的时间落在降低功率时间间隔内,并且通常使得通信时间间隔以这些最小值为中心。

[0212] 在许多实施例中,降低功率时间间隔/通信时间间隔的定时为使得它们以变化的电源信号的最小值的时间为中心,并且因此通常也以功率传输信号的最小值为中心。在许多实施例中,定时电路215可以被布置为控制通信时间间隔的定时,使得它们实质上以输入供应电压的零水平(通常输入市电电压的过零点)为中心。

[0213] 例如,对于由50Hz的整流的市电电压供应的驱动器201,市电的过零点并且因此整流的供应电压和功率的最小值以10毫秒间隔发生,并且每个重复时间帧可以被设置为具有10毫秒的持续时间。在图11中图示了所得到的驱动信号/功率传输信号的示例,图11示出了在功率传输时间间隔PT和通信时间间隔C期间的驱动信号/功率传输信号。

[0214] 在许多实施例中,可以在第一操作模式和第二操作模式两者下采用重复时间帧,并且此外,通信时间间隔可以位于供应功率的功率/幅度最小值附近。使用这样的重复时间帧,通信和功率传输可以在时域中分离,从而使得从功率传输到通信的交叉干扰实质上减少(并且可能没有)。因此,由功率传输信号对通信造成的干扰可以实质上减少,并且实际上可以被减少到实质上为零。这可以实质上改进通信性能和可靠性,从而产生改进的且更可靠的功率传输操作。

[0215] 在功率传输阶段中,功率发射器因此被布置为在时间帧的功率传输时间间隔期间执行功率传输。具体地,当处于第一操作模式时,功率发射器101和功率接收器105可以在功率传输时间间隔期间基于在通信时间间隔期间执行的通信来操作功率控制回路。因此,可以动态地改变正在传输的功率的水平。在通信时间间隔中,可以有效地关断功率传输信号,但是可以传递用于在功率传输时间间隔期间控制功率回路操作的功率控制误差消息。

[0216] 然而,尽管通信和功率传输之间的这种时间分离可以提供多种实质性优点,但是它也可能具有一些相关联的缺点。例如,如前所述,重复中断在许多情况下可能导致可听噪声,并且驱动信号和功率传输信号的接通和关断可能导致可能生成电噪声和电磁噪声以及干扰和电磁噪声(50Hz谐波)的幅度谐波。

[0217] 此外,在通信时间间隔期间缺少功率传输信号需要在更短的时间期间提供功率,导致在功率传输时间间隔期间需要更高的功率水平。此外,由于功率传输可以是间歇性的,因此对于许多应用而言,功率接收器必须包括特定形式的能量储器。更短的通信时间间隔也可能实质上约束通信,并且这可能影响功率传输性能。

[0218] 图12图示了其中可以使用重复时间帧的示例,该重复时间帧包括由功率传输信号分开的交替的通信时间间隔(T_slot_com)和异物检测时间间隔(T_slot_fod)。重复时间帧

具有等于供应功率的时间段的持续时间,并且通信时间间隔和异物检测时间间隔位于供应功率的过零点/最小值周围。图12还示出了针对其中通信时间间隔和异物检测时间间隔的时隙持续时间为1.2毫秒的示例并且针对2.2kW功率传输的驱动信号电流(Imains)的示例。

[0219] 图13图示了与根据IEC 61000-3-2的可接受限制:针对谐波电流发射的限制相比可能出现的所得到的谐波。如图所示,所汲取的电流和低功率时间间隔的存在导致接近IEC 61000-3-2限制的谐波。具有这些谐波的更低幅度将是优选的。

[0220] 此外,谐波的幅度取决于功率水平,并且增加功率水平将导致不再满足限制。例如,图14示出了功率水平增加到3kW的对应示例。

[0221] 在一些实施例中,定时电路215可以被布置为相对于当处于第一操作模式时,当处于第二操作模式时减少通信时间间隔(以及常常其他降低功率时间间隔,诸如任何异物检测时间间隔)的持续时间。例如,图15图示了与图12相对应的示例,但是其中,功率发射器处于第二操作模式,并且降低功率时间间隔相应地减少,在该示例中,减少到0.6毫秒。图16图示了对应于图14的3kW功率传输的对应谐波响应。相比之下,可以看出,谐波的水平实质上降低,并且实际上时隙持续时间的减少使得谐波满足IEC限制。

[0222] 在一些实施例中,功率接收器可以相应地被布置为针对更低功率水平在第一操作模式下操作。然而,如果功率接收器确定需要高于给定水平的功率传输,则其可以向功率发射器发送切换到第二操作模式的请求,并且其可以发送指示期望的功率传输水平的功率传输信号设定点。然后,功率发射器可以切换到第二操作模式,将功率水平设置为所请求的量,并且将通信时间间隔的持续时间减少,例如在特定示例中,从1.2毫秒减少到0.6毫秒。这种方法可以例如允许增加的功率传输,同时确保电磁干扰保持在所需水平以下。

[0223] 在一些实施例中,定时电路215相应地被布置为当处于第一操作模式时将通信时间间隔的持续时间设置为比当处于第二操作模式时更高。当处于第二模式时的更短持续时间可以减少谐波和电磁干扰等,但是可能不允许功率控制误差消息的频繁发送。相比之下,当处于第一操作模式时,通信时间间隔的更长持续时间可以允许更多的信息和更长的消息,并且这可以用于支持功率控制回路,并且其可以被具体地设置为足以允许功率控制误差消息的频繁传递。

[0224] 在一些实施例中,定时电路215可以被布置为改变不同操作模式之间的通信时间间隔的频率。定时电路215可以取决于功率发射器是在第一操作模式下操作还是在第二操作模式下操作而改变/调整通信时间间隔之间的持续时间。因此,在许多实施例中,定时电路215被布置为当处于第一操作模式时将通信时间间隔的频率设置为比当处于第二操作模式时更高。

[0225] 作为示例,定时电路215可以被布置为将每个通信时间间隔的持续时间维持在恒定的持续时间。例如,通信时间间隔的持续时间可以被布置为足够大以允许从功率接收器向功率发射器发送完整消息(或反之亦然)。如果消息可以具有不同的长度,则通信时间间隔的持续时间可以例如被设置为将确保可以发送最长可能消息的最低值。作为具体示例,对于第一操作模式和第二操作模式两者,通信时间间隔的持续时间可以被设置为固定在比如1.2毫秒。

[0226] 然而,在两种模式下,通信时间间隔之间的持续时间并且因此通信时间间隔的频率可以被设置为(潜在地非常)不同。例如,在第一操作模式下,通信时间间隔可以与供应功

率的变化同步,并且每当供应功率到达功率最小值(通常对应于市电电源的过零点)时,就可以包括通信时间间隔。对于50Hz的市电频率,通信时间间隔的频率可以是对应于以10毫秒间隔发生的新通信时间间隔的100Hz。

[0227] 相比之下,当功率发射器处于第二操作模式时,通信时间间隔可以以低得多的频率发生。例如,可以仅例如每秒或每10秒生成通信时间间隔。因此,尽管在每个通信时间间隔中仍然可以发送完整的消息,但是实施了低得多的数据消息速率。在这种场景中,可能无法支持功率传输的快速调整和例如快速反应功率控制回路。然而,第二操作模式尤其是其中使用静态操作的操作模式,因此不需要这种快速操作和调整。

[0228] 在许多实施例中,定时电路215可以被布置为当处于第一操作模式时将通信时间间隔的占空比设置为比当处于第二操作模式时更高。占空比可以是(一个或多个)通信时间间隔中的时间相对于(一个或多个)通信时间间隔和(一个或多个)功率传输时间间隔中的组合时间的比率。占空比可以是通信时间间隔的持续时间与通信时间间隔的持续时间和功率传输时间间隔(尤其是相邻功率传输时间间隔)的持续时间之和之间的比率。

[0229] 因此,当处于第一操作模式时,与在功率传输时间间隔中花费的时间相比,定时电路215可以增加在通信时间间隔中花费的相对时间。与当处于第二操作模式时相比,当处于第一操作模式时,可以通过增加通信时间间隔的持续时间和/或频率来实现占空比的这种增加。

[0230] 如前所述,在许多实施例中,功率发射器可以采用针对驱动信号和功率传输信号的重复时间帧。在一些实施例中,在第一操作模式期间可以采用重复时间帧,但是在第二操作模式期间不采用重复时间帧。例如,当处于第一操作模式时,对于50Hz供应,可以例如每10或20毫秒重复时间帧。每个时间帧可以被划分为功率传输时间间隔和通信时间间隔,并且可以在每个时间帧中使用相同的划分。相比之下,在第二操作模式期间,定时电路215可以被布置为在自组织(ad-hoc)或半随机基础上生成通信时间间隔。

[0231] 例如,当处于第二操作模式时,定时电路215可以随机地改变通信时间间隔之间的持续时间(通常受限于关于持续时间的上限和/或下限)。当定时电路215确定新的通信时间间隔正在开始时,其可以关断功率传输信号并且生成通信载波。功率接收器可以检测到功率被关断和/或通信载波存在,并且其可以作为响应而前进到向功率发射器发送任何未决的消息,例如,通过对该载波进行负载调制。

[0232] 通信时间间隔之间的持续时间的这种自组织和/或(伪)随机变化可以例如具有在频率上扩展电磁干扰的优点。具体地,不是将电磁干扰集中在通信时间间隔的频率的谐波中,而是该变化可以在频率上更均等地扩展电磁干扰能量以产生更低的噪声密度。

[0233] 在一些实施例中,当功率发射器处于第二操作模式时,也可以采用重复时间帧。然而,与当处于第一操作模式时相比,当处于第二操作模式时,重复时间帧可以被修改。

[0234] 在许多实施例中,定时电路215可以被布置为改变被分配给不同实施例之间的通信时间间隔的重复时间帧的比例,并且具体地可以被布置为当处于第二操作模式时降低该比例。

[0235] 具体地,对于在第一操作模式和第二操作模式下具有相同时间段的重复时间帧,可以减少通信时间间隔的持续时间。作为对应于先前提供的示例的具体示例,当从第一操作模式切换到第二操作模式时,定时电路215可以将通信时间间隔的持续时间从1.2毫秒减

少到0.6毫秒,同时将重复时间帧的固定持续时间保持为10毫秒(如例如分别在图12和15的示例中)。

[0236] 在一些实施例中,定时电路215可以被布置为根据操作模式来改变重复时间帧中的通信时间间隔的频率。例如,在一些实施例中,定时电路215可以被布置为当切换到第二操作模式时增加通信时间间隔之间的持续时间。这可以例如通过改变重复时间帧的持续时间/重复频率来实现。例如,定时电路215可以在处于第一操作模式时施加图12的模式,并且然后在处于第二操作模式时切换到图17的模式。在图17的示例中,通信时间间隔(和异物检测时间间隔)的持续时间保持在1.2毫秒,但是仅供应功率最小值的一半与降低功率时间间隔相关联。因此,图17的示例可以被认为对应于图12的示例,但是重复时间帧的持续时间加倍。这可以实现减少的干扰,并且可以具体地实现以一半频率但以降低的水平发生谐波,如图18所示。

[0237] 在一些实施例中,定时电路215可以被布置为调整通信时间间隔是否被包括在重复时间帧中,以在处于第一操作模式时和在处于第二操作模式时遵循不同的模式。具体地,当处于第一操作模式时,定时电路215可以控制功率发射器在所有重复时间帧中生成通信时间间隔。然而,当切换到第二操作模式时,定时电路215可以前进到仅在一些重复时间帧中生成通信时间间隔。

[0238] 例如,功率发射器可以在处于第二操作模式时继续采用具有相同持续时间的重复时间帧,但是可以仅在时间帧的仅每隔一个时间帧中包括通信时间间隔(对应于当从第一操作模式切换到第二操作模式时通信时间间隔的频率被减少二分之一)。在其他情况下,定时电路215可以被布置为仅在每第三个、第四个等的重复时间帧中包括通信时间间隔。在一些实施例中,包括通信时间间隔的重复时间帧的模式可以是非周期性的,并且可以例如根据预定模式。在又其他实施例中,其中包括通信时间间隔的重复时间帧可以是伪随机的。

[0239] 将意识到,根据实施例的具体偏好和要求,可以在不同的实施例中使用不同的方法。还将意识到,可以组合不同的方法,例如定时电路215可以被布置为在两种不同的操作模式之间改变通信时间间隔持续时间和频率两者。

[0240] 所描述的方法可以使通信并且具体地通信时间间隔的定时性质适应于两种不同模式下的不同操作。具体地,可用于功率发射器与功率接收器之间的通信的通信资源可以适应于反映这些可以在两种模式之间(通常实质上)不同。这可以具体地被用于减少电磁干扰并且增加电磁兼容性。具体地,在许多实施例中,可以非常实质性地减少来自通信时间间隔的谐波的干扰。

[0241] 将意识到,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,可以在不背离本发明的情况下使用不同的功能电路、单元或处理器之间的任何合适的功能分布。例如,被图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合适模块的引用,而并不指示严格的逻辑或物理结构或组织。

[0242] 本发明能够以任何合适的形式来实施,包括硬件、软件、固件或者这些的任何组合。本发明可以任选地被至少部分地实施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。本发明的实施例的元件和部件可以以任何合适的方式来物理地、

功能地和逻辑地实施。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部分来实施。这样一来,本发明可以在单个单元中实施,或者可以在不同的单元、电路和处理器之间物理地和功能地分布。

[0243] 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权利要求的限制。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认识到,可以根据本发明组合所描述的实施例的各种特征。在权利要求中,术语“包括”不排除存在其他元件或步骤。

[0244] 将意识到,对优选值的引用并不意味着超出其为在异物检测初始化模式下确定的值的任何限制,即,优选地是借助于其是在调整过程中确定的。对优选值的引用可以代替对例如第一值的引用。

[0245] 此外,尽管被个体地列出,但是多个模块、元件、电路或方法步骤可以通过例如单个电路、单元或处理器来实施。此外,尽管个体特征可以包括在不同的权利要求中,但是这些可以有利地组合,并且包含在不同的权利要求中并不意味着特征的组合是不可行和/或不利的。在一类权利要求中包含特征也并不意味着对该类别的限制,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意味着特征必须工作的任何特定顺序,并且特别地,方法权利要求中的个体步骤的顺序并不意味着必须以该顺序执行这些步骤。而是,可以以任何合适的顺序来执行这些步骤。额外地,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仅被提供为使示例清楚,而不应当被解释为以任何方式来限制权利要求的范围。

[0246] 通常,无线功率传输装置和方法的示例由下面的实施例指示。

[0247] 实施例:

[0248] 实施例1、一种用于经由感应功率传输信号向功率接收器(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:

[0249] 发射器线圈(103),其被布置为生成所述功率传输信号;

[0250] 驱动器(201),其被布置为生成用于所述发射器线圈(103)的驱动信号,以生成所述功率传输信号;

[0251] 接收器(207),其用于从所述功率接收器(105)接收消息;

[0252] 第一控制器(209),其被布置为根据第一操作模式来控制所述驱动信号的参数,所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质;

[0253] 第二控制器(211),其被布置为根据第二操作模式来控制所述驱动信号的所述参数,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质;以及

[0254] 电路(213),其被布置为响应于从所述功率接收器(105)接收的功率传输控制模式请求而在所述第一操作模式与所述第二操作模式之间进行选择。

[0255] 实施例2、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,所述功率控制误差消息指示所述功率传输信号的所述功率性质的所请求的相对变化,并且设定点消息指示所述目

标功率性质的所请求的绝对值。

[0256] 实施例3、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,功率控制误差消息之间的持续时间不大于300毫秒,并且功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于10秒。

[0257] 实施例4、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,针对所述功率控制回路的时间常数和用于响应于所述至少一个功率传输信号设定点而改变所述驱动信号的所述参数的时间常数相差至少两倍。

[0258] 实施例5、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,所述第二控制器(211)实施驱动信号控制回路,所述驱动信号控制回路包括:

[0259] 估计器,其用于生成针对所述功率传输信号的功率水平指示;

[0260] 比较器,其用于响应于所述功率水平指示与从所述至少一个功率传输信号设定点确定的参考功率之间的比较而生成误差信号;以及

[0261] 适配器,其用于响应于所述误差信号而调整所述驱动信号的所述参数。

[0262] 实施例6、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,当处于所述第二操作模式时,仅响应于接收到所述至少一个功率传输信号设定点中的功率传输信号设定点而改变所述驱动信号的所述参数。

[0263] 实施例7、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,所述至少一个功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率水平。

[0264] 实施例8、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,所述至少一个功率传输信号设定点被链接到有效时间间隔,并且所述第二控制器(211)被布置为在所述有效时间间隔结束时将所述驱动信号的所述参数设置为标称值。

[0265] 实施例9、一种无线功率传输系统,包括功率接收器(105)和根据任一前述实施例所述的功率发射器(101),所述功率接收器(105)包括:

[0266] 线圈(107),其用于从所述功率传输信号提取功率;

[0267] 功率电路(301、305),其用于向负载(303)提供从所述功率传输信号提取的功率;

[0268] 发射器(307),其用于将所述至少一个功率传输信号设定点发送到所述功率发射器。。

[0269] 实施例10、根据实施例9所述的无线功率传输系统,其中,所述功率接收器(105)被布置为发送指示针对所述功率传输信号的预定目标功率性质的所述至少一个功率传输信号设定点。

[0270] 11、根据实施例9或10所述的无线功率传输系统,其中,所述功率接收器(105)被布置为发送指示针对所述功率传输信号的目标功率性质的所述至少一个功率传输信号设定点,所述目标功率性质独立于针对被提供给所述负载(303)的电信号的任何测量值。

[0271] 实施例12、根据实施例9所述的无线功率传输系统,其中,所述功率接收器(105)被布置为响应于针对被提供给所述负载(303)的电信号的测量值而发送所述功率传输信号设定点。

[0272] 实施例13、根据实施例9至12中任一项所述的无线功率传输系统,其中,所述功率接收器(105)被布置为在多个负载模式下操作,并且所述功率接收器(105)被布置为不向所述功率发射器(101)发送新的功率传输信号设定点,除非切换负载模式。

[0273] 实施例14、一种用于经由感应功率传输信号从功率接收器(101)无线地接收功率

的功率接收器(105);所述功率接收器(105)包括:

[0274] 接收器线圈(107),其被布置为从所述功率传输信号提取功率;

[0275] 功率电路(301、305),其被耦合到所述接收器线圈(107),并且被布置为从所述接收器线圈向负载(303)提供功率;

[0276] 发射器(307),其用于向所述功率发射器(101)发送消息,所述发射器(307)被布置为向所述功率发射器(101)发送功率传输控制模式请求,所述功率传输控制模式请求指示对于所述功率发射器根据第一操作模式或根据第二操作模式来控制所述驱动信号的参数的请求,其中,

[0277] 所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质;并且

[0278] 所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质。

[0279] 实施例15、一种经由感应功率传输信号向功率接收器(105)无线地提供功率的功率发射器(101)的操作方法;所述功率发射器(101)包括:

[0280] 发射器线圈(103),其被布置为生成所述功率传输信号;

[0281] 并且所述方法包括:

[0282] 生成用于所述发射器线圈(103)的驱动信号,以生成所述功率传输信号;

[0283] 从所述功率接收器(105)接收消息;

[0284] 根据第一操作模式来控制所述驱动信号的参数,所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质;

[0285] 根据第二操作模式来控制所述驱动信号的所述参数,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质;

[0286] 响应于从所述功率接收器(105)接收的功率传输控制模式请求而在所述第一操作模式与所述第二操作模式之间进行选择。

[0287] 实施例16、一种经由感应功率传输信号从功率接收器(101)无线地接收功率的功率接收器(105)的操作方法;所述功率接收器(105)包括:

[0288] 接收器线圈(107),其被布置为从所述功率传输信号提取功率;以及

[0289] 功率电路(301、305),其被耦合到所述接收器线圈(107),并且被布置为从所述接收器线圈向负载(303)提供功率;

[0290] 发射器(307),其用于向所述功率发射器(101)发送消息,并且所述方法包括所述发射器(307)向所述功率发射器(101)发送功率传输控制模式请求,所述功率传输控制模式请求指示对于所述功率发射器根据第一操作模式或根据第二操作模式来控制所述驱动信号的参数的请求,其中,

[0291] 所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质;以及

[0292] 所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的至少一个功率传输

信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质。

[0293] 实施例1、一种用于经由感应功率传输信号向功率接收器(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:

[0294] 发射器线圈(103),其被布置为生成所述功率传输信号;

[0295] 驱动器(201),其被布置为生成用于所述发射器线圈(103)的驱动信号,以生成所述功率传输信号,所述驱动器(201)被布置为将所述驱动信号生成为采用功率传输时间间隔和通信时间间隔,在所述功率传输时间间隔期间,所述功率传输信号被布置为将功率传输到所述功率接收器(105),在所述通信时间间隔期间,所述功率传输信号的功率相对于所述功率传输时间间隔被降低;

[0296] 接收器(207),其用于在通信时间间隔期间从所述功率接收器(105)接收消息;

[0297] 第一控制器(209),其被布置为根据第一操作模式来控制所述驱动信号的参数,所述第一操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质,功率控制误差消息之间的最大持续时间不大于300毫秒;

[0298] 第二控制器(211),其被布置为根据第二操作模式来控制所述驱动信号的所述参数,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质,功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于一秒;以及

[0299] 电路(213),其被布置为响应于从所述功率接收器(105)接收的功率传输控制模式请求而在所述第一操作模式与所述第二操作模式之间进行选择;以及

[0300] 定时电路(215),其被布置为在所述第一操作模式与所述第二操作模式之间改变所述通信时间间隔的定时参数。

[0302] 实施例2、根据实施例1所述的功率发射器,其中,所述驱动器(201)被布置为将重复时间帧用于所述功率传输信号,每个重复时间帧包括至少一个功率传输时间间隔,并且至少一些重复时间帧包括至少一个通信时间间隔。

[0303] 实施例3、根据实施例2所述的功率发射器,其中,所述定时电路(215)被布置为,与当处于所述第二操作模式时相比,当处于所述第一操作模式时将重复时间帧的更大比例分配给所述至少一个通信时间间隔。

[0304] 实施例4、根据实施例2或3所述的功率发射器,其中,所述定时电路(215)被布置为:当处于所述第一操作模式时在所有重复时间帧中包括通信时间间隔,并且当处于所述第二操作模式时在重复时间帧的仅子集中包括通信时间间隔。

[0305] 实施例5、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,所述定时电路(215)被布置为将所述通信时间间隔的持续时间设置为当处于所述第一操作模式时比当处于所述第二操作模式时更高。

[0306] 实施例6、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,所述定时电路(215)被布置为将所述通信时间间隔的占空比设置为当处于所述第一操作模式时比当处于所述第二操作模式时更高。

[0307] 实施例7、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,所述定时电路(215)被布

置为将所述通信时间间隔的频率设置为当处于所述第一操作模式时比当处于所述第二操作模式时更高。

[0308] 实施例8、根据前述实施例中的任一项所述的功率发射器,其中,所述驱动器(201)被布置为由变化的电源信号供电,并且所述功率发射器被布置为将所述通信时间间隔的中心时间与针对所述变化的电源信号的信号最小值对准。

[0309] 实施例9、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,所述功率发射器被布置为:当处于所述第一操作模式时,响应于检测到在超过第一阈值的持续时间内没有接收到功率控制误差消息而终止功率传输;并且当处于所述第二操作模式时,如果在超过第二阈值的持续时间内没有接收到功率传输信号设定点,则不终止功率传输,所述第二阈值是所述第一阈值的至少两倍。

[0310] 实施例10、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,所述功率控制误差消息指示所述功率传输信号的所述功率性质的所请求的相对变化,并且设定点消息指示所述目标功率性质的所请求的绝对值。

[0311] 实施例11、根据任一前述实施例所述的功率发射器,其中,所述至少一个功率传输信号设定点被链接到有效时间间隔,并且所述第二控制器(211)被布置为在所述有效时间间隔结束时将所述驱动信号的所述参数设置为标称值。

[0312] 实施例12、一种无线功率传输系统,包括功率接收器(105)和根据任一前述实施例所述的功率发射器(101),所述功率接收器(105)包括:

[0313] 线圈(107),其用于从所述功率传输信号提取功率;

[0314] 功率电路(301、305),其用于向负载(303)提供从所述功率传输信号提取的功率;

[0315] 发射器(307),其用于在通信时间间隔期间将所述至少一个功率传输信号设定点发送到所述功率发射器。

[0316] 实施例13、根据实施例12或10所述的无线功率传输系统,其中,所述功率接收器(105)被布置为发送指示针对所述功率传输信号的目标功率性质的所述至少一个功率传输信号设定点,所述目标功率性质独立于针对被提供给所述负载(303)的电信号的任何测量值。

[0317] 实施例14、根据实施例12或13所述的无线功率传输系统,其中,所述功率接收器(105)被布置为在多个负载模式下操作,并且所述功率接收器(105)被布置为不向所述功率发射器(101)发送新的功率传输信号设定点,除非切换负载模式。

[0318] 实施例15、一种经由感应功率传输信号向功率接收器(105)无线地提供功率的功率发射器(101)的操作方法;所述功率发射器(101)包括:

[0319] 发射器线圈(103),其被布置为生成所述功率传输信号;

[0320] 并且所述方法包括:

[0321] 生成用于所述发射器线圈(103)的驱动信号,以生成所述功率传输信号,所述驱动信号被生成为采用功率传输时间间隔和通信时间间隔,在所述功率传输时间间隔期间,所述功率传输信号被布置为将功率传输到所述功率接收器(105),在所述通信时间间隔期间,所述功率传输信号的功率相对于所述功率传输时间间隔被降低;

[0322] 在通信时间间隔期间从所述功率接收器(105)接收消息;

[0323] 根据第一操作模式来控制所述驱动信号的参数,所述第一操作模式包括响应于从

所述功率接收器(105)接收的功率控制误差消息而操作功率控制回路来控制所述功率传输信号的功率性质,功率控制误差消息之间的最大持续时间不大于300毫秒;

[0324] 根据第二操作模式来控制所述驱动信号的所述参数,所述第二操作模式包括响应于从所述功率接收器(105)接收的至少一个功率传输信号设定点而设置所述驱动信号的所述参数,所述功率传输信号设定点指示针对所述功率传输信号的目标功率性质,功率传输信号设定点之间的最大持续时间不小于一秒;

[0325] 响应于从所述功率接收器(105)接收的功率传输控制模式请求而在所述第一操作模式与所述第二操作模式之间进行选择;以及

[0326] 在所述第一操作模式与所述第二操作模式之间改变所述通信时间间隔的定时参数。

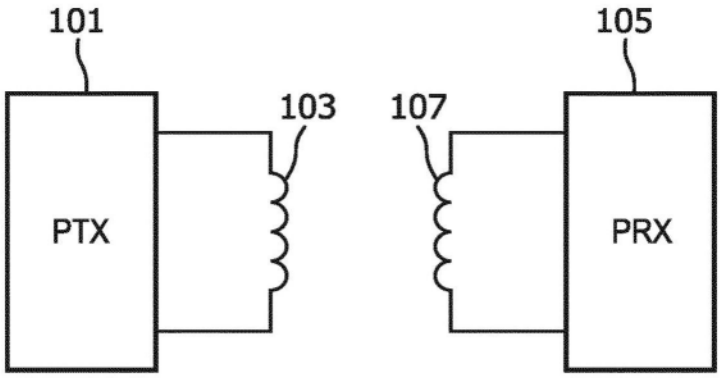


图1

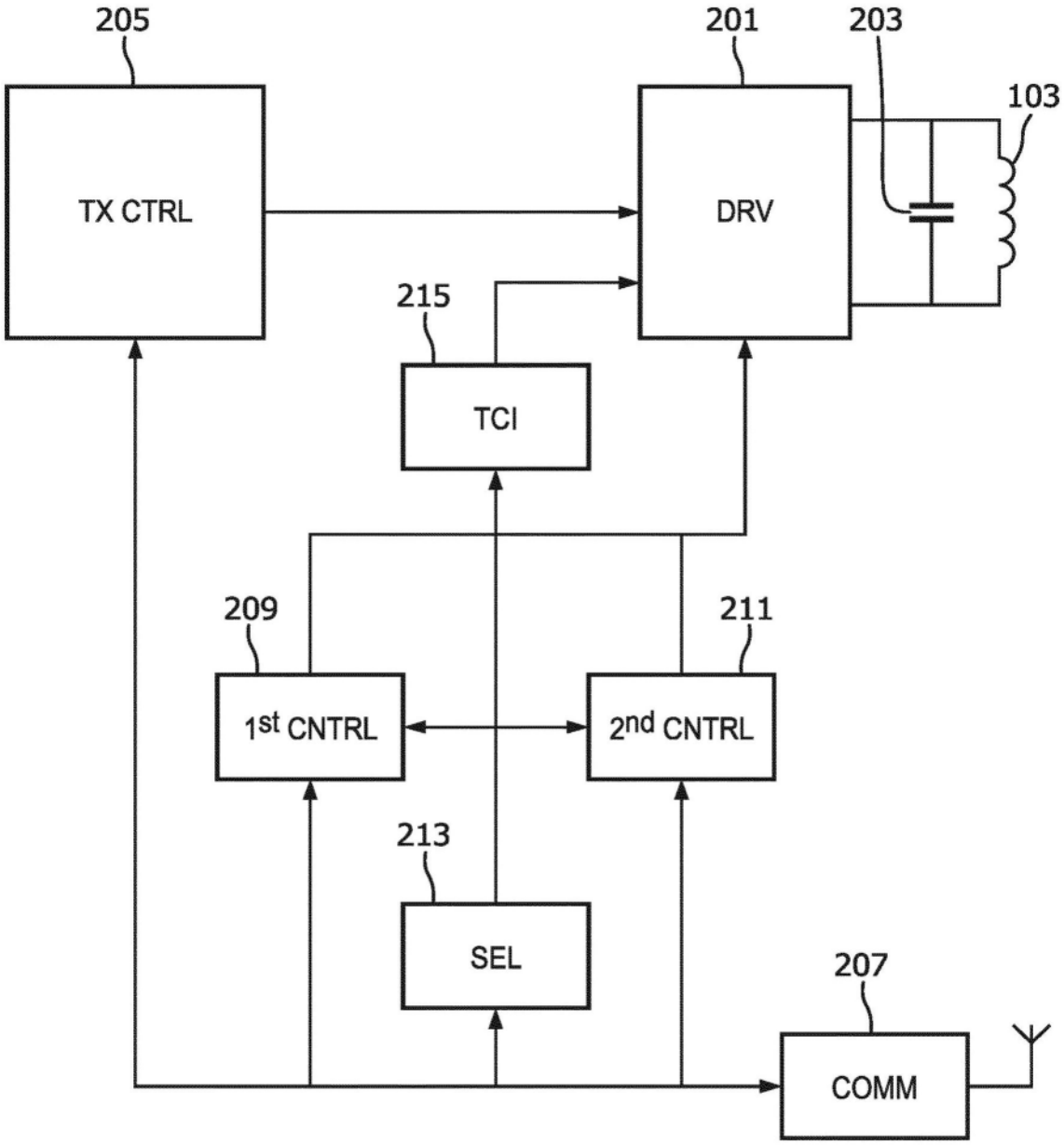

205
TX CTRL
201
DRV
203
103
215
TCI
209
1st CNTRL
211
2nd CNTRL
213
SEL
207
COMM

图2

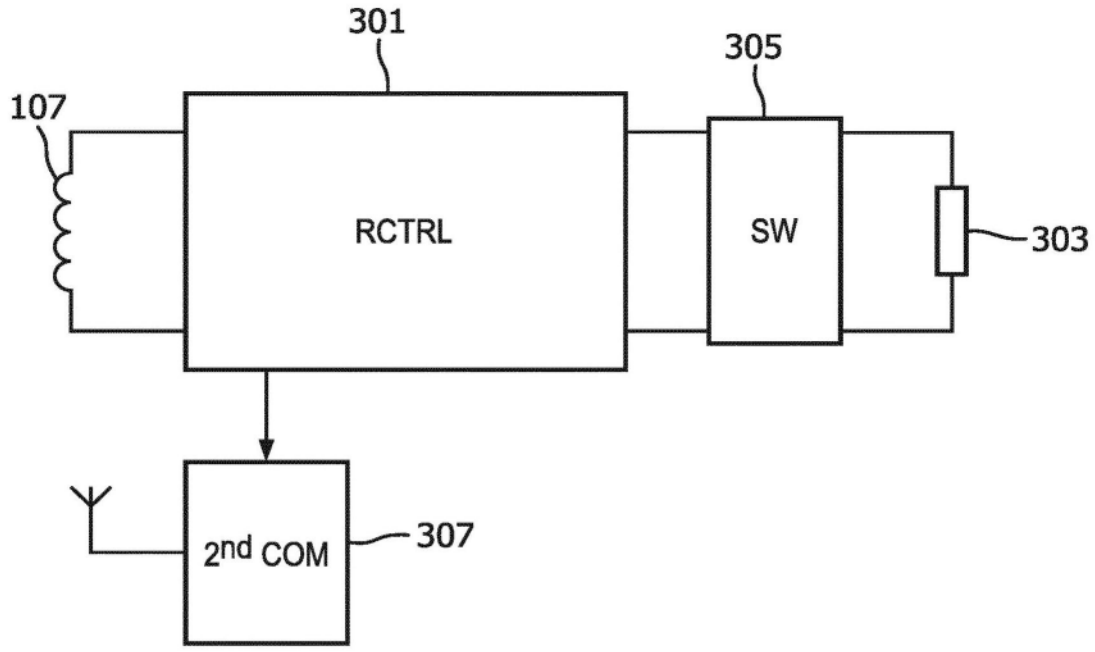

301
305
107
RCTRL
SW
303
2nd COM
307

图3

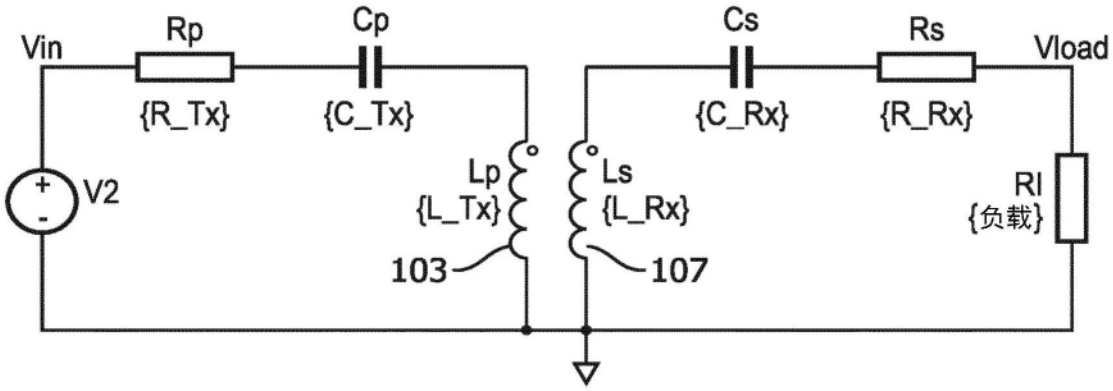

Vin
Rp
{R_Tx}
Cp
{C_Tx}
Cs
{C_Rx}
Rs
{R_Rx}
Vload
V2
Lp
{L_Tx}
Ls
{L_Rx}
Rl
{负载}
103
107

图4

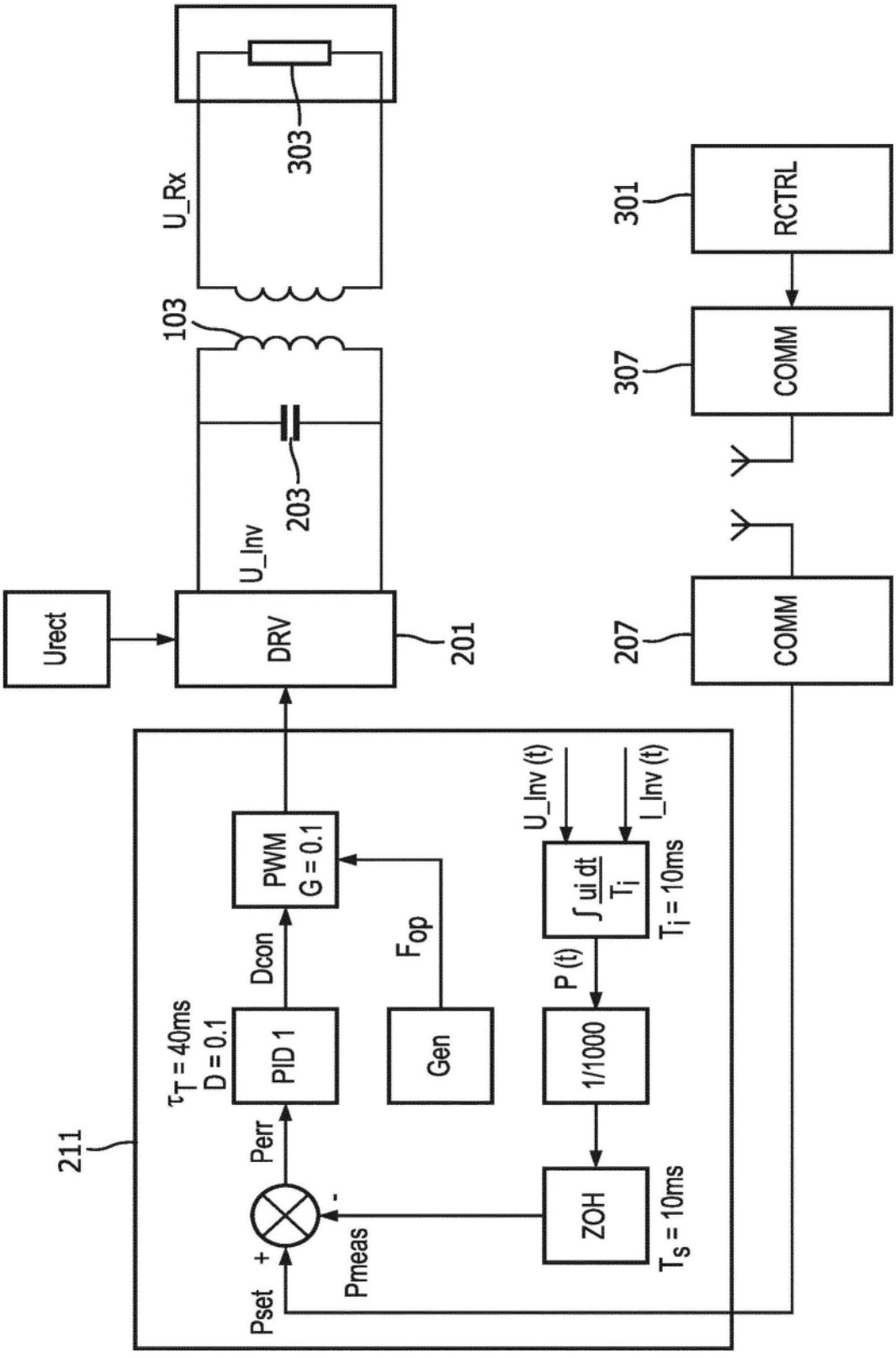

303
U_Rx
103
203
U_Inv
Urect
DRV
201
301
RCTRL
307
COMM
207
COMM
211
PWM
G = 0.1
Dcon
Fop
U_Inv (t)
I_Inv (t)
∫ ui dt / Ti
Ti = 10ms
P (t)
τT = 40ms
D = 0.1
PID 1
Gen
1/1000
Perr
ZOH
Ts = 10ms
Pmeas
Pset

图5

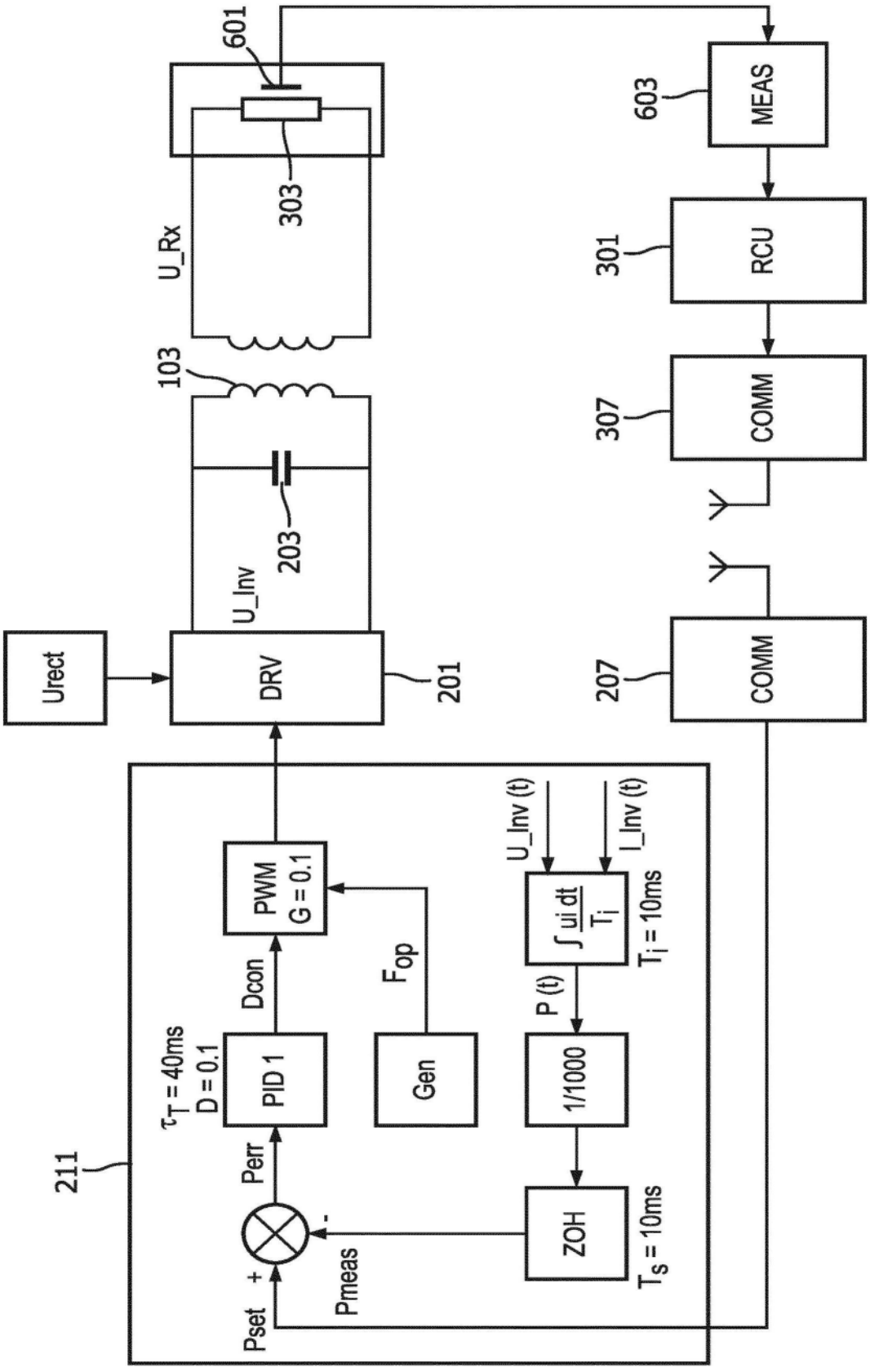

601
303
U_Rx
103
203
U_Inv
Urect
DRV
201
603
MEAS
301
RCU
307
COMM
207
COMM
211
PWM
G = 0.1
Dcon
PID 1
τT = 40ms
D = 0.1
Perr
Pset
+
Pmeas
-
Fop
Gen
U_Inv (t)
I_Inv (t)
∫ ui dt / Ti
Ti = 10ms
P (t)
1/1000
ZOH
Ts = 10ms

图6

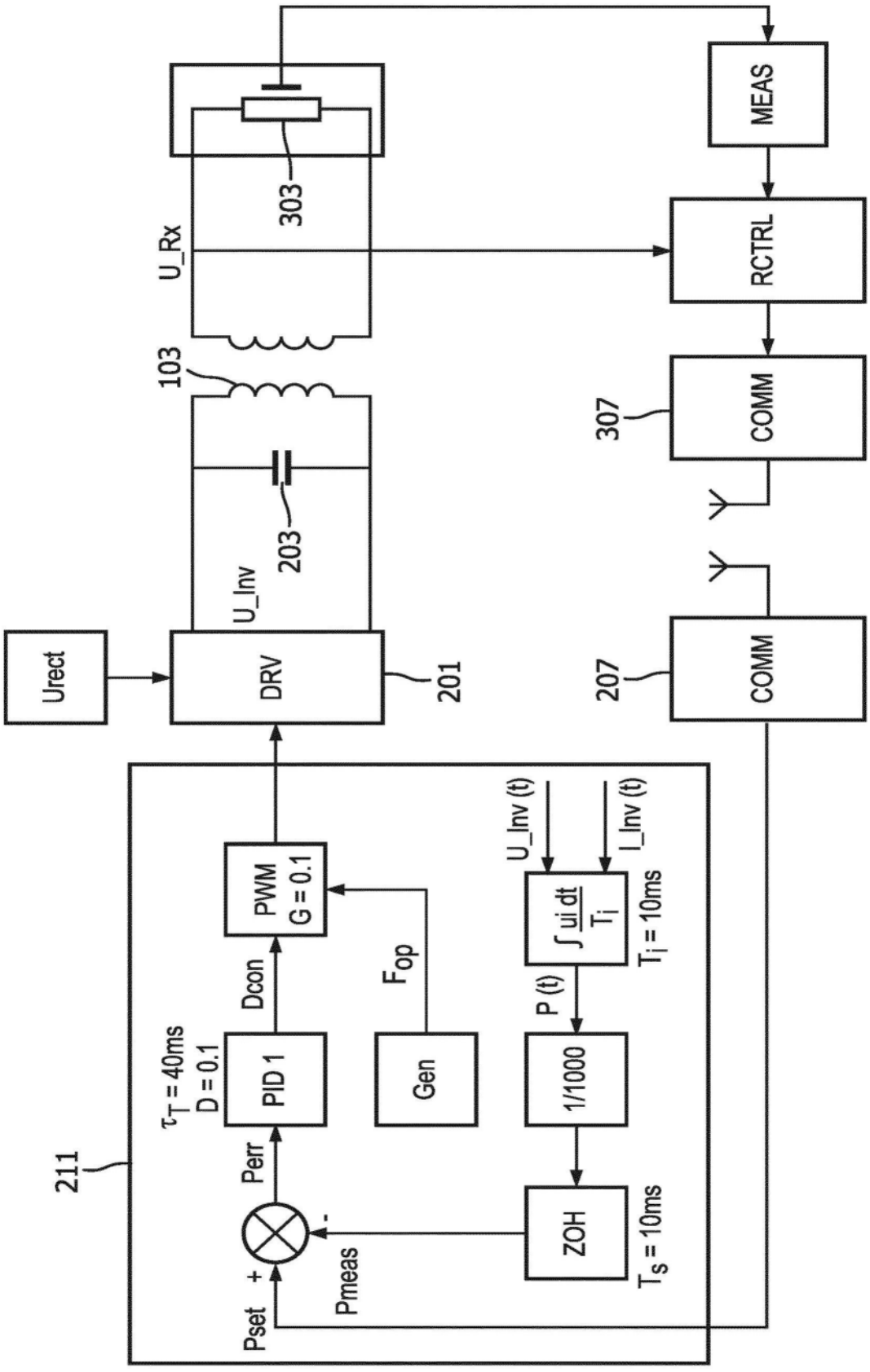

MEAS
RCTRL
COMM
COMM
303
U_Rx
103
307
203
U_Inv
Urect
DRV
201
207
211
U_Inv (t)
I_Inv (t)
PWM
G = 0.1
∫ ui dt / Ti
Ti = 10ms
Dcon
Fop
P (t)
τT = 40ms
D = 0.1
PID 1
Gen
1/1000
Perr
ZOH
Ts = 10ms
Pmeas
Pset

图7

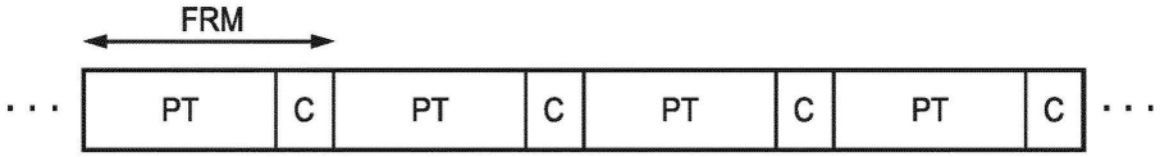


图8

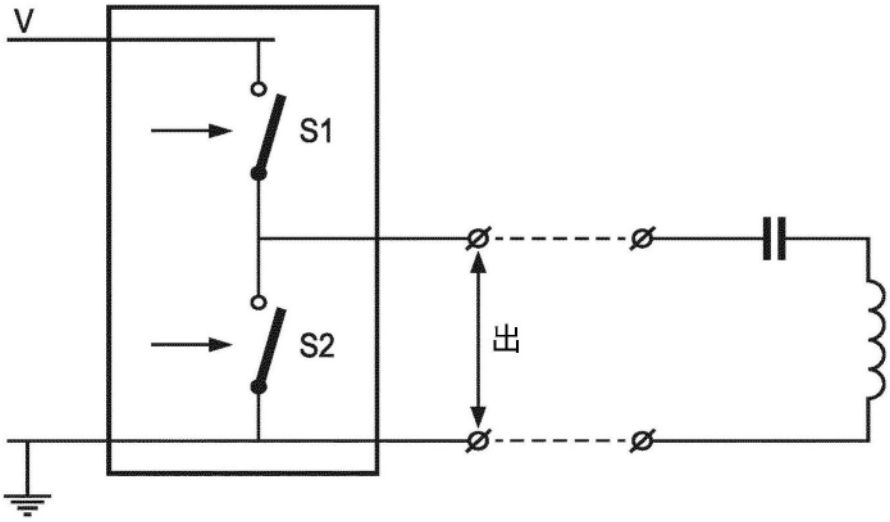


图9

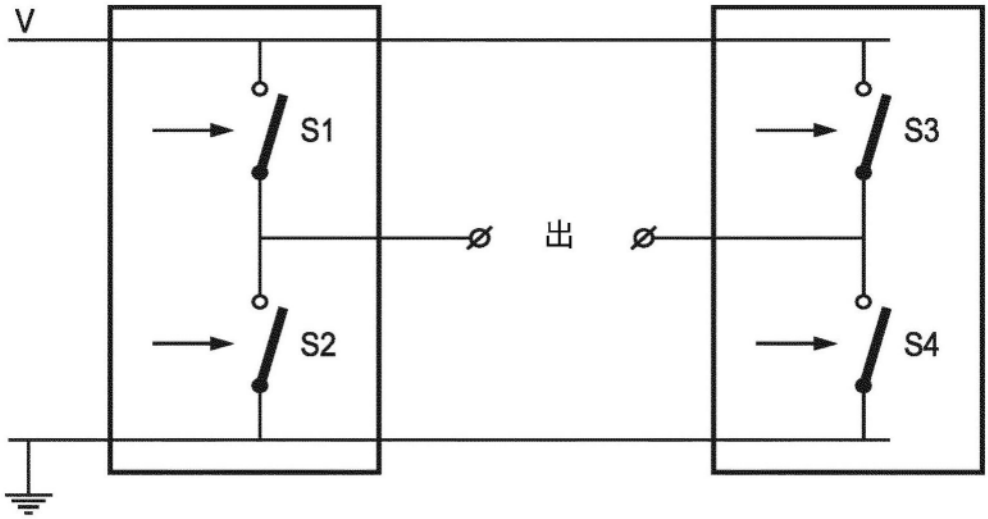


图10

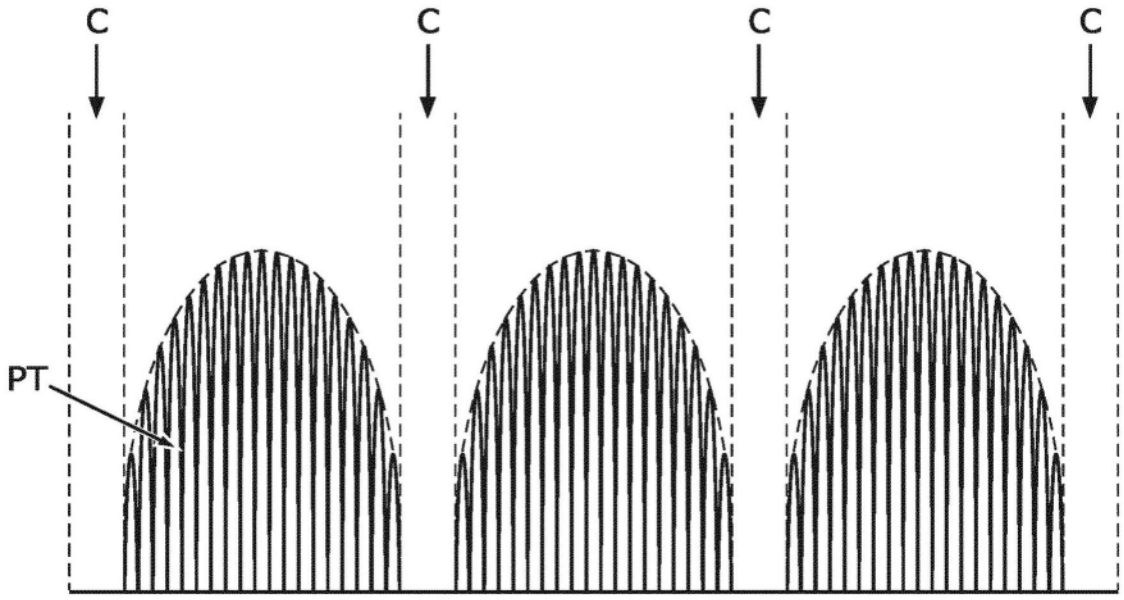


图11

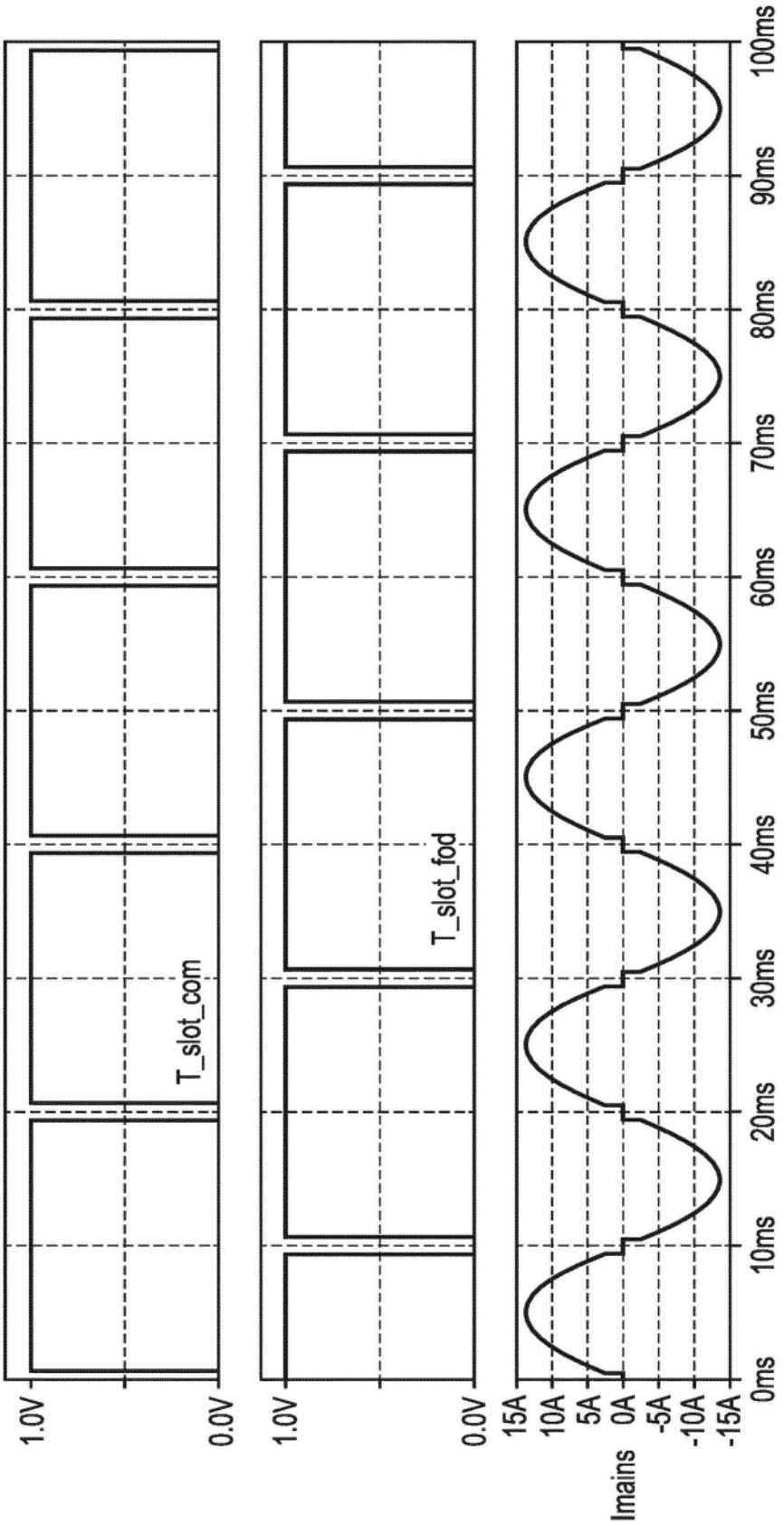

T_slot_com
T_slot_fod
1.0V
0.0V
1.0V
0.0V
15A
10A
5A
0A
-5A
-10A
-15A
Imains
0ms
10ms
20ms
30ms
40ms
50ms
60ms
70ms
80ms
90ms
100ms

图12

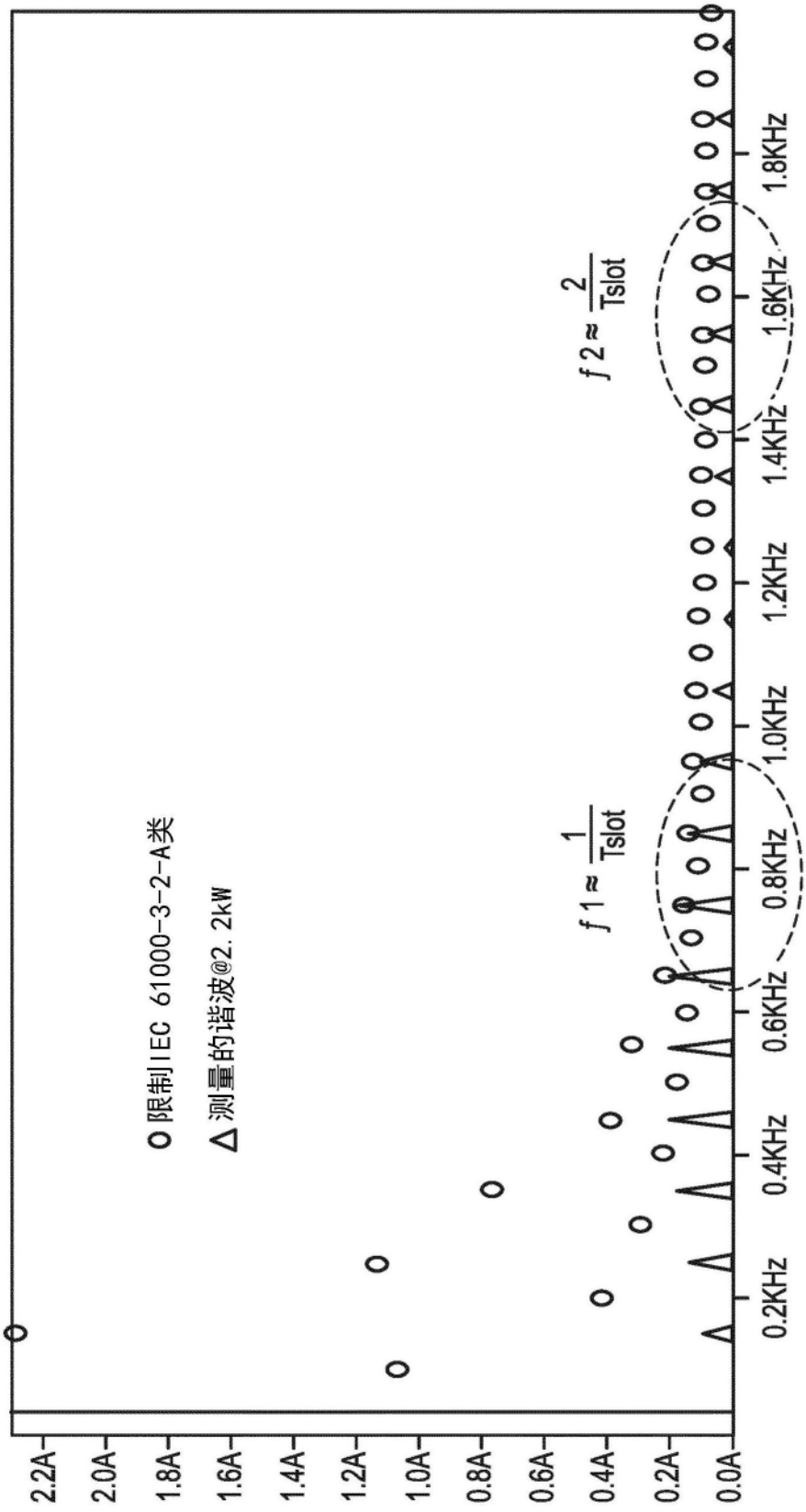

O 限制IEC 61000-3-2-A类
Δ 测量的谐波@2.2kW
$f1 \approx \frac{1}{Tslot}$
$f2 \approx \frac{2}{Tslot}$
2.2A
2.0A
1.8A
1.6A
1.4A
1.2A
1.0A
0.8A
0.6A
0.4A
0.2A
0.0A
0.2KHz
0.4KHz
0.6KHz
0.8KHz
1.0KHz
1.2KHz
1.4KHz
1.6KHz
1.8KHz

图13

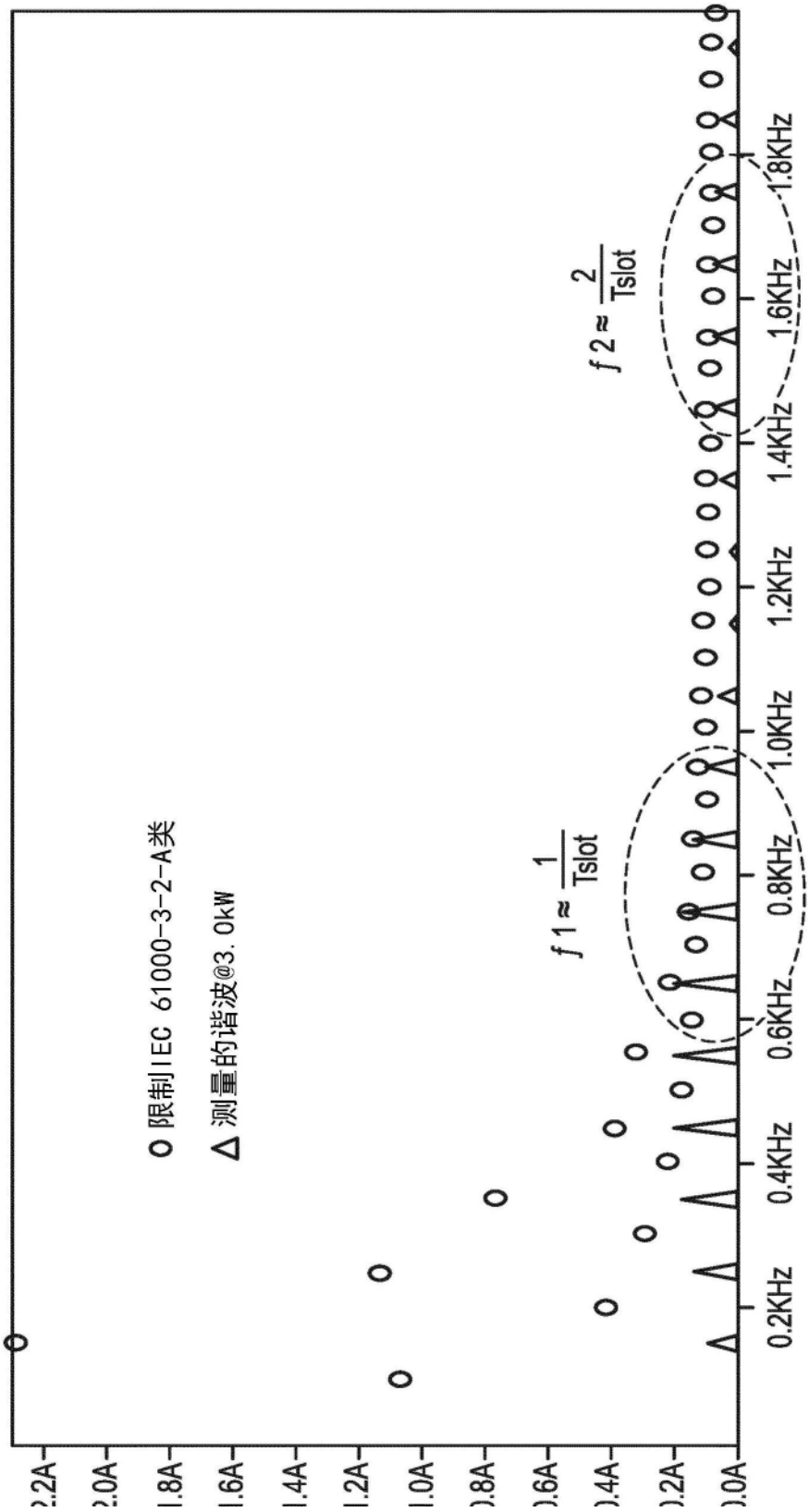

O 限制IEC 61000-3-2-A类
Δ 测量的谐波@3.0kW
$f1 \approx \frac{1}{Tslot}$
$f2 \approx \frac{2}{Tslot}$
0.2KHz
0.4KHz
0.6KHz
0.8KHz
1.0KHz
1.2KHz
1.4KHz
1.6KHz
1.8KHz
2.2A
2.0A
1.8A
1.6A
1.4A
1.2A
1.0A
0.8A
0.6A
0.4A
0.2A
0.0A

图14

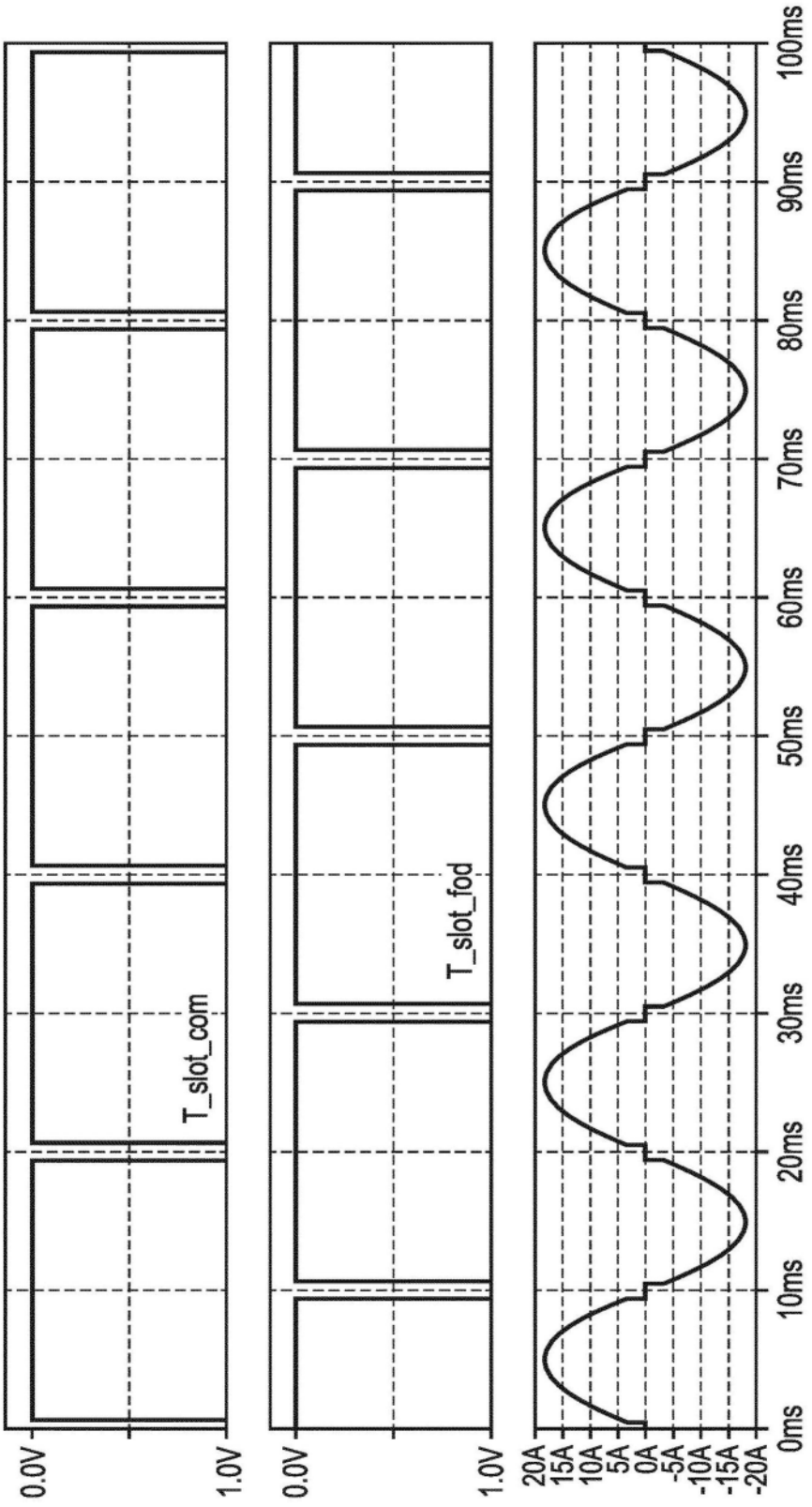

T_slot_com
T_slot_fod
0.0V
1.0V
0.0V
1.0V
20A
15A
10A
5A
0A
-5A
-10A
-15A
-20A
0ms
10ms
20ms
30ms
40ms
50ms
60ms
70ms
80ms
90ms
100ms

图15

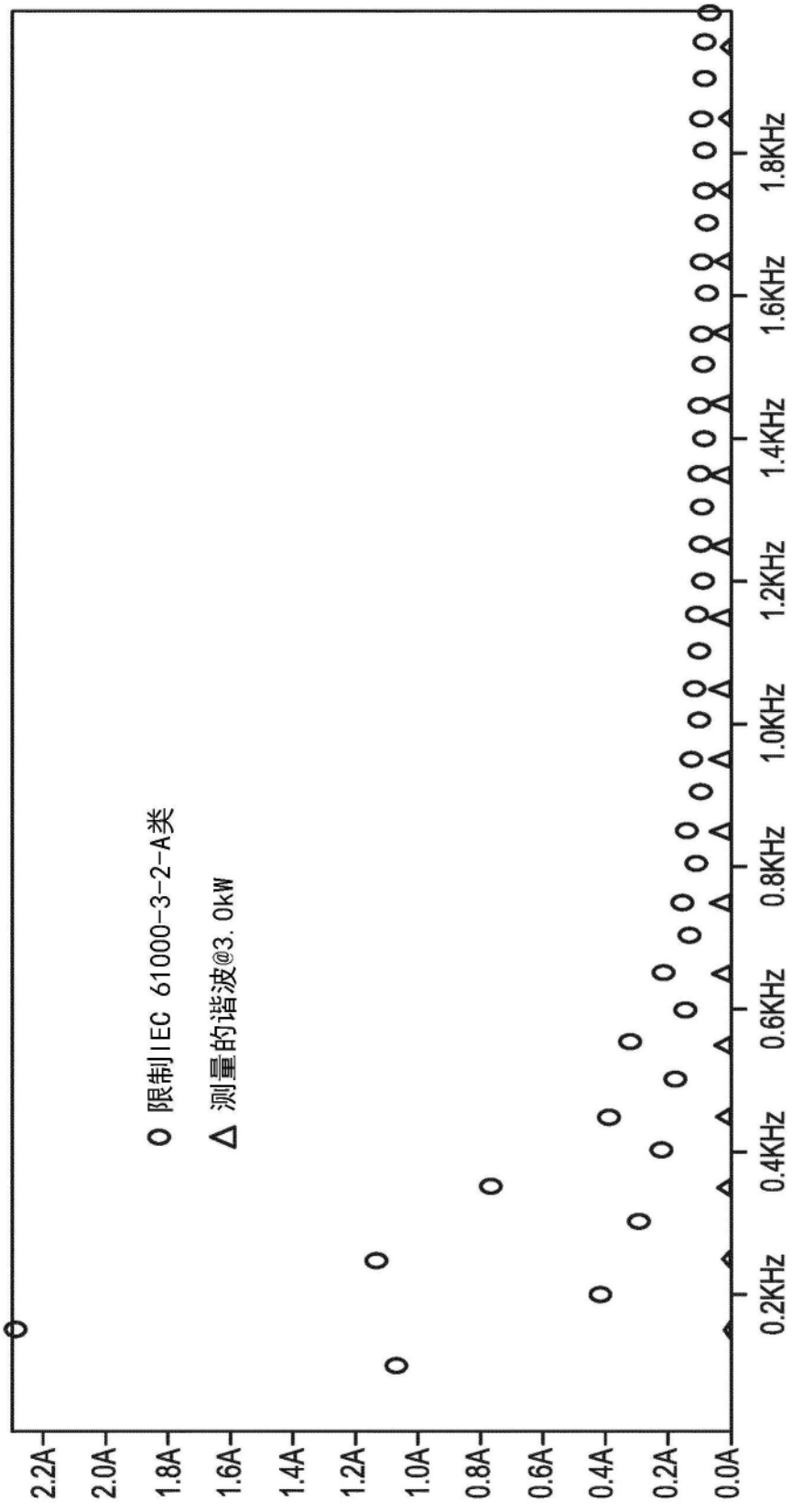

2.2A
2.0A
1.8A
1.6A
1.4A
1.2A
1.0A
0.8A
0.6A
0.4A
0.2A
0.0A
0.2KHz
0.4KHz
0.6KHz
0.8KHz
1.0KHz
1.2KHz
1.4KHz
1.6KHz
1.8KHz
O 限制IEC 61000-3-2-A类
Δ 测量的谐波@3.0kW

图16

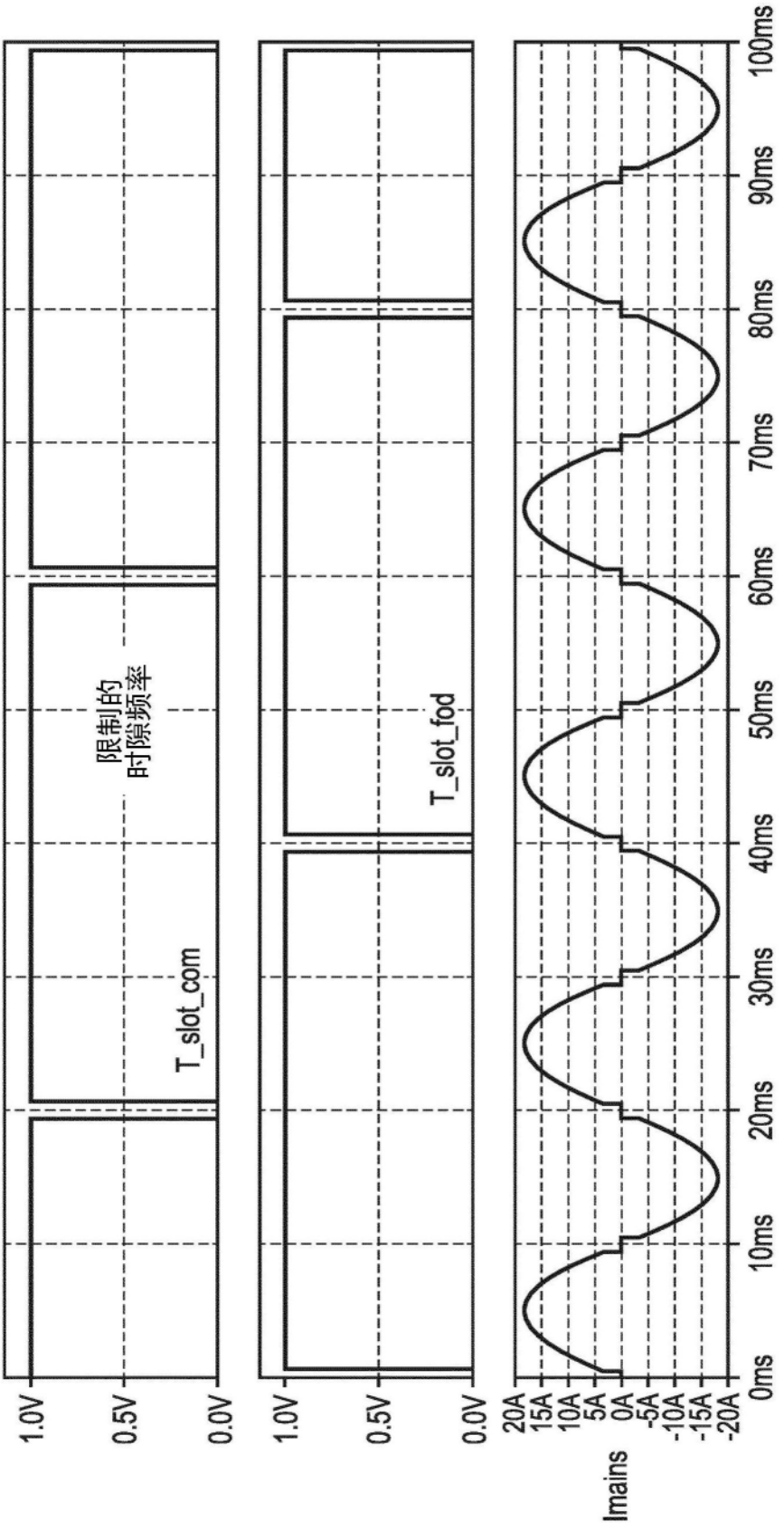

限制的
时隙频率
T_slot_com
T_slot_fod
1.0V
0.5V
0.0V
1.0V
0.5V
0.0V
20A
15A
10A
5A
0A
-5A
-10A
-15A
-20A
Imains
0ms
10ms
20ms
30ms
40ms
50ms
60ms
70ms
80ms
90ms
100ms

图17

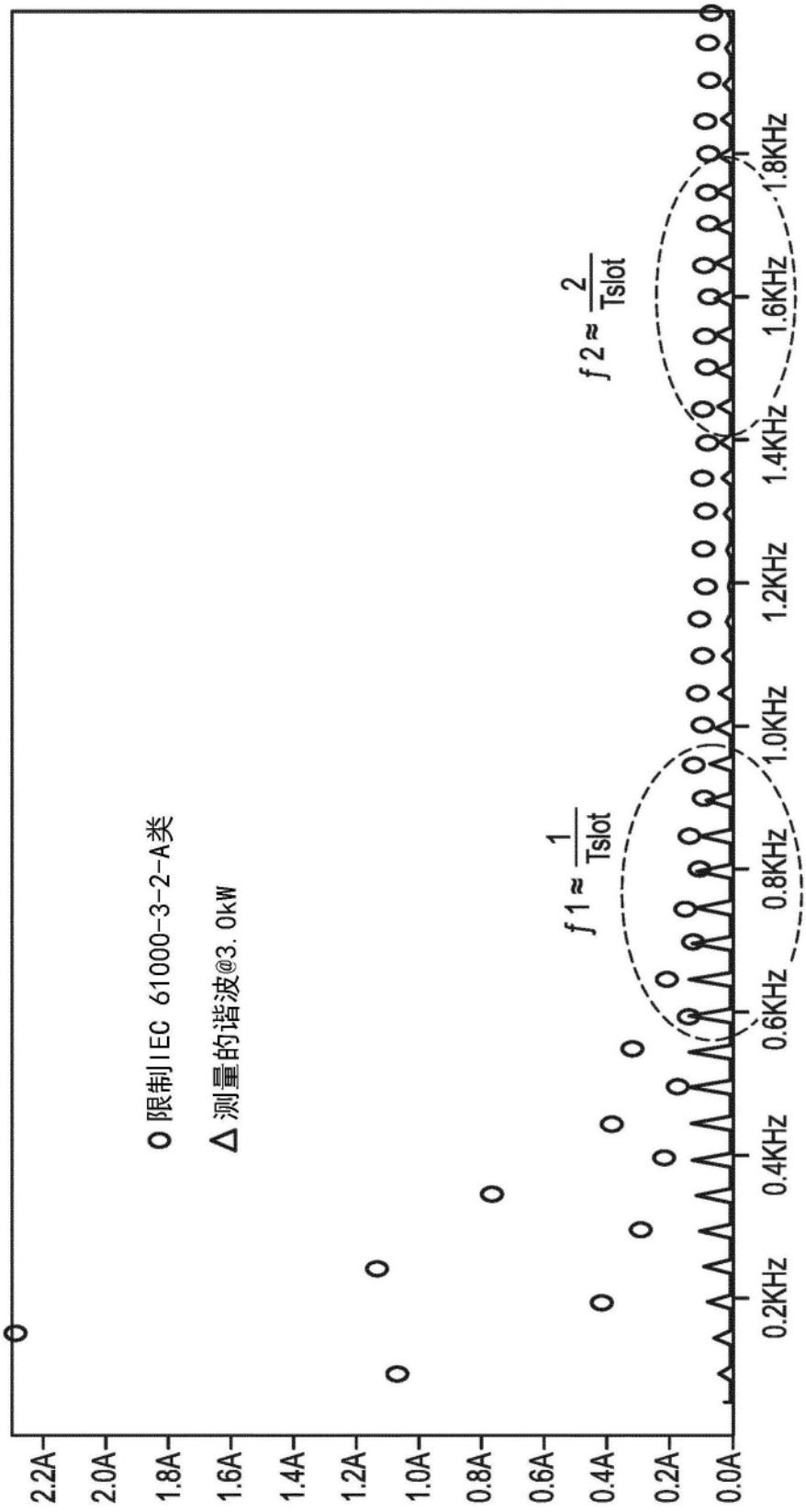

O 限制IEC 61000-3-2-A类
Δ 测量的谐波@3.0kW
$f1 \approx \frac{1}{Tslot}$
$f2 \approx \frac{2}{Tslot}$
0.2KHz
0.4KHz
0.6KHz
0.8KHz
1.0KHz
1.2KHz
1.4KHz
1.6KHz
1.8KHz
0.0A
0.2A
0.4A
0.6A
0.8A
1.0A
1.2A
1.4A
1.6A
1.8A
2.0A
2.2A

图18