



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110771004 A

(43)申请公布日 2020.02.07

(21)申请号 201880020907.0

S·本·伊扎克

(22)申请日 2018.03.07

(74)专利代理机构 余姚德盛专利代理事务所

(普通合伙) 33239

(30)优先权数据

代理人 周积德

62/467,903 2017.03.07 US

62/535,987 2017.07.24 US

(51)Int.Cl.

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

H02J 50/10(2006.01)

2019.09.24

H02J 50/80(2006.01)

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/IL2018/050260 2018.03.07

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/163172 EN 2018.09.13

(71)申请人 鲍尔马特技术有限公司

地址 以色列佩塔提科瓦市

(72)发明人 I·谢尔曼 I·格卢兹曼

E·曼彻 A·萨尔胡弗

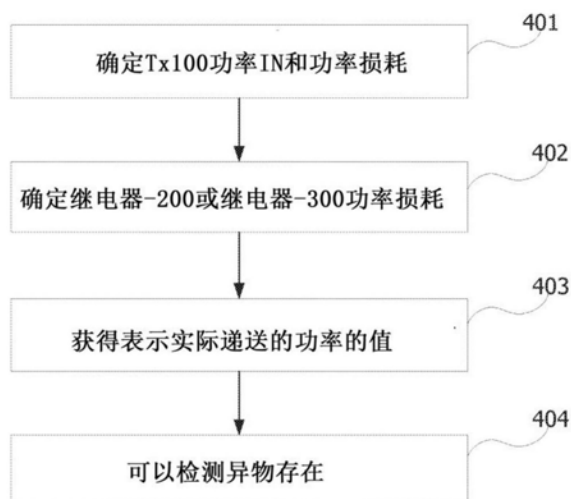
权利要求书1页 说明书13页 附图4页

(54)发明名称

用于无线电力充电的系统

(57)摘要

根据本公开主题的第一方面,一种用于在具有适于感应地传输用于对设备充电的电力的继电器的系统和具有被配置为向所述继电器感应地传输用于对所述设备充电的电力的控制器的发送器中的异物检测方法,其中所述发射器和所述中继器由介质分隔,其中所述控制器能够与所述设备通信,该方法包括通过所述控制器的下列操作:确定由所述发送器消耗的功率;根据AC输出电流的连续测量确定所述发送器上的功率损耗;获得所述发送器和所述继电器之间的耦合因子;基于所述AC输出电流和所述耦合系数的连续测量确定所述继电器上的功率损耗;从由所述发送器消耗的功率中减去所述发送器上的功率损耗和所述继电器上的功率损耗;从所述设备获得所述设备消耗的功率;将所述减去的结果与所述设备的所述消耗功率进行比较;确定所述异物存在。



1. 一种用于在具有适于感应地传输用于对设备充电的电力的继电器的系统和具有被配置为控制用于向所述继电器感应地传输用于对所述设备充电的电力的电源驱动器的控制器的发送器中的异物检测方法, 其中所述发射器和所述中继器由介质分隔, 其中所述控制器能够与所述设备通信, 该方法包括通过所述控制器的下列操作:

- 确定由所述发送器消耗的功率;
- 根据AC输出电流的连续测量确定所述发送器上的功率损耗;
- 获得所述发送器和所述继电器之间的耦合因子;
- 基于所述AC输出电流和所述耦合系数的连续测量确定所述继电器上的功率损耗;
- 从由所述发送器消耗的功率中减去所述发送器上的功率损耗和所述继电器上的功率损耗;
- 从所述设备获得所述设备消耗的功率;
- 将所述减去的结果与所述设备的所述消耗功率进行比较;
- 确定所述异物存在。

2. 权利要求1所述的方法, 其中所述确定中继器上的功率损耗也是基于所述发送器的操作频率和所述中继器和所述发送器的联合共振频率。

3. 权利要求2所述的方法, 其中在确定所述异物存在时, 所述控制器停止所述感应地传输电力。

4. 权利要求2所述的方法, 其中在所述确定所述异物存在时, 所述控制器改变操作频率以获得最小感应地传输电力。

用于无线电力充电的系统

技术领域

[0001] 本公开的主题涉及无线电力充电系统。更具体地,本公开的主题涉及通过介质的感应充电和用于异物检测的方法。

[0002] 相关申请的交叉引用

[0003] 本申请根据35U.S.C. §119(e) 要求以下共同未决的优先权,所有这些申请均为所有目的通过引用并入:

[0004] 2017年3月7日提交的美国临时专利申请No.62/467,903,发明人为Itay Sherman、Elieser Mach、Ilya Gluzman、Amir Salhuv,标题为“Large Range Inductive Tx”;和

[0005] 2017年7月24日提交的美国临时专利申请No.62/535,987,发明人为Itay Sherman、Elieser Mach、Sharon Ben-Itzhak、Amir Salhuv,标题为“Smart Inductive extensions”。

背景技术

[0006] 对无线电力充电系统的不断增长的需求导致在各种场所中的急剧部署增加,并且提出了增加发射器与接收器之间的有效充电距离的需要。商业上可用的系统被限制在这种系统的发射器和接收器之间的大约10毫米的最大距离。

[0007] 无线电力充电系统通常部署在公共设施中,例如餐馆,咖啡店,机场,公交车站;火车站,银行,学校,图书馆,酒店,官方建筑等。通常,系统安装在用户可触及的表面(例如桌子、杆等)的顶部,因此需要装饰性外观和无危险的安装。一方面满足这些要求并另一方面限制距离,要求在表面顶部布线以及钻表面以满足距离限制。在某些情况下,这种商用系统的发射器可以安装在表面的切口孔内。这使得安装变得复杂并且在损坏顾客的家具时增加其成本。

[0008] 显然,在消费者市场中不需要这种商业上可获得的解决方案。此外,这些可用解决方案的无线电力充电水平仅限于需要小于15瓦的手持设备的充电。

[0009] 发明概述

[0010] 根据本公开主题的第一方面,一种用于在具有适于感应地传输用于对设备充电的电力的继电器的系统和具有被配置为向所述继电器感应地传输用于对所述设备充电的电力的控制器的发送器中的异物检测方法,其中所述发射器和所述中继器由介质分隔,其中所述控制器能够与所述设备通信,该方法包括通过所述控制器的下列操作:确定由所述发送器消耗的功率;根据AC输出电流的连续测量确定所述发送器上的功率损耗;获得所述发送器和所述继电器之间的耦合因子;基于所述AC输出电流和所述耦合系数的连续测量确定所述继电器上的功率损耗;从由所述发送器消耗的功率中减去所述发送器上的功率损耗和所述继电器上的功率损耗;从所述设备获得所述设备消耗的功率;将所述减去的结果与所述设备的所述消耗功率进行比较;确定所述异物存在。

[0011] 在一些示例性实施方案中,所述确定中继器上的功率损耗也是基于所述发送器的操作频率和所述中继器和所述发送器的联合共振频率。

[0012] 在一些示例性实施方案中,在确定所述异物存在时,所述控制器停止所述感应地传输电力。

[0013] 在一些示例性实施方案中,在所述确定所述异物存在时,所述控制器改变操作频率以获得最小感应地传输电力。

[0014] 除非另外定义,否则本文使用的所有技术和科学术语具有与本公开主题所属领域的普通技术人员通常理解的含义相同的含义。尽管与本文描述的那些类似或等同的方法和材料可用于本公开主题的实践或测试,但下文描述了合适的方法和材料。如果发生冲突,将以说明书(包括定义)为准。另外,材料、方法和实施方案仅是说明性的而不是限制性的。

附图说明

[0015] 仅通过举例的方式,参考附图描述了所公开主题的一些实施方案。现在具体参考附图,要强调的是,所示的细节仅是示例性的,并且仅出于对本公开主题的优选实施方案的说明性讨论的目的,并且是为了提供被认为是对所公开主题的原理和概念方面的最有用和易于理解的描述的原因而呈现。在这方面,没有试图比对所公开的主题的基本理解所必需的更详细地显示所公开的主题的结构细节,参考附图的描述使得本领域技术人员清楚如何可以在实践中体现所公开的主题的若干形式。

[0016] 在图中:

[0017] 图1示出了根据所公开主题的一些示例性实施方案的无线电力充电系统的安装的横截面视图;

[0018] 图2示出了根据所公开主题的一些示例性实施方案的另一无线电力充电系统的安装的横截面视图;并且

[0019] 图3示出了根据所公开主题的一些示例性实施方案的用于通过介质进行无线电力充电的系统的框图;并且

[0020] 图4示出了根据所公开主题的一些示例性实施方案的用于异物检测的方法的流程图。

[0021] 发明详述

[0022] 在详细解释所公开的主题的至少一个实施方案之前,应理解,所公开的主题不限于其在以下描述中阐述的或者在附图中示出的构造的细节和组件的布置的应用。所公开的主题能够具有其他实施方案或者能够以各种方式实践或实施。而且,应该理解,这里采用的措辞和术语是为了描述的目的,不应该被认为是限制性的。附图通常不按比例绘制。为清楚起见,在一些附图中省略了非必要元件。

[0023] 术语“包括”、“包括有”、“包含”、“包含有”和“具有”以及它们的同根变形词意指“包括但不限于”。术语“由...组成”具有与“包括且限于”相同的含义。

[0024] 术语“基本上由...组成”是指组合物、方法或结构可包括其他成分、步骤和/或部分,但仅在附加成分、步骤和/或部分不实质改变要求保护的组合物、方法或结构的基本和新颖特征的情况下才允许。

[0025] 如本文所用,单数形式“一”、“一个”和“该”包括复数指代物,除非上下文另有明确说明。例如,术语“化合物”或“至少一种化合物”可包括多种化合物,包括其混合物。

[0026] 在整个本申请中,可以以范围格式呈现该公开主题的各种实施方案。应当理解,范

围形式的描述仅仅是为了方便和简洁,并且不应该被解释为对所公开的主题的范围的不灵活的限制。因此,应该认为范围的描述具体公开了所有可能的子范围以及该范围内的各个数值。

[0027] 应当理解,为了清楚起见,在单独的实施方案的上下文中描述的所公开的主题的某些特征也可以在单个实施方案中组合提供。相反,为了简洁起见,在单个实施方案的上下文中描述的所公开主题的各种特征也可以单独地或以任何合适的子组合提供,或者在所公开的主题的任何其他描述的实施方案中适当地提供。在各种实施方案的上下文中描述的某些特征不被认为是那些实施方案的必要特征,除非该实施方案在没有那些元件的情况下不起作用。

[0028] 现在参考图1,其示出了根据所公开主题的一些示例性实施方案的无线电力充电系统的安装的剖视图。无线电力充电系统可以包括发射器(Tx) 100和至少一个继电器200。

[0029] 在一些示例性实施方案中,Tx 100可以安装在介质10的一侧,而继电器200可以安装在介质10的相对侧。介质10可以由任何不导电的材料制成,例如木材、塑料花岗岩、大理石、它们的组合等。应注意,在本公开中,介质10指的是公共场所中的用户可及的表面,诸如台面、桌子、杆等。例如:餐馆,咖啡馆,机场,公交车站;火车站,银行,学校,图书馆,酒店,官方建筑等。

[0030] 在一些示例性实施方案中,Tx 100包括发射器线圈(Lt) 110;发射电容器(Ct) 130;发射器铁氧体(Tx-铁氧体) 119和发射器电子器件(Tx-elec.) 150;所有这些都包含在可以通过紧固件102固定到介质10的发射器外壳(Tx外壳) 101内。

[0031] 在一些示例性实施方案中,继电器200可包括继电器线圈(Lr) 210;继电器铁氧体219和继电器电容器(Cr) 230;所有这些都包含在可以固定到介质10的相对侧的继电器外壳201中。外壳201可以具有垫子、垫板、碟子、杯垫、它们的组合等的形状和形状因子。继电器200的外壳201可以通过胶水或任何其他方法固定到介质10,这保证了继电器200和Tx 100从介质10的两侧彼此重叠。应当注意,继电器200和Tx 100各自重叠。另外,为了优化两者之间的电感,Lt 110和Lr 210应基本上对齐,以便彼此面对,如图1所示。

[0032] 在一些示例性实施方案中,由电源(PS) 160(未示出)供电的Tx 100可被配置为利用继电器200用于对放置在继电器200上的设备20进行感应(无线)充电。设备20可以是用户的设备,如平板电脑、笔记本电脑、智能手机或任何可充电的手机;其中包括内置线圈22,其构造成接收感应电力并对设备20的电池充电。应当注意,内置线圈22指的是上面列出的设备标准接收器的线圈。通常,这些标准接收器的线圈的直径约为40毫米。

[0033] 应当注意,本公开中的组件Lt 110,Lr 210/Lr 310和线圈22的术语分别对应于相关临时专利申请的第一Tx线圈、第二Tx线圈和Rx线圈。

[0034] 类似于Lr 210和Lt 110,线圈22和Lr 210可以基本上彼此面对并且彼此重叠,即线圈22和Lr 210的中心可以对准,以便满足有效充电标准之一。为了确保对准,继电器200的外壳201可以标记有布局,该布局用于向用户指示用于将设备20定位在继电器200顶部上的最佳位置,以便获得有效充电。然而,即使设备20没有精确地定位在继电器200的顶部,无线充电系统也可以适于提供充电,如图1所示。

[0035] 在一些示例性实施方案中,Lr 210和Lt 100都可以是扁平螺旋空心线圈,其直径大于100mm。尽管厚度等于或大于30毫米的介质10,但是这种大线圈的使用允许Lr 210和Lt

100之间的相对高的耦合。在图1所示的实施方案中, L_r 210和 L_t 100之间的耦合因子可以大于0.25。在图1所示的实施方案中, 典型线圈22和 L_r 210之间的耦合可以大于0.15。

[0036] 在一些示例性实施方案中, T_x 100包括发射器铁氧体 (T_x -铁氧体) 119。 T_x -铁氧体119可以是由铁氧体材料制成的层, 其具有合适的磁导率和磁芯损耗的磁特性。利用 T_x -铁氧体119的一个技术原因是提供用于保护 T_x -电子器件150免受感应能量的缓冲器。利用 T_x -铁氧体119的另一个技术原因可以是增加面向继电器200的磁场; 因此, 增加 L_t 110的电感。 T_x -铁氧体119的性质如厚度、柔韧性、脆性、它们的组合等可以由提供本公开的系统的应用决定。例如, 厚度和制造介质10的材料。由于 L_t 110可以具有圆形形状, 因此 T_x -铁氧体119的形状也可以是圆形, 其直径等于或大于 L_t 110的外径。可选地, T_x -铁氧体119可具有任何几何平面图形的形状, 只要 L_t 110外径是几何平面图形的内切圆即可。

[0037] 在一些示例性实施方案中, 继电器200可以包括继电器铁氧体219。继电器铁氧体219可以是由类似于 T_x -铁氧体119的铁氧体材料制成的层。利用继电器铁氧体219的一个技术原因是为提供保护设备20的电子电路免受感应能量的影响的缓冲器。利用继电器铁氧体219的另一个技术原因可能是增加面向 T_x 100的磁场; 因此, 增加 L_r 210的电感。继电器铁氧体219具有与 T_x -铁氧体119的特性类似的特性。由于 L_r 210可以具有圆形形状, 所以继电器铁氧体219的形状也可以是直径等于或大于 L_r 210外径的圆形。可选地, 继电器铁氧体219可具有任何几何平面图形的形状, 只要 L_r 210外径是几何平面图形的内切圆即可。

[0038] 应注意, 继电器铁氧体219需要位于其中心的切口。切口的尺寸可以等于或略大于可充电设备的典型接收器线圈的外径, 例如设备20的线圈22。切口的形状可以是圆形或定形以便允许 L_r 210和线圈22之间的磁通量通过的围绕线圈22的任何几何表面。

[0039] 在所公开的主题的一些示例性实施方案中, 至少一个谐振电容器 (C_t) 130可以串联连接到 L_t 110, 并且至少一个谐振电容器 (C_r) 230可以串联连接到 L_r 210。因此, 谐振电容器放置在每个线圈的内径空间内。可选地, 谐振电容器可以相应地放置在每个线圈的外径空间附近, 或者放置在相应的外壳内的其他地方。

[0040] 本公开的继电器铁氧体219增加线圈22和 L_r 210的耦合因子以更好地利用市售标准传输线圈模拟线圈22的行为, 并且还减少从 L_t 110到线圈22的任何直接耦合, 这种直接耦合在本公开的系统是不期望的。此外, T_x 100和继电器200两者的谐振电容器旨在稳定系统操作点、线圈22负载的依赖性并允许高效率的电力传输。在一些示例性实施方案中, L_t 110和 C_t 130 (即 T_x 100LC电路) 的谐振频率可以被设置为显着低于诸如线圈22的典型线圈的谐振频率 (大约100kHz) 并且显着低于 L_r 210和 C_r 230 (即继电器200LC电路) 的谐振频率。

[0041] 在一些示例性实施方案中, 当不存在负载时, T_x 100和继电器200LC电路的组合可以形成两个不同的谐振频率, 在下文中, 称为联合谐振频率 (JRF)。JRF的第一谐振频率可以与 T_x 100LC电路的谐振频率相邻; 但是, 无论如何都更低。JRF的第二谐振频率可以与继电器200LC电路的谐振频率相邻, 但是在任何情况下都更高。应当注意, 短语“ T_x 100和继电器200LC电路的组合”在本公开中指的是这样的状态 T_x 100和继电器200彼此面对, 例如如图1中所示, 并且对 T_x 100施加电力。还应注意, 第二谐振频率, 即较高的谐振频率, 应被视为本公开系统的主谐振频率 (MRF)。

[0042] T_x 100LC电路和继电器200LC电路的谐振频率被设计为使得其上没有线圈22的

JRF被调谐到比期望的Tx100的最大工作频率低并且比线圈22的谐振频率的特定范围(通常为20-50kHz)。

[0043] 作为示例,Lt 110的电感可以约为30 μ H;Ct 130的电容可以约为290 μ F,这提供了大约54kHz的Tx 100LC电路的谐振频率。然而,Lr 210的电感可以约为60 μ H;Ct 130的电容可以是大约37.5nF,这提供了继电器200LC电路的大约106kHz的谐振频率。在这样的优选示例性实施方案中,系统MRF可以是117kHz(即,高于继电器200LC电路的谐振频率的106kHz),条件是安装的继电器200和Tx110之间的间隙可以是大约30毫米。此外,Lt110和Lr210的外径可以约为125毫米,而铁氧体219的切口直径可以约为55毫米。

[0044] 在一些示例性实施方案中,工作频率(OPF)可以在121kHz-140kHz之间的范围内,其中该范围的较低OPF可以比MRF高4kHz,即117kHz,最大频率可比规定限值低5kHz,即145kHz。可选地,可以将最大OPF设置为低于MRF和规定最大频率限值。对于具有与上述实施示例类似的线圈的装置,具有厚度0.5”的介质10,MRF可以是140kHz。因此,操作范围可以设置为115kHz-136kHz,最大频率比MRF低4kHz并且低于规定限值。

[0045] 应该理解,本公开的系统避免了在谐振频率下的操作。本公开系统的优选OPF可以在被移位到低于或高于主谐振频率(MRF)的的频率的频率范围内。

[0046] 现在参考图2,其示出了根据所公开主题的一些示例性实施方案的另一无线电力充电系统的装置的剖视图。

[0047] 在一些示例性实施方案中,Tx 100可以安装在介质10的一侧,而继电器300可以安装在表面10的相对侧。介质10可以由任何不导电的材料制成,例如木材、塑料花岗岩、大理石、它们的组合等。应注意,在本公开中,介质10指的是公共场所中用户可及的诸如台子、桌子、杆等的表面。例如:餐馆,咖啡馆,机场,公交车站;火车站,银行,学校,图书馆,酒店,官方建筑等。

[0048] 在一些示例性实施方案中,Tx 100包括发射器线圈(Lt) 110;发射电容器(Ct) 130;发射器铁氧体(Tx-铁氧体) 119和发射器电子器件(Tx-elec.) 150;所有这些都包含在通过紧固件102固定到介质10的发射器外壳(Tx外壳) 101内。

[0049] 在一些示例性实施方案中,继电器300包括继电器线圈(Lr) 310;次级继电器线圈(sLr) 320;继电器铁氧体319;第二继电器铁氧体329和继电器电容器(Cr) 330;所有这些都包含在可以固定到介质10的相对侧的继电器外壳301中。外壳301可以具有垫子、垫板、碟子、杯垫、它们的组合等的形状和形状因子。继电器300的外壳301可以通过胶水或任何其他方法固定到介质10,所述方法保证继电器300和Tx 100从介质10的两侧彼此重叠。应当注意,继电器300和Tx 100彼此重叠,因此Lt 110和Lr 310应基本上对齐以便彼此面对,以优化两者之间的电感,如图2所示。

[0050] 在一些示例性实施方案中,Tx 100由电源(PS) 160供电(图2中未示出,如图3所示),可被配置为利用继电器300来对放置在继电器上的设备20进行感应(无线)充电。设备20可以是用户的设备,例如平板电脑、笔记本电脑、智能电话或任何可充电的移动手持设备,其包括内置线圈22,内置线圈22被配置为接收感应电力并对设备20的电池充电。

[0051] 在所公开的主题的一些示例性实施方案中,继电器300还可以包括次级继电器线圈sLr 320,其可以与Lr 310串联电连接。相反,Lr 310可以布置成位于两个平面高度的两个部分中,其中与面向Lt 110的Lr 310的外部相比,内线圈(即sLr 320)或可选地Lr 310的

部分升高。

[0052] 线圈22和sLr320可以基本上彼此面对并且彼此重叠,即,线圈22和sLr 320的中心对准,以便满足有效充电标准之一。为了对准,继电器300的外壳301可以标记有布局,该布局向用户指示用于将设备20定位在继电器300顶部上的最佳位置,以便获得有效充电。然而,即使设备20没有精确地定位在继电器300的顶部,无线电力充电系统也可以适于提供电力充电,如图2所示。

[0053] 在一些示例性实施方案中,Lr 310和Lt 100都可以是直径大于100mm的扁平螺旋空心线圈,而同样具有扁平螺旋空心线圈的sLr 320可以具有适合典型接收器的线圈如线圈22的较小直径。这种大线圈的使用允许Lr 310和Lt 100之间的相对高的耦合,以便克服等于或大于30mm的介质10的厚度。在图2所示的实施方案中,Lr 310和Lt 100之间的耦合因子可以大于0.25,对于中等厚度可以达到30毫米。在图2所示的实施方案中,典型线圈22和sLr 320之间的耦合可以大于0.15。

[0054] 应注意,sLr 320可能不受Lt 110的直接影响,因为第二继电器铁氧体329阻挡磁场(将在下面进一步详细描述);然而,由于Lr 310和sLr 320串联连接,因此感应到Lr 310的相同电流流过sLr 320。

[0055] 在一些示例性实施方案中,Tx 100可以包括发射器铁氧体(Tx-铁氧体)119。Tx-铁氧体119可以是由具有合适的磁导率和磁芯损耗的磁特性的铁氧体材料制成的层。利用Tx-铁氧体119的一个技术原因可能是提供用于保护Tx-elec.150免于感应能量影响的缓冲器。利用Tx-铁氧体119的另一个技术原因可能是增加面向继电器300的磁场,从而增加Lt 110的电感。Tx-铁氧体119的性质如厚度、柔韧性、脆性、它们的组合等可以是由可以提供本公开的系统的应用决定。例如,厚度和制造介质10的材料。由于Lt 110可以具有圆形形状,因此Tx-铁氧体119的形状也可以是直径等于或大于Lt 110外径的圆形。可选地,Tx-铁氧体119可具有任何几何平面图形的形状,只要Lt 110外径是几何平面图内的内切圆即可。

[0056] 在一些示例性实施方案中,继电器300可以包括继电器铁氧体319。继电器铁氧体319可以是由类似于Tx-铁氧体119的铁氧体材料制成的层。利用继电器铁氧体319的一个技术原因可以是提供用于保护设备20的电子电路免受感应能量的影响的缓冲器。利用继电器铁氧体319的另一个技术原因是增加面向Tx100的磁场;因此,增加Lr 310的电感。继电器铁氧体319可具有与Tx-铁氧体119的特性类似的特性。由于Lr 310可具有圆形形状,所以继电器铁氧体319的形状也可为具有等于或大于Lr 310外径的直径的圆形。可选地,只要Lr 310外径是几何平面图内的内切圆,继电器铁氧体319可具有任何几何平面图形的形状。

[0057] 应注意,继电器铁氧体319可能需要位于其中心的切口。切口的尺寸可以等于或略大于可充电设备的典型接收器线圈(例如设备20的线圈22)的外径。切口的形状可以是圆形或定形以便使磁通量在Lr 310和线圈22之间通过的围绕线圈22的任何几何平面。

[0058] 在所公开的主题的一些示例性实施方案中,继电器300还包括第二继电器铁氧体329,其被配置为阻止由Lt 110感应到sLr 320的磁场并且增强朝向线圈22的sLr 320电感。第二继电器铁氧体329具有与Tx-铁氧体119和继电器铁氧体319的特性相似的特性。铁氧体329的形状可以等于或略大于继电器铁氧体319的切口形状。实际上,继电器铁氧体319的切口可以用作铁氧体329,铁氧体329位于Lr 310的内径内并且在同一平面上,而sLr 320可以位于铁氧体229的顶部。

[0059] 在所公开的主题的一些示例性实施方案中,至少一个谐振电容器(Ct) 130可以串联连接到Lt 110,并且至少一个谐振电容器(Cr) 330可以串联连接到Lt 310。因此,谐振电容器可以放置在每个线圈的内径空间内。可选地,谐振电容器可以相应地放置在每个线圈的外径空间附近,或者放置在相应的外壳内的其他地方。

[0060] 本发明的继电器铁氧体319增加了线圈22和Lr 310的耦合因子,以利用市售标准传输线圈更好地模拟线圈22的行为,并且还减少了从Lt 110到线圈22的任何直接耦合,该直接耦合在本公开的系统是不期望的。此外,Tx 100和继电器300的谐振电容器旨在稳定系统操作点,线圈22负载的依赖性并允许电力传输的高效率。在一些示例性实施方案中,Lt 110和Ct 130的谐振频率(即Tx 100LC电路)可以被设置为显着低于典型线圈22的谐振频率(大约100kHz)并且显着低于Lr 310和Cr 330(即继电器300LC电路)的谐振频率。

[0061] 在一些示例性实施方案中,当不存在负载时,Tx 100和继电器300LC电路的组合可以形成两个不同的谐振频率,在下文中,称为联合谐振频率(JRF)。JRF的第一谐振频率可以与Tx100 LC电路的谐振频率相邻,但是,无论如何,它都会更低。JRF的第二谐振频率可以与继电器300LC电路的谐振频率相邻,但是,它会更高。应当注意,短语“Tx 100和继电器300LC电路的组合”在本公开中指的是Tx 100和继电器300彼此面对的状态,如图2所示,并且向Tx 100施加电力。还应注意,第二谐振频率,即更高的谐振频率,在本公开系统中应被视为主谐振频率(MRF)。

[0062] Tx 100LC电路和继电器300LC电路的谐振频率被设计成使得它们的JRF(其上没有线圈22)被调谐到具有比Tx 100的期望最大OPF低并且比线圈22的谐振频率高的特定范围(通常为20-50kHz)。

[0063] 在一个优选的示例性实施方案中,Lt 110的电感可以约为30 μ H;Ct 130的电容可以约为290 μ F,这提供了Tx 100LC电路的谐振频率约为54kHz。然而,Lr 310的电感可以约为60 μ H;Ct 130的电容可以约为37.5nF,这为继电器300LC电路提供大约106kHz的谐振频率。在这样的优选示例性实施方案中,系统MRF可以是117kHz(即,高于继电器300LC电路的谐振频率的106kHz),假设安装的继电器300和Tx110之间的间隙可以是大约30毫米。而且,Lt110和Lr310的外径可以约为125毫米,而Lr320的外径可以约为55毫米。

[0064] 在一些示例性实施方案中,OPF的范围在121kHz-140kHz之间,其中该范围的较低OPF可以比MRF高4kHz,即117kHz,并且最大频率可以比规定限值低5kHz,即145kHz。可选地,可以将最大OPF设置为低于MRF和规定最大频率限值。对于具有与上述实施例中的类似线圈的装置,具有0.5”的介质厚度,MRF可以是140kHz。因此,操作范围可以设置为115kHz-136kHz,最大频率比MRF低4kHz并且低于规定限值。

[0065] 现在参考图3,其示出了根据所公开主题的一些示例性实施方案的用于通过介质进行无线电力充电的系统的框图。用于通过介质进行无线电力充电的系统包括PS 160、Tx 100发射器以及中继器200或中继器300。

[0066] 在一些示例性实施方案中,该系统可以适于利用Tx 100来通过继电器200或继电器300为用户的可充电设备充电,例如如图1和图2的设备20。继电器200和继电器300都可以是无源电子电路,用作中继器,用于将充电能量无线传输到设备20等。继电器200可包括形成LC谐振电路的至少一个线圈(电感器)和一个电容器,如图1所示。可提供替代继电器,即继电器300,以增强电感并与设备20的线圈22耦合。继电器300包括至少两个线圈和一个电容

器,它们形成LC谐振电路,例如图2所示的电路。

[0067] 在一些示例性实施方案中,Tx 100可包括发射器电子器件(Tx elect) 150、至少一个Lx 110线圈和电容器Ct 130,其被配置用于在继电器200或继电器300的线圈中感应电流,如分别如图1和图2所示。

[0068] 在一些示例性实施方案中,Tx-elect 150包括控制器151;全桥或半桥驱动器152,DC电流传感器153,DC电压传感器154和AC电流传感器155。

[0069] 控制器151可以是中央处理单元(CPU)、微处理器、电子电路、集成电路(IC)等。另外或替代地,控制器151可以实现为针对诸如数字信号处理器(DSP)或微控制器之类的特定处理器编写或移植的固件,或者可以实现为硬件或可配置硬件,例如现场可编程门阵列(FPGA)或专用集成电路(ASIC)。控制器151可用于执行Tx 110或其任何子组件所需的计算。

[0070] 在所公开的主题的一些示例性实施方案中,控制器151被配置为确定以下参数:

[0071] a.通过获取和测量DC电压传感器154的结果,PS 160上的DC电压。

[0072] b.由PS 160通过获取和测量DC电流传感器153的结果而提供的DC电流。

[0073] c.通过获取并测量AC电流传感器155的结果来向Lt 110提供的AC电流。可选地,可以通过利用DC电流传感器153感测从电源流到驱动器的瞬时电流来确定输出AC电流。

[0074] 应当注意,确定AC电流的参数可以包括峰值电流、绝对电流的平均值、RMS电流、一次谐波的幅度以及它们的任何组合,等等。

[0075] 在一些示例性实施方案中,控制器151包括半导体存储器组件(未示出)。存储器可以是永久存储器或易失性存储器,例如闪存、随机存取存储器(RAM)、可编程只读存储器(PROM)、可重编程存储器(FLASH)及其任何组合,等等。

[0076] 在一些示例性实施方案中,存储器保持程序代码以激活控制器151来执行与确定控制全桥或半桥驱动器152的脉冲宽度调制(PWM)信号相关联的动作。通过调制流过Lt 110的电流的OPF和/或占空比,驱动器152可调节流过Lt 110的输出电流,即由Tx 100提供的电力。在一些示例性实施方案中,在控制器151中产生的PWM信号调谐调制以满足诸如设备20之类的负载的无线充电需求。在一个替代实施方案中,可以控制DC电源的幅度。

[0077] 应当注意,PWM信号频率和占空比可以由控制器151在OPF范围内设置,如前所述。另外,控制器151可以基于设备20的电力需求在OPF范围内改变OPF。

[0078] 在一些示例性实施方案中,控制器151可以利用其存储器来保留连接软件、监视信息、配置和控制信息以及与本公开系统的计费管理相关联的应用。

[0079] 在一些示例性实施方案中,控制器151可以被配置为基于符合以下通信标准的协议来与设备20通信:电力事务联盟(PMA);无线电力财团(WPC)和AirFuel Alliance。根据这些通信方法,但不限于,控制器151可以被配置为从设备20获取用户的凭证,以便认证用户以授予和调节充电服务。另外或替代地,控制器151还可以被配置为从设备20获取其功率要求。

[0080] 还应注意,下文中描述的解决方案/程序可以利用由在同一天公开的主题的申请人所提交的共同未决申请中公开的校准方法。该共同未决申请完全通过引用并入本文。在一些示例性实施方案中,校准方法还可以产生Tx100与Tx 100的继电器、JRF、MRF、OPF、OPF范围、数字ping及其任何组合等之间的耦合因子(k)的确定。在一些示例性实施方案中,耦合因子(k)是预定值。

[0081] 所公开的主题涉及的一个技术问题是不需要的金属物体(异物),其可能通过吸收电磁场的部分和加热而导致效率损失和可能的安全危险。通常,诸如硬币、纸夹或附接到手机壳的金属物体的不需要的金属物体可以位于用户的设备(例如设备20)和发射器(例如,继电器200或继电器300)之间或附近,并且可以影响磁场。

[0082] 现今本领域的传统实践要求检测系统的功率损耗,并且如果功率损耗超过可能由异物引起的预定阈值,则系统关闭功率传输。一种技术解决方案是向本文公开的系统添加用于异物检测(FOD)的方法,该方法可以防止可能的影响并且为用户提供更安全的设计。

[0083] 然而,本公开的系统架构的特征在于启发TX100和继电器200/300之间的传输功能,并且在两者之间没有电流连接。此外,功率损失可能由具有未知厚度和材料特性的介质10引起。因此,缺少电流连接和位于Tx100和继电器200/300之间的未知介质具有本公开解决的另一技术问题。

[0084] 一种技术解决方案基于用于通过控制器151确定从中继器200或中继器300到用户的设备(例如设备20)的实际输送功率的方法,并将其与设备20报告的消耗功率值进行比较。如果差异超过预定阈值,则控制器151断定存在异物,并且激活措施以减轻该问题。

[0085] 为了简化FOD方法的说明,继电器200和继电器300可以称为“继电器”,线圈Lr210和Lr310也可以称为“Lr”。应注意,以下方法适用于继电器200和继电器300及其受尊重的子组件。

[0086] 现在参考图4,其示出了根据所公开主题的一些示例性实施方案的用于异物检测的方法的流程图。

[0087] 在步骤401中,确定从电源PS160(Pin)消耗的功率,并确定TX100的功率损耗(P_{loss})。在一些示例性实施方案中,可以通过计算保持在控制器151中的Tx100测量的AC电流和预定的寄生电阻参数来导出P_{loss}。其中,可以基于由控制器151测量和计算的参数来确定I_{ac}。

[0088] 在一个示例性实施方案中,Pin可以通过以下等式给出:

[0089] 对于具有半桥的驱动器152:

$$[0090] \quad Pin = f \int_{-1/2f}^{1/2f} Vin(t) * I(t) dt = f \int_{-D/2f}^{D/2f} Vin * I(t) dt$$

[0091] 对于具有全桥的驱动器152:

$$[0092] \quad Pin = f \int_{-1/2f}^{1/2f} Vin(t) * I(t) dt = f \int_{-D/2f}^{D/2f} Vin * I(t) dt + f \int_{1/2f-D/2f}^{1/2f+D/2f} -Vin * I(t) dt$$

[0093] 其中:

[0094] D表示占空比。

[0095] f表示操作频率。

[0096] Vin表示驱动器152的输入电压。

[0097] I(t)表示随时间测量的AC电流。

[0098] 在另一个示例性实施方案中,Pin的确定可以基于假设在Lt100中流动的电流接近正弦形状的计算。因此,在系统中流动的电流的频率响应可以主要由一次谐波组成,并且可以近似为:

$$[0099] \quad I(t) = I \cos(2\pi ft + \theta)$$

[0100] $I(w) = I\delta(\pm 2\pi ft) e^{i\theta}$

[0101] 其中I是一次谐波的电流幅度。

[0102] 因此输入功率(Pin)可表示如下：

$$\begin{aligned}
 [0103] \quad P_{in} &= f \int_{-D/2f}^{D/2f} V_{in} * I \cos(2\pi ft + \theta) + f \int_{1/2f-D/2f}^{1/2f+D/2f} -V_{in} * I \cos(2\pi ft + \theta) \\
 &= \left[\frac{V_{in}}{2\pi} * I \sin(2\pi ft + \theta) \right]_{-D/2f}^{D/2f} + \left[\frac{-V_{in}}{2\pi} * I \sin(2\pi ft + \theta) \right]_{1/2f-D/2f}^{1/2f+D/2f} \\
 &= \frac{V_{in}}{\pi} * I (\sin(\pi D + \theta) - \sin(-\pi D + \theta))
 \end{aligned}$$

[0104] 为了通过上述等式确定Pin,可以通过控制器151测量AC电流的峰值和相位,优选地不对整个AC电流信号进行采样。在一些示例性实施方案中,AC电流可以由传感器155采样,在驱动周期期间至少两次,在至少两个采样之间具有固定的时间间隔T1,其中可以针对每个驱动周期重复采样。应当注意,驱动周期可以是由控制器151的PWM信号产生的激励波频率(w)的单个周期。由此,可以获得每个驱动周期的以离散(T1)间隔隔开的多对测量。在一些示例性实施方案中,每个驱动周期之间的时间开始并且第一样本(T2)可以是常数。样品可以指定为(Sx,y),其中x表示一对中的样本号,并且y表示对号。

[0105] 因此,可以建立以下关系:

$$[0106] \quad \alpha = wT_1$$

$$[0107] \quad \gamma = wT_2$$

$$[0108] \quad \beta = \gamma + \theta$$

$$[0109] \quad S_{1,n} = I \cos(2\pi n + \beta) + N(1,n)$$

$$[0110] \quad S_{2,n} = I \cos(2\pi n + \beta + \alpha) + N(2,n)$$

[0111] 其中N标记噪声功能。

[0112] 为了减少噪声影响,可以执行多个样本的平均。

$$\begin{aligned}
 [0113] \quad R &= \frac{\sum S_{2,n}}{\sum S_{1,n}} = \frac{\sum I \cos(2\pi n + \beta + \alpha) + N(2,n)}{\sum I \cos(2\pi n + \beta) + N(1,n)} \cong \frac{\cos(\beta + \alpha)}{\cos(\beta)} \\
 &= \frac{\cos(\beta) \cos(\alpha) - \sqrt{1 - \cos^2(\beta)} \sin(\alpha)}{\cos(\beta)}
 \end{aligned}$$

[0114] 因此,通过上述等式计算Pin所需的最后一个参数可以通过以下等式给出:

$$[0115] \quad \cos(\beta) = \frac{\sin(\alpha)}{\sqrt{1 - 2R\cos(\alpha) + R^2}}$$

$$[0116] \quad \theta = \arccos\left(\frac{\sin(wT_1)}{\sqrt{1 - 2R\cos(wT_1) + R^2}}\right) - \gamma$$

[0117] 因此,Tx100的P_{loss}可以从以下等式获得:

$$[0118] \quad P_{loss} = I_{RMS}^2 R_p$$

[0119] 其中I_{RMS}可以是Tx100的RMS电流。

[0120] I_{RMS}可以根据完整的交流电流曲线I(t)确定: $I_{RMS} = \sqrt{\int I(t)^2}$ 或者, $I_{RMS} = I/\sqrt{2}$ 基于一谐波电流幅度I。

[0121] 在又一示例性实施方案中,确定Pin可以基于考虑其他谐波的测量的计算,从而处理由于更高次谐波引起的功率损耗。在这样的实施方案中,可以以快速速率对AC电流进行采样以产生样本 S_n ,其中 T_1 是样本之间的间隔,并且 T_2 是从驱动周期阶段0到第一样本的间隔。

[0122] 在步骤402中,可以确定在继电器上浪费的功率损耗(P_r)。在一些示例性实施方案中,由寄生电阻引起的在继电器上浪费的功率可以通过使用基于测量的DC电压和/或AC电流的功能、分析、模拟、经验测量及其任何组合等来确定。另外或替代地,该功能可取决于 L_r , L_{t110} 的性质、 T_{x100} 的其他分量、操作频率、 T_{x100} 与继电器之间的距离。

[0123] 在一些示例性实施方案中,可以通过使用以下等式给出在继电器上浪费的 P_r 。

$$[0124] \quad P_r = \frac{R_r L_t Y_p I_{RMS}^2}{L_r Y_r}$$

[0125] 其中

[0126] R_r 表示 L_r 和 Cr_{230} 的已知电阻

[0127] L_t 表示 L_{t110} 的电感

[0128] L_r 表示 L_r 的电感

[0129] $Y_p = 1 - (f_p/f)^2$

[0130] f_p 表示 T_{x100} LC电路的共振频率。

[0131] f 表示操作频率。

[0132] $Y_r = 1 - (f_r/f)^2$

[0133] f_r 表示继电器LC电路的谐振频率。

[0134] I_{RMS} 表示AC电流的RMS。

[0135] 在其他示例性实施方案中,可以通过使用 L_r 和 L_{t110} 的已知特性以及第一谐波的复合AC电流(幅度和相位)测量值来动态地计算上述等式。 L_r 线圈反射阻抗可由下式给出:

$$[0136] \quad Z_r(w) = \frac{2V_{in}}{\pi I(w)} - (iwL_p Y_p(w) + R_p)$$

[0137] L_r 绝对电流(假设只有一次谐波贡献)可以是:

$$[0138] \quad I_r = \frac{iwk\sqrt{L_p L_r}}{|Z_r(w)|} \text{ 其中, } w \text{ 是驱动器的角频率。}$$

[0139] 因此, L_r 功率损耗 P_r 可以是:

$$[0140] \quad P_r = \frac{(I_{RMS} w k)^2 L_p L_r R_r}{|Z_r(w)|^2}$$

[0141] 其中 k 是耦合因子。

[0142] 在又一示例性实施方案中,可以通过使用 L_r 和 L_{t110} 的已知特性以及其他谐波的复合AC电流(幅度和相位)测量来动态地计算上述等式。在执行多次谐波计算的这样的实施方案中,计算每个谐波的功率,然后将来自所有谐波的功率相加以确定继电器上的总功率损耗 P_r 。

[0143] 在步骤403中,可以确定传送到诸如设备20的用户设备的实际功率。在一些示例性实施方案中,控制器151可以利用诸如PMA、WPC、AirFuel等的通信协议来从设备20获得所获得的功率的值。

[0144] 在步骤404中,要检测异物存在。在一些示例性实施方案中,如果Tx100功率损耗(Ploss)加上继电器(继电器200或继电器300)功率损耗(Pr)的总和超过对应于传递到的实际功率的预定功率损耗阈值,则可以提供FOD结果。在一些示例性实施方案中,Tx100可以停止功率传输。

[0145] 上面详述的组件可以实现为一组或多组相互关联的计算机指令,例如由控制器151或另一处理器执行。组件被布置为以任何编程语言并在任何计算环境下编程的一个或多个可执行文件、动态库、静态库、方法、功能、服务等。

[0146] 本公开的主题可以是系统、方法和/或计算机程序产品。该计算机程序产品可以包括计算机可读存储介质(或多个介质),其上具有计算机可读程序指令,用于使处理器执行本公开主题的各方面。

[0147] 计算机可读存储介质可以是有形设备,其可以保留和存储指令以供指令执行设备使用。计算机可读存储介质可以是例如但不限于电子存储设备、磁存储设备、光存储设备、电磁存储设备、半导体存储设备或前述的任何合适组合。计算机可读存储介质的更具体示例的非详尽列表包括以下内容:便携式计算机磁盘,硬盘,随机存取存储器(RAM),只读存储器(ROM),可擦除可编程只读存储器(EPROM或闪存),静态随机存取存储器(SRAM),便携式光盘只读存储器(CD-ROM),数字通用光盘(DVD),记忆棒,软盘,机械编码设备,例如在其上记录有指令的凹槽中的穿孔卡或凸起结构,以及前述的任何合适的组合。这里使用的计算机可读存储介质不应被解释为暂时性信号本身,例如无线电波或其他自由传播的电磁波,通过波导或其他传输介质(例如,通过光纤电缆的光脉冲)传播的电磁波或通过电线传输的电信号。

[0148] 本文描述的计算机可读程序指令可以经由网络从计算机可读存储介质或外部计算机或外部存储设备下载到相应的计算/处理设备,网络例如为因特网、局域网、广域区域网络和/或无线网络。网络可以包括铜传输电缆、光传输光纤、无线传输、路由器、防火墙、交换机、网关计算机和/或边缘服务器。每个计算/处理设备中的网络适配器卡或网络接口从网络接收计算机可读程序指令,并转发计算机可读程序指令以存储在相应计算/处理设备内的计算机可读存储介质中。

[0149] 用于执行本公开主题的操作的计算机可读程序指令可以是汇编指令、指令集架构(ISA)指令、机器指令、机器相关指令、微代码、固件指令,状态设置数据或者源代码或以一种或多种编程语言的任意组合编写的目标代码,包括面向对象的编程语言,如Smalltalk、C++等,以及传统的过程编程语言,如“C”编程语言或类似的编程语言。计算机可读程序指令可以完全在用户的计算机上,部分在用户的计算机上,作为独立的软件包,部分地在用户的计算机上且部分地在远程计算机上,或完全在远程计算机或服务器上执行。在后一种情况下,远程计算机可以通过任何类型的网络连接到用户的计算机,网络包括局域网(LAN)或广域网(WAN),或者可以连接到外部计算机(用于例如,通过因特网,使用互联网服务提供商)。在一些实施方案中,包括例如可编程逻辑电路、现场可编程门阵列(FPGA)或可编程逻辑阵列(PLA)的电子电路可以通过利用计算机可读程序指令的状态信息来个性化电子电路来执行计算机可读程序指令,以执行本公开主题的各方面。

[0150] 这里参考根据所公开主题的实施方案的方法、装置(系统)和计算机程序产品的流程图和/或框图来描述本公开主题的各方面。将理解,流程图图示和/或框图的每个框以及

流程图图示和/或框图中的框的组合可以由计算机可读程序指令实现。

[0151] 这些计算机可读程序指令可以被提供给通用计算机、专用计算机或其他可编程数据处理装置的处理器以产生机器,使得指令通过计算机或者其他可编程数据处理装置的处理器执行,创建用于实现流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作的模块。这些计算机可读程序指令还可以存储在计算机可读存储介质中,该计算机可读存储介质可以指示计算机、可编程数据处理装置和/或其他设备以特定方式起作用,使得其中存储有指令的计算机可读存储介质包括一种制品,包括实现流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作的各方面的指令。

[0152] 计算机可读程序指令还可以被加载到计算机、其他可编程数据处理装置或其他设备上,以使得在计算机、其他可编程装置或其他设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的过程,使得在计算机、其他可编程装置或其他设备上执行的指令实现在流程图和/或框图的一个或多个框中指定的功能/动作。

[0153] 附图中的流程图和框图显示了根据本公开主题的各种实施方案的系统、方法和计算机程序产品的可能实现的架构、功能和操作。在这方面,流程图或框图中的每个框可以表示指令模块、段或部分,其包括用于实现指定的逻辑功能的一个或多个可执行指令。在一些替代实施方式中,框中提到的功能可以不按图中所示的顺序发生。例如,连续示出的两个框实际上可以基本上同时执行,或者这些框有时可以以相反的顺序执行,这取决于所涉及的功能。还应注意,框图和/或流程图图示的每个框以及框图和/或流程图图示中的框的组合可以由执行特定功能或动作或实行专用硬件和计算机指令的组合作为专用的基于硬件的系统来实现。

[0154] 本文使用的术语仅用于描述特定实施方案的目的,并不意图限制所公开的主题。如这里所使用的,单数形式“一”、“一个”和“该”旨在也包括复数形式,除非上下文另有明确说明。将进一步理解,当在本说明书中使用术语“包括”和/或“包含”指定所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件的存在,但不排除存在或者添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元素、组件和/或其组。

[0155] 以下权利要求中的所有装置或步骤加功能元件的对应结构、材料、动作和等同物旨在包括用于结合具体要求保护的其他要求保护的元素执行功能的任何结构、材料或动作。已经出于说明和描述的目的给出了对本公开主题的描述,但是并不旨在穷举或限于所公开形式的公开主题。在不脱离所公开的主题的范围和精神的情况下,许多修改和变化对于本领域普通技术人员来说是显而易见的。选择和描述实施方案是为了最好地解释所公开的主题和实际应用的原理,并且使得本领域的其他技术人员能够理解具有适合于预期的特定用途的各种修改的各种实施方案的所公开的主题。

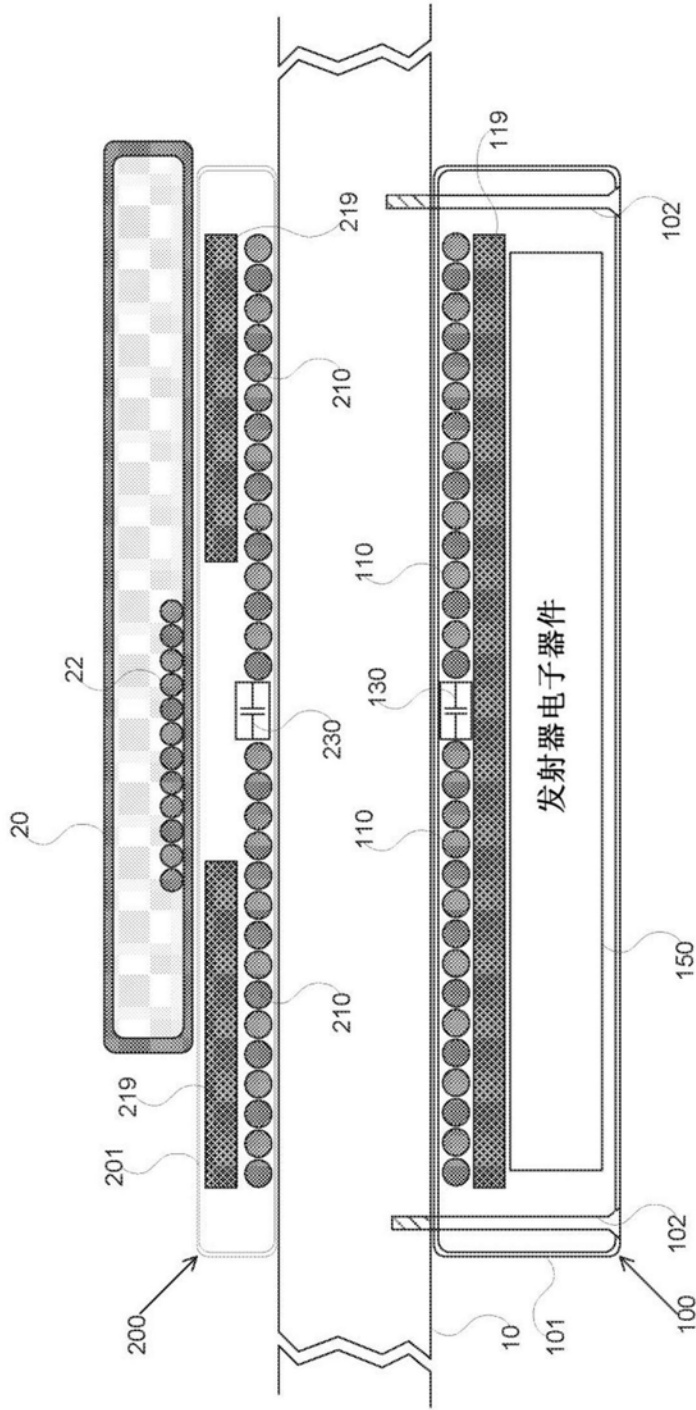


图1

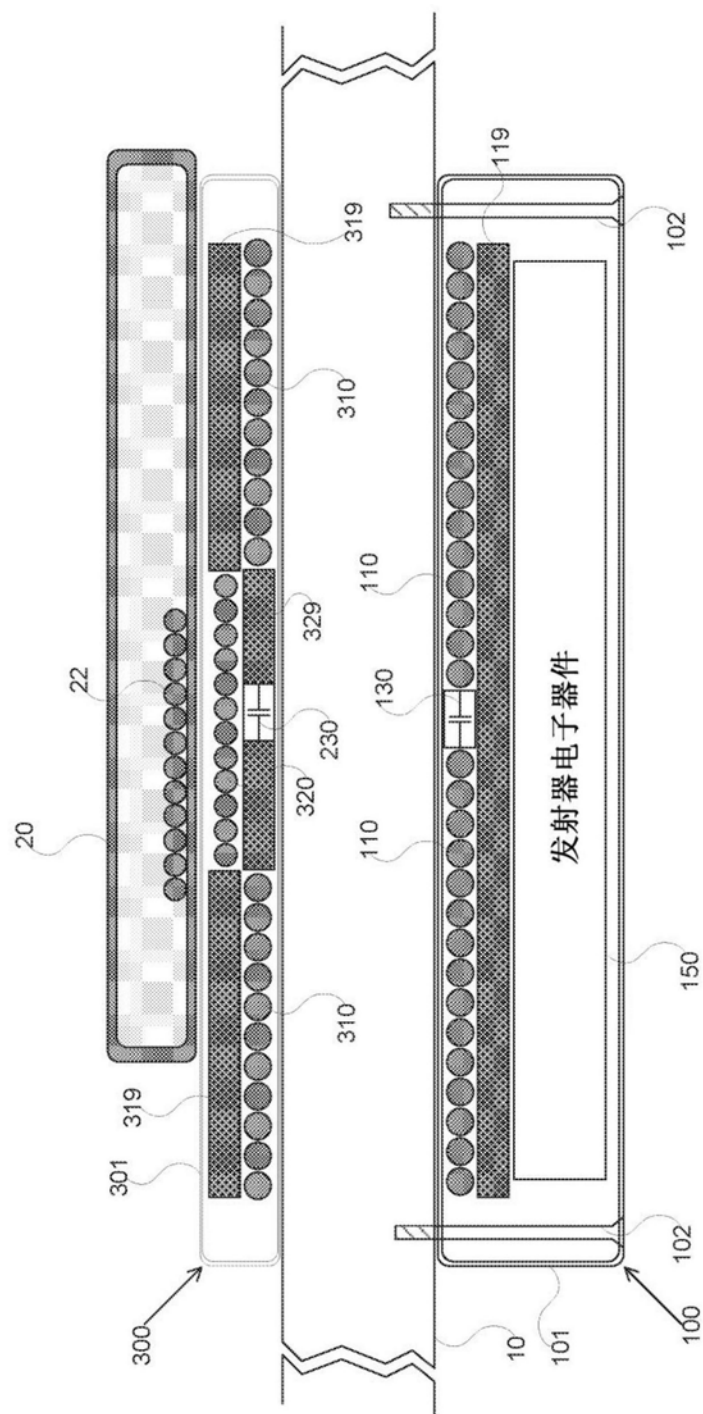


图2

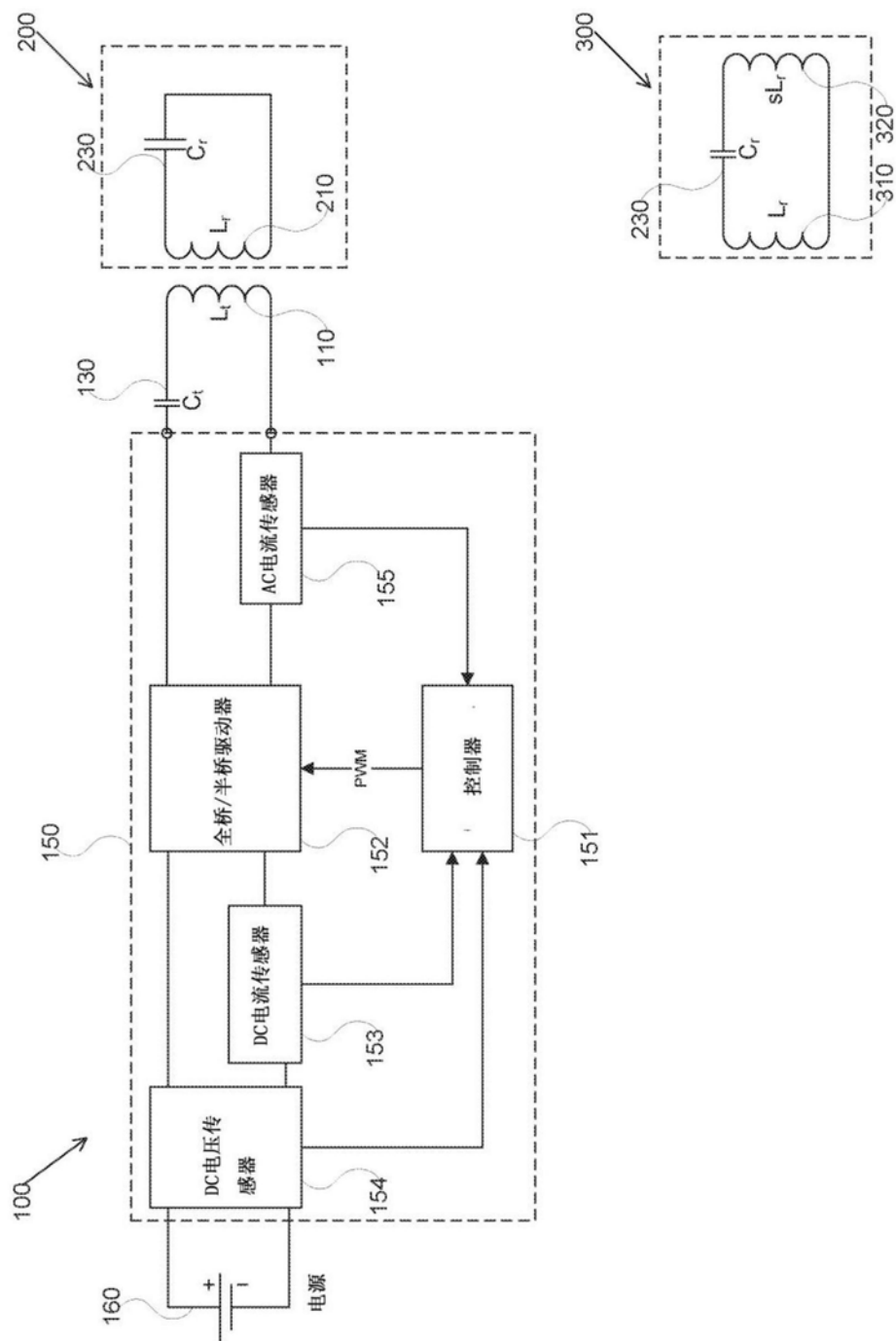


图3

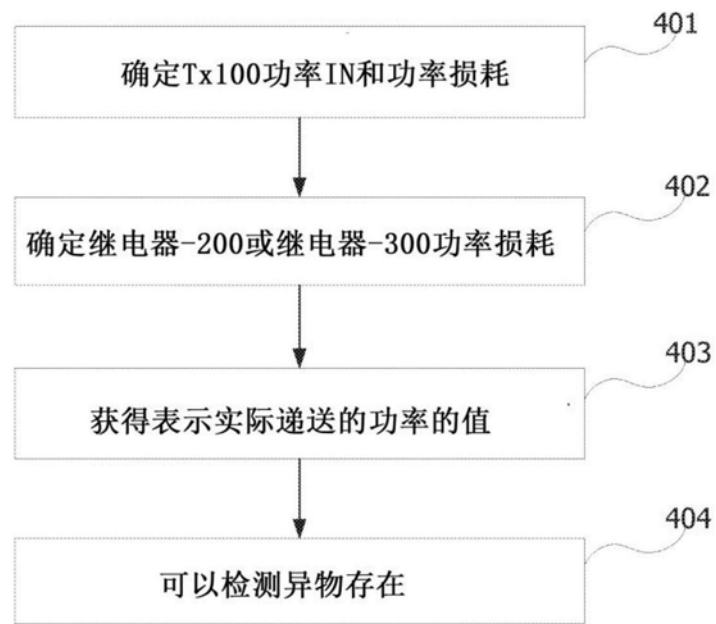


图4