



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109804516 B

(45) 授权公告日 2021.11.02

(21) 申请号 201780060807.6

雅各布·巴布科克

(22) 申请日 2017.08.25

米歇尔·戈特利布

(65) 同一申请的已公布的文献号

纳茨穆尔·拉姆

申请公布号 CN 109804516 A

(74) 专利代理机构 北京律盟知识产权代理有限公司 11287

(43) 申请公布日 2019.05.24

代理人 范海云

(30) 优先权数据

(51) Int.CI.

62/379,940 2016.08.26 US

H02B 5/02 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

H02J 50/10 (2006.01)

2019.03.29

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/US2017/048708 2017.08.25

US 2015207541 A1, 2015.07.23

(87) PCT国际申请的公布数据

US 2014028111 A1, 2014.01.30

W02018/039616 EN 2018.03.01

US 2010289599 A1, 2010.11.18

(73) 专利权人 纽卡润特有限公司

US 2015140807 A1, 2015.05.21

地址 美国伊利诺伊州

US 2013069748 A1, 2013.03.21

(72) 发明人 威尼·辛格 帕尼尔·肖斯塔克

US 2014266019 A1, 2014.09.18

亚松·卢津斯基 格伦·里泽

JP 4329932 B2, 2009.09.09

罗伯特·焦梅蒂 奥列格·洛什

TW I478461 B, 2015.03.21

翁纳提·瓦德卡 马克·梅洛内

US 2015207541 A1, 2015.07.23

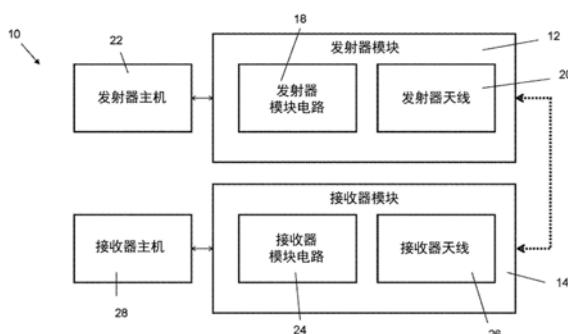
阿尔韦托·佩拉尔塔

审查员 刘娅

(54) 发明名称

权利要求书2页 说明书24页 附图37页

无线连接器系统



(57) 摘要

描述了无线连接器系统的各种实施例。该系统具有被配置为经由近场磁耦合来无线地传输电能和/或数据的发射器模块和接收器模块。该无线连接器系统被设计为增加在更大的分隔距离内无线地传输的电功率的量。该系统被配置有各种感测电路,这些感测电路警告系统存在用于开始传递电功率的接收器模块,并且警告系统存在可能干扰系统操作的不期望的物体和增加的温度。该无线连接器系统具有被设计为表面安装的相对小的占地面积。

1. 一种无线连接器系统,包括:

a) 发射器模块,包括:

i) 发射器天线,其中所述发射器天线被配置为发射无线信号;

ii) 发射器模块电路,其电连接至所述发射器天线,所述发射器模块电路包括

A) 发射器模块主控制子电路,其包括第一主控制单元;和

B) 接收器模块检测子电路,其经由感测线电连接到所述发射器模块主控制子电路,其中所述接收器模块检测子电路经配置以检测所述感测线上的电压并计算所检测的电压水平;

其中所述接收器模块检测子电路经配置以将所述所检测的电压水平与在空闲模式期间的空闲电压水平进行比较以确定电压变化水平,以及

b) 接收器模块,包括:

i) 接收器天线,其被配置为接收所述无线信号;以及

ii) 接收器模块电路,其电连接到所述接收器天线,

其中所述接收器模块检测子电路经配置以将所述电压变化水平与指示接收器模块存在的预定电压阈值水平进行比较,所述电压变化水平存储在所述接收器模块检测子电路的存储器中,

其中所述接收器模块检测子电路使所述发射器模块主控制子电路的配置能够与所述接收器模块电路通信;以及

其中,当所述电压变化水平超过所述预定电压阈值水平时,所述发射器模块主控制子电路被激活以发射所述无线信号到所述接收器模块。

2. 根据权利要求1所述的系统,其中,在所述发射器天线与所述发射器模块电路之间设置第一屏蔽材料,并且在所述接收器天线与所述接收器模块电路之间设置第二屏蔽材料,所述第一屏蔽材料和所述第二屏蔽材料包括铁氧体材料。

3. 根据权利要求1所述的系统,其进一步包括支撑所述发射器天线的第一基板和支撑所述发射器模块电路的第二基板。

4. 根据权利要求3所述的系统,其中,在所述第一基板或所述第二基板的外表面内形成多个间隔开的城堡体。

5. 根据权利要求3所述的系统,其中,在所述第一基板或所述第二基板的外表面上形成多个间隔开的导电性焊盘,其中,所述多个导电性焊盘中的至少一个可与电路板电接触。

6. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述无线信号选自包括以下项的群组:电压、电流、电功率、数据信号以及它们的组合。

7. 根据权利要求1所述的系统,还被配置为发射范围从大约100μW到大约10W的电功率。

8. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述接收器天线和所述发射器天线中的至少一个包括多个导体和设置在所述多个导体中的每个之间的至少一个绝缘体,所述多个导体具有至少一匝。

9. 根据权利要求1所述的系统,其中,所述发射器模块电路包括:

a) 电连接到所述发射器天线的第一电阻抗匹配子电路,所述第一电阻抗匹配子电路包括至少一个第一电容器并且包括电功率逆变器子电路,其中,所述第一电阻抗匹配子电路和所述电功率逆变器子电路被配置为准备所述无线信号以供所述发射器天线发射;

b) 电连接到所述发射器模块主控制子电路和所述电功率逆变器子电路的驱动器子电路;和

c) 电连接到所述发射器模块主控制子电路和所述电功率逆变器子电路的第一电压调节器子电路。

10. 根据权利要求9所述的系统,其中,所述接收器模块电路包括:

a) 包括主控制单元的接收器模块主控制子电路;

b) 电连接到所述接收器天线的第二电阻抗匹配子电路,所述第二电阻抗匹配子电路包括至少一个第二电容器,其中,所述第二电阻抗匹配子电路被配置为准备所接收的无线信号以供电子设备使用;和

c) 电连接到所述接收器模块主控制子电路的第二电压调节器子电路。

11. 根据权利要求10所述的系统,还包括电压倍增器子电路,所述电压倍增器子电路电连接到所述第二电阻抗匹配子电路和所述第二电压调节器子电路。

12. 根据权利要求10所述的系统,其中,在所述第一电阻抗匹配子电路和所述第二电阻抗匹配子电路中的至少一个内电连接开关电容器子电路,其中,所述开关电容器子电路被配置为动态地修改所述第一电阻抗匹配子电路和所述第二电阻抗匹配子电路中的所述至少一个的电容。

13. 根据权利要求1所述的系统,其中,如果所述电压变化水平超过所述预定电压阈值水平,则所述发射器模块电路和接收器模块电路经配置以发起识别通信,所述识别通信包括所述接收器模块电路向所述发射器模块电路表明要传输的功率的量。

14. 根据权利要求13所述的系统,其中,一旦做出肯定识别,所述发射器模块电路基于所述发射器模块电路与接收器模块电路之间的所述识别通信中所表明的功率的所述量来开始传输功率。

15. 根据权利要求14所述的系统,其中所述发射器模块电路包括电压调节器,所述电压调节器基于所述接收器模块的电压需求而增加或减小至所述接收器模块的所述功率的所述电压,且其中如果所述电压变化水平低于所述预定电压阈值水平,则所述发射器模块停止发射所述无线信号。

无线连接器系统

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求于2016年8月26日提交的美国临时申请No.62/379,940的优先权，该临时申请的公开内容通过引用完全合并于此。

技术领域

[0003] 本公开总体上涉及电能和数据的无线传输。更具体地，本申请涉及便于在多个操作频率和频带下无线地传输电能的电气设备。

背景技术

[0004] 现有技术电连接器传统上由物理上插入到对应的容纳端口中的多个引脚构成。这些连接器中的每一半通常被分配随后进行匹配以形成电接触的公和母的称谓。

[0005] 从根本上说，电连接器是一种包括电导体的机电设备，这些电导体用于电气和机械地接合其他导体、装置和设备的电端子以形成电路。术语“电连接器”通常涵盖被设计为例如将通信电路中采用的小导体连接到大电缆和汇流条的广泛的设备。它们通常是无源的并且包括插头(公)和插孔(母)。连接可以是临时的，如用于便携式设备，或者可以用作两条电线或设备之间的永久电接合。

[0006] 现有技术的连接器的示例包括USB和HDMI插头。这些连接器的功率水平的范围从几瓦特到大约100瓦特(例如，用于近期发布的USB-C)。这些连接器也被构造和评估以提供高达10Gbps或更高的数据容量。此外，存在大量类型的连接器，从简单的“接线螺帽”到更复杂的USB连接器或RF连接器，这些大部分符合已知的连接接口标准，例如以太网、CAN、I0-Link和RS485。这些连接器的功率水平可以从几微瓦特到几兆瓦特。

[0007] 典型的连接器类型有内联拼接耦接器、T型抽头连接器、终端接线片和螺柱连接器。耦接器将导体端到端地接合。T型抽头连接器以直角将穿过导体接合到另一导体。终端接线片将导体接合到钻孔舌片以栓到设备的端子上。螺柱连接器将导体接合到设备螺柱上。螺柱夹通常为螺纹的或平滑的以匹配螺柱。

[0008] 其他连接器类型包括开尾螺栓连接器，其通常具有紧凑的构造，并且被广泛用于拼接和搭接电线。开尾螺栓连接器包括具有宽而深的纵向槽的螺栓形状铸件。导体被插入槽中，并且螺母将导体在螺栓中夹紧在一起。

[0009] 连接器的又一类型是扩展或柔性连接器，其允许所连接的导体之间的有限运动。连接器的夹具部分由长度短的柔性铜编织带接合，并且也可以通过伸缩式引导件保持对准。

[0010] 传统连接器的另一种类型包括可分离型连接器，其通常包括匹配的插头和插座。可分离型连接器被设计成将导体或者导体的群组从电路或系统分离或断开。可分离型连接器通常用于便携式设备和器具与电线系统的连接。

[0011] 传统连接器还包括锁定型连接器，其被设计成使得插头被插入并且通过成某种形状的开口扭转，将固定地锁定就位。因此，当已连接时，锁定型连接器通常不会被机器应力

(例如连接的电线上的拉力)分离。

[0012] 电连接器通常通过各种参数来表征,这些参数包括但不限于电连接(即引脚)的数量、物理构造、尺寸、形状、接触阻抗、电连接之间的绝缘、抗振强度、抗污染物和压力、可靠性、估计寿命(故障前连接/断开操作的次数)以及连接和断开的便利性。传统连接器的物理电连接(例如引脚)提供电能和数据的通道。此外,电功率和数据的特性(例如功率等级和数据速率)也用来表征各种电连接器。

[0013] 这些现有技术的连接器的操作通常依赖于两个导电组件之间的物理连接,例如引脚和相应的焊盘、容纳该引脚的端口或插口。物理连接发生在物理接触导电元件(例如引脚和对应的插座)之间的对接区域相对小的微观水平上。而且,传统的连接器通常需要相当大的机械力,以确保连接构件的充分物理连接,使得电信号安全地通过。该微观连接区域可能会受到不同因素的影响,诸如恶劣环境、振动以及正常操作条件下随时间的磨损。

[0014] 因此,这些现有技术的连接器的性能和可靠性在很大程度上取决于其物理连接的完整性。此外,这些传统的机械连接器通常需要精确对准的物理接触以正常工作。

[0015] 而且,有线连接器通常不允许公部和母部之间的任何相对运动。随着时间推移,由于该物理接触,这些机械连接点通常会受到可以使引脚或端口疲劳磨损和损坏的力,从而妨碍正常功能。这种现有技术的连接器可能会磨损、弯曲,或者被腐蚀或损坏。结果,对应的公部和母部(例如引脚和对应的端口)之间的物理连接可能会受到危害,从而由于受损或不可操作的连接器而导致其间的数据或电能传递的损失。在消费者、医疗、军事或工业环境中,污染、湿气和液体进入可能造成不期望的问题,包括彻底不执行,这可能导致危险、不安全或威胁性的情况。除了由于故障的物理连接导致的功能不正常之外,与各种无线通信方法相比,有线通信方法(例如通用异步收发协议(UART)、内部集成协议(I2C)和串行外围接口协议(SPI))可能具有有限的带宽能力。

[0016] 而且,自动化和机器人技术的发展增加了对在许多不同工业设备的动态移动零件和组件之间传递电功率的需求。在这些条件下使用传统的有线电连接器来传递功率是一个重大挑战。

[0017] 除了上面给出的这些缺陷,这种现有技术的连接器通常包括从连接器延伸的电线。这种电线通常是不期望的,因为它们也可能会损坏,从而导致数据或能量传递损失。而且,这种电线可能会过度占用紧张的空间,并且成为用户的障碍。此外,暴露或损坏的电线可能污染无菌环境。而且,这种暴露或损坏的电线(例如失去电绝缘的电线)可能成为一种危险,并且可能对人类和动物造成电击。

发明内容

[0018] 因此,为了解决这些问题,提供了一种无线连接器系统。在实施例中,本申请的无线连接器系统使得能够使用近场磁耦合(NFMC)在间隔开的发射器模块与接收器模块之间无线地传输电功率和/或数据。在实施例中,相应的发射器无线模块和接收器无线模块可以被隔离和/或气密地密封。

[0019] 连接器具有暴露的接触引脚和特征件(feature),从而允许使用电气组件表面安装(SMT)组装工艺将这些连接器组装到更大的电路上,诸如印刷电路板(PCB)或柔性电路板(FPC)。

[0020] 因此,提供的是一种具有形状因子的电连接器,其中该电连接器能够代替或消除对有线连接器的需求。

[0021] 本申请的无线连接器系统提供一种无线功率链路,该无线功率链路消除了对物理连接(例如,将两个组件物理地接合在一起的电连接器)的需求。因此,通过消除物理连接,可以完全地封装无线连接器或功率链路,从而防止液体和其他碎片抑制正常的工作。在没有物理接触的情况下,连接器的机械和环境应力以及磨损得以消除,并且实现了用于传递功率和数据的更可靠和稳健的链路。相比于现有技术连接器,该解决方案还允许发射器与接收器之间的更大的错位和/或相对移动。这可以允许在如下应用中使用这些连接器:这些应用由于有线连接器的限制而在之前没有考虑有线连接器。

[0022] 在本申请的一个或多个实施例中,提供了一种无线连接器系统,该无线连接器系统包括发射器模块,该发射器模块具有支撑发射器天线的第一基板,其中发射器天线被配置为发射无线信号。此外,该无线连接器系统包括第二基板,该第二基板支撑发射器模块电路,其中发射器模块电路电连接到发射器天线。此外,在发射器电路与发射器天线之间设置第一绝缘体。无线连接器系统还包括接收器模块,该接收器模块具有支撑接收天线的第三基板,其中接收天线被配置为接收无线信号。而且,该无线连接器系统包括支撑接收器模块电路的第四基板,其中接收器模块电路电连接到接收器天线。此外,在接收器模块电路与接收器天线之间设置第二绝缘体。

[0023] 本申请的无线连接器系统的发射器模块和接收器模块被设计为具有这样的电路:该电路在发射器模块与接收器模块之间的更大的分隔距离内增加无线地传输的电功率的量。此外,无线连接器系统可以被配置有各种传感器,这些传感器检测电能传递模块、热量或不期望的外来物体的存在。在实施例中,发射器模块和/或接收器模块的操作可以依赖于从各种传感器获得的信息,这些传感器可以被包含在模块内或可以不被包含在模块内。

附图说明

- [0024] 图1示出了本申请的无线连接器系统的实施例的框图;
- [0025] 图2示出了本申请的无线连接器系统的实施例的框图;
- [0026] 图3-图6示出了发射器模块的实施例的电气框图;
- [0027] 图7、图8A和图8B示出了可以被包含在本申请的发射器电路或接收器电路的阻抗匹配电路内的开关电容电路的实施例;
- [0028] 图9-图12示出了发射器电路的实施例的电气示意图;
- [0029] 图13示出了本申请的无线连接器系统的接收器模块的实施例的框图;
- [0030] 图14示出了接收器模块内的接收器电路的实施例的电气示意图;
- [0031] 图15是接收器模块的实施例的电气框图;
- [0032] 图16示出了接收器模块内的接收器电路的实施例的电气示意图;
- [0033] 图17是接收器模块的实施例的电气框图;
- [0034] 图18A-图18D示出了可以在发射器或接收器电路中使用的阻抗匹配电路内的电容器的实施例;
- [0035] 图19-图21示出了本申请的发射器模块和接收器模块的实施例;
- [0036] 图22-图23示出了本申请的电连接到主机设备的无线连接器的发射器模块和接收

器模块的实施例；

[0037] 图24示出了天线和发射器电路以及接收器电路板在发射器模块和接收器模块壳体内相对于屏蔽和间隔材料的定位的实施例；

[0038] 图25和图26示出了将发射器模块和接收器模块电连接到主机设备的电路板的实施例；

[0039] 图27-图30示出了本发明的发射器模块或接收器模块的备选结构的实施例；

[0040] 图30A是组装后的图30中示出的发射器模块或接收器模块的实施例的截面图；

[0041] 图31-图34示出了被安装到电路板的图27-图30中示出的发射器模块或接收器模块的不同实施例；以及

[0042] 图35示出了可以在发射器和接收器模块中的任一者或二者中使用的天线的实施例。

具体实施方式

[0043] 在下面的描述中,通过示例的方式阐述了大量特定细节以便提供对相关教导的透彻理解。然而,对于本领域技术人员来说显而易见的是,本教导可以在没有这些细节的情况下实施。在其他实例中,公知的方法、过程、组件和/或电路仅在没有细节的相对高层次上进行描述,从而避免不必要的模糊本教导的各个方面。

[0044] 本公开的无线连接器系统10提供电能和/或数据的无线传递。更具体地,本发明的无线连接器系统10经由近场磁耦合提供电能和/或数据的无线传递。在实施例中,无线连接器系统10包括被配置为发射电能的发射器模块12和被配置为接收由发射器模块12发射的电能的接收器模块14。在实施例中,发射器模块12被设置成与接收器模块14分隔开,使得电能从发射器模块12被无线地发射,跨过分隔距离或间隙16(图2和图19-图22)被由接收器模块14接收。因此,发射器模块12与接收器模块14的组合提供无线连接器系统10,使得电能可以被无线地传递而无需发射器模块12与接收器模块14之间的物理连接。

[0045] 在该申请中,发明构思具体地涉及近场磁耦合(NFMC)。近场磁耦合使得电能和/或数据能够通过发射天线与对应接收天线之间的磁感应来无线地传递。基于近场通信接口和协议模式的NFC标准由ISO/IEC标准18092定义。而且,本文所定义的“感应式充电”是一种利用交变电磁场来在两个天线之间传递电能的无线充电技术。“谐振感应式耦合”在本文被定义为两个磁耦合线圈之间的电能的近场无线传输,其中这两个线圈被调谐为以相似的频率进行谐振。本文所定义的术语“分路”意指导电性通路,其中通过将电路的两个点电接合来形成该导电性通路,使得电流或电压可以经过该导电性通路。本文所定义的“互感”是通过磁耦合到电路的第二电路中的电流变化而在该电路中产生的电动势。本文所定义的“屏蔽材料”是一种捕获磁场的材料。屏蔽材料的示例包括但不限于铁素体材料,例如包括铁素体材料的锌(例如,锰锌、镍锌、铜锌、镁锌以及它们的组合)。屏蔽材料因此可以用于根据电路内或电路附近的该屏蔽材料的位置来将磁场引导到物体或引导磁场远离物体,例如寄生金属。而且,屏蔽材料可以用于修改磁场的形状和方向性。本文所定义诸如寄生金属之类的寄生材料是一种在电感器天线中引发涡流损失的材料。该寄生材料通常由天线的电感降低和电阻增加来表征,即,由品质因子降低来表征。

[0046] 图1示出了本发明的无线连接器系统10的通用框图。如图所示,系统10包括通过间

隙16与接收器模块14分隔开的发射器模块12。发射器模块12包括电连接到发射器天线20的发射器模块电路18。在实施例中,发射器天线20可以包括一个或多个天线以便于电功率和/或数据的无线传递。在实施例中,发射器模块电路18被配置为修改从电源(未示出)或发射器主机设备22接收到的电能,其中该主机设备22电连接到发射器模块12。在实施例中,发射器主机设备22可以包括电操作的设备、电路板、电子组件或其他电子设备。发射器主机设备的示例包括但不限于医疗设备、包括集成电路的设备(例如计算机)以及个人电子设备(例如但不限于配置有电子组件的眼镜和服装)。

[0047] 发射器天线20被配置为经由近场磁感应耦合来无线地传输电能,其中该电能由发射器模块电路18调节和修改以便于无线传输。在实施例中,发射器模块12可以由发射器主机设备22供电。

[0048] 在实施例中,接收器模块14包括电连接到接收器模块天线26的接收器模块电路24。接收器天线26被配置为接收由发射器模块12发射的电能和/或数据。在实施例中,接收器模块电路24被配置为调节接收到的无线电能使得其可以用于为设备供电,或者向电能储存设备(例如,电池或电容器)提供电能。

[0049] 在实施例中,接收器模块14电连接到接收器主机设备28。在实施例中,接收器主机设备28包括电操作的设备、电路板、电子组件或其他电子设备。接收器主机设备的示例包括但不限于医疗设备、包括集成电路的设备(例如计算机)以及个人电子设备(例如但不限于配置有电子组件的眼镜和服装)。在实施例中,接收器模块14可以由接收器主机设备28提供的电源105(图17)供电。应当注意,发射器模块12和接收器模块14中的至少一个可以被配置为收发器,由此使得发射器模块12和接收器模块14中的任一者或二者能够发射和接收电功率和/或数据。

[0050] 在实施例中,发射器模块12和接收器模块14可以连接到同一主机设备,以便于电能在主机设备内的无线传递。备选地,发射器模块12和接收器模块14可以电连接到不同的主机设备,由此便于电能在两个不同设备之间的无线传递。

[0051] 图2示出了本申请的无线连接器系统10的实施例的框图。如图所示,发射器模块电路18包括门驱动器30和电功率放大器32。来自发射器主机设备22的电压电源和电接地被电连接到发射器模块电路18的门驱动器30和电功率放大器32。在实施例中,门驱动器30用于控制电功率放大器32的操作。此外,来自发射器主机设备22的控制信号和脉冲宽度调制信号被电连接到发射器模块电路18的门驱动器30。在实施例中,控制信号和脉冲宽度调制信号用于控制发射器模块12的操作。被示为包括接收器天线26、整流器34和电压调节器36的接收器模块14被设置为与发射器模块12分隔开间隙16。如图所示,电连接到接收器主机设备28和接收器模块电路24的电功率线离开接收器模块14以向所连接的接收器主机设备28提供电功率。在实施例中,整流器34被配置为将接收到的无线电功率从交流电功率整流成直流电功率。电压调节器36被配置为在接收到的无线电功率离开接收器模块14之前对其电压进行修改。

[0052] 图3-图6是示出了本发明的发射器模块电路18的实施例的框图,其中发射器模块电路18包括各种发射器模块子电路。如图3中示出的实施例所示,发射器模块电路18包括电驱动器子电路38、电阻抗匹配或网络子电路40和接收器感测子电路42。此外,发射器模块电路18可以包括电压调节器36和主控制单元44。备选地,如图所示,电压调节器36和主控制单

元44可以被包括在发射器主机设备22中。

[0053] 在实施例中,电压调节器36被配置为调整由发射器模块电路18从电源(例如发射器主机设备22)接收的电能的电压幅度。在所示的实施例中,电压调节器36电连接到电源46和驱动器子电路38。在实施例中,电源46可以包括电存储设备,例如,电化学电池(未示出)、电池组(未示出)或电容器(未示出)。此外,电源46可以包括来自发射器主机设备22的交流或直流电功率。在实施例中,驱动器电路38控制电阻抗匹配或网络子电路40和/或发射器天线20的操作。在实施例中,驱动器子电路38可以包括集成电路,例如,半桥集成电路。在实施例中,驱动器子电路38可以被配置为将电功率的至少一部分从直流电功率转换成交流电功率,以便于无线传输。

[0054] 在实施例中,接收器感测子电路42被配置为检测接收器模块14的存在。在实施例中,如果检测到存在接收器模块14,则使得能够由发射器模块12将电功率和/或数据无线传输给接收器模块14。类似地,在实施例中,如果未检测到存在接收器模块14,则禁止发生电功率和/或数据的无线传输。此外,可以包括集成电路的主控制单元44电连接到驱动器子电路38。在实施例中,主控制单元44控制发射器天线20和发射器模块电路18的操作。包括至少一个电容器的电阻抗匹配或网络电路40电连接到电驱动器子电路38和发射器天线20。阻抗匹配电路40提供电容,该电容被设计为调整接收器天线26的电阻抗,或者将接收器天线26的电阻抗与功率发生器或发射器天线20的驱动频率下的负载的特征阻抗相匹配。

[0055] 在实施例中,来自电源46(例如发射器主机设备22)的电功率由电压调节器36和主控制单元44接收。来自电源46的电功率的第一部分被配置为向发射器模块12的组件(例如主控制单元44)供电。来自电源46的电功率的第二部分被调节和修改以便于向接收器模块14进行无线传输。在实施例中,电压调节器36修改电功率的第二部分的电压幅度以与接收器主机设备28的电压需求相匹配。电功率的由发射器模块电路18进行调节以便于无线传输的第二部分被发射器天线20接收,其中在发射器天线20处其被无线地发射到接收器模块14。

[0056] 在实施例中,如图4所示,发射器模块电路18也可以配置有功率级逆变器48,例如,双场效应晶体管功率级逆变器。在实施例中,功率级逆变器48是电连接到驱动器子电路38和网络分析器子电路40的电放大器。在实施例中,在发射器模块电路18内添加功率逆变器48使得能够无线地传输具有增加的幅度的电功率。例如,添加逆变器子电路48使得发射器模块12能够发射从大约300mW到大约600mW的电功率。在没有功率级逆变器48的实施例的情况下,发射器模块12被配置为发射大约100mW到大约300mW之间的电功率。而且,功率级逆变器48可以被配置为将待发射的电功率从直流电功率修改为交流电功率。

[0057] 如图5所示,发射器模块电路18可以被配置有各种感测电路。除了接收器感测子电路42之外,发射器模块电路18还可以被配置有热感测子电路50和/或物体感测子电路52。如图所示,热感测子电路50和物体感测子电路52电连接到发射器主控制单元44。热感测子电路50被配置为监控发射器模块12内的温度。在实施例中,如果主控制单元44通过热感测子电路50检测到发射器模块12内的温度已经从大约20°C增加到大约50°C,则发射器主控制单元44阻止发射器模块12进行操作。在实施例中,热感测子电路50可以包括热电偶、热敏电阻(例如负温度系数(NTC)电阻器)、电阻温度检测器(RTD)或它们的组合。在实施例中,物体检测子电路52电连接到发射器主控制单元44。在实施例中,物体检测子电路52被配置为检测

不期望的物体的存在。在实施例中,如果主控制单元44通过物体检测子电路52检测到不期望的物体的存在,则主控制单元44阻止发射器模块12进行操作。在实施例中,物体检测子电路52采用阻抗变化检测方案,其中在该方案中,主控制单元44针对已知的可接受电阻抗值或电阻抗值的范围来分析由发射器天线20观察到的电阻抗的变化。此外,物体检测子电路52可以采用品质因子变化检测方案,其中在该方案中,主控单元44分析被检测到的物体(例如接收器天线26)的已知品质因子值或品质因子值的范围的变化。在实施例中,物体检测子电路52可以包括光传感器、霍尔效应传感器或它们的组合。在实施例中,可以使用主控制单元44、计算机(未示出)、比较器(未示出)或本领域技术人员已知的其他有源或无源监控方法来监控这些传感器。而且,从传感器获得的信息可以用于控制发射器模块12、接收器模块14或系统10的操作。此外,发射器模块电路18可以被配置为发射和接收数据54。在实施例中,发射器模块12可以被配置为通过对数据54的调制和解调来向接收器模块14传送数据或者从接收器模块14接收数据。在实施例中,数据54可以包括电压和/或电流形式的信息。

[0058] 图6示出了本申请的发射器模块电路18的实施例,其中发射器模块电路18包括主控制单元44、包括半桥驱动器的驱动器电路38、包括双场效应功率级逆变器的功率级逆变器48以及阻抗匹配电路40。感测线(SNS)将主控制单元(MCU)44连接到接收器感测子电路42、热感测子电路50和物体检测子电路52中的至少一个。

[0059] 在实施例中,如图7、图8A和图8B所示,阻抗匹配子电路40可以包括开关电容子电路56。在实施例中,开关电容子电路56包括电开关58和并联电连接的至少两个电容器C₁和C₂。如图7所示,三个电容器C₁、C₂和C₃并联电连接,并且开关58被示为在电容器C₁与C₂之间。在实施例中,阻抗匹配电路40的电容可以由主控制单元44通过将开关58接通和切断来调整,由此动态地连接或断开阻抗匹配子电路40内的调整所得阻抗的电容器。

[0060] 图8A示出了开关电容子电路56的备选实施例,其中开关58电连接在并联电连接的电容器C₄与C₅之间。此外,电感器L₁和电阻器R₁电连接到电容器C₄和C₅。图8B示出了开关电容子电路56的备选实施例,开关电容子电路56包括第一开关和第二开关58、电阻器R₂、R₃和R₄、电容器C₆和C₇以及二极管D₁-D₄,这些组件可以被包含在发射器模块电路18或接收器模块电路24中以动态地调整阻抗匹配电路40的阻抗。

[0061] 图9-图12是示出了本申请的发射器模块电路18的实施例的电气示意图。在实施例中,发射器模块电路18包括阻抗匹配子电路40、电功率子电路60和感测子电路62,例如,接收器模块感测子电路42、热感测子电路50、物体感测子电路52或它们的组合。在实施例中,电功率子电路60修改和配置从电源46接收的电功率以对包括发射器模块12在内的各种电路供电,并且提供用于向接收器模块14无线地传输的电功率。

[0062] 如图9和图10中示出的实施例所示,电功率子电路60包括驱动器子电路38,诸如半桥驱动器电路。备选地,代替驱动器子电路38,电功率子电路60可以包括主控制单元44。来自电源46或发射器主机设备22的电能由发射器驱动器子电路38或主控制单元44接收。驱动器子电路38或主控制单元44被配置为将电功率的一部分从直流电功率转换成交流电功率以便于进行无线传输。此外,驱动器子电路38或主控制单元44可以被配置为调整接收到的电功率的电压幅度。驱动器子电路38或主控制单元44还被配置为提供电功率以操作包括发射器模块12在内的其他组件。

[0063] 除了电功率子电路60之外,图9和图10中所示的发射器电路的实施例还示出了接

收器模块感测子电路42的不同实施例。如图9的实施例中所示,接收器模块感测子电路42包括包络跟踪器子电路64,其中包络跟踪器子电路64包括串联电连接的电阻器R₅和R₆,串联电连接到电阻器R₅的二极管D₅,以及电连接在电阻器R₅与R₆之间的电容器C₁₁。包络跟踪器电路64被配置为在位于电阻器R₅与R₆之间的节点66处生成模拟电压信号。在实施例中,模拟电压由电连接到主控制单元44的模数转换器(未示出)接收。在实施例中,当接收器模块14位于从发射器天线20发出的磁场内时,接收器模块14内的接收器天线开始共振。从发射器天线20发出的磁场内的接收器天线的存在在发射器天线20与接收器天线26之间建立电耦合,产生了由发射器天线20检测到的电阻抗的偏移。当接收器模块14的接收器天线26位于磁场内时导致的电阻抗的该变化产生节点66处的电压变化。因此,该电压信号警告发射器模块12的主控制单元44,其中发射器模块12随后开始从发射器模块12向接收器模块14传输电能。例如,如果由发射器主机设备22或发射器主控制单元44从电压感测信号中检测到大于0的电压,则确定存在接收器模块14。在实施例中,如果确定存在接收器模块14,则驱动器子电路38或发射器主控制单元44被激活,并且来自发射器主机设备22或电源46的电功率由发射器天线20无线地传输到接收器模块14。

[0064] 图10示出了包络跟踪器电路64的备选实施例。除了电阻器R₇、R₈、二极管D6和电容器C15之外,包络跟踪器电路64包括集成子电路67,该集成子电路67包括集成电路68、电容器C₁₆和电阻器R₉和R₁₀。在实施例中,集成子电路67被配置为将在节点69处接收到的模拟电压转换成数字信号,其中该数字信号由发射器模块电路18内的主控制单元44接收。

[0065] 图11和图12示出了发射器模块电路18的备选实施例。具体地,图11和图12示出了电功率子电路60的备选实施例。如图所示,图11和图12的电功率子电路60包括场效应晶体管Q₁(图11)和Q₂(图12)。在实施例中,图11和图12的电功率子电路60被配置为驱动发射器天线20以允许无线功率传输。在实施例中,如图11中所示,电功率子电路60包括场效应晶体管(FET)Q₁,场效应晶体管Q₂通过来自主控制单元44或其他信号发生器(例如驻留在发射器主机设备22内的信号发生器)的控制信号来接通和切断,以产生用于控制(FET)Q₁和无线电功率传递的所需信号。在图11所示的实施例中,电功率子电路60还包括电阻器R₁₁、电容器C₁₁、C₁₈和电感器L₃-L₅。

[0066] 在实施例中,如图12所示,场效应晶体管(FET)Q₂电连接到功率放大器60,其中功率放大器60包括电阻器R₁₉-R₂₁、电感器L₆和电容器C₂₅-C₂₈以及集成电路72和74,以将直流(DC)电压输入修改为交流(AC)放大电压信号,该AC放大电压信号驱动发射器天线20以使得能够进行无线电功率传输。

[0067] 除了电功率子电路60之外,图11和图12中所示的发射器模块电路18的实施例还示出了接收器模块感测子电路42的各种实施例。如图11所示,接收器感测子电路42包括运算放大器76,其中运算放大器76包括电容器C₂₁-C₂₃、电阻器R₁₂-R₁₇和二极管D₈。如图所示,在位于发射器天线20与阻抗匹配电路40之间的节点78处检测电阻抗的变化,其中阻抗匹配电路40包括电容器C₁₉和C₂₀。电阻抗随后在节点80处被二极管D₇、电阻器R₁₈和电容器C₂₄转换成电流信号。该电流信号被运算放大器76接收,其中运算放大器76被配置为对在节点80处接收到的感测信号进行放大。在实施例中,运算放大器76也可以被配置为充当比较器,在该比较器中将包络检测器电压与设置阈值进行比较以确定是否存在接收器并向主控制单元44输出数字信号(即,“低”(二进制0)或“高”(二进制1)信号)。

[0068] 经放大的信号然后被主控制单元44接收。在实施例中,对感测信号进行放大增加了检测分辨率,由此增加了检测接收器模块14是否存在的准确性。在图12所示的又一实施例中,接收器感测子电路42包括电阻抗信号转换子电路82和感测控制子电路84。在实施例中,电阻抗信号转换子电路82包括二极管D₉和与电容器C₃₄并联电连接的电阻器R₂₅。感测控制子电路84包括集成电路86、电阻器R₂₂-R₂₇和电容器C₃₁-C₃₃。在实施例中,节点88处的电阻抗在节点90处被二极管D₉、电阻器R₂₅和电容器C₃₄转换成电流信号。该电流信号被感测控制子电路84内的集成电路86接收。在实施例中,集成电路86被配置为将电流信号转换成电数据信号,其中该电数据信号被发送给主控制单元44以通知接收器模块14的存在。

[0069] 图13示出了本申请的驻留在接收器模块14内的接收器模块电路24的实施例的框图。接收器模块电路24被配置为接收经由近场磁耦合从发射器模块12的发射器天线20无线发射的电功率。如图13所示,接收器模块电路24包括接收器天线26、接收器阻抗匹配子电路92、整流器94和电压调节器96。如图所示,接收器天线26电连接到接收器阻抗匹配电路92,其中接收器阻抗匹配电路92电连接到整流器94和电压调节器96。在实施例中,接收器阻抗匹配电路92被配置为调整接收器模块14的电阻抗以与发射器模块12的电阻抗相匹配。整流器94被配置为将接收的电功率从交流电功率修改为直流电功率。电压调节器96被配置为调整无线接收到的电功率的电压幅度。

[0070] 图14是图13中示出的接收器模块电路24的实施例的电气示意图。如图所示,包括电感器L₉的接收器天线26电连接到包括电容器C₃₅-C₃₇的阻抗匹配子电路92。阻抗匹配子电路92电连接到包括二极管D₁₀-D₁₃的整流器94以及包括低压差线性稳压器的电压调节器96。

[0071] 图15是示出了本申请的接收器模块14内的接收器模块电路24的备选实施例的框图。如图所示,接收器模块电路14包括接收器天线26、电阻抗匹配子电路92、电压倍增器子电路98、电压调节器96和接收器主控制单元100。在实施例中,接收器天线26电连接到电阻抗匹配电路92,其中电阻抗匹配电路92被配置为动态地调整接收器天线26的电阻抗并将接收器天线26的电阻抗与功率发生器或发射器天线20的驱动频率下的负载的特征阻抗相匹配。在实施例中,阻抗匹配电路92电连接到电压倍增器子电路98,其中电压倍增器子电路98被设计为将无线接收到的电功率从交流电功率整流成直流电功率。电压倍增器电路98还被配置为使无线接收到的电功率的电压增加,例如,加倍。如实施例中进一步所示,电压倍增器子电路98电连接到电压调节器96,其中电压调节器96被设计为进一步调整无线接收到的电功率的电压幅度。电压调节器96电连接到接收器主控制单元100。在实施例中,接收器主控制单元100被配置为操作接收器模块14内的接收器模块电路24。在实施例中,从发射器模块12无线接收到并由接收器模块电路24修改的电功率用于为主机设备供电和/或可以用于对电存储设备102(例如,电化学电池或电容器)充电。

[0072] 图16示出了图15所示的接收器模块电路24的电气示意图。如图所示,包括电感器L₁₀的接收器天线26电连接到包括至少一个电容器的电阻抗匹配子电路92。如图所示,电阻抗匹配子电路92包括电容器C₄₀-C₄₂。如图16中进一步所示,电阻抗匹配电路92电连接到包括二极管D₁₄、D₁₅和电容器C₄₃的电压倍增器子电路98。在接收器模块电路24中包含电压倍增器子电路98修正了无线接收到的电功率,并且增加了可以跨过发射器模块12与接收器模块14之间的分隔距离16传输的电功率的量。此外,电压调节器子电路97电连接到电压倍增器子电路98,其中电压调节器子电路97包括电连接到电阻器R₂₈-R₃₀和电容C₄₄和C₄₅的电压调节

器96。

[0073] 在实施例中,由于接收器模块电路24所经历的电阻抗的减小,电压倍增器子电路98支持增加的系统效率。实验结果表明:在接收器模块电路24中包含电压倍增器子电路98在无负载条件下将电路24的电阻抗从大约301Ω减小到大约31Ω,并且在满负载条件下将电路24的电阻抗从大约154Ω减小到大约4.9Ω,减小多达97%的电阻抗。由于电压倍增器子电路98显著减小接收器模块电路24的电阻抗,因此在接收器模块电路24中包含电压倍增器子电路98在给定频率下提供了跨过模块分隔距离16更大量的电功率的传输。而且,电压倍增器子电路98允许减小的组件尺寸和增加的系统性能。而且,相比于其他整流拓扑(例如全波整流器),电压倍增器子电路98允许系统10的操作,具体地允许电能和数据跨过更宽的模块分隔距离16的无线传输。例如,本发明的配置有电压倍增器子电路98的接收器模块14使得能够跨过从大约0.5mm到大约5mm的模块分隔距离16来无线地传输电能和/或数据。作为比较,未配置有电压倍增器子电路98的接收器模块允许跨过从大约0.5mm到大约2mm的模块分隔距离16来无线地传输电能和/或数据。因此,电压倍增器子电路98使得能够将模块分隔距离16增加模块分隔距离16的大约100%或大约两倍。而且,在更近的分隔距离处,门驱动器或FET功率级的电阻抗被减小,从而允许增加的无线电功率输送。

[0074] 图17示出了本申请的接收器模块电路24的实施例的框图。如图所示,除了接收器主控制单元100、接收器天线26、整流器94和电压调节器96之外,接收器模块电路24可以被配置有热感测子电路104。在实施例中,热感测子电路104被配置为监控接收器模块14内的温度。在实施例中,如果接收器主控制单元100通过热感测子电路104检测到接收器模块内的温度从大约20℃增加到大约50℃,则接收器主控制单元100阻止接收器模块14进行操作。此外,接收器模块14可以被配置为接收来自发射器模块12的数据和向发射器模块12发射数据。在实施例中,接收器模块14可以被配置为对来自发射器模块12的数据进行调制和解调,以实现二者之间的通信。在实施例中,本申请的无线连接器系统10可以被配置用于带内通信,例如,带内幅度、相位和或频移键控通信。此外,本申请的无线连接器系统10可以被配置用于带外通信。带内通信基于无线功率信号上的信息/数据的传递。无线功率信号是载波频率,并且不同的方法(幅度、频率和相位)调制该载波频率以输送数据。带外通信采用与无线功率信号分离的外部信号来输送数据/通信。

[0075] 图18A-图18D示出了可以在接收器模块电路24和/或发射器模块电路18中使用的阻抗匹配子电路40、92的实施例。如图18A中的实施例所示,阻抗匹配电路40、92可以包括并联电连接的两个电容器C₄₆和C₄₈,以及电连接在电容器C₄₆与C₄₈之间的分路电容器C47。图18B示出了分路电容器C₅₀被并联电连接在电容器C₄₉与C₅₁之间的实施例。图18C示出了电阻抗匹配电路可以包括电连接到接收天线或发射器天线的正极侧的至少一个电容器C₅₂的实施例。图18D示出了两个电容器C₅₃和C₅₄每个分别被电连接到接收天线或发射器天线的正极端子和负极端子的实施例。

[0076] 在实施例中,包含诸如图18A或图18B所示的分路电容器使得电功率能够跨过更大的分隔距离16进行传输。在实施例中,相比于仅串联谐振拓扑,分路电容器用于将接收到的电压推进(boost)到接收器整流器34中。分路电容器允许修改天线的电阻以便增加可以在特定距离下传递的电功率的量,以及增大系统的最大操作距离。在实施例中,在接收器模块电路24的阻抗匹配子电路92中包含如图18A或图18B所示的分路电容器使得能够在2mm的

分隔距离上无线地传输电功率。发明人发现,在接收器模块14的接收器模块电路24的电阻抗匹配子电路92中不使用分路电容器的情况下,电功率的无线传输跨越较短的分隔距离。例如,发明人发现,针对所传输的相同量的电功率,分路电容器使得能够在比不包括分路电容器的接收器模块长大约50%的分隔距离16上无线传输电功率。

[0077] 图19-图22示出了包括发射器模块12和接收器模块14的无线连接器系统10的实施例。如图所示,发射器模块12包括发射器模块壳体106,其中发射器模块壳体106将发射器模块电路18和发射器天线20包围在内。接收器模块14包括接收器模块壳体108,其中接收器模块壳体108将接收器模块电路24和接收器天线26包围在内。在实施例中,发射器模块壳体106和接收器模块壳体108中的任一者或二者被气密地密封。在实施例中,发射器模块壳体106和接收器模块壳体108中的至少一个可以由高分子材料、金属、陶瓷材料或它们的组合构成。此外,发射器模块12和接收器模块14中的任一者或二者可以浸入在封装材料(未示出)内。封装材料帮助保护模块12、14的电路,并且帮助确保气密密封。应当注意,在无线连接器系统10的操作期间,定位发射器模块12和接收器模块14,使得模块分隔距离16在模块12、14之间横跨。在实施例中,模块分隔距离16的范围可以从大约0.1mm到大约5mm。在实施例中,在系统操作期间,发射器模块12与接收器模块14之间的模块分隔距离或间隙16的范围可以从大约0.1mm到大约2mm。在实施例中,本发明的无线连接器系统10被配置为在大于5MHz的频率下在大约1mW到大约200mW之间进行无线传输。在实施例中,无线连接器系统10被配置为在范围从大约1MHz到大约50MHz的频率下在大约1mW到大约200mW之间在发射器模块12与接收器模块14之间进行无线传输。在实施例中,无线连接器系统10可以在任一频率或多个频率下操作,这种频率可以包括但不限于100kHz、6.78MHz、10MHz、13.56MHz、27.12MHz、433MHz、915MHz、1.8GHz、2.4GHz、60GHz和5.7GHz。此外,这种频率可以包括许可频带。

[0078] 在实施例中,发射器模块12和接收器模块14均具有紧凑尺寸。在实施例中,发射器模块12的长度110从发射器模块近端112延伸到发射器模块远端114。发射器模块12的发射器模块宽度116大致垂直于长度110进行取向。在实施例中,接收器模块14的接收器模块长度120从接收器模块近端122延伸到接收器模块远端124。接收器模块14的接收器模块宽度126大致垂直于长度120进行取向。如图19所示,在实施例中,发射器模块12的发射器模块高度118大致垂直于发射器模块长度110延伸。在实施例中,接收器模块14的接收器模块高度128大致垂直于接收器模块长度120延伸。

[0079] 在实施例中,发射器模块12和接收器模块14中的任一者或二者被配置为表面安装的。在实施例中,如图22所示,多个支架130机械地支撑模块12、14并将模块12、14电连接到相应的主机设备的电路板132。此外,如图21所示,模块12、14中的每一个可以包括多个城堡体(castellation)134,其中城堡体134驻留在发射器模块壳体106和/或接收器模块壳体108的外表面内。这些城堡形体134提供一定的空间,其中表面安装件(未示出)可以被定位在该空间内,以将模块12、14机械地固定到表面并且提供到主机设备的电连接。

[0080] 在实施例中,如图23所示,发射器模块12和接收器模块14中的至少一个包括定位在模块壳体106、108的外表面的边缘处的多个金属焊盘136。这些金属焊盘136被设计为提供模块12、14与电路板132或主机设备22、28的电接触。而且,发射器模块12和接收器模块14中的至少一个可以包括至少一个柱体138,其中该柱体138从模块壳体106、108的外表面向

外延伸。这些柱体138机械地支撑发射器模块12和接收器模块14中的至少一个并将其固定到电路板132或主机设备22、28。此外,可以通过使用焊接、钎焊、紧固件(例如插销)、弹簧触点等将模块12、14电连接到它们各自的主机设备的电路板。

[0081] 图24示出了各个模块12、14的壳体106、108内的构造的实施例。在实施例中,模块12、14中的每一个构造有相应的发射器天线20或接收器天线26,以及驻留在发射器模块12或接收器模块14的壳体106、108内的模块电路板。在实施例中,发射器模块电路板140驻留在发射器模块壳体106内,而接收器模块电路板142驻留在接收器模块壳体108内。在实施例中,发射器天线20和接收器天线26在它们各自的模块12、14的远端处驻留在壳体106、108内。在实施例中,发射器模块电路板140和接收器模块电路板142在它们各自的模块12、14的近端处驻留在它们各自的发射器模块壳体106和接收器模块壳体108内。在实施例中,使用柔性连接器、板到板连接器、引脚和插座连接器、弹簧接触连接器、弹性针连接器、通孔引脚焊料连接器、焊丝连接以及它们的组合来将发射器天线20电连接到发射器模块电路板140并且将接收器天线26电连接到接收器模块电路板142。

[0082] 在实施例中,发射器模块12和接收器模块14中的至少一个可以被构造成具有间隔区144,其中间隔区144由定位在发射器模块12或接收器模块14的壳体106、108内的电绝缘非磁性材料组成。在实施例中,至少一个间隔区144在壳体106、108内分别被定位在发射器模块电路板140与发射天线20之间或接收器模块电路板142与接收天线26之间。在实施例中,至少一种屏蔽材料146可以被定位在发射器模块12和接收器模块14中的任一者或二者的壳体106、108内。在实施例中,至少一种屏蔽材料146在壳体106、108内分别被定位在发射器模块电路板140与发射器天线20或接收器模块电路板142与接收器天线26之间。在实施例中,至少一种屏蔽材料146可以被定位在发射器模块电路板140或接收器模块电路板142与至少一个间隔区144之间。在实施例中,至少一种屏蔽材料146可以被定位在至少一个间隔区144与发射器模块天线20或接收器模块天线26之间。如图25中示出的示例所示,发射器天线20或接收器天线26被定位在各自的模块12、14的远端。间隔区144被定位成靠近天线20、26,屏蔽材料146被定位成靠近间隔区144,并且发射器模块电路板140或接收器模块电路板142被定位在模块12、14的近端。在实施例中,在本发明的无线连接器系统10的操作期间,发射器模块12和接收器模块14各自的天线20、26被定位成跨过模块分隔距离16彼此面对。下面的表I进一步示出了壳体106、108内的各种位置顺序。应当注意,位置1分别是模块12、14的近端112、122,并且位置4分别是模块12、14的远端114、124。位置2是位置1的远端,并且位置3是位置2的远端。

[0083] 表I

示例	位置1	位置2	位置3	位置4
1	电路板	间隔区	间隔区	天线
2	电路板	屏蔽	间隔区	天线
3	电路板	屏蔽	屏蔽	天线
4	电路板	间隔区	屏蔽	天线

[0085] 在实施例中,电路板可以是发射器模块电路板140或接收器模块电路板142中的任一个,天线可以是发射器天线20或接收器天线26中的任一个。间隔区144可以包括电绝缘材料,例如空气、FR4、聚合材料或它们的组合。屏蔽材料146可以包括铁氧体材料、金属或它们

的组合。应当注意,将屏蔽材料146被定位成更靠近发射器天线20或接收器天线26(诸如表I的示例3和示例4所详述的)使得电感增加,这导致发射器模块12与接收器模块14之间的互感被提高。

[0086] 如图25中进一步示出的,导电性支架130将相应的发射器模块12和接收器模块14的电路板140、142电连接到主机设备。如图25和图26中示出的实施例所示,主机设备是电路板。图26示出了导电性支架130被定位在位置1与位置2之间的另一实施例。如图26所具体示出的,支架130被定位在发射器电路板140或接收器电路板142与屏蔽材料146之间。备选地,支架130可以被定位在发射器电路板140或接收器电路板142与间隔区144之间。

[0087] 图27-图34示出了具有混合的刚性柔性印制电路板构造的发射器模块148和接收器模块150的备选实施例。在该构造中,发射器模块功率电路板152或接收器模块功率电路板154中的任一者的模块功率电路板分别电连接到发射器天线组件156或接收器天线组件158中的任一者的天线组件(图27)。电桥或电连接器160在天线组件156、158与模块功率电路板152、154之间延伸并电连接天线组件156、158与模块功率电路板152、154。通过在一个或多个刚性(FR4)电路板层中封装包括发射器天线20或接收器天线26的一个或多个柔性印刷电路(FPC)层,该构造也可以用于在发射器模块电路板140与发射器天线20和/或在接收器模块电路板142与接收器天线26之间提供连接。

[0088] 图27示出了包括具有本发明的混合的刚性柔性印刷电路板构造的发射器模块148或接收器模块150的组件的实施例。如图所示,发射器模块功率电路板152或接收器模块功率电路板154中的任一者的模块功率电路板通过电连接器160分别电连接到发射器天线组件156或接收器天线组件158中的任一者的天线组件。在实施例中,电桥或电连接器160是柔性的并且能够弯曲。在实施例中,电桥或电连接器160包括一个或多个铜片、电路连接器带、柔性带、电柔性连接器、导电性带或它们的组合。

[0089] 在实施例中,发射器模块功率电路板152和接收器模块功率电路板154包括诸如FR4之类的基板166或印刷电路板,基板166或印刷电路板基本上是刚性的并且支撑各种发射器模块功率电路板电气组件162或接收器模块功率电路板电气组件164。在实施例中,这些电气组件162、164可以分别被表面安装到发射器模块功率电路板152和接收器模块功率电路板154的外表面。

[0090] 在实施例中,发射器天线组件156和接收器天线组件158包括诸如刚性印刷电路板或FR4板之类的基板168,其中基板168支撑发射器天线20或接收器天线26。如图27所示,基板168支撑发射器天线20或接收器天线26中的任一者。诸如铁氧体层之类的屏蔽材料170被定位在发射器天线20或接收器天线26上方。在实施例中,可以利用粘合剂将诸如铁氧体材料片材之类的屏蔽材料170可层压或粘附到发射器天线20或接收器天线26。

[0091] 在实施例中,如图28所示,天线组件156、158在模块功率电路板152、154上方折叠以分别形成发射器模块组件172或接收器模块组件174。在实施例中,如图29所示,诸如铁氧体材料之类的第二屏蔽材料176可以被定位在天线组件156、158与模块功率电路板152、154之间。这种构造提供了诸多好处,包括但不限于:

[0092] 1、天线组件156、158与模块功率电路板162、164之间的连续连接。在实施例中,天线组件156、158可以被定位成使得天线20、26的导电迹线直接连接到模块功率电路板162、164。该构造减小了整体电阻抗。

[0093] 2、天线组件156、158和模块功率电路板162、164包括单个结构(即,发射器模块组件172或接收器模块组件174),因此增加了连接可靠性和制造产出率,并且减小了分立组件的数量、复杂性和组装成本。

[0094] 3、该构造实现了更简化的制造过程,其允许大规模的制造。

[0095] 4、由于天线和功率板二者可以同时测试,因此测试得以简化。

[0096] 图29示出了本申请的分别包括接收器模块组件172或发射器模块组件174的发射器模块148或接收器模块150的实施例的分解图。如实施例中所示,发射器模块148和/或接收器模块150包括分别将发射器天线组件156或接收器天线组件158与发射器模块功率电路板152或接收器模块功率电路板154分隔开的间隔区或壳体结构178。备选地,壳体结构178可以在其内提供设置有发射器模块组件172或接收器模块组件174的空间。

[0097] 在实施例中,壳体结构178包括电绝缘材料并用作将发射器模块组件172或接收器模块组件174与附加的屏蔽材料分隔开的间隔区,其中附加的屏蔽材料可以被定位在壳体结构178的外表面上。如图29中示出的实施例所示,诸如铁氧体材料之类的第三屏蔽材料180和第四屏蔽材料182可以被定位在壳体结构178的外表面上。在实施例中,刚性电路板材料层184可以被定位成与第三屏蔽材料180和第四屏蔽材料182接触以提供附加的结构支撑。在实施例中,发射器模块148或接收器模块150可以包括从壳体侧壁向外延伸的保持紧固件186和/或定位柱188。在实施例中,保持紧固件186和/或定位柱188用于将模块148、150精确地定位在发射器模块主机设备22或接收器模块主机设备28(例如印刷电路板)上。在实施例中,保持紧固件186和/或定位柱188将发射器模块12和/或接收器模块14保持到相应的主机设备22、28。而且,保持紧固件186和/或定位柱188可以电连接到相应的主机设备22、28。

[0098] 图30示出了包括从模块壳体结构178向外延伸的两个保持紧固件186和定位柱188的组装后的发射器模块148或接收器模块150的实施例。如图所示,壳体结构178被定位在发射器模块功率电路板152与发射器天线组件156之间或接收器模块功率电路板154与接收器天线组件158之间。以此方式,保持紧固件186提高了组件保持力,其中该组件保持力提供平衡的焊接并且在焊接回流工艺期间帮助防止潜在的组件分层。而且,保持紧固件186和定位柱188为模块148、150的安装提供了对准引导。

[0099] 图30A示出了图30中所示的组装后的模块12、14的实施例的截面图。如图所示,模块电路板140、142被定位成与天线组件156、158相对。模块间隔区或壳体结构178被定位在其间。在实施例中,间隔区178可以是具有用于定位电气组件162、164的各种切口的固体结构。备选地,间隔区178可以被构造成在其内具有用于定位电气组件162、164的空白空间。在实施例中,间隔区178可以被构造成在其内具有用于定位模块电路板140、142和天线组件156、158的空白空间。如图所示,粘附层187可以用于将模块电路板140、142和天线组件156、158粘附到间隔区178。

[0100] 图31-图34示出了被安装到主机设备22、28(例如电路板)的图27-图30中示出的发射器模块148和接收器模块150的各种实施例。如图所示,模块148、150可以包括电连接到主机设备电路板的多个焊盘190。而且,如图34所示,模块148、150可以包括从壳体结构178向外延伸的对准支腿192。在实施例中,当模块148、150安装到主机设备22、28的板194的开口中时,对准支腿192提供附加的对准辅助并且提供附加的机械稳定性。在图34所示的实施例

中,发射器模块148和接收器模块150可以被定位在延伸穿过主机设备电路板22、28的厚度的开口194内。

[0101] 图35示出了可以与发射器模块12、148或接收器模块14、150中的任一者一起使用的天线20、26的实施例的顶视图。在实施例中,天线20、26具有平螺旋线圈配置。在所示实施例中,天线包括集成到印刷电路板(PCB)或柔性电路板(FPC)中的四层交替的导电层和电绝缘层。如图所示,天线20、26包括串联电连接的两个天线段。如图所示,天线20、26被构造成具有沉积在绝缘基板198的表面上的五匝铜迹线196,其中每匝迹线196之间具有15到200微米的间隙200。在电并联配置中,每段包括被定位在绝缘基板198上的电导体(例如,迹线196)。可以在如下美国专利申请中找到非限制性示例:Peralta等人的No.2017/0040690、No.2017/0040692、No.2017/0040107、No.2017/0040105、No.2017/0040696以及2017/0040688;Singh等人的No.2017/0040691、No.2017/0040694;Luzinski的No.2017/0040693以及Rajagopalan等人的No.2017/0040695,所有这些都受让给本申请的受让人,并且全部包含在本文中。

[0102] 此外,天线20、26可以被构造成具有多层多匝(MLMT)构造,其中至少一个绝缘体被定位在多个导体之间。可以被包含在发射器模块12、148和/或接收器模块14、150内的具有MLMT构造的天线的非限制性示例可以在如下美国专利中找到:Singh等人的No.8,610,530、No.8,653,927、No.8,680,960、No.8,692,641、No.8,692,642、No.8,698,590、No.8,698,591、No.8,707,546、No.8,710,948、No.8,803,649、No.8,823,481、No.8,823,482、No.8,855,786、No.8,898,885、No.9,208,942、No.9,232,893、No.9,300,046,这些都受让给本申请的受让人,并且全部包含在本文中。还应当注意,可以在本发明的无线连接器系统10中包含其他天线,例如但不限于被配置为在UHF无线电波频率下发送和接收信号的天线,如IEEE标准802.15.1。

[0103] 无线连接器系统10被设计成以高效、稳定和可靠的方式进行操作以满足各种操作条件和环境条件。该系统被设计成在宽范围的热和机械应力环境中操作,使得数据和/或电能被高效地传输并具有最小损失。此外,通过使用允许可伸缩性的制造技术的小的形状因子并且以服从开发者和采用者的要求的成本来设计无线连接器系统10。此外,无线连接器系统10被设计成在宽范围的频率上操作,以满足宽范围的应用的需求。

[0104] 在实施例中,该系统可以传输数量级在大约100μW到大约10W上的电功率。在另一实施例中,也可以传输大约100W的电功率。具体地,考虑近场磁耦合(NFMC)作为发射器模块12、148与接收器模块14、150之间的无线功率传递的机制,公知的是,如果选择较高的操作频率,则越小的尺寸通常越容易实现。这归因于所需的互感与操作频率之间的反比关系,如下列公式所表明的:

$$[0105] M = \frac{V_{induced}}{j * \omega * I_{Tx}}$$

[0106] 其中:

[0107] • $V_{induced}$ 是接收器线圈上的感应电压

[0108] • I_{tx} 是流过发射器线圈的AC电流

[0109] • ω 是操作频率乘以 2π 。

[0110] 由于为了实现电能的增加的无线传输而增加所需的互感,因此有必要在最小化AC

损失的同时增加发射器或接收器的电感或耦合系数 (coupling)。互感可以通过下列关系来计算：

[0111] $M = k * \sqrt{L_{Tx} * L_{Rx}}$

[0112] • M是系统的互感

[0113] • k是系统的耦合系数

[0114] • L_{Tx} 是发射器线圈的电感

[0115] • L_{Rx} 是接收器线圈的电感。

[0116] 当天线线圈的形状因子减小时,无论是在接收器还是发射器上获得所需的电感,都会伴随着天线线圈电阻的增加,因为所需的匝数的高数量导致迹线宽度减小。电阻的这种增加通常会降低线圈的品质因子和系统的整体线圈到线圈效率,其中品质因子被定义为:

[0117] $Q = \frac{\omega * L}{R}$

[0118] 其中:

[0119] • Q是线圈的品质因子

[0120] • L是线圈的电感

[0121] • ω 是线圈的操作频率,单位弧度/秒。备选地,以Hz为单位的操作频率是 ω 除以 2π

[0122] • R是操作频率下的等效串联电阻

[0123] 线圈到线圈效率被定义为:

[0124]
$$Eff = \frac{k^2 * Q_{Rx} * Q_{Tx}}{(1 + \sqrt{(1 + k^2 * Q_{rx} * Q_{tx})})^2}$$

[0125] 其中:

[0126] • Eff是系统的天线到天线效率

[0127] • k是系统的耦合系数

[0128] • Q_{rx} 是接收器的品质因子

[0129] • Q_{tx} 是发射器的品质因子。

[0130] 在实施例中,可以在天线结构中包含铁氧体屏蔽以提高天线性能。铁氧体屏蔽材料的选择取决于操作频率,因为复导磁率 ($\mu = \mu' - j * \mu''$) 是频率相关的。该材料可以是烧结的柔性铁氧体片材或刚性屏蔽,并由不同的材料成分组成。材料的示例可以包括但不限于包括铁素体材料的锌,例如,锰锌、镍锌、铜锌、镁锌以及它们的组合。

[0131] 此外,根据无线连接器系统10的操作频率和功率需求,可能需要一种混合的绞合线 (Litz wire) 和PCB线圈天线构造组合,以便高效地传递功率。在实施例中,混合的绞合线和PCB线圈组合可以包括具有缠绕绞合线构造的发射器天线20或接收器天线26,并且发射器天线20或接收器天线26中的另一个可以被构成具有设置在电路板的表面上的线圈,例如图35中所示的天线。数量级在100kHz到几MHz范围上的较低的操作频率可能要求发射器天线20与接收器天线26之间的一定的互感。这可通过使用具有新颖的铁氧体芯的绞合线构造的发射器天线20结合包括设置在电路板的表面上的线圈的接收器天线26(例如图35中所

示的天线)来实现。

[0132] 为了增加互感,必须增加发射器模块12、148或接收器模块14、150的耦合系数和/或电感。然而,由于小的形状因子的约束,耦合系数受限于连接器模块的物理尺寸。应当注意,使用具有如下构造的发射器天线20和接收器天线26(例如图35所示的天线)可以增加电感并且增加天线线圈的电阻:该构造包括设置在电路板的表面上的线圈,从而降低品质因子Q和天线到天线效率。

[0133] 在实施例中,包括如下项的无线连接器系统10可以用于增加无线连接器系统10的小的形状因子的耦合系数和互感:发射器模块12、148,其中该发射器模块12、148包括具有绞合线构造的发射器天线20和屏蔽材料;以及接收器模块14、150,其中该接收器模块14、150具有包括设置在电路板的表面上的线圈(图35)的接收器天线26。为了实现更高的天线到天线效率,这种配置可以用于在较低频率下维持高Q因子的同时实现所需的功率传递。这些改进也可以增加具有相对小的形状因子的无线连接器系统10的整体性能。

[0134] 线圈设计和构造的选择根据下列电气参数和磁参数来确定:

[0135] • 电感

[0136] • 操作频率下的ESR(等效串联电阻)

[0137] • 耦合系数(k)

[0138] • 互感(M)

[0139] 对于较低的操作频率,即,从大约100kHz到大约10MHz,以及为了实现数量级在大约0.1mm到大约100mm上的增加的功率传输,该特定的天线拓扑是有益的。例如,按照互感公式,如果待输送到负载的功率是恒定的,则在操作频率减小时,在发射电流恒定的情况下,发射器天线线圈与接收器天线线圈之间的互感增加。表II示出了互感的改进。表III示出了耦合系数的改进,表IV示出了天线到天线效率的改进。

[0140] 表II

	发射器 天线构造	发射器 天线屏蔽	接收器 天线构造	M(μH)
[0141]	FR4 PCB 上的线圈	片材	FR4 PCB 上的线圈	0.35
	绞合线	T-芯	FR4 PCB 上的线圈	1.35

[0142] 表III

	发射器 天线构造	发射器 天线屏蔽	接收器 天线构造	耦合系数
[0143]	FR4 PCB 上 的线圈	片材	FR4 PCB 上 的线圈	0.26
	绞合线	T-芯	FR4 PCB 上 的线圈	0.29

[0144] 表IV

	发射器 天线构造	发射器 天线屏蔽	接收器 天线构造	天线到天线 效率
[0145]	FR4 PCB 上 的线圈	片材	FR4 PCB 上 的线圈	57.9%
	绞合线	T-芯	FR4 PCB 上 的线圈	80.8%

[0146] 此外,如果系统10在更高的频率上(即,在大约1MHz或更高的数量级上)操作,则所需的互感将减小,从而允许更小的发射器天线20和接收器天线26以及模块12、14、148、150。如本文所定义的,屏蔽材料是一种捕获磁场的材料。其示例是铁氧体材料。在表II-表IV详细描述的实施例中,铁氧体材料片材被定位成直接临近发射器天线20,例如,在发射器天线20后面。如本文所定义的,“T-芯”屏蔽材料是一种磁场屏蔽组件,其包括被直接放置在发射器天线20或接收器天线26后面的屏蔽材料(例如铁氧体材料)片材以及被放置在发射器天线20或接收器天线26的平面中的线圈的内部区域内的附加的第二屏蔽材料(例如铁氧体材料)。而且,发射器模块12、148或接收器模块14、150可以被构造成具有包括“C-芯”屏蔽材料各自的发射器天线20或接收器天线26,其中被设置成类似于字母“C”的诸如铁氧体材料之类的屏蔽材料被定位成临近天线20、26。此外,发射器模块12、148或接收器模块14、150可以被构造成具有包括“E-芯”屏蔽材料各自的发射器天线20或接收器天线26,其中被设置成类似于字母“E”的诸如铁氧体材料之类的屏蔽材料被定位成临近天线20、26。

[0147] 在实施例中,额定用于最大200mW接收DC功率的无线连接器系统10可以被配置为使得每个发射器模块12、148和接收器模块14、150包括大约11mm X 4mm的形状因子,并且在范围从大约2MHz到30MHz的操作频率下进行操作。然而,这在天线设计上提出了关键的挑战。实现可以适合小至11mm X 4mm的占地面积的缠绕绞合线天线通常不是成本有效的,也不是特别可靠的。此外,当操作频率增加到大约6MHz或更大时,缠绕绞合线天线线圈在性能上可能不是合适的。

[0148] 利用基于尺寸相对小的基于印刷电路板或柔性印刷电路板(PCB/FPC)的线圈天线允许更适合于较高频率的适当的叠层、适当的迹线宽度、间隙宽度和铜(或其他导电材料)深度。此外,基于印刷电路板和柔性印刷电路板的线圈天线高度集成到PCB制造工艺中,从而允许与电路的剩余部分集成。这还允许MLMT天线设计的集成,以减小ESR并提高天线的Q。

[0149] 而且,利用分层方式的线圈允许其他制造工艺,例如印刷、织物上印刷、半导体制造工艺(例如低温共烧陶瓷(LTCC)工艺、高温共烧陶瓷(HTCC)工艺)等。

[0150] 在保持低线圈ESR以最小化在发射线圈和接收线圈中耗散的功率的同时,由于需要较低的电感,所以小形状因子PCB线圈设计在较高操作频率下是适合的。与线缠绕天线线圈解决方案相比,印刷电路板(PCB)线圈天线从制造、成本和组装的角度提供了额外的好处。对于对整体组装厚度有严格要求的应用,由于即使在多层构造的情况下也有可能减少厚度,因此印刷电路板(PCB)线圈天线是优选的。

[0151] 选择用于线圈组合的铁氧体屏蔽材料也依赖于操作频率,因为复导磁率($\mu=\mu'$ -

$j * \mu$ ") 是频率相关的。该材料可以是烧结的柔性铁氧体片材或刚性屏蔽体，并且可以由不同的材料成分组成。

[0152] 应当注意，天线20、26的构造是非限制性的。被包含在模块内的天线可以包括磁性导线或具有冲压金属构造。而且，天线20、26可以在其构造中使用厚膜、薄膜或其他印刷制造技术。

[0153] 在实施例中，包含具有多层多匝 (MLMT) 构造的发射器天线20或接收器天线26显著减小了本发明的相应的发射器模块12、148和接收器模块14、150与无线连接器系统10的等效串联电阻 (ESR)。发明人发现包含具有多层多匝 (MLMT) 构造的至少一个发射器天线20和接收器天线26将发射器模块12或接收器模块14的等效串联电阻 (ESR) 减少大约50%。

[0154] 而且，减小ESR改进了整体系统效率，并且通过减小线圈中的 ($I^2 \times R$) 损失来减少了天线20、26和系统10中的发热。下面示出的表V详细描述了相比于被构造成包括缠绕在电感器上的绞合线的天线，用于两种多层多匝 (MLMT) 天线设计的测量的ESR。如下面的表V所示，相比于具有传统缠绕绞合线构造的天线，构造有MLMT设计的天线表现出较低的电感 (0.60 μ H) 和较低等效串联电阻 (0.50 Ω)。因此，具有多层多匝 (MLMT) 构造的发射器天线20或接收器天线26有助于提高本发明的无线连接器系统10的如下电气性能：增加的电功率传输和增加的模块分隔距离16。

[0155] 表V

[0156] 天线设计	频率 (MHz)	电感 (μ H)	ESR (Ω)
绞合线	2	3.80	0.97
MLMT	2	0.60	0.50
MLMT	10	0.65	1.05

[0157] 将模块连接到主机设备的示例性方式包括但不限于将至少一个发射器模块12、148和接收器模块14、150直接焊接或放置到电路板或主机设备22、28上。备选地，可以使用电线/线缆将至少一个发射器模块12、148和接收器模块14、150连接到电路板或主机设备22、28。一旦连接到主机设备22、28，至少一个发射器模块12、148和接收器模块14、150的整个结构或者至少一部分结构可以被封装在绝缘涂层内。

[0158] 在实施例中，用于包括单个天线元件的发射器模块12、148的操作程序可以具有下列操作过程。在该实施例中，无线连接器系统10是例如2.4GHz频率下的单向功率传递系统。在实施例中，接收器模块14、150被设置在发射器模块12、148附近。

[0159] 在实施例中，发射器模块12、148内的接收器感测子电路42检测接收器模块14、150的存在。发射器模块12、148内的主控制单元 (MCU) 44激活系统10并且启动识别阶段。识别阶段对于区分伪感测信号与检测到真实的接收器模块14、150的感测信号而言可以是重要的。识别对于确定接收器模块14、150的具体类型而言也是重要的，该具体类型将向发射器模块12、148和主机设备22表明要传输的功率量和数据类型。

[0160] 在实施例中，一旦对接收器模块14、150做出肯定识别，发射器模块12、148就开始传输功率。在实施例中，电功率的传输在若干个条件下可以停止，这些条件包括但不限于：

[0161] (1) 移除了接收器模块

[0162] (2) 热事件，其中系统内的温上升高于预定的可接受极限 (该热事件可以在发射器模块12、148或接收器模块14、150处)

[0163] (3) 在接收器模块14、150对电池充电的情况下,电池完全充满

[0164] (4) 移除了到发射器模块12、148的电源

[0165] (5) 在发射器模块12、148的电源是电池的情况下,来自电池的电功率已经下降到预定阈值以下。

[0166] 应当注意,上面的示例性过程针对如下情况:当发射器模块12、148被配置为单用途(仅发射),并且接收器模块14、150被配置为单用途(仅接收),并且存在用于每个发射器模块12、148和接收器模块14、150的单个天线元件。换言之,这是单向无线功率系统。

[0167] 在另一实施例中,本申请的无线连接器系统10可以包括既可以用作发射器又可以用作接收器的模块,即收发器。在又一实施例中,除了单个天线之外,本申请的无线连接器系统10可以包括功率和数据传递系统,其中数据被调制到功率频率中。

[0168] 在另一实施例中,本发明的无线连接器系统10可以在每个发射器模块12、148和接收器模块14、150内包括多个天线。如果采用多天线系统,则第一天线可以被预留用于识别、诊断以及任何单向或双向数据传递,而第二天线可以专用于功率传递。

[0169] 在实施例中,接收器模块存在感测能力的可靠性和可重复性可以通过使用如下列步骤中所述的校准方法来改进。

[0170] 1、当发射器模块12、148处于空闲模式并且不存在物体(例如接收器模块的天线线圈)时,发射器模块电路18内的感测线路可以被放大或缓存并且然后连接到模数转换器(ADC)。ADC以预定的时间间隔对感测线路进行监控(或采样),将空闲模式下的感测电压(Vidle)转换为数字格式,该数字格式的值由发射器主控制单元(MCU)44存储在存储器中。

[0171] 2、在空闲模式时,ADC通过测量电压(Vidle)继续对感测线路进行采样并且计算Vidle的连续值之间的差值,该差值被表示为Videlta。被表示为Vthreshold的预定电压阈值用于与Videlta进行比较。在这种情况下,Videlta小于Vthreshold,因为当设备保持在空闲模式时Vidle的变化将很小(场景1)。

[0172] 3、当存在物体(例如接收器天线线圈)时,由于发射器模块12、148与接收器天线线圈之间的互感(M),感测线路变成不同的电压水平(Vactive)。ADC将Vactive转换成数字格式,该数字格式的值由发射器模块12、148的微控制器或主控制单元(MCU)存储在存储器中。

[0173] 4、处理器计算所存储的Vidle值与Vactive之间的差值并将该值存储在存储器中,其中该差值被表示为Vadelta。使用同一预定阈值Vthreshold并且随着Vactive的后续采样将该预定阈值与Vadelta进行比较。在这种情况下,由于感测线路电压已经改变,并且Vadelta将大于Vthreshold,这表明存在接收器天线线圈。处理器现在可以将设备切换到激活模式(场景2)。

[0174] 5、在处于激活模式时,ADC通过测量电压(Vactive)继续对感测线路进行采样并且计算Vactive的连续值之间的差值,其中该差值被表示为Vadelta。被表示为Vthreshold的同一预定电压阈值用于与Vadelta进行比较。在这种情况下,Vadelta小于Vthreshold,因为在设备保持在激活模式时Vactive的变化将很小(场景3)。

[0175] 6、当物体(例如接收器天线线圈)被移除时,由于发射器天线线圈与接收器天线线圈之间的互感(M),感测线路返回到空闲模式电压水平(Vidle)。ADC将Vidle转换成数字格式,该数字格式的值由微控制器或处理器存储在存储器中。

[0176] 7、发射器模块12、148内的处理器计算所存储的Vactive值与Vidle之间的差值并

将该值存储在存储器中,其中该差值被表示为Videlta。随着Vidle的后续采样,使用同一预定阈值Vthreshold并且将该预定阈值与Videlta进行比较。在这种情况下,由于感测线路电压已经改变,Videlta将大于Vthreshold,这表明接收器天线线圈被移除。处理器现在可以将设备切换到空闲模式(场景4)。

[0177] 8、应当注意,该方法是“自校准”,因为因固有制造工艺公差引起的任何变化都被移除。该方法还消除了对比较器的需求并且允许使用更低成本的组件,因为可以容忍更大的模块变化性。

[0178] 在一个或多个实施例中,无线连接器系统包括具有支撑发射器天线的第一基板的发射器模块,其中发射器天线被配置为发射无线信号。该无线连接器系统包括支撑发射器模块电路的第二基板以及设置在发射器模块电路与发射器天线之间的第一绝缘体,其中发射器模块电路电连接到发射器天线。无线连接器系统包括具有支撑接收器天线的第三基板的接收器模块,其中接收器天线被配置为接收无线信号。无线连接器系统包括支撑接收器模块电路的第四基板以及设置在接收器模块电路与接收器天线之间的第二绝缘体,其中接收器模块电路电连接到接收器天线。

[0179] 该系统包括设置在发射器天线与发射器电路之间的第一屏蔽材料,以及设置在接收器天线与接收器电路之间的第二屏蔽材料,第一屏蔽材料和第二屏蔽材料包括铁氧体材料。该系统包括,其中第一基板或第二基板包括印刷电路板、柔性电路板或它们的组合。该系统包括,其中在第一基板或第二基板的外表面内形成多个间隔开的城堡体。

[0180] 该系统包括,其中在第一基板或第二基板的外表面上形成多个间隔开的导电性焊盘,其中,多个导电性焊盘中的至少一个可与电路板电接触。该系统包括,其中无线信号选自包括以下项的群组:电压、电流、电功率、数据信号以及它们的组合。该系统包括,其还被配置为发射范围从大约100μW到大约10W的电功率。该系统包括,其中接收器天线和发射器天线中的至少一个包括多个导体和设置在多个导体中的每个之间的至少一个绝缘体,多个导体具有至少一匝。

[0181] 该系统包括,其中发射器模块电路还包括:电连接到发射器天线的第一电阻抗匹配子电路,该第一电阻抗匹配子电路包括至少一个第一电容器并且包括电功率逆变器子电路,其中第一电阻抗匹配子电路和电功率逆变器子电路被配置为准备无线信号以供发射器天线发射。

[0182] 该系统包括具有主控制单元的发射器模块主控制子电路。该系统包括电连接到发射器模块主控制子电路和电功率逆变器子电路的驱动器子电路,以及电连接到发射器模块主控制子电路和电功率逆变器子电路的第一电压调节器子电路。

[0183] 该系统包括,其中接收器电路包括具有主控制单元的接收器模块主控制子电路。该系统还包括:电连接到接收器天线的第二电阻抗匹配子电路,第二电阻抗匹配子电路包括至少一个第二电容器,其中第二电阻抗子电路被配置为准备所接收的无线信号以供电子设备使用;以及电连接到接收器模块主控制子电路的第二电压调节器子电路。

[0184] 该系统包括电压倍增器子电路,该电压倍增器子电路电连接到第二电阻抗匹配子电路和第二电压调节器子电路。该系统包括,发射器模块还包括电连接到发射器模块电路的接收器模块检测子电路,其中在检测到来自接收器模块的电信号后,接收器模块检测子电路进行配置使得发射器模块电路能够与接收器模块进行通信。该系统包括,其中在第一

电阻抗匹配子电路和第二电阻抗匹配子电路中的至少一个内电连接开关电容器子电路,其中开关电容器子电路被配置为动态地修改第一电阻抗匹配子电路和第二电阻抗匹配子电路中的至少一个的电容。该系统包括,在第一电阻抗匹配子电路和第二电阻抗匹配子电路中的至少一个内电连接分路电容器。该系统还包括,其中电连接器将发射器天线和接收器天线中的至少一个电连接到对应的发射器电路和接收器电路,其中电连接器选自包括以下项的群组:柔性连接器、板到板连接器、引脚和插座连接器、弹簧接触连接器、弹性针连接器、通孔引脚焊料连接器、焊丝连接以及它们的组合。

[0185] 在本申请的一个或多个实施例中,一种通信系统包括具有被配置为发射无线信号的发射器天线的发射器电路。此外,该通信系统的发射器电路包括电连接到发射器天线的第一电阻抗匹配子电路和电功率逆变器子电路,该第一电阻抗匹配子电路包括至少一个第一电容器,其中第一电阻抗匹配子电路被配置为准备无线信号以供发射天线传输。而且,该通信系统的发射器电路包括具有第一主控制单元的发射器模块主控制子电路和电连接到发射器模块主控制子电路和电功率逆变器子电路的驱动器子电路。在实施例中,该通信系统的发射器电路包括电连接到发射器模块主控制子电路和电功率逆变器的第一调节器子电路。

[0186] 在本申请的一个或多个实施例中,该通信系统包括接收器电路,该接收器电路被配置为接收从发射器电路发送的无线信号。在实施例中,该通信系统的接收器电路包括被配置为接收来自发射器天线的无线信号的接收器天线。此外,该通信系统的接收器电路包括具有第二主控制单元的接收器模块主控制子电路。在一个或多个实施例中,该通信系统的接收器电路包括电连接到接收天线的第二电阻抗匹配子电路,该第二电阻抗匹配子电路包括至少一个第二电容器,其中第二电阻抗匹配被配置为准备所接收的无线信号以供电连接的电子设备使用。此外,该通信系统的接收器电路包括电连接到第二电阻抗匹配子电路和接收器模块主控制子电路的第二电压调节器子电路。

[0187] 在本申请的一个或多个实施例中,提供一种包括被配置为发射无线信号的发射器天线的发射器电路。该发射器电路还包括电连接到发射器天线的电阻抗匹配子电路和电连接到电阻抗匹配子电路的电功率逆变器子电路,该电阻抗匹配子电路包括至少一个电容器,其中电阻抗匹配子电路和电功率逆变器子电路被配置为准备无线信号以供发射器天线传输。在一个或多个实施例中,该发射器电路包括具有主控制单元的发射器主控制子电路和电连接到发射器主控制子电路的驱动器子电路。该发射器电路包括电功率逆变器子电路和电连接到发射器主控制子电路和电功率逆变器子电路的电压调节器子电路。

[0188] 在本申请的一个或多个实施例中,提供一种被配置为接收无线信号的接收器电路。该接收器电路包括被配置为接收无线信号的接收器天线和具有主控制单元的接收器主控制子电路。在本申请的一个或多个实施例中,该接收器电路包括电连接到接收器天线的电阻抗匹配子电路,其中电阻抗匹配子电路包括至少一个电容器,并且其中电阻抗匹配子电路被配置为准备由接收器电路所接收的无线信号以供可电连接的电子设备使用。在实施例中,该接收器电路包括电连接到接收器主控制子电路的电压调节器子电路。

[0189] 在本申请的一个或多个实施例中,提供一种发射器模块,该发射器模块包括具有外表面的壳体和被配置为传输无线信号的发射器天线,该发射器天线驻留在壳体内。该发射器模块还包括电连接到发射器天线的电路板,该电路板被定位在壳体内。此外,该发射器

模块包括被定位在壳体内并且被定位在发射器天线与电路板之间的至少一种屏蔽材料,以及被定位在电路板与发射器天线之间的至少一个绝缘体。

[0190] 在一个或多个实施例中,提供一种接收器模块,该接收器模块包括具有外表面的壳体和接收器天线组件,其中接收器天线组件包括支撑接收器天线的第一基板,该接收器天线被配置为接收无线信号,其中接收器天线组件驻留在壳体内。此外,接收器模块包括被定位在壳体内的电路板,其中电路板电连接到接收器天线。该接收器模块还包括被定位在接收器天线与电路板之间的至少一种屏蔽材料,以及被定位在电路板与接收器天线之间的至少一个绝缘体。

[0191] 在本申请的一个或多个实施例中,提供一种发射器模块,该发射器包括具有绝缘材料的间隔区和发射器天线组件,其中发射天线组件包括支撑发射器天线的第一基板,该发射器天线被配置为发射无线信号。在一个或多个实施例中,发射器模块包括支撑发射器电路的第二基板和电连接到发射器天线组件和发射器电路的电连接器。进一步包括,其中间隔区被定位在发射器天线组件与发射器电路之间。

[0192] 在本申请的一个或多个实施例中,提供一种接收器模块,该接收器模块包括具有绝缘材料的间隔区和接收器天线组件,其中该接收器天线组件包括支撑接收器天线的第一基板,其中该接收器天线被配置为接收无线信号。在一个或多个实施例中,接收器模块包括支撑接收器电路的第二基板和电连接接收器天线组件与接收器电路的电连接器。此外,接收模块包括被定位在接收器天线组件与接收器电路之间的间隔区。

[0193] 在本申请的一个或多个实施例中,提供一种操作无线连接器的方法,该方法包括提供发射器模块,该发射器模块包括支撑发射器天线的第一基板,其中发射器天线被配置为发射无线信号。该发射器模块还包括支撑发射器模块电路的第二基板,该发射器模块电路包括电连接到发射器天线和接收器模块感测子电路的发射器模块主控制子电路。此外,该发射器模块包括被定位在发射器电路与发射器天线之间的至少一个第一绝缘体。在一个或多个实施例中,该方法包括提供接收器模块,该接收器模块包括支撑接收器天线的第三基板以及支撑接收器模块电路的第四基板,其中接收器天线被配置为接收无线信号。

[0194] 在本申请的一个或多个实施例中,提供一种提供发射器模块的方法,该方法包括提供支撑在第一基板上的发射器天线,该发射器天线被配置为发射无线信号。此外,该方法包括提供支撑在第二基板上的电路并且将该电路电连接到发射器天线。该方法包括提供至少一个绝缘体并且将该至少一个绝缘体定位在电路与发射器天线之间。

[0195] 在本申请的一个或多个实施例中,提供一种提供接收器模块的方法,该方法包括提供支撑接收器天线的第一基板,其中接收器天线被配置为接收无线信号。此外,该方法包括:提供支撑电路的第二基板,其中该电路电连接到接收器天线;以及提供至少一个绝缘体并将该至少一个绝缘体定位在电路与接收器天线之间。

[0196] 如本文所使用的,在一系列项目之前的短语“至少一个”以及用于隔开任何项目的术语“和”或“或”修饰整个列表,而不是列表中的每个成员(即,每个项目)。短语“至少一个”不需要选择所列出的每个项目中的至少一个;相反,该短语允许包括如下解释的含义:任何一个项目中的至少一个、和/或项目的任何组合中的至少一个、和/或每个项目中的至少一个。举例来说,短语“A、B和C中的至少一个”或“A、B或C中的至少一个”分别指代仅A、仅B或仅C;A、B和C的任意组合;和/或A、B和C中的每一个中的至少一个。

[0197] 谓词“被配置为”、“可操作用于”和“被编程为”并不意味着主题的任何特定的有形或无形修改,而是旨在互换使用。在一个或多个实施例中,处理器被配置为监测和控制操作或组件还可以意味着:处理器被编程为监测和控制操作、或者处理器可操作用于监测和控制操作。类似地,处理器被配置为执行代码可以被解释为处理器被编程为执行代码或可操作用于执行代码。

[0198] 诸如“一个方面”之类的短语并不意味着这样的方面对于主题技术是必不可少的,或者这样的方面适用于主题技术的所有配置。涉及一个方面的公开可以适用于所有配置或一个或多个配置。一个方面可以提供本公开的一个或多个示例。诸如“方面”之类的短语可以指代一个或多个方面,反之亦然。诸如“实施例”之类的短语并不意味着这样的实施例对于主题技术是必不可少的,或者该实施例适用于主题技术的所有配置。涉及实施例的公开可以适用于所有实施例或者一个或多个实施例。实施例可以提供本公开的一个或多个示例。诸如“实施例”的短语可以指代一个或多个实施例,反之亦然。诸如“配置”之类的短语并不意味着这种配置对于主题技术是必不可少的,或者这种配置适用于主题技术的所有配置。涉及配置的公开可以适用于所有配置或者一个或多个配置。配置可以提供本公开的一个或多个示例。诸如“配置”之类的短语可以指代一个或多个配置,反之亦然。

[0199] 本文中使用词语“示例性的”来表示“用作示例、实例或说明”。本文中描述为“示例性的”或“示例”任何实施例不必解释为相比其它实施例优选或者有利。此外,就在说明书或权利要求中使用术语“包括”、“具有”等来说,这样的术语旨在以类似于术语“包括”的方式包括在内,在作为权利要求中的过渡词时被解释为“包括”。此外,就在说明书或权利要求中使用术语“包括”、“具有”等来说,这样的术语旨在以类似于术语“包括”的方式包括在内,在作为权利要求中的过渡词时被解释为“包括”。

[0200] 本领域普通技术人员已知或以后知道的贯穿本公开描述的各个方面的元素的所有结构和功能等同物通过引用明确地并入本文,并且旨在由权利要求涵盖。此外,本文中公开的内容不旨在专用于公众,而不管这样的公开是否在权利要求中明确地叙述。不应根据35U.S.C. §112第六款的规定解释要求保护的要素,除非使用短语“用于……的装置”明确叙述该要素,或者在方法权利要求的情况下,使用短语“用于……的步骤”叙述该要素。

[0201] 除非特别说明,否则对于单数形式的元件的引用不旨在意指“一个且仅一个”,而是“一个或多个”。除非特别说明,否则术语“一些”指代一个或多个。男性的代词(例如,他的)包括女性和中性(例如,她的和它的),反之亦然。标题和副标题(如果有的话)仅用于方便,并不限制主题公开。

[0202] 尽管本说明书包含许多细节,但是这些细节不应被解释为对可被要求保护的范围的限制,而是作为对主题的特定实施例的描述。在本说明书中在分开的实施例的上下文中描述的特定特征也可以以组合的形式实现在单个实施例中。相反地,在单个实施例的上下文下描述的各种特征也可以在多个实施例中单独地或在任何合适的子组合中实现。此外,尽管上文可以将特征描述为以某些组合起作用并且甚至最初要求如此,但是一些情况下,来自所要求保护的组合的一个或多个特征可以从组合中删除,并且所要求保护的组合可以针对子组合或子组合的变化。

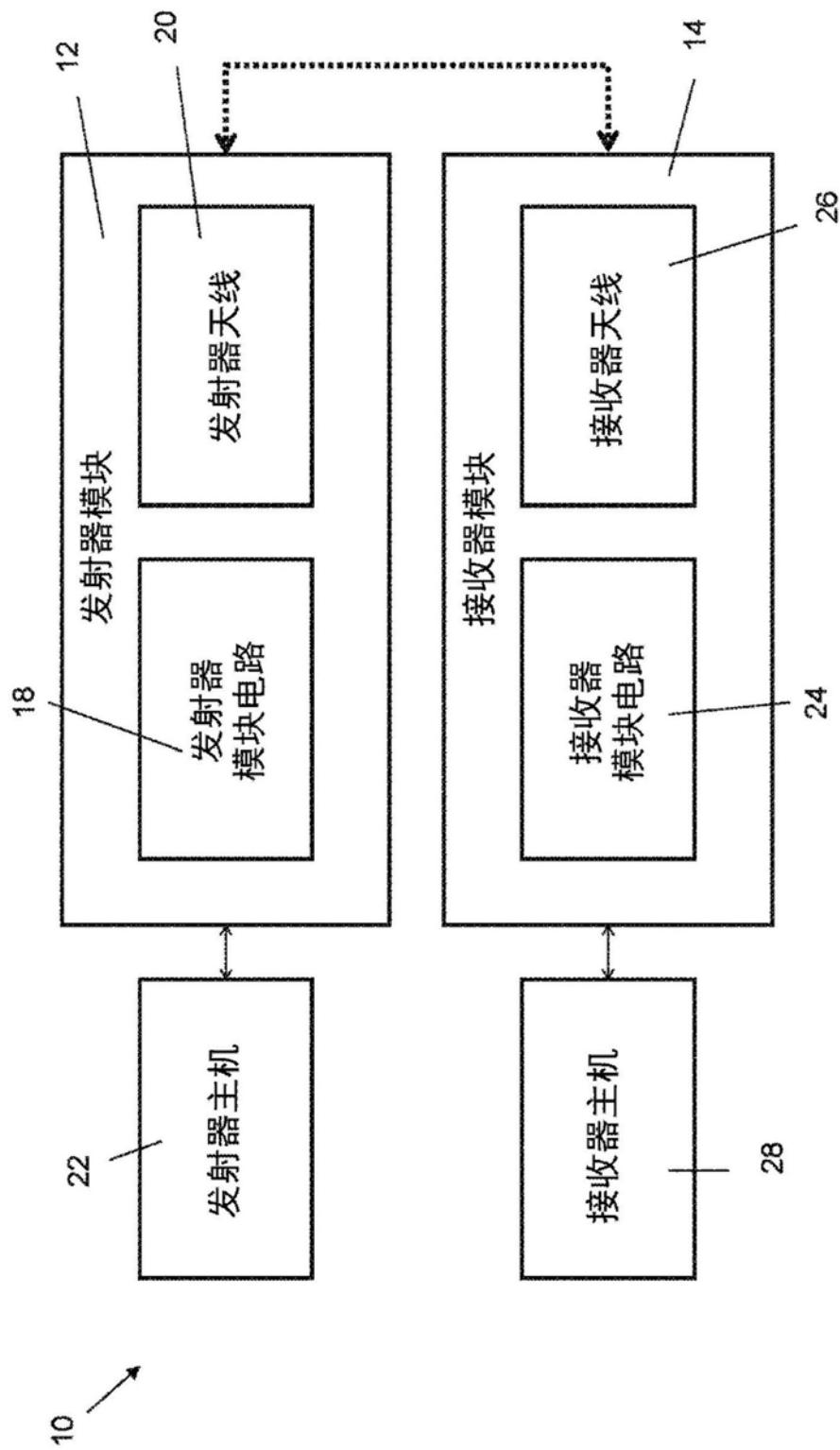


图1

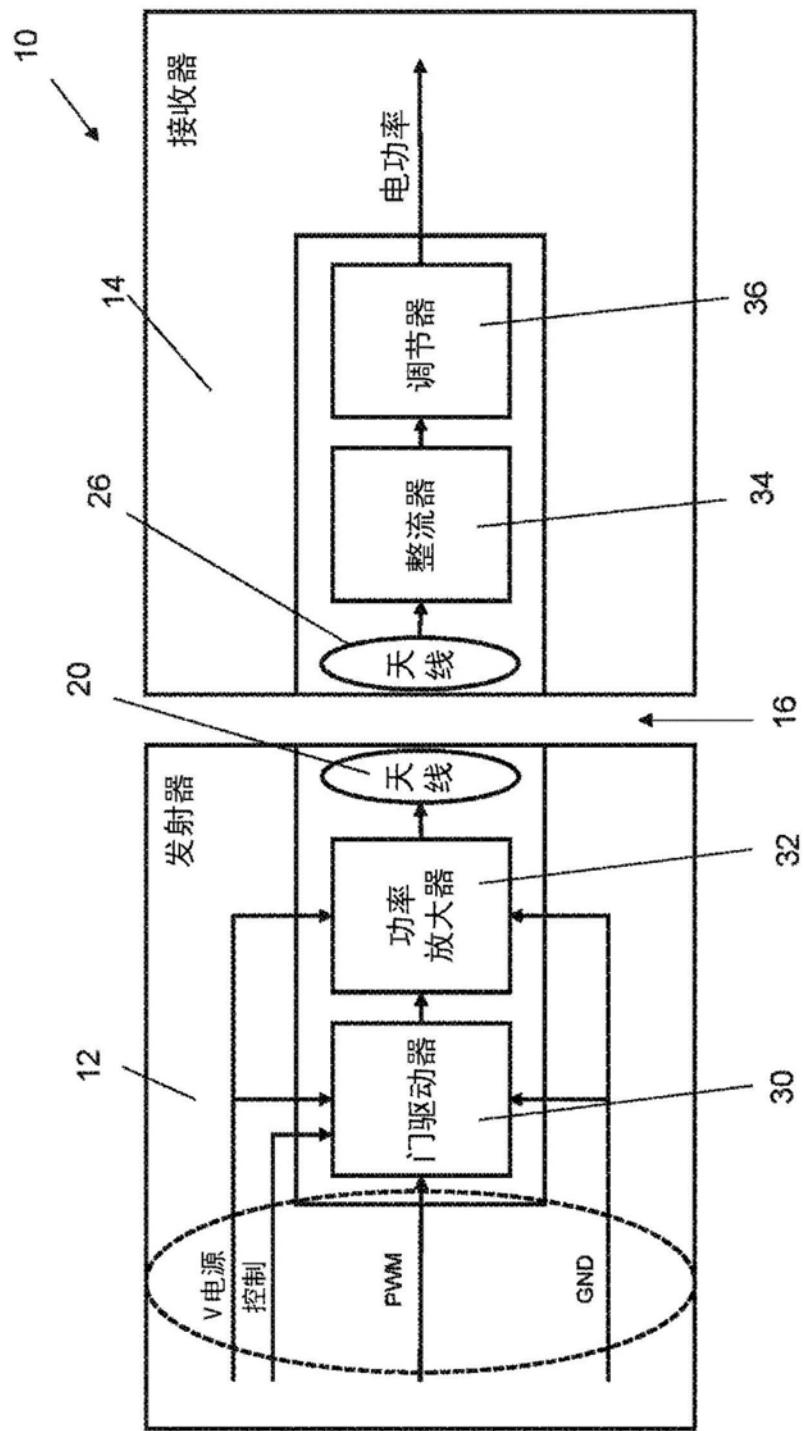


图2

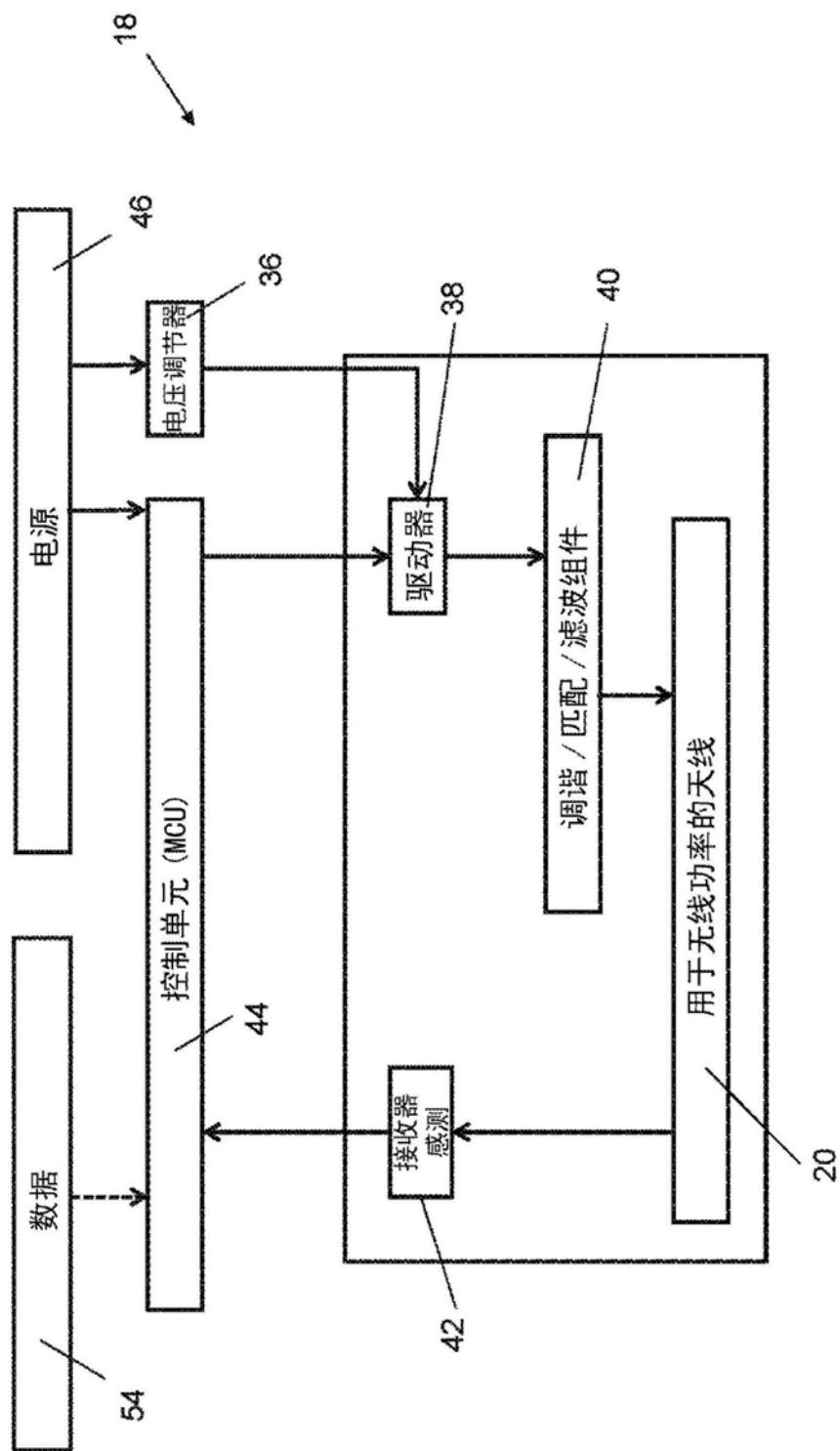


图3

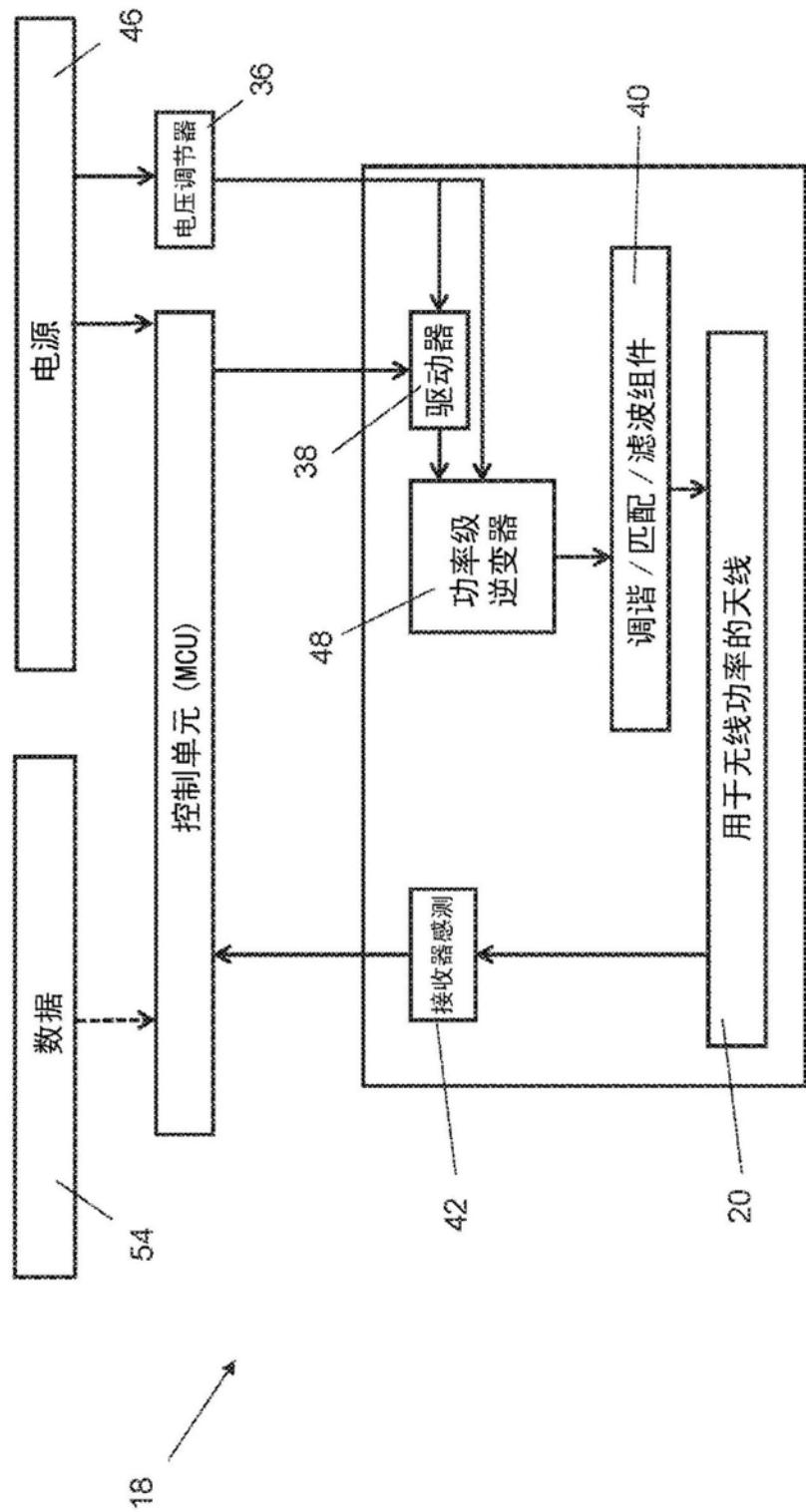


图4

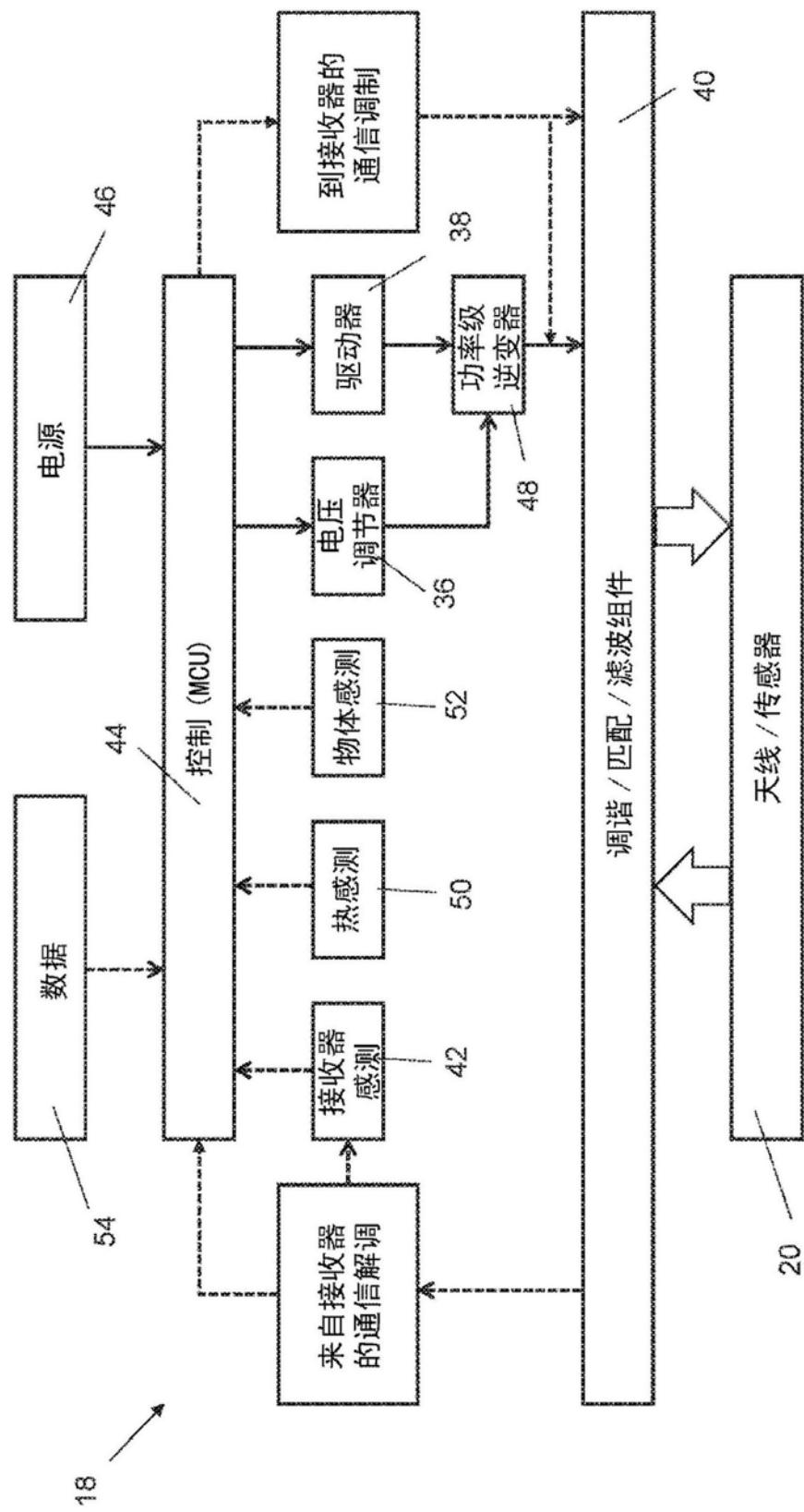


图5

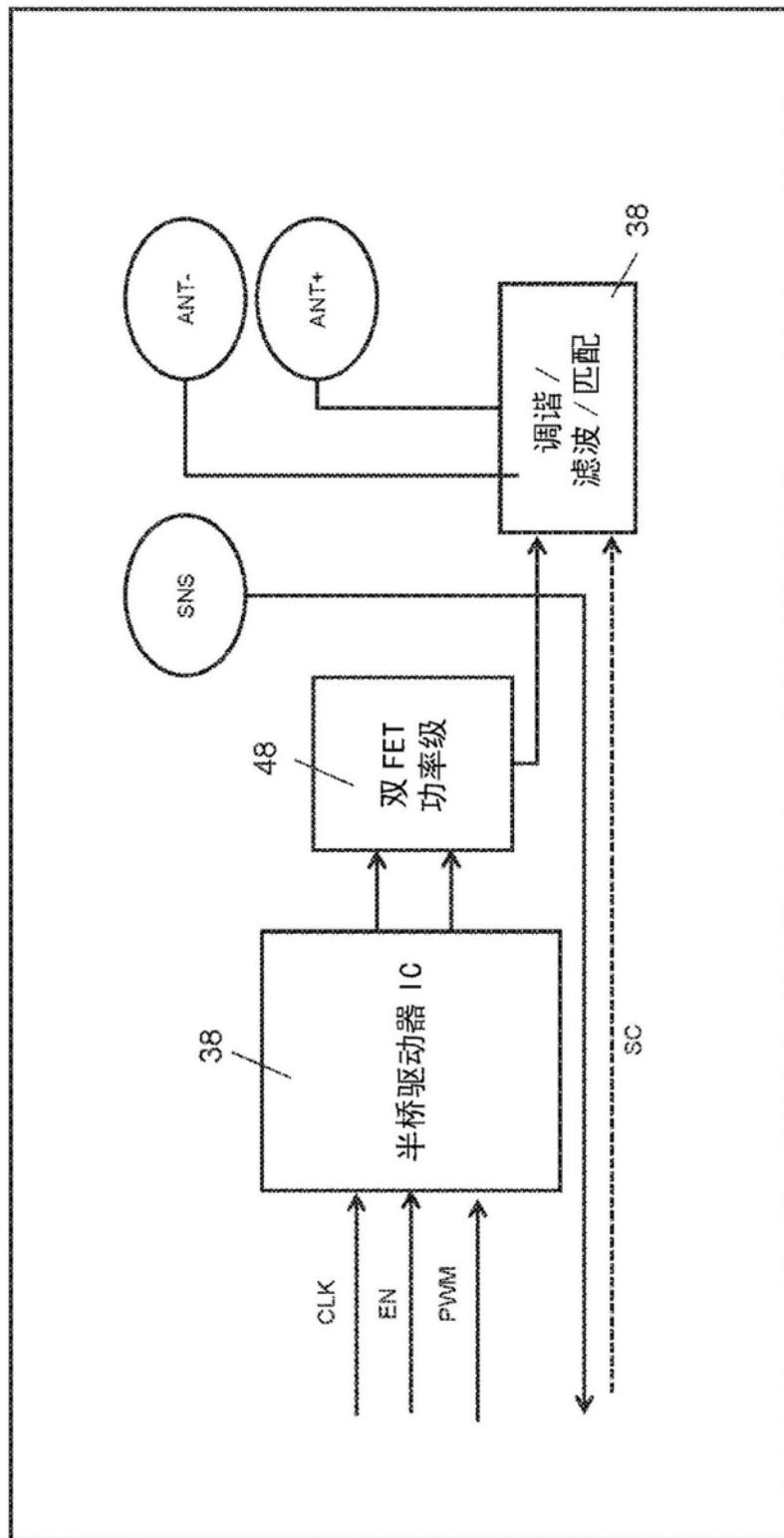


图6

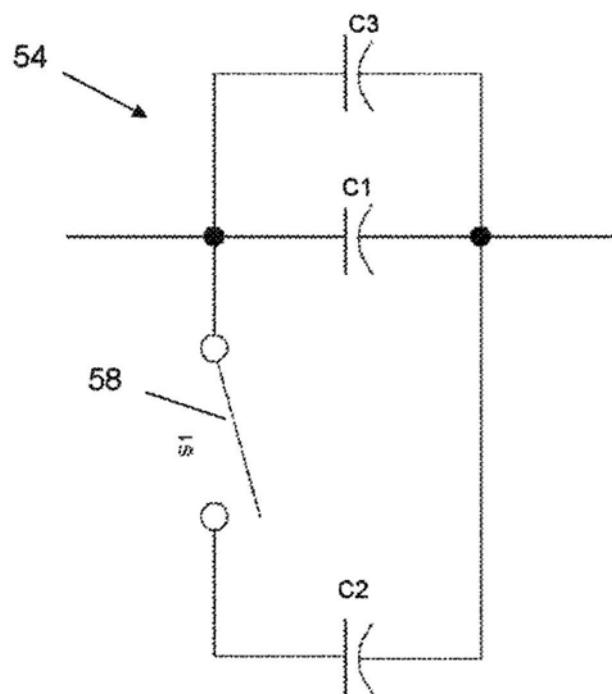


图7

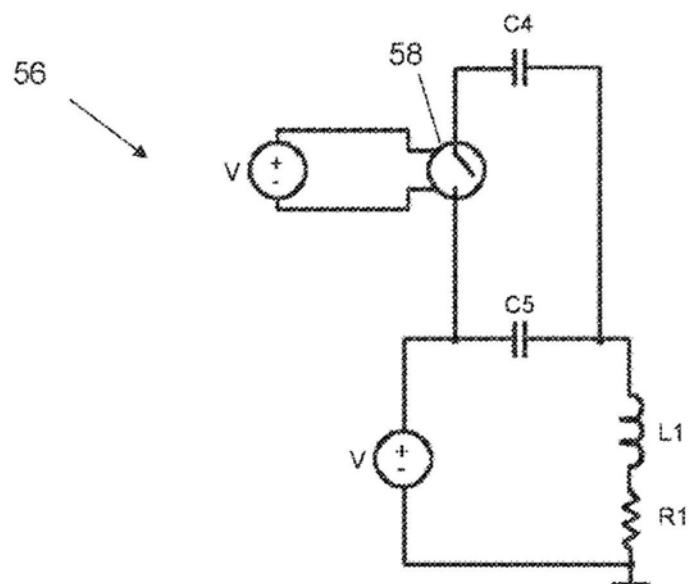


图8A

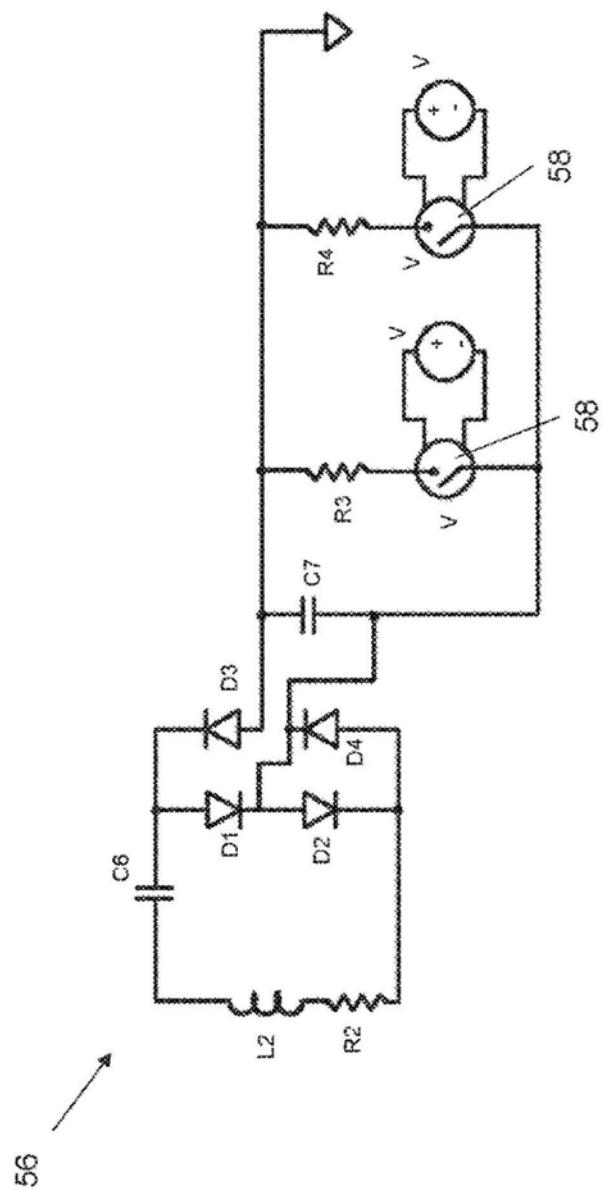


图8B

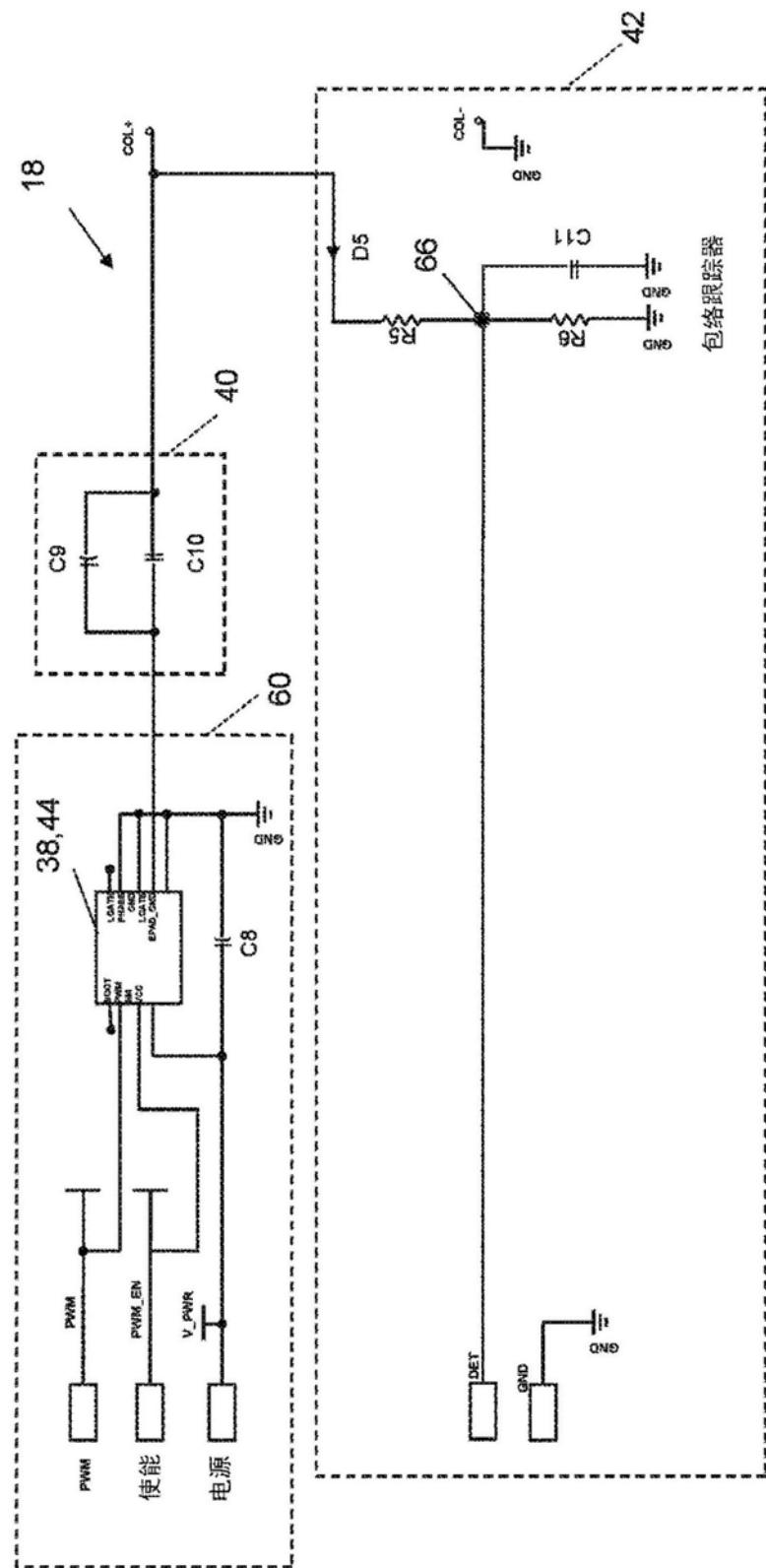


图9

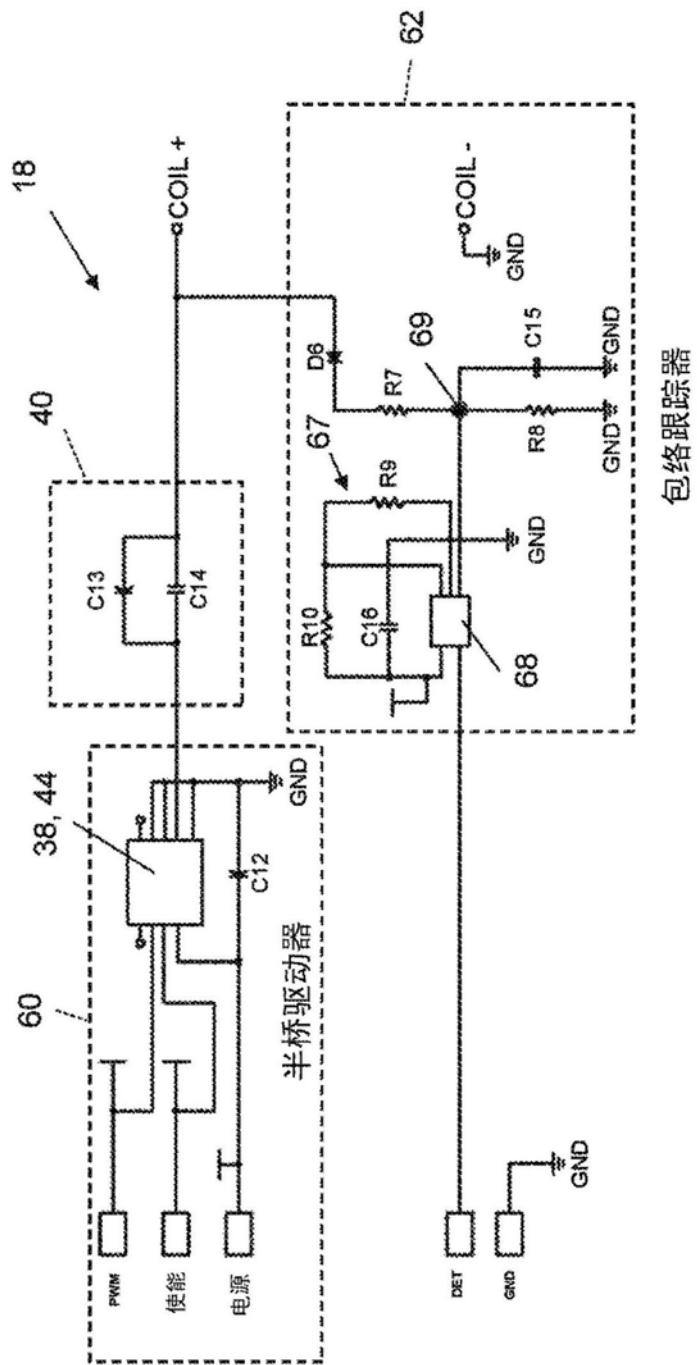


图10

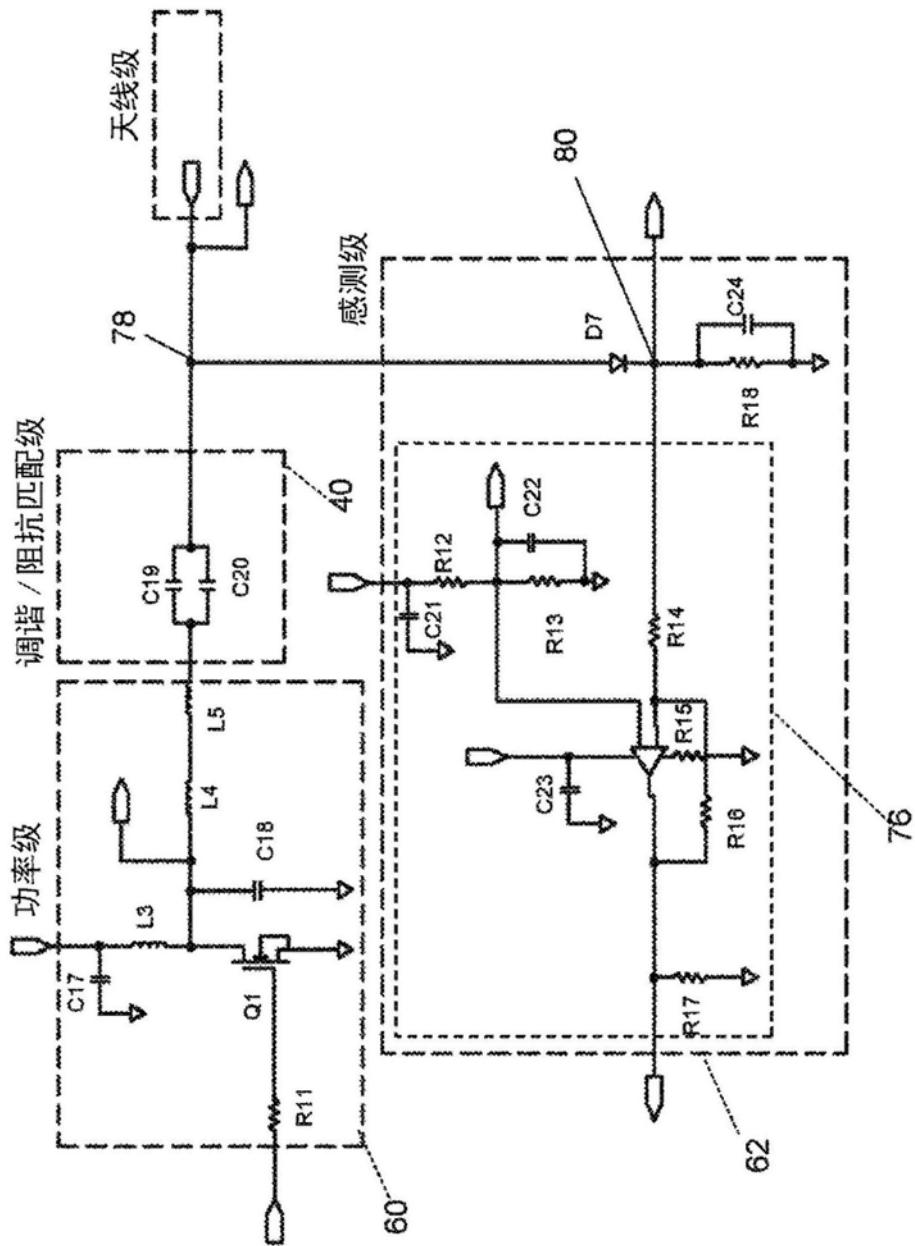
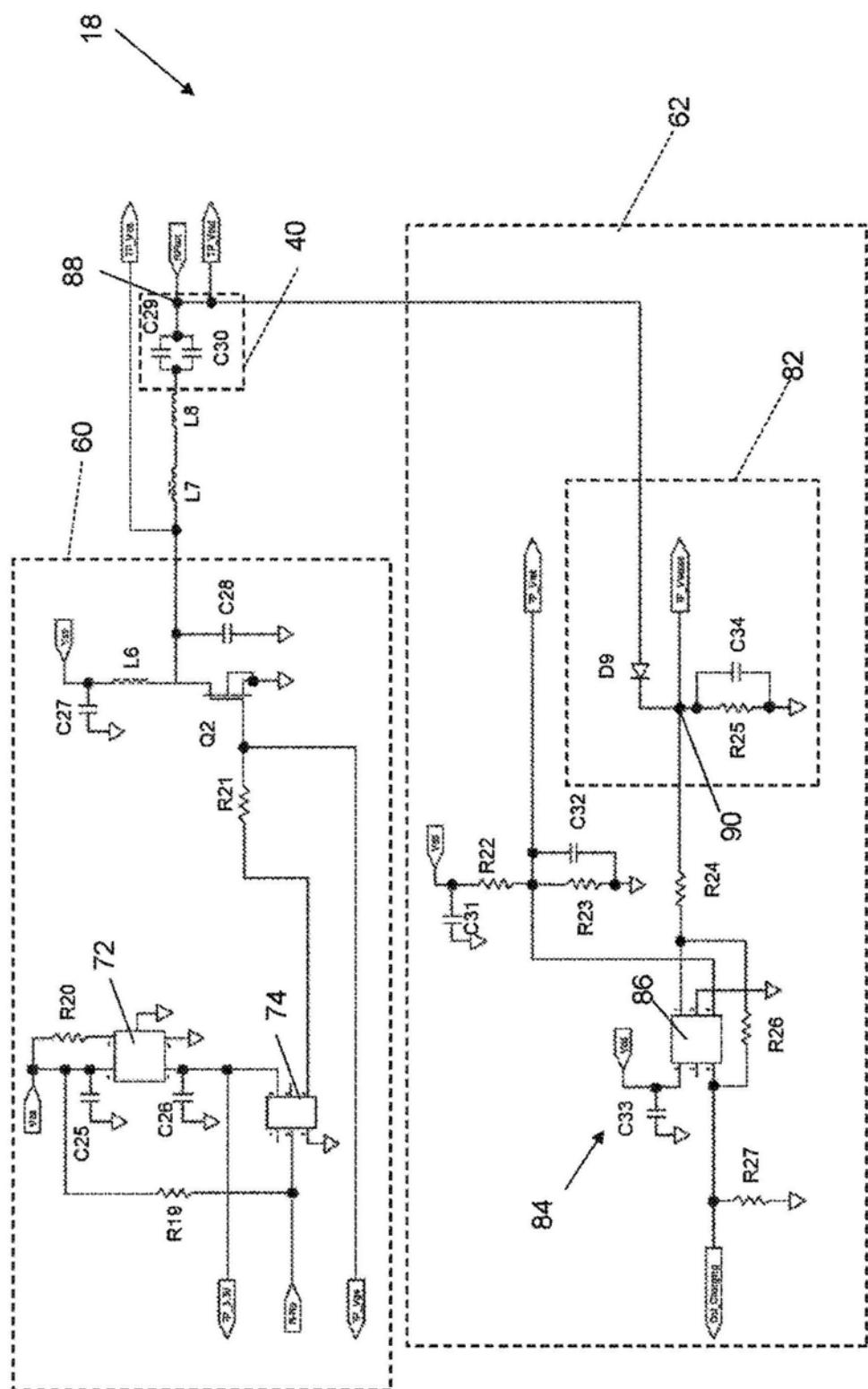


图11



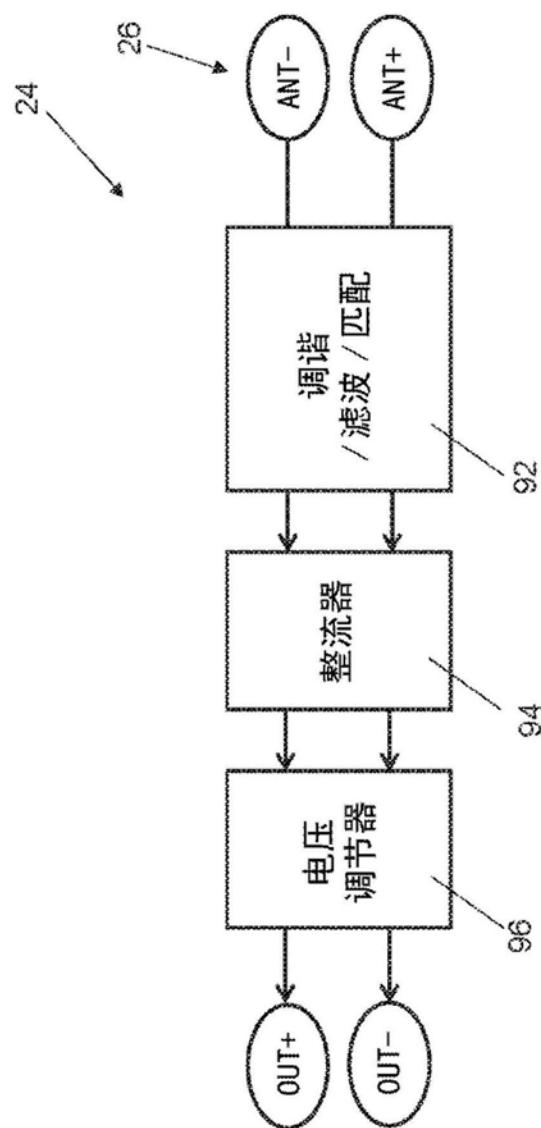


图13

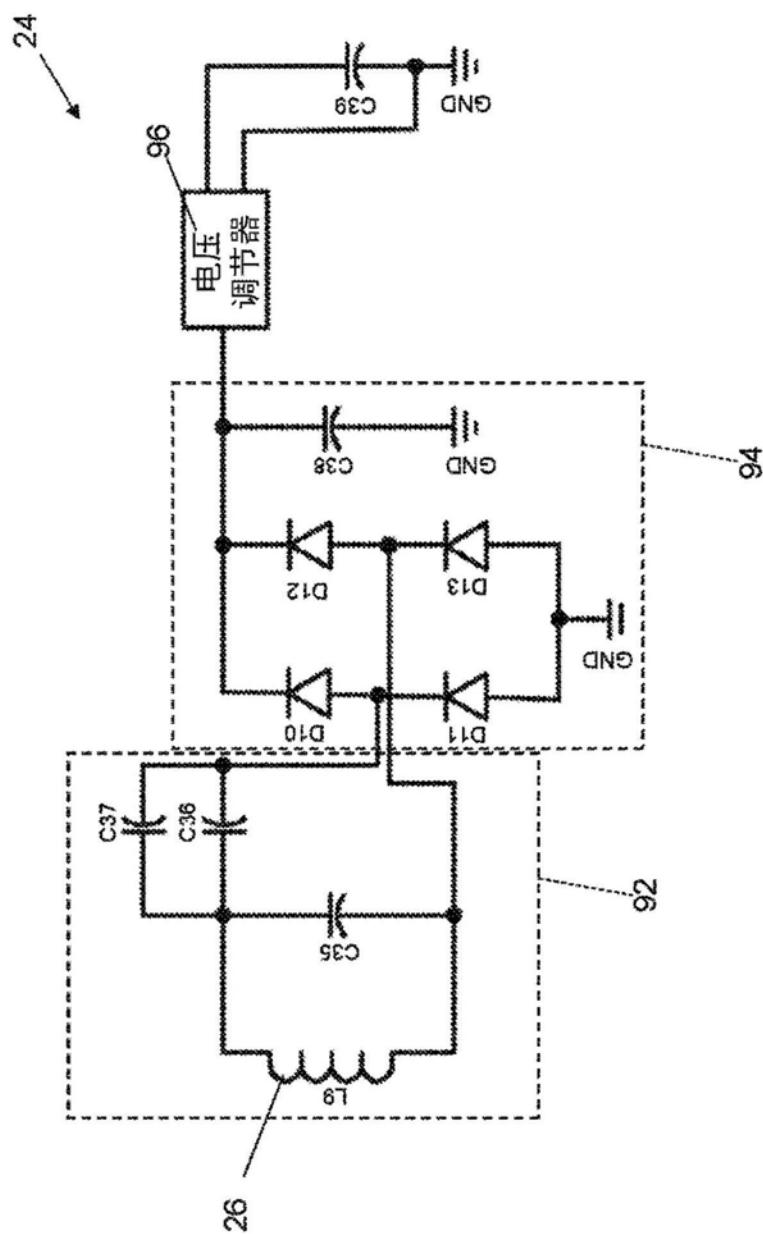


图14

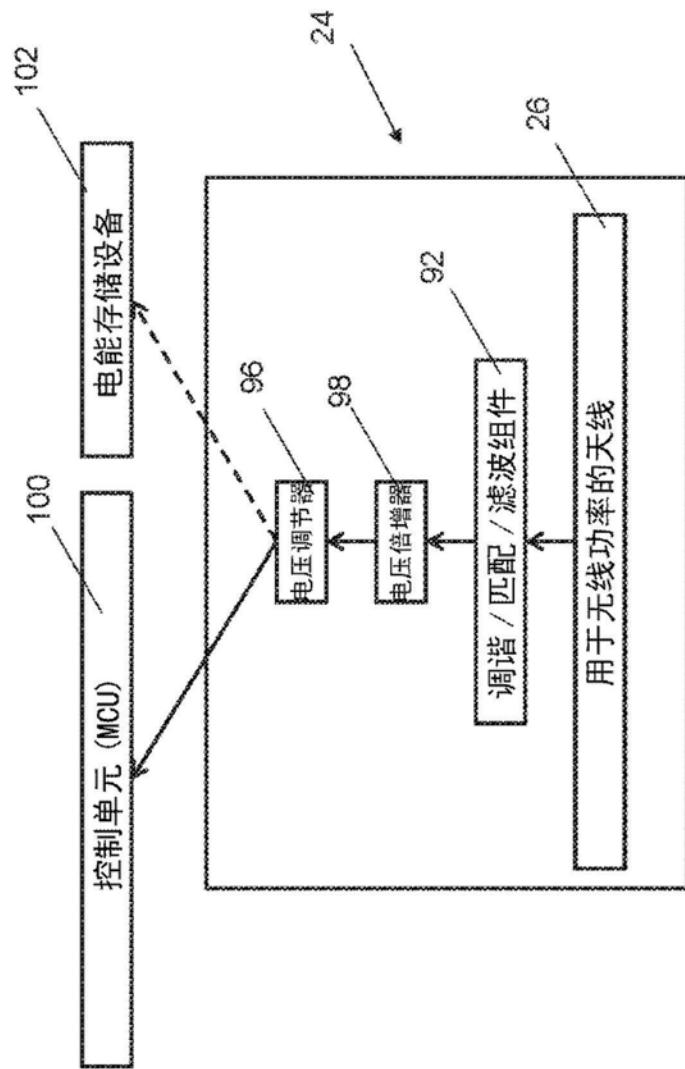


图15

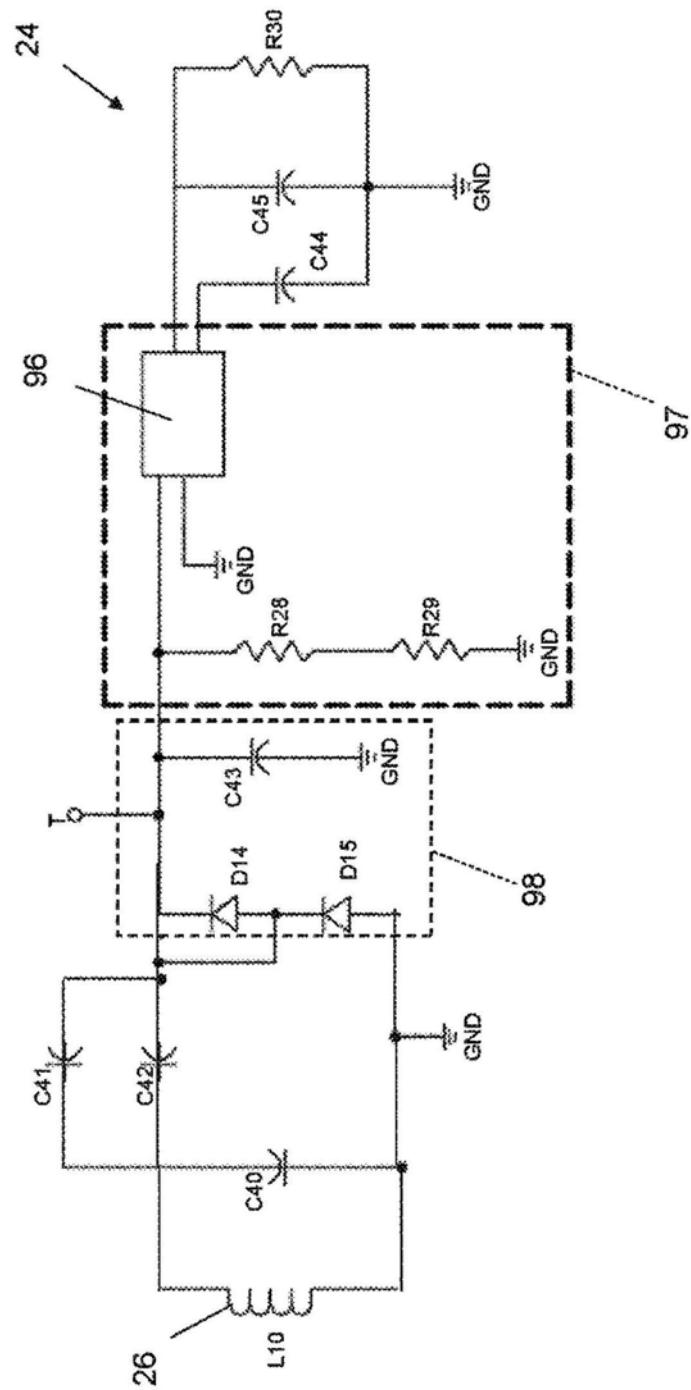


图16

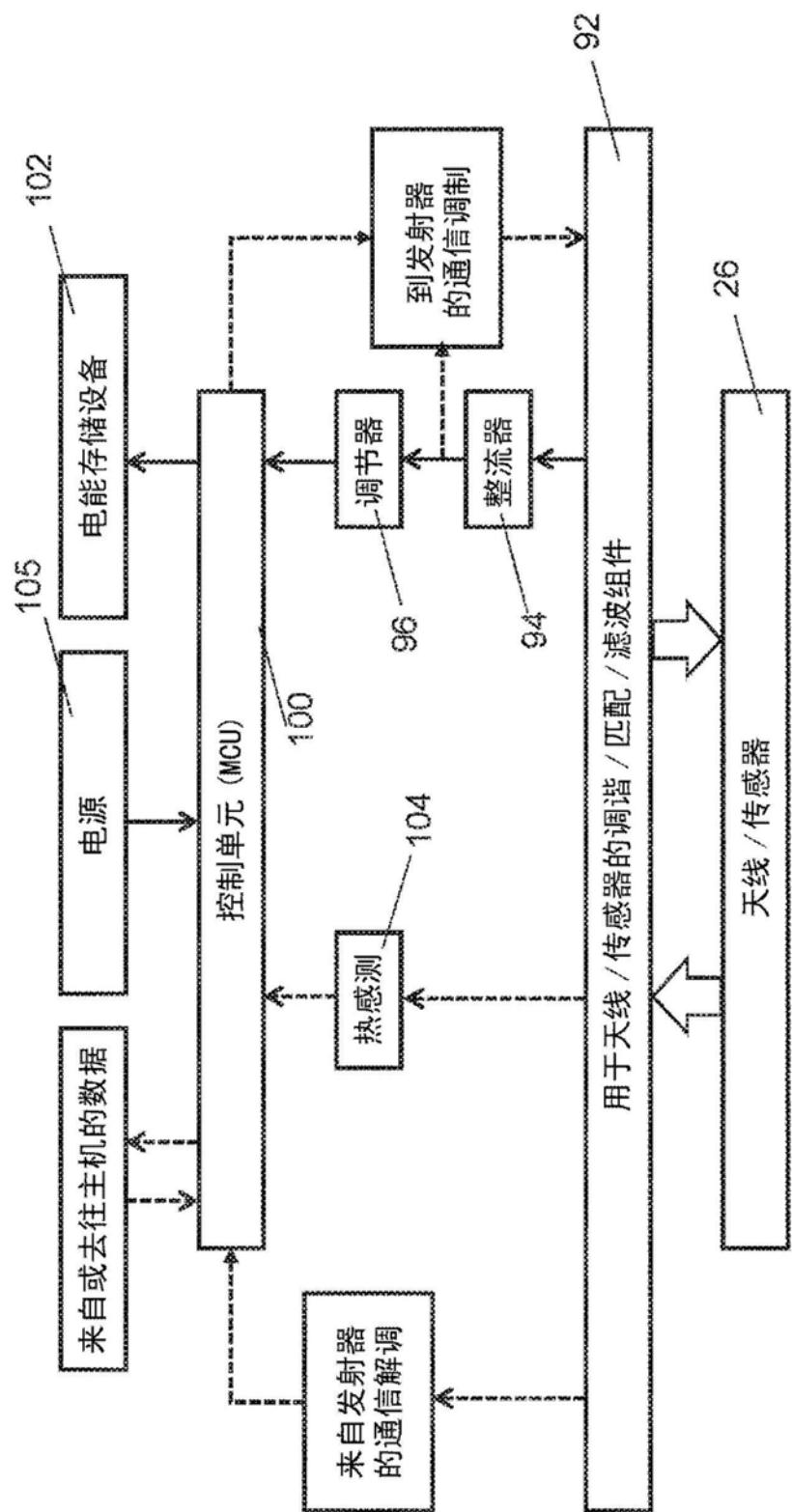


图17

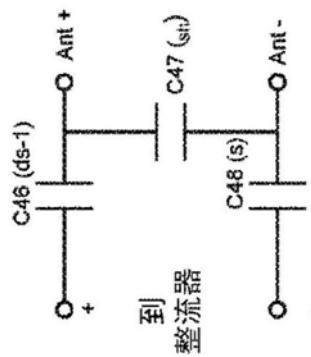


图18A

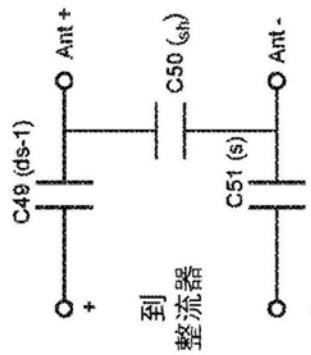


图18B

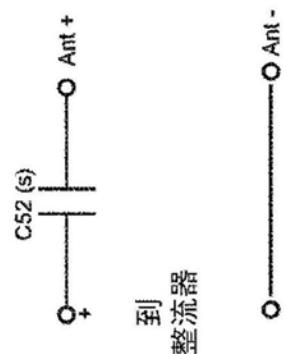


图18C

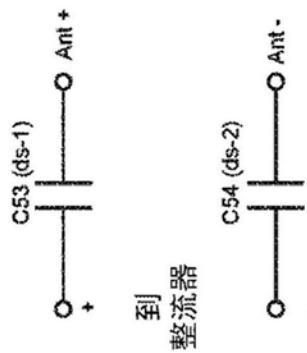


图18D

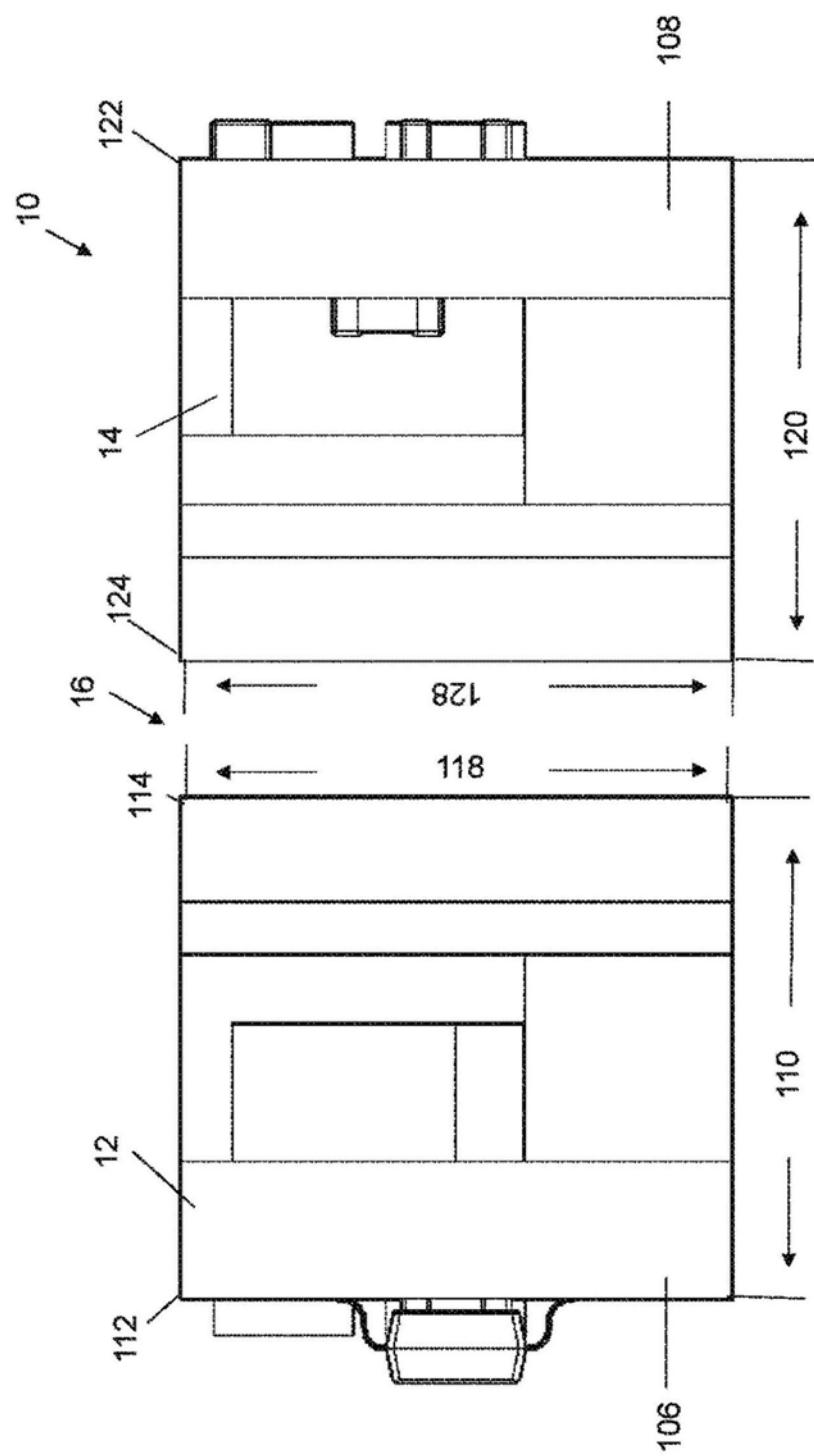


图19

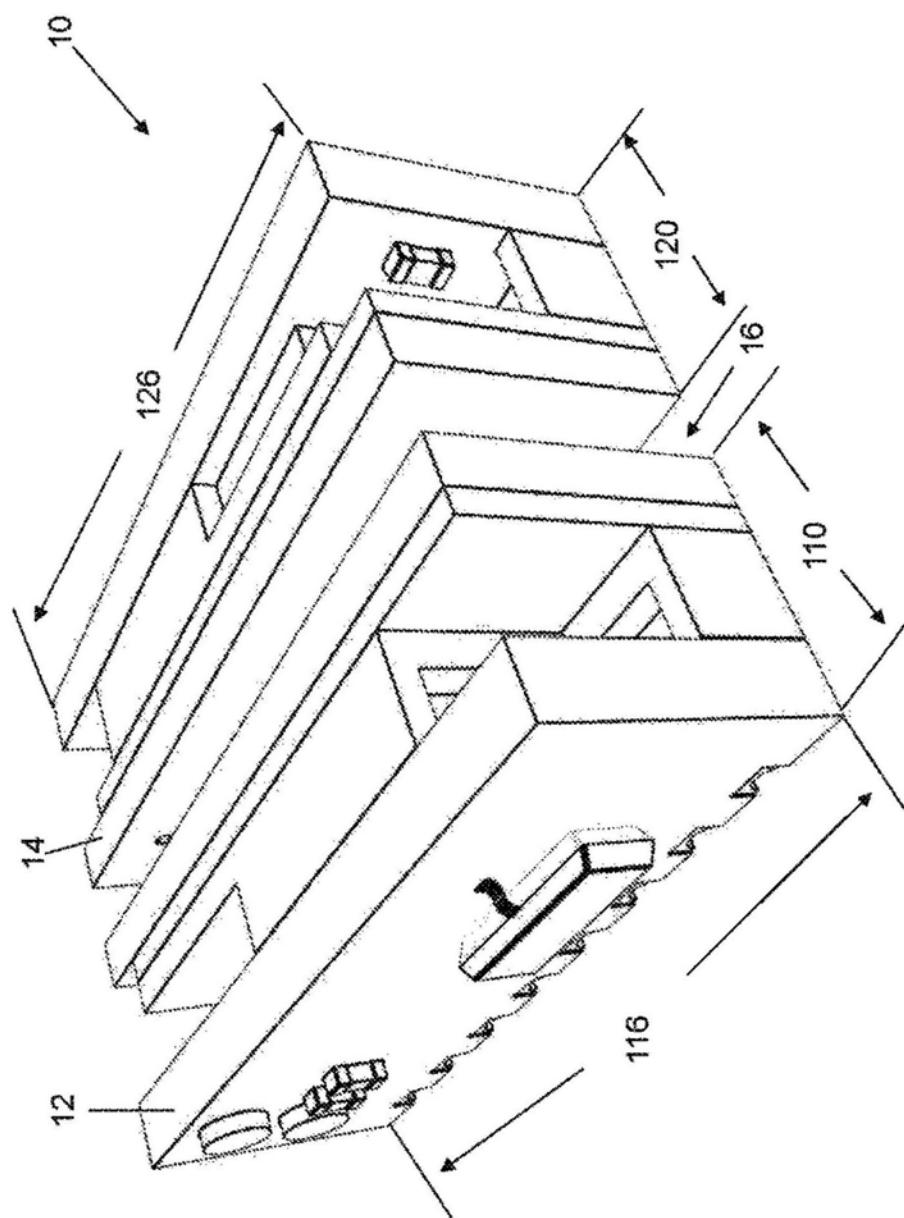


图20

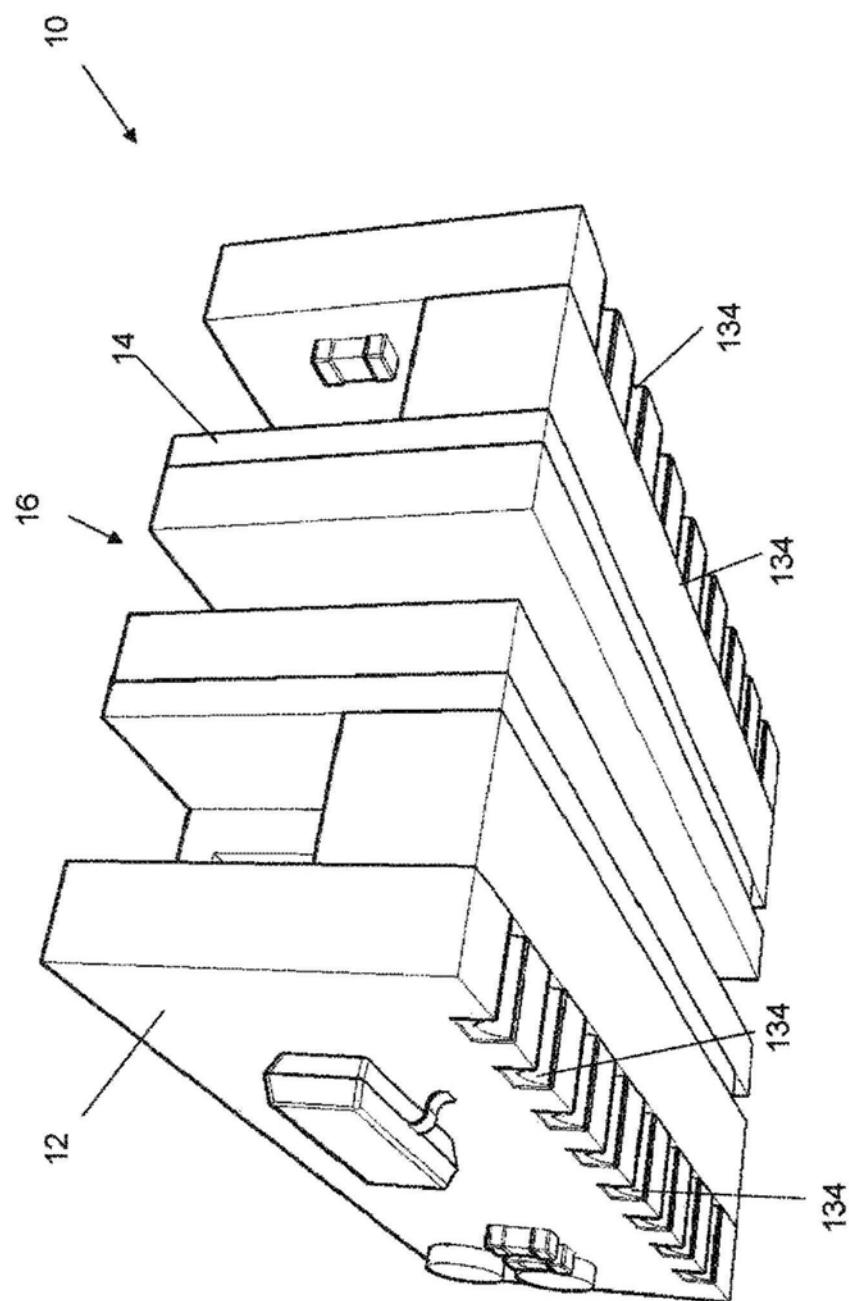


图21

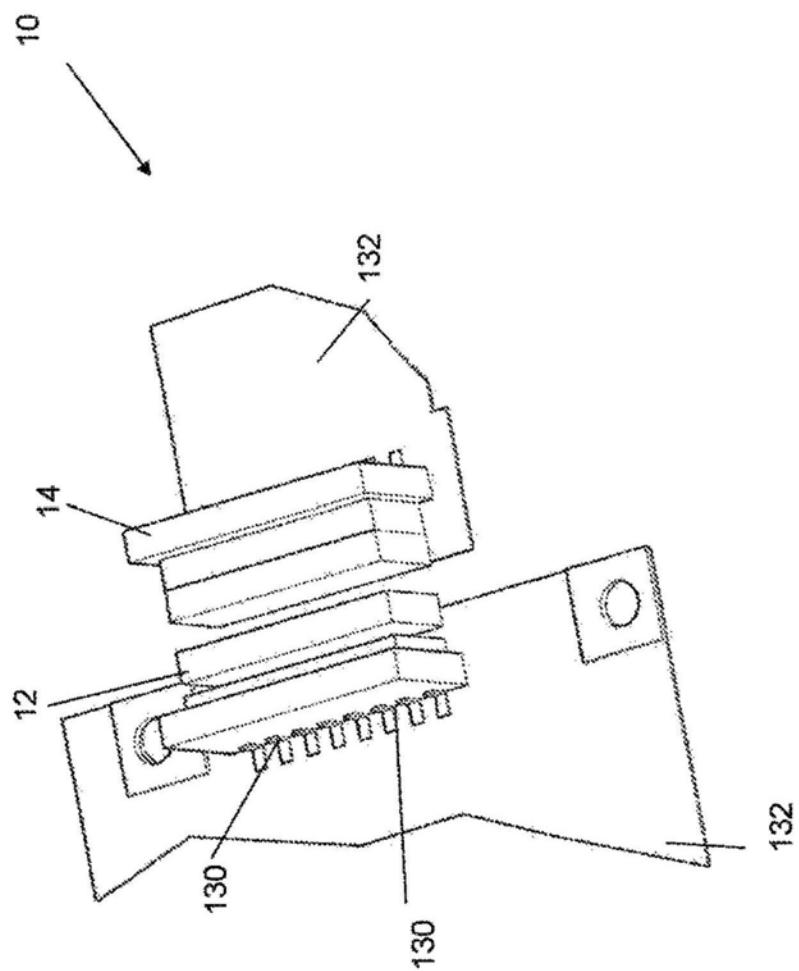


图22

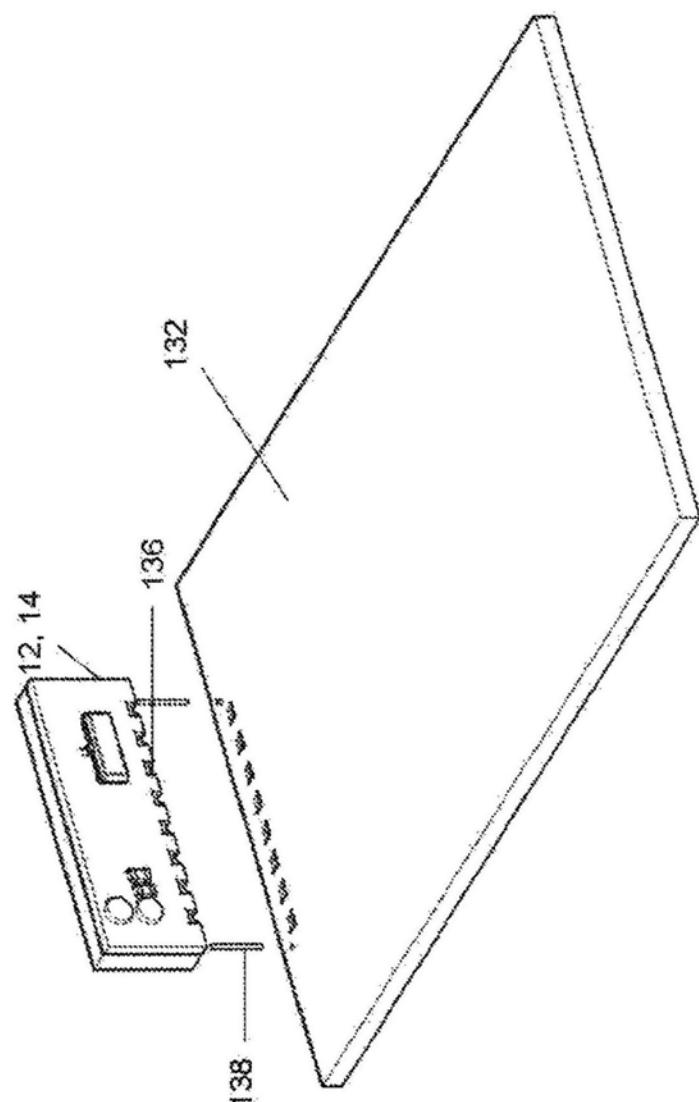


图23

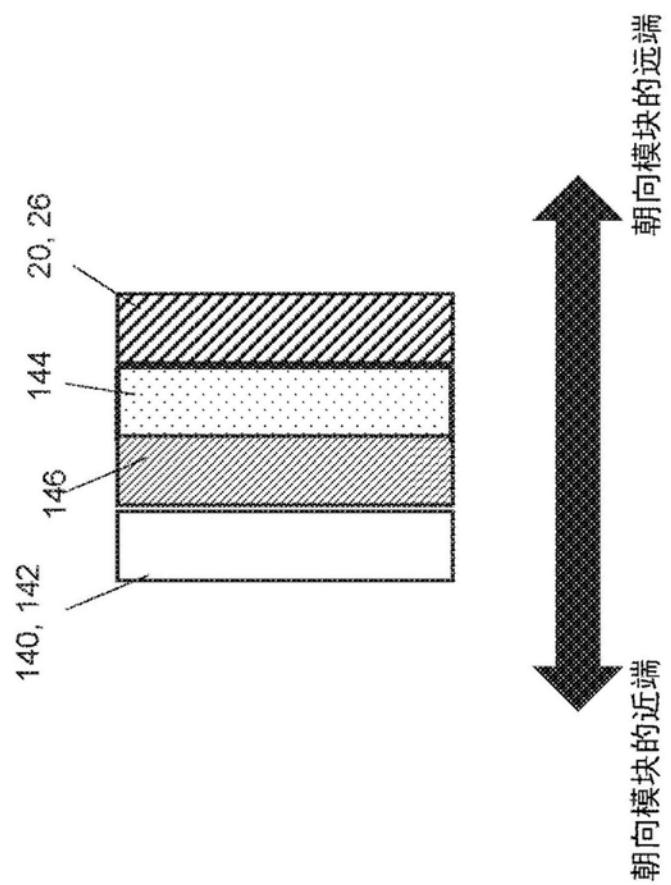


图24

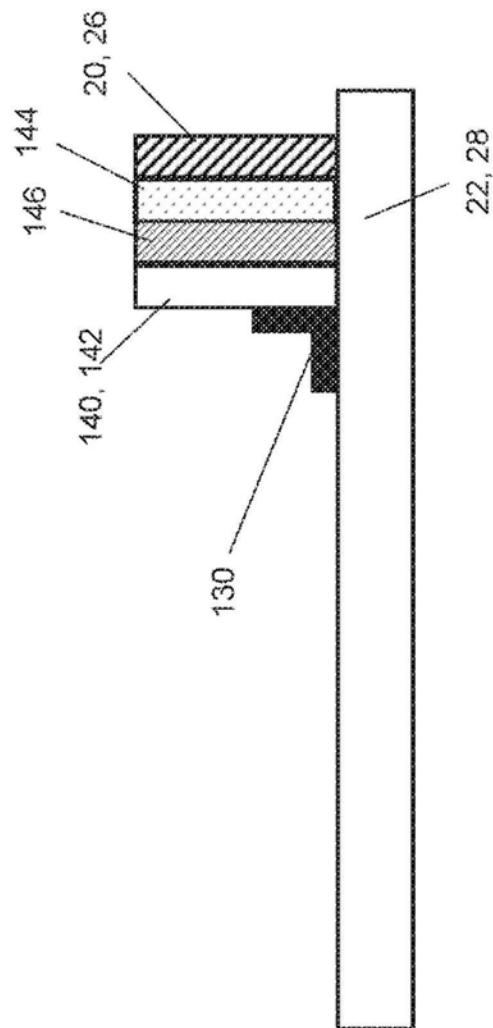


图25

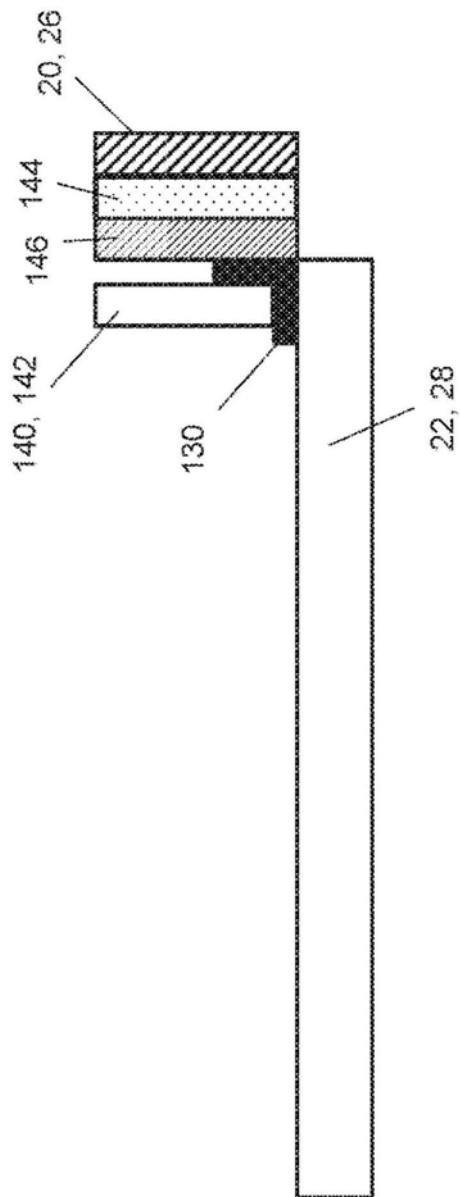


图26

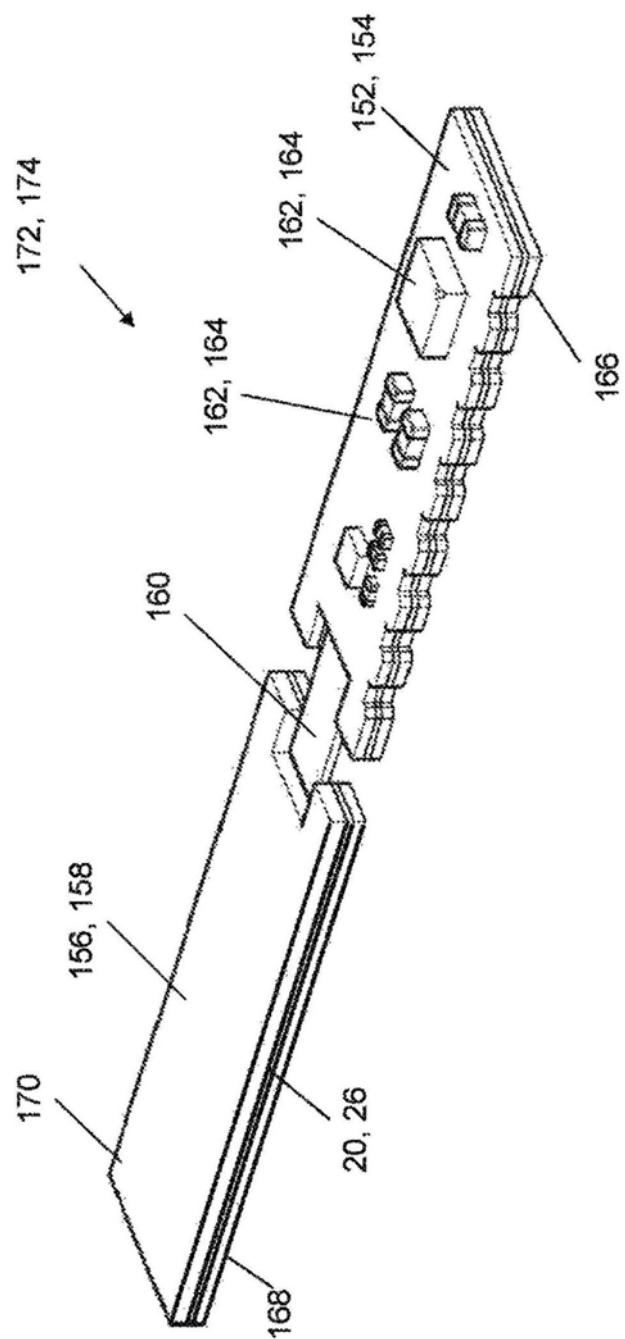


图27

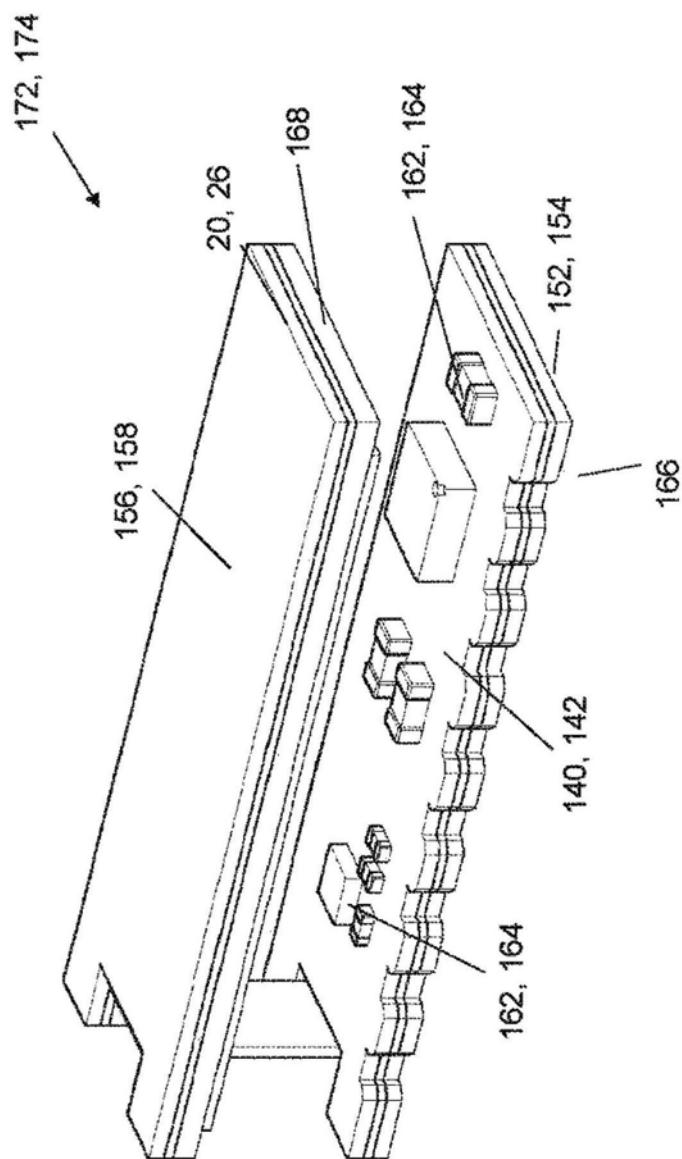


图28

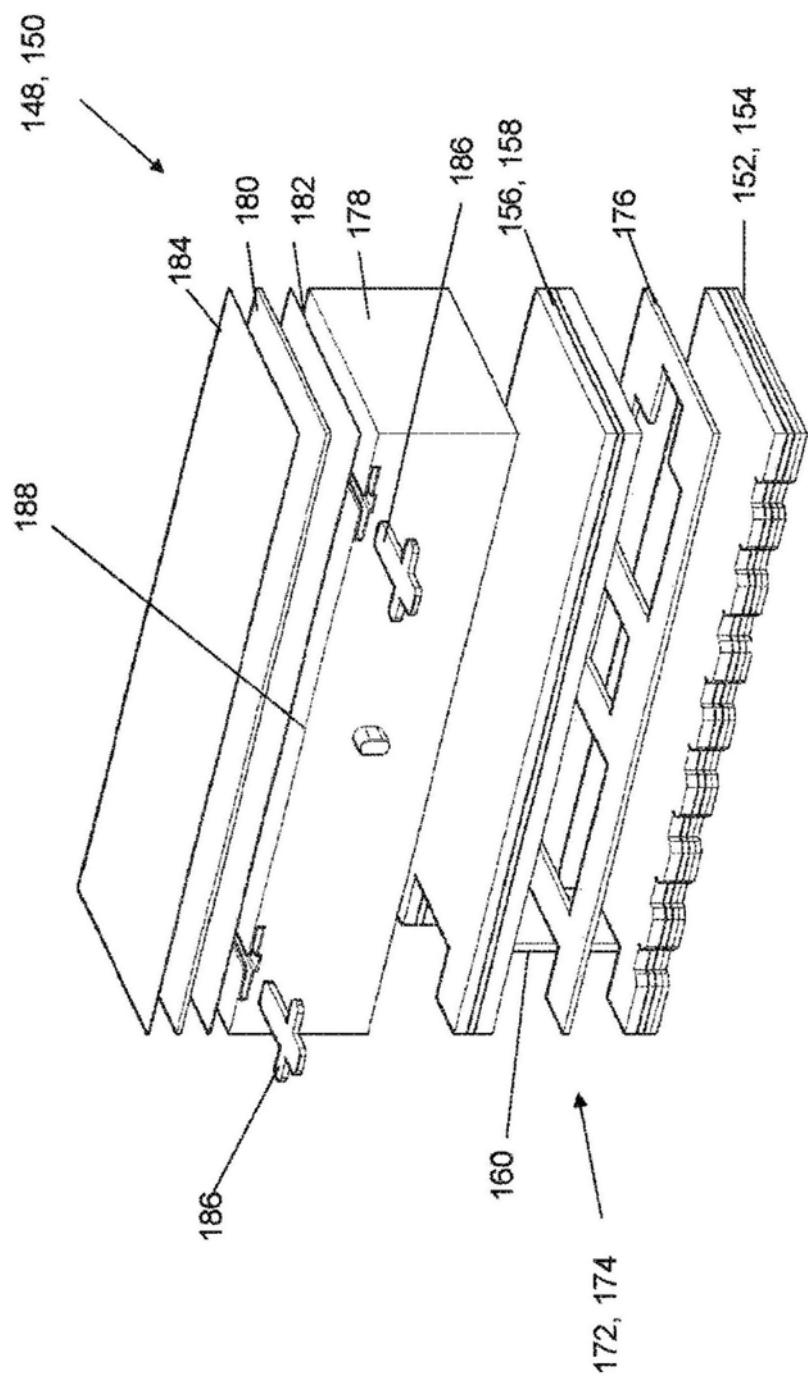


图29

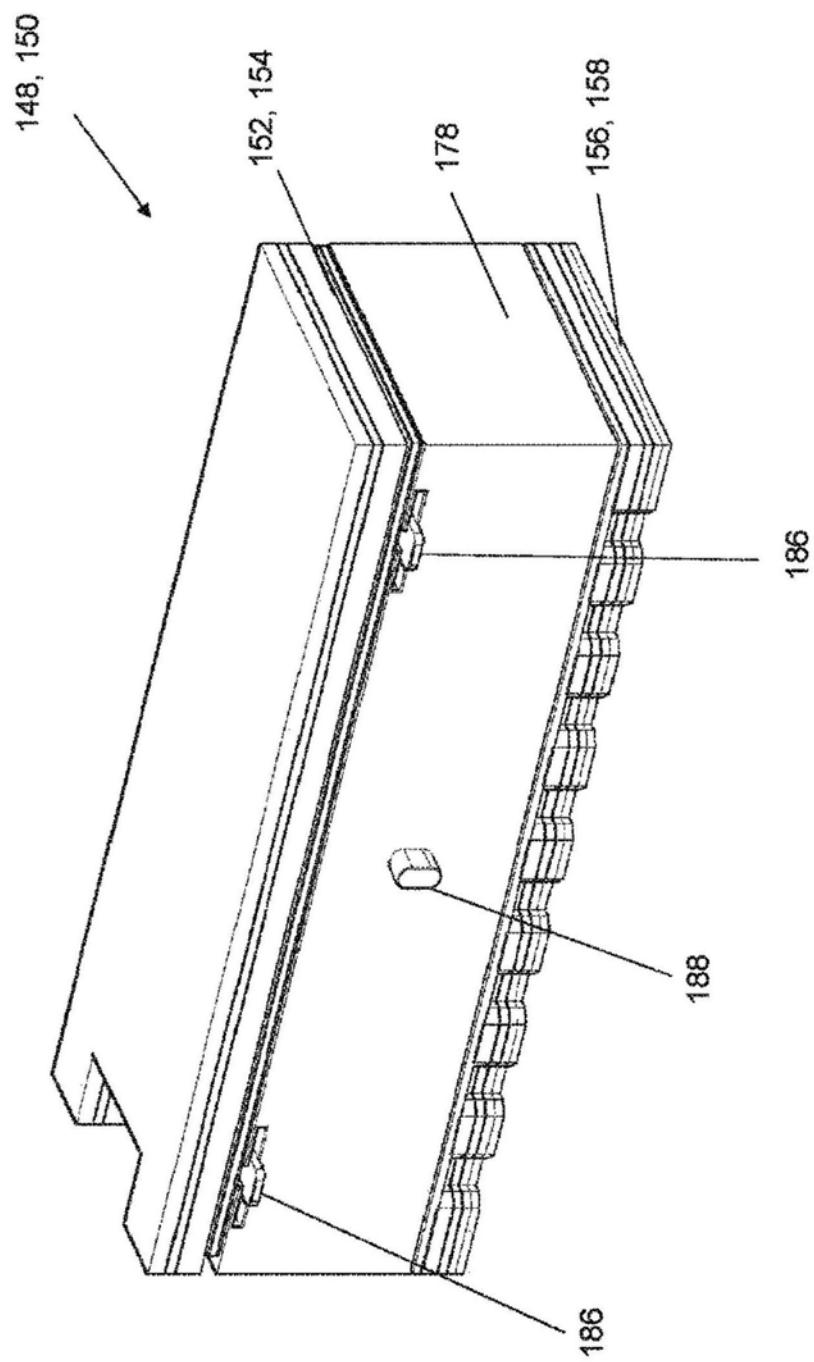


图30

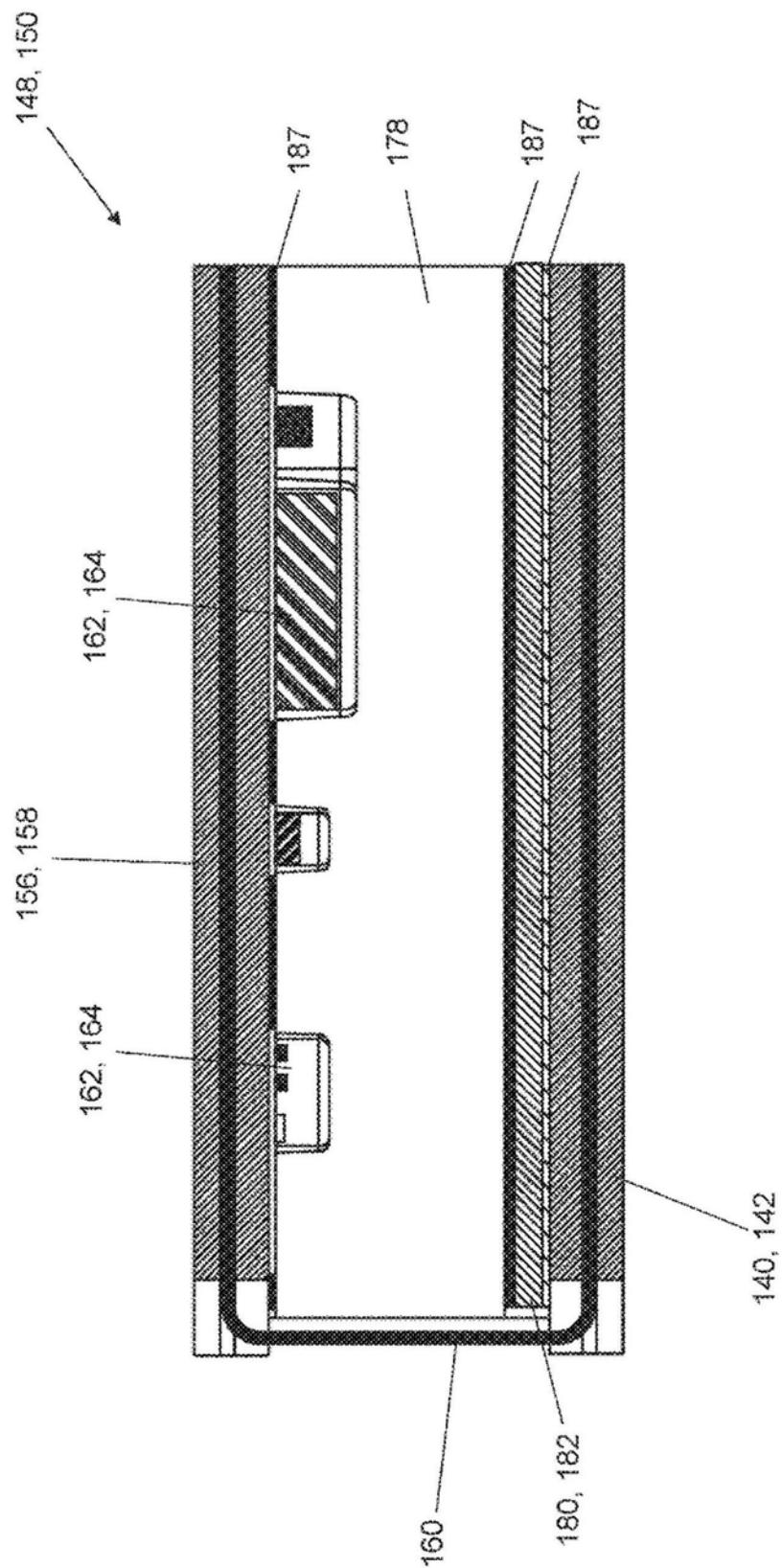


图30A

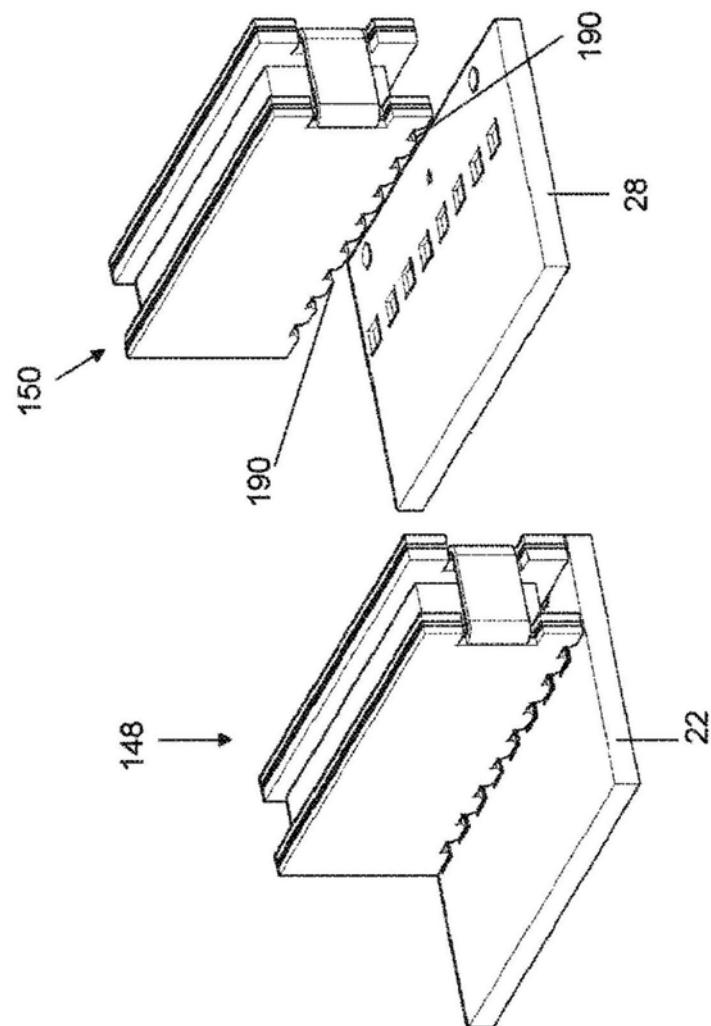


图31

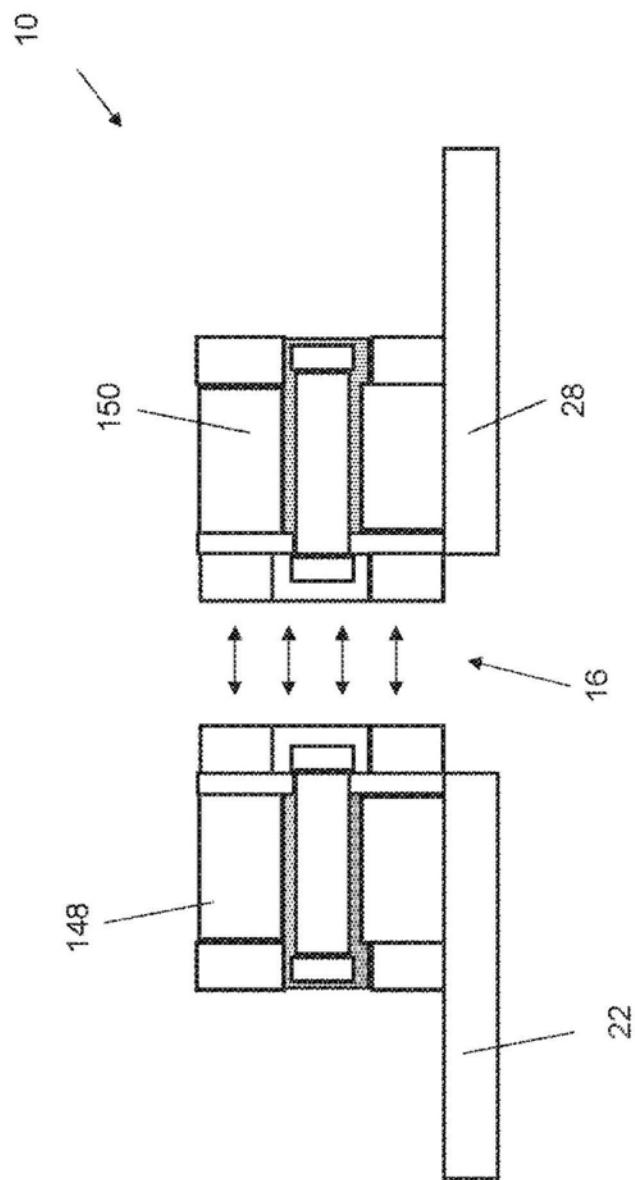


图32

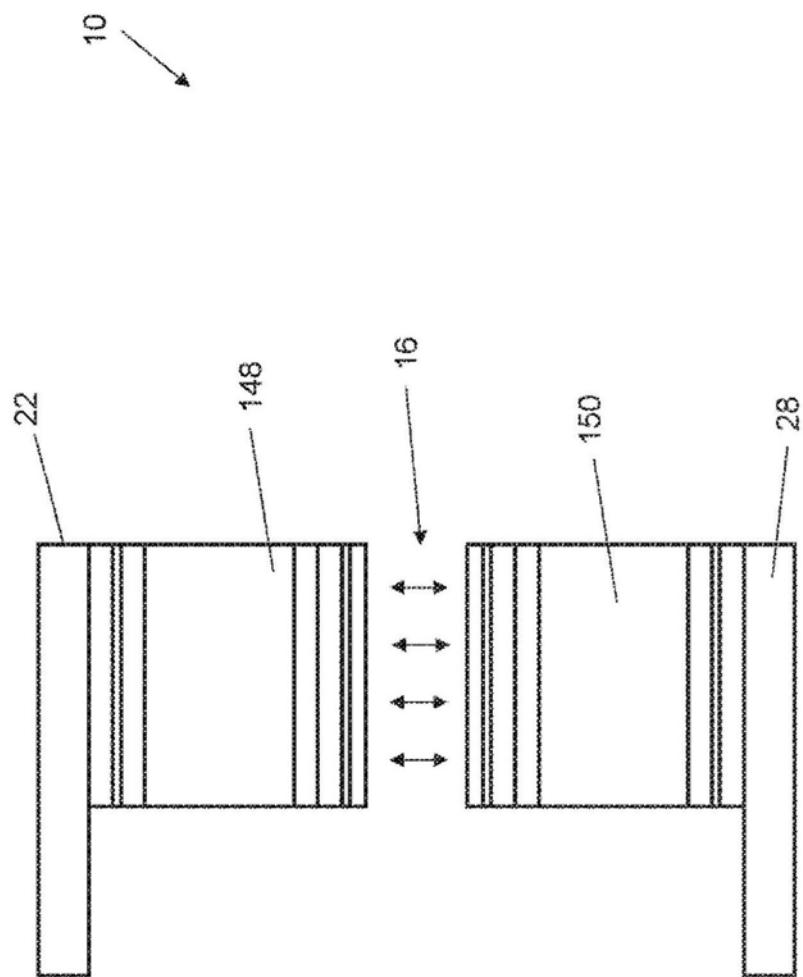


图33

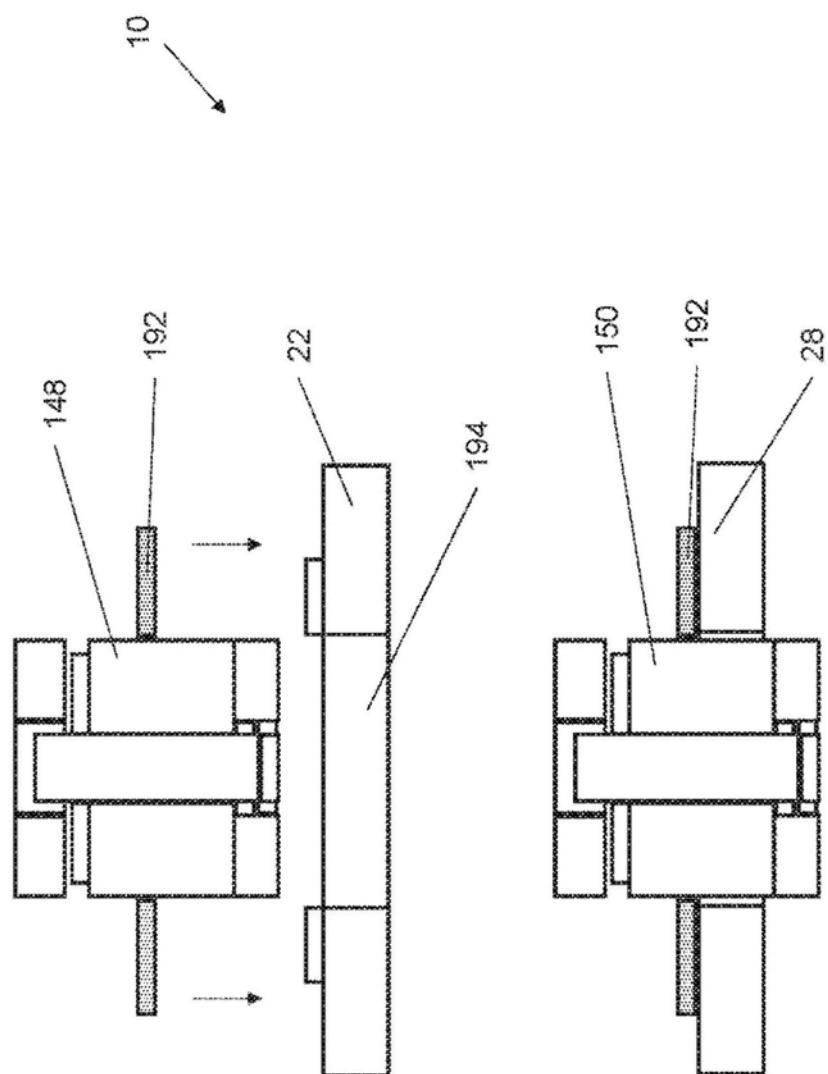


图34

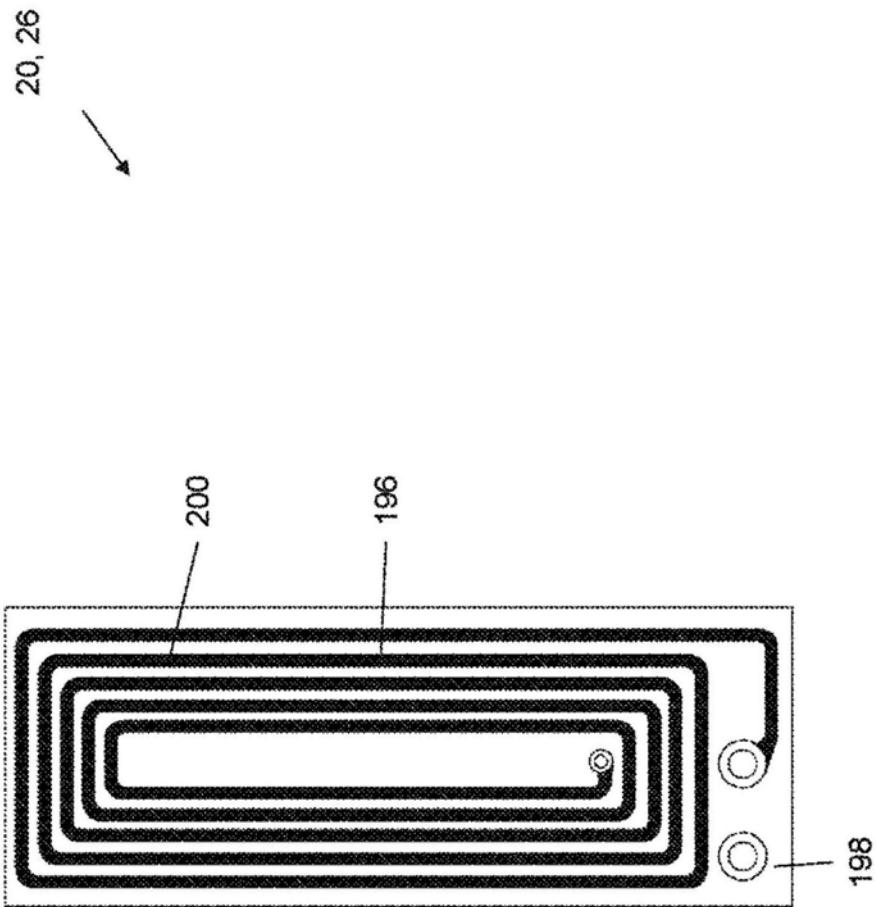


图35