



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110460168 A

(43)申请公布日 2019.11.15

(21)申请号 201910372314.7

H04B 1/40(2015.01)

(22)申请日 2019.05.06

(30)优先权数据

62/668,611 2018.05.08 US

16/357,040 2019.03.18 US

(71)申请人 苹果公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 C·M·皮恩崔克 Z·穆萨欧

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

代理人 王茂华 彭梦晔

(51)Int.Cl.

H02J 50/80(2016.01)

H02J 50/90(2016.01)

H02J 50/12(2016.01)

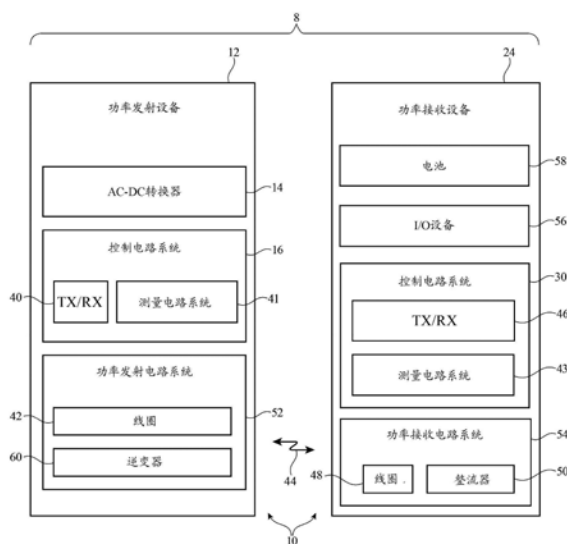
权利要求书2页 说明书10页 附图7页

(54)发明名称

无线功率系统

(57)摘要

本发明题为“无线功率系统”。功率系统具有无线功率发射设备和无线功率接收设备。功率发射设备和功率接收设备中的线圈被用于发射和接收无线功率信号。线圈可以包括罐型芯线圈、8字形线圈、螺线管和其他线圈。螺线管阵列可以在无线功率发射设备中的充电表面下方延伸。阵列中的螺线管可以彼此分开小的间隙。螺线管可以具有矩形轮廓、六边形轮廓、或其他形状。罐型芯线圈可以具有带有容纳线绕组的圆形凹槽或其他合适形状凹槽的磁性材料。8字形线圈可以具有带有相应的逆时针和顺时针线绕组的相邻的第一磁芯和第二磁芯。磁体和其他对准结构可以被用于帮助将发射设备和接收设备中的线圈对准。



1. 一种被配置为接收由无线功率发射设备所发射的无线功率信号的便携式电子设备，所述便携式电子设备包括：

具有第一芯和第二芯的8字形线圈，所述第一芯具有逆时针线绕组，所述第二芯具有顺时针线绕组，其中所述8字形线圈被配置为接收所述无线功率信号；和

耦接到所述8字形线圈的整流器电路系统，其中所述整流器电路系统被配置为由所接收的所述无线功率信号产生直流功率。

2. 根据权利要求1所述的便携式电子设备，还包括被配置为将所述8字形线圈与所述无线功率发射设备中的对应无线功率发射线圈对准的对准结构。

3. 根据权利要求2所述的便携式电子设备，其中所述对准结构包括至少一个磁体。

4. 根据权利要求2所述的便携式电子设备，其中所述无线功率发射设备具有位于所述无线功率发射线圈的相对侧上的发射设备磁体，并且其中所述对准结构包括被配置为与所述发射设备磁体对准的一对接收设备磁体。

5. 根据权利要求1所述的便携式电子设备，还包括被配置为接收所述无线功率信号的具有单环路线绕组的线圈。

6. 根据权利要求1所述的便携式电子设备，还包括：

外壳；

耦接到所述外壳的显示器；和

与所述显示器重叠的具有单环路线绕组的线圈。

7. 根据权利要求6所述的便携式电子设备，其中具有所述单环路线绕组的所述线圈和所述8字形线圈与所述显示器的不同相应部分重叠。

8. 根据权利要求1所述的便携式电子设备，其中所述第一芯和所述第二芯与被配置为将磁场从所述第二芯引导到所述第一芯中的磁性材料层重叠。

9. 根据权利要求8所述的便携式电子设备，其中所述磁性材料层具有50微米至300微米的厚度。

10. 根据权利要求1所述的便携式电子设备，其中所述无线功率发射设备具有带有第一数量的线匝的发射线圈，其中所述8字形线圈在所述第一线圈上具有第二数量的线匝，并且其中所述第二数量的线匝比所述第一数量的线匝多。

11. 一种被配置为发射无线功率给功率接收设备的功率发射设备，所述功率发射设备包括：

无线功率发射电路系统，所述无线功率发射电路系统包括具有罐型芯和线绕组的线圈，其中所述罐型芯具有带有凹槽的磁性材料，并且其中所述线绕组在所述凹槽中；和

控制电路系统，所述控制电路系统被配置为利用所述无线功率发射电路系统发射所述无线功率给所述功率接收设备。

12. 根据权利要求11所述的功率发射设备，其中所述无线功率发射电路系统包括耦接到所述线绕组的逆变器。

13. 根据权利要求11所述的功率发射设备，还包括被配置为与所述功率接收设备中的对应对准磁体配合的至少一个对准磁体。

14. 根据权利要求11所述的功率发射设备，其中所述凹槽为圆形凹槽。

15. 一种无线功率发射设备，包括：

无线功率发射电路系统,所述无线功率发射电路系统包括螺线管阵列,其中每个螺线管具有被多匝线围绕的磁性材料柱;和

控制电路系统,所述控制电路系统被配置为利用所述无线功率发射电路系统发射所述无线功率给所述功率接收设备。

16.根据权利要求15所述的无线功率发射设备,其中所述线具有线直径,其中所述柱通过间隙彼此分开,并且其中每个间隙为所述线直径的2至4倍。

17.根据权利要求15所述的无线功率发射设备,其中所述柱具有方形轮廓。

18.根据权利要求15所述的无线功率发射设备,其中所述柱包括选自三角形轮廓和六边形轮廓的轮廓。

19.根据权利要求15所述的无线功率发射设备,其中所述螺线管阵列被充电表面重叠,其中每个柱的特征在于沿所述充电表面延伸的最大侧向尺寸,并且其中所述最大侧向尺寸小于1.5cm。

20.根据权利要求15所述的无线功率发射设备,其中所述柱各自具有高度,其中所述柱各自具有垂直于所述高度的最大侧向尺寸,并且其中所述柱具有至少0.2的所述高度和所述最大侧向尺寸之比。

无线功率系统

[0001] 本专利申请要求于2019年3月18日提交的美国专利申请No.16/357,040以及于2018年5月8日提交的临时专利申请No.62/668,611的权益,这些专利申请据此全文以引用方式并入本文。

技术领域

[0002] 本文整体涉及功率系统,并且更具体地,涉及无线功率系统。

背景技术

[0003] 便携式电子设备诸如蜂窝电话、腕表设备、平板电脑、无线耳塞和其他便携式设备使用电池。这些设备中的电池可以利用电池充电系统来充电。为了提高用户的便利性,已经提供了无线功率系统,其允许便携式电子设备中的电池以无线方式充电。

发明内容

[0004] 功率系统具有无线功率发射设备和无线功率接收设备。功率发射设备和功率接收设备中的线圈被用于发射和接收无线功率信号。发射线圈和接收线圈之间的良好耦接促进无线功率传送效率。

[0005] 发射设备和接收设备中的功率发射线圈的实施方案可以包括罐型芯线圈、多芯线圈诸如围绕相应的磁芯具有顺时针和逆时针绕组的8字形线圈、螺线管、和其他线圈。

[0006] 在一些实施方案中,螺线管阵列可以在无线功率发射设备(诸如充电垫)中的充电表面下方延伸。阵列中的螺线管可以彼此分开小的间隙。螺线管可以具有矩形轮廓、六边形轮廓、或其他形状。与无线功率接收线圈重叠的螺线管的群集可以被一起驱动以产生无线功率信号。相邻的螺线管可以同相地被驱动,或者在一些配置中可以彼此异相地被驱动。

[0007] 在一些实施方案中,罐型芯线圈具有带有凹槽的磁性材料的芯。在凹槽中形成线绕组。凹槽可以具有旋转对称的形状诸如圆形形状,或者可以具有其他合适的形状。

[0008] 在一些实施方案中,发射设备和接收设备中的磁体和其他对准结构帮助将发射设备和接收设备中的线圈对准。

[0009] 在一些实施方案中,接收设备可以具有用于从无线功率发射设备中的对应8字形线圈接收功率的8字形线圈以及在从无线功率发射设备中的非8字形线圈接收功率时使用的由单环路线匝形成的非8字形线圈。

附图说明

[0010] 图1为根据实施方案的例示性无线功率系统的示意图。

[0011] 图2为根据实施方案的例示性无线功率发射电路系统的示意图。

[0012] 图3为根据实施方案的例示性无线功率接收电路系统的图示。

[0013] 图4A为根据实施方案的具有用于接收无线功率的线圈的例示性无线功率接收设备的后视图。

[0014] 图4B为根据实施方案的由四个芯的群集形成的例示性线圈的顶视图。

[0015] 图5为根据实施方案的用于无线功率系统的例示性线圈的侧视图。

[0016] 图6为根据实施方案的例示性无线功率系统的图示,其中无线功率发射设备电磁耦接到无线功率接收设备,并且其中发射设备和接收设备具有带有8字形线图案的相应线圈。

[0017] 图7和图8为根据实施方案的延伸跨无线功率发射设备中平面充电表面的例示性线圈阵列的部分的透视图。

[0018] 图9和图10为根据实施方案的无线功率发射设备中的例示性线圈阵列的部分的顶视图。

[0019] 图11为根据实施方案的两个相邻线圈的部分的横截面侧视图。

[0020] 图12为根据实施方案的无线功率发射系统中正在传送无线功率的具有罐型芯的示例性配合线圈对的横截面侧视图。

具体实施方式

[0021] 便携式电子设备具有电池。在对电池进行充电中可以使用有线和无线充电系统。例如,用户可以将设备诸如腕表设备和蜂窝电话放在无线充电垫上以对这些设备进行无线充电。

[0022] 在图1中示出了例示性无线功率系统。无线功率系统8(有时称为无线充电系统)具有被用于供应无线功率的无线功率发射装备。无线功率被用于对电子设备中的电池充电以及为其他设备部件供应功率。

[0023] 如图8所示,无线功率系统8包括电子设备10。电子设备10包括提供功率的电子设备(例如,充电垫、充电盘、充电座、平板电脑和其他具有无线功率发射能力的便携式电子设备、等)。电子设备10也包括接收功率的电子设备。这些功率接收设备可以包括例如便携式电子设备,诸如蜂窝电话、无线耳塞和腕表设备(作为示例)。

[0024] 功率可以被用于对功率接收设备中除了电池之外的电路系统供电,并且可以被用于为功率接收设备中的电池充电。因为电池充电是所接收功率的常见用途,所以系统8中的无线功率传送操作有时被称为电池充电操作。如果需要,功率也可以被提供给接收设备以操作接收设备中的显示器或其他电路系统,而不进行电池充电。

[0025] 充电可以通过将功率从功率发射设备诸如设备12传送给功率接收设备诸如设备24来执行。功率可以无线地(例如,利用感应式充电)在设备12和设备24之间传送。在图1的示例中,功率正利用无线功率信号44而被无线地传送。

[0026] 在系统8的操作期间,无线功率发射设备12将功率无线地发射给一个或多个无线功率接收设备诸如设备24。无线功率接收设备可以包括电子设备,诸如腕表、蜂窝电话、平板电脑、膝上型计算机、耳塞、用于耳塞和其他设备的电池盒、平板电脑笔和其他输入-输出设备(例如,附件设备)、可穿戴设备、或其他电子装备。无线功率发射设备可以是电子设备诸如具有接收要充电的便携式设备的充电表面(例如,平面充电表面)的无线充电垫、具有无线功率发射电路系统的平板电脑或其他便携式电子设备(例如,具有无线功率发射电路系统的设备24中的一者)、或其他无线功率发射设备。无线功率接收设备使用来自无线功率发射设备的功率用于为内部部件供电以及用于为内部电池充电。

[0027] 如图1所示,无线功率发射设备12包括控制电路系统16。无线功率接收设备24包括控制电路系统30。系统8中的控制电路系统诸如控制电路系统16和控制电路系统30(和/或其他设备10中的控制电路系统)在控制系统8的操作中被使用。此控制电路系统可包括与微处理器、功率管理单元、基带处理器、数字信号处理器、微控制器和/或具有处理电路的专用集成电路相关联的处理电路系统。处理电路系统在设备12和24中实现期望的控制和通信特征。例如,处理电路系统可以在以下操作中被使用:选择线圈、调节线圈驱动信号的相位和量值、确定功率发射水平、处理传感器数据和其它数据、处理用户输入、处置在设备12和24之间的协商、发送和接收带内和带外数据、进行测量,开始和停止充电操作、打开和关断设备10、将设备10置于低功率休眠模式中、以及以其他方式控制系统8的操作。

[0028] 系统8中的控制电路系统可被配置为使用硬件(例如,专用硬件或电路系统)、固件和/或软件在系统8中执行操作。用于在系统8中执行操作的软件代码存储在控制电路系统8中的非暂态计算机可读存储介质(例如,有形计算机可读存储介质)上。该软件代码可有时被称为软件、数据、程序指令、指令、或代码。非暂态计算机可读存储介质可包括非易失性存储器诸如非易失性随机存取存储器(NVRAM)、一个或多个硬盘驱动器(例如,磁盘驱动器或固态驱动器)、一个或多个可移动闪存驱动器、或其它可移动介质等。存储在非暂态计算机可读存储介质上的软件可以在设备10的处理电路系统(例如控制电路系统16和/或30)上执行。处理电路系统可包括具有处理电路系统的专用集成电路、一个或多个微处理器、中央处理单元(CPU)、或其它处理电路系统。

[0029] 功率发射设备12可以是独立的功率适配器(例如,包括功率适配器电路系统的无线充电垫),可以通过缆线耦接到功率适配器或其它装备的无线充电垫,可以是便携式电子设备(蜂窝电话、平板电脑、膝上型计算机等),可以是已经结合到家具、车辆或其它系统中的装备,或者可以是其它无线功率传送装备。其中无线功率发射设备12是无线充电垫或便携式电子设备的例示性配置在本文中有时作为示例进行描述。

[0030] 功率接收设备24可以是便携式电子设备,诸如腕表、蜂窝电话、膝上型计算机、平板电脑、附件诸如耳塞、平板电脑输入设备诸如无线平板电脑笔、电池盒、或其它电子装备。功率发射设备12能够耦合到壁装插座(例如,交流功率源),可具有用于供应功率的电池,和/或可具有另一个功率源。功率发射设备12可具有交流(AC)-直流(DC)功率转换器,诸如AC-DC功率转换器14,用于将来自壁装插座或其它功率源的AC功率转换成DC功率。在一些配置中,AC-DC功率转换器14可以被设置在与设备12的壳体(例如,无线充电垫壳体或便携式电子设备壳体)分开的壳体(例如,功率块壳体)中,并且缆线可以被用于将DC功率从功率转换器耦接至设备12。DC功率可用于为控制电路系统16供电。

[0031] 在操作期间,控制电路系统16中的控制器可使用功率发射电路系统52来向设备24的功率接收电路系统54发射无线功率。功率发射电路系统52可具有切换电路系统(例如,由晶体管形成的逆变器电路系统60),所述切换电路系统基于由控制电路系统16提供的控制信号而接通或截止,以形成通过一个或多个发射线圈42的AC电流信号。线圈42可以被布置成平面线圈阵列(例如,在其中设备12是无线充电垫的配置中),或者可以被布置成其他配置。在一些布置方式中,设备12可以具有仅单个线圈。在设备12具有多个线圈的布置中,线圈可以被布置成一个或多个层。不同层中的线圈可以彼此重叠或者可以不彼此重叠。

[0032] 在一些配置中,线圈42由帮助竖直地(例如,平行于充电垫的表面法线)引导磁场

的螺线管形成。线圈48也可以由螺线管形成。充电垫中的螺线管可以被形成阵列,所述阵列位于充电垫的充电表面下方并且延伸跨充电垫的充电表面。

[0033] 线圈42和/或48也可以利用8字形绕组图案(例如,围绕一对相邻芯缠绕的线,使得这些芯中的第一芯产生向上引导的磁场,并且这些芯中的第二芯产生向下引导的磁场)形成。

[0034] 在一些配置中,线圈48可以利用由具有圆形凹槽或其他形状凹槽的磁性材料制成的罐型芯来实现。

[0035] 当AC电流通过一个或多个线圈42时,产生时变电磁(例如,磁场(信号44)),其被功率接收设备24中的一个或多个对应的接收器线圈诸如线圈48接收。当所述时变电磁场被线圈48接收时,在线圈48中感生出对应的交流电流。整流器电路系统诸如整流器50(其包含整流部件,诸如布置在桥式网络中的同步整流金属氧化物半导体晶体管)将从线圈48接收的AC信号(与电磁信号44相关联的接收的交流信号)转换成DC电压信号以用于给设备24供电。

[0036] 由整流器50产生的DC电压可以被用于为储能设备诸如电池58供电(充电),并且可以被用于为设备24中的其它部件供电。例如,设备24可以包括输入-输出设备56诸如显示器、触摸传感器、通信电路、音频部件、传感器、产生由平板电脑或具有触摸传感器(例如,用于提供笔输入等)的其他设备中的触摸传感器感测的电磁信号的部件、以及其他部件,并且这些部件可以由整流器50产生的DC电压(和/或设备24中的电池58或其他储能设备产生的DC电压)供电。

[0037] 设备12和/或设备24可以(例如利用带内和带外通信)进行无线通信。设备12可例如具有无线收发器电路系统40,该无线收发器电路系统40使用天线来向设备24无线地发射带外信号。无线收发器电路40可用于使用天线从设备24无线地接收带外信号。设备24可具有向设备12发射带外信号的无线收发器电路46。无线收发器46中的接收器电路系统可使用天线来从设备12接收带外信号。在一些配置中,设备10可以通过局域网和/或广域网(例如,互联网)进行通信。

[0038] 无线收发器电路系统40可以使用一个或多个线圈42来向无线收发器电路系统46发射带内信号,所述带内信号由无线收发器电路系统46利用线圈48接收。可使用任何合适的调制方案来支持设备12与设备24之间的带内通信。在一种例示性配置的情况下,使用频移键控(FSK)来将带内数据从设备12带内传送至设备24,并且使用幅移键控(ASK)来将带内数据从设备24带内传送至设备12。在这些FSK和ASK发射期间,功率可从设备12无线传送至设备24。如果需要,可以使用其他类型的通信(例如,其他类型的带内通信)。

[0039] 在无线功率发射操作期间,电路系统52在给定功率发射频率下向一个或多个线圈42供应AC驱动信号。功率发射频率可以是例如约125kHz、至少80kHz、至少100kHz、小于500kHz、小于300kHz或其它合适的无线功率频率的预先确定的频率。在一些配置中,功率发射频率可在设备12和24之间的通信中进行协商。在其它配置中,功率发射频率可以是固定的。

[0040] 在无线功率传输操作期间,虽然功率发射电路系统52在功率发射频率下将AC信号驱动到一个或多个的线圈42中以产生信号44,但无线收发器电路系统40使用FSK调制来调制驱动AC信号的功率发射频率,并由此调制信号44的频率。在设备24中,线圈48用于接收信号44。功率接收电路系统54使用在线圈48上接收的信号和整流器50来产生DC功率。同时,无

线收发器电路系统46使用FSK解调来从信号44提取发射的带内数据。这种方法允许通过线圈42和48将FSK数据(例如,FSK数据分组)从设备12带内发射至设备24,同时使用线圈42和48将功率从设备12无线传送至设备24。如果需要,可以使用设备12和设备24之间其他类型的带内通信。

[0041] 设备24与设备12之间的带内通信使用ASK调制和解调技术或者其他合适的带内通信技术。无线收发器电路46通过使用切换器(例如,收发器46中的耦接线圈48的一个或多个晶体管)将带内数据发射至设备12以调制功率接收电路系统54(例如,线圈48)的阻抗。这继而调制信号44的振幅以及通过一个或多个线圈42的AC信号的振幅。无线收发器电路系统40监测通过一个或多个线圈42的AC信号的振幅,并且使用ASK解调从由无线收发器电路系统46发射的这些信号提取发射的带内数据。使用ASK通信允许ASK数据位的流(例如,ASK数据分组串)在功率同时正利用线圈42和48被从设备12无线地传送给设备24时被从设备24带内发射给设备12。

[0042] 控制电路系统16具有检测与设备12相关联的充电表面上的外部物体的外部物体测量电路系统41(有时称为外来物体检测电路系统或外部物体检测电路系统)。电路系统41可检测外来物体诸如线圈、回形针和其它金属物体,并且可检测无线功率接收设备24的存在。在物体检测和表征操作期间,外部物体测量电路系统41可以被用于在线圈42上进行测量以确定在设备12上是否存在任何设备24(例如,是否怀疑设备24存在于设备12上)。控制电路系统30和/或控制电路系统16中的测量电路系统43也可以被用于进行电流和电压测量,和/或可以被用于在无线功率接收电路系统54上进行其他测量。

[0043] 在图2中示出了其中无线功率发射设备12具有多个线圈42的配置中的例示性无线功率发射电路系统52。对于图2的例示性布置方式,电路系统52具有由多个逆变器60形成的逆变器电路系统,每个逆变器由控制电路系统16控制,并且每个逆变器供应驱动信号给具有相应线圈42和电容(例如,电容器62)的对应无线功率发射器电路。每个逆变器60供应给其相关联线圈42的交流驱动信号的相位和量值可以由控制电路系统16独立地调节。因此,线圈42中的一者或多者(例如,与设备24中的线圈48重叠的群集中的线圈)可以被激活,而其余线圈不被驱动并且保持不活动。每个活动线圈42的相位也可以是不同的。例如,一个线圈可以具有第一相位,第二线圈(例如,相邻线圈)可以以相反的相位被驱动(例如,第二线圈可以具有与第一相位180°异相的第二相位)。利用诸如这些的布置方式,控制电路系统16可以控制线圈42所产生的磁场的强度和取向。

[0044] 在设备24中,无线功率接收器电路系统54可以具有一个或多个线圈48。如图3所示,例如,整流器电路系统50可以被用于从一个或多个、两个或更多个、或者三个或更多个相应的功率接收电路接收无线功率,其中每一个功率接收电路包括相应的线圈48和相关联的电容(参见例如每个电容器64)。整流器电路系统50可以包含利用开关在每个功率接收电路之间共享的单个整流器,和/或可以包含多个整流器,其中每个整流器耦接到相应的功率接收电路。在操作期间,整流器电路系统50利用线圈48从设备12接收无线功率信号44,并且在输出端66处供应对应的输出功率(例如,DC功率)用于为设备24的电路系统供电。电路系统54中的线圈48可以是相同类型的和/或可以包括不同类型的线圈48。例如,线圈48中的一者可以是具有多个线匝的单个圆形或矩形环路,并且线圈48中的另一者可以具有形成8字形线圈(作为示例)的具有8字形图案的一对芯和相关联的绕组。控制电路系统30可以使用

整流器电路系统50来动态地(例如,在检测无线功率信号44的类型和/或设备12正在使用的无线功率协议时)将期望的线圈48切换到使用中。在一些配置中,设备24的不同线圈48和相关联的整流器电路系统的功率处理能力可以不同。例如,第一线圈48可以由单环路的一个或多个线匝形成并且可以具有7.5W的最大功率传送能力,而第二线圈48可以由一个或多个线匝的8字形绕组形成并且可以具有大于7.5W(例如,15W)的最大功率传送能力。

[0045] 图4A为例示性无线功率接收设备(例如,蜂窝电话、平板电脑、腕表等)的后视图。有时可被称为壳体或箱体的设备24的外壳68可以由塑料、玻璃、陶瓷、纤维复合材料、金属(例如,不锈钢、铝等)、其他合适的材料、或这些材料中任意两者或更多者的组合制成。在图4A的示例中,设备24具有后壁从页面面向外的矩形外壳68。如果需要,外壳68可以具有其他形状。例如,外壳68可以具有圆形轮廓,可以具有带有一个或多个弯曲边缘和/或一个或多个直边缘的形状,和/或可以具有其他合适的形状。外壳68可以利用一体式构型形成,在所述一体式构型中,外壳68的一部分或全部被加工或模制成单个结构,或者外壳68可以利用多个结构(例如,内部框架结构、形成外部外壳表面的一个或多个结构等)形成。

[0046] 设备24可以具有用于接收无线功率的线圈48。在图4A的示例中,线圈48中的一者由一匝或多匝线72的单个隔离环路形成,并且线圈48中的另一者具有带有一个或多个线匝的线绕组的8字形图案(有时被称为8字形线圈)。在系统8中的操作期间,适当的线圈被控制电路系统30切换到使用中。例如,如果设备24位于具有与8字形线圈匹配的无线功率发射电路系统的充电垫上,则8字形线圈可以被切换到使用中。响应于检测到设备24位于正在发射适于以单个隔离环路接收的无线功率信号的充电垫上,单环路线圈可以被切换到使用中。也可以使用其中两个线圈同时被用于接收功率的配置。

[0047] 具有8字形绕组的线圈(例如,图4A中的线圈48中的下方者)具有带有一匝或多匝逆时针绕组74的磁性材料(例如,铁、铁氧体等)的第一芯,并且具有带有一匝或多匝顺时针绕组76的磁性材料的第二芯。线区段78被用于将围绕第一芯的绕组与围绕第二芯的绕组接合(例如,单个连续线可以被用于在两个芯上形成绕组)。在操作期间,与绕组74相关联的线圈48的芯接收相位与跟绕组76相关联的线圈48的芯相反的磁场。通过将设备24的8字形线圈与设备12的对应的8字形线圈对准,可以有效地传送无线功率。例如,可以获得高的耦接效率(例如,耦接系数 k 可以为至少0.8或至少0.9)。如果需要,围绕第一芯和第二芯的绕组可以独立地使用(例如,线圈42的第一和第二相应芯上的第一和第二绕组可以在设备12中异相驱动或者线圈48的第一和第二相应芯上的第一和第二绕组可以被用于整流设备24中的异相信号而不将第一和第二绕组与结合线区段物理地接合)。线圈42和48的另一可能的布置方式涉及为每个线圈形成包括具有逆时针绕组的一对芯和具有顺时针绕组的一对芯的绕组图案。如图4B所示,例如,线圈48(和线圈42)可以由四个芯的群集形成,其中12:00和6:00位置处的两个芯77具有顺时针绕组,并且3:00和9:00位置处的两个芯75具有逆时针绕组。单个连续线可以围绕线圈中的所有四个芯缠绕。其中设备12和/或设备24具有8字形线圈的例示性配置在本文中有时作为示例被描述。

[0048] 为了帮助将系统8中的8字形线圈对准,磁体80(和/或由对应磁性材料形成的对准部件诸如铁条)、或其他对准机构(例如,具有配合的突起和凹陷的物理对准结构等)可以被包括在设备12和设备24中。磁体80帮助用户将设备24及其8字形线圈与设备12中的对应功率发射8字形线圈对准,从而增强耦接效率。

[0049] 在设备24的一些配置中,显示器被形成在设备24的正面上(例如,在设备24的与由外壳68中的外壳后壁形成的设备24的背面相对的面)。在图4A的示例中,显示器70已经形成在设备24的正面上并且与线圈48重叠。显示器70可以是结合一层传导性电容触摸传感器电极或其他触摸传感器部件(例如,电阻触摸传感器部件、声学触摸传感器部件、基于力的触摸传感器部件、基于光的触摸传感器部件等)的触摸屏显示器或者可以是非触敏的显示器。电容触摸屏电极可由氧化钢锡焊盘或者其他透明导电结构的阵列形成。

[0050] 显示器70可以具有包括像素阵列的有效区域。显示器70可以是液晶显示器、发光二极管显示器(例如,有机发光二极管显示器)、电泳显示器、或利用其他显示技术形成的显示器。可以利用显示器覆盖层来保护显示器70,显示器覆盖层诸如是一层透明玻璃、透光塑料、透明陶瓷、蓝宝石或其他透明结晶材料、或其他光学透明层。显示器覆盖层可具有平面形状、凸形弯曲轮廓、带有平面和弯曲部分的形状、包括在一个或多个边缘上围绕的平面主区域(其中一个或多个边缘的一部分从平面主区域的平面弯折出来)的布局、或其他合适的形状。在一些配置中,显示器覆盖层覆盖设备24的整个正面。

[0051] 在一些实施方案中,线圈42和/或48由缠绕以螺旋线绕组以形成螺线管的磁性材料的芯形成。在图5中示出了示例性螺线管线圈。有时可以被称为螺线管的线圈82具有磁芯86和线绕组84。图1的线圈42和/或线圈48可以利用线圈诸如图5的示例性线圈82形成。

[0052] 线圈82的芯86由磁性材料(例如,铁氧体或具有高磁导率的其他材料)制成。芯86可以具有任何合适的占有面积(当从上方观察时的轮廓)。被用于形成线圈48和/或42的螺线管的磁芯有时可以被称为柱。每个螺线管(例如,形成螺线管芯的磁性材料柱)的高度H和直径D可以具有任何合适的比率 $R=H/D$ 。例如,R的值可以为至少0.1、至少0.2、至少0.5、至少1、至少3、小于2、小于1、小于0.5、小于0.3、小于0.2、或其他合适的值。柱中高度H的值可以是例如至少0.5mm、至少1mm、至少2mm、至少3mm、至少4mm、至少5mm、小于10mm、小于6mm、小于4mm、或其他合适的值。每个柱的最大侧向尺寸(例如,圆形柱的直径)可以小于5cm、小于3cm、小于2cm、至少1cm、或其他合适的尺寸。

[0053] 传导线诸如线84(例如,由绝缘铜或其他线结构形成的线)围绕芯86螺旋缠绕了匝数N。N的值可以为至少3、至少7、至少10、至少20、小于50、小于15、小于6、小于4、或其他合适的数目。线圈42中的匝数和线圈48中的匝数可以是相同的或者可以不同。例如,线圈48可以具有比线圈42更多的匝,以帮助提高设备24中DC功率信号的电压,并且由此降低设备24中的 I^2R 损耗。例如,如果线圈42具有NT匝,则线圈48可以具有至少1.2NT匝、至少1.5NT匝、至少2NT匝、至少3NT匝、少于5NT匝等等。在形成线圈42和44中所使用的线可以是铜线或其他合适的线(例如,铁、铁镍、其他材料的线、多股线等等)。图5的配置可以被用于帮助产生平行于芯86的表面法线n的磁场B。在一些布置方式中,使用竖直取向的磁场和/或小的最大侧向线圈尺寸可以帮助提高耦接效率以及避免在金属外壳结构和设备24中的其他导电结构中感生涡电流的情况。

[0054] 图6是系统8中设备12和24的部分的横截面侧视图,展示在设备12和24之间传送无线功率信号44时可以使用8字形线圈。在图6的示例中,设备12是无线充电垫,其具有位于图6的X-Y平面中的平面外壳(例如,具有平面的相对的上表面和下表面的外壳90)。外壳90和设备24的外壳68具有由电介质、金属或其他材料制成的部分。例如,设备12的外壳90可以具有覆盖磁体80的聚合物上壁和侧向延伸跨充电表面的线圈42阵列中的每个线圈42。形

成所述上壁的聚合物(或其他电介质)的外(面向上)表面限定设备12的充电表面。

[0055] 在操作期间,对准磁体80(例如,被配置为与相对的永磁体或与相对的磁性材料诸如磁性材料条配合的永磁体)被用于确保设备12中的第一8字形线圈(例如,线圈42)与设备24中的第二8字形线圈(例如,线圈48)对准。每个8字形线圈具有一对以8字形图案被缠绕以线的芯,如结合图4A的8字形线圈所述。芯和绕组可以具有任何合适的形状(例如,结合图3所述类型的螺线管构型或其他合适的形状)。

[0056] 线圈42包括具有第一芯和第一线绕组94的第一部分42-1和具有第二芯和第二线绕组96的第二部分42-2。磁性材料层92磁性地接合部分42-1和42-2中的相应芯以形成8字形线圈42的U形磁芯结构。线圈48包括具有第一芯和第一线绕组74的第一部分48-1和具有第二线绕组76的第二芯。磁性材料层88磁性地接合部分48-1和48-2中的相应芯以形成8字形线圈48的U形磁芯结构。在操作期间,线圈42由产生磁场B的电流驱动。由于线圈42中绕组的8字形布置,磁场B在线圈部分42-1中被向上驱动(沿图6的正Z方向),并且在线圈部分42-2中被向下驱动(沿图6的负Z方向)。因为线圈48与线圈42对准,所以磁场B在环路中流过线圈48和线圈42,如图6所示。具体地讲,磁场B在部分42-1和部分48-1中向上流动,并且水平地通过层88传送到部分48-2,向下穿过部分48-2和42-2,并且水平地通过层92传送回部分42-1。

[0057] 层88和92可以由铁氧体或其他磁性材料制成。对于一个例示性配置,层88和/或92由具有50-200微米、至少40微米、至少75微米、小于500微米、小于400微米、小于300微米、或其他合适厚度的厚度的磁性材料的晶箔制成。层88和/或92和/或形成线圈42和48的芯的磁性材料可以具有相对高的磁导率(例如,至少500、至少600、至少800、至少1000、至少1400、小于2000、或其他合适的值)和高磁饱和值(例如,饱和通量密度 B_{sat} 为1.0至1.2T、至少0.5T、至少0.8T、等等)。在一些布置中,层88和/或92可以由M个子层形成(其中M为至少2、至少4、5、小于8等)。具有碎裂结构的磁性材料层可以被用于帮助分解涡电流。在操作期间,磁场B振荡(因为信号44是交流信号)并且以无线方式将功率从设备12传送给设备24。与图6的配置存在高的磁性耦接,因此无线功率传送操作是有效的。

[0058] 在系统8的一些配置中,设备12具有线圈42的阵列。线圈42可以是螺线管(参见例如图5)或其他合适的线圈。在图7的布置中,线圈42具有矩形轮廓(例如,当从上方观察时,线圈42的占有面积是方形)。在图8的布置中,线圈42具有圆形形状。如果需要,可以使用其他线圈形状(例如,图9所示的三角形线圈、图10所示的六边形线圈、等)。这些线圈可以是螺线管或其他线圈。设备10中线圈42的侧向尺寸(例如,图8的最大宽度D)可以具有任何合适的值(例如,至少0.5cm、至少1cm、至少2cm、至少4cm、至少8cm、小于20cm、小于10cm、小于5cm、小于3cm、小于2.5cm、小于1.5cm、小于2cm、小于0.8cm、小于0.4cm、或其他合适的值)。

[0059] 在一个例示性构型中,线圈42的芯可以具有0.5-2cm的最大侧向尺寸。使用具有相对较小侧向尺寸的线圈可以帮助集中磁场以及提高无线充电效率(例如,通过避免磁场在传导性外壳结构中感生不希望的涡电流的情况等等)。如果需要,多个线圈42可以在此类线圈被单个较大线圈48重叠或者以其他方式处于其中这多个线圈42中的每一者良好地耦接到设备24的无线功率接收电路系统的配置中时被同相驱动(实际上产生较大的单线圈)。通常,线圈42的任何合适的图案可以被主动驱动以产生信号44,并且这些线圈可以被同相地或以任何合适集合的异相驱动信号来驱动。例如,至少2个、至少3个、至少4个、或其他合适

数量的线圈42的群集(例如,适合于相对小区域诸如直径约2-3cm的圆形等的群集)可以被同相驱动以对与群集中每个线圈42重叠的线圈48提供磁场。在另一例示性配置中,一个或多个相邻线圈可以被180°异相地驱动或者相对于一个或多个其他相邻线圈以其他合适的相位来驱动。

[0060] 为了帮助减少耦接效率低下,设备12和/或设备24中的线圈可以紧密地压挤。如图11所示,例如,相邻线圈之间的间隙G可以接近在形成线圈绕组中使用的线的直径D的两倍(例如,G可以为至少2D、至少2.1D、至少2.2D、至少2.5D、小于5D、小于4D、小于3D、小于2.5D、小于2.2D等)。在图11的示例中,芯86中的左手者已被第一组线84缠绕,并且与第一组线紧邻地,芯86中相邻的右手者已被第二组线84缠绕。芯86的侧壁表面(表面96)被分开相对小的间隙G以提高无线功率传送效率。G的值可以为例如100-600微米、至少25微米、至少50微米、至少200微米、小于2000微米、小于1000微米、或小于500微米(作为示例)。

[0061] 在形成线圈42和/或48中的磁芯结构中可以使用罐型芯。例如考虑图12的罐型芯线圈(例如,设备12中的线圈42和设备24中的线圈48)。如图12所示,线圈42具有芯86A,并且线圈48具有芯86B。芯86A和86B由磁性材料制成。凹陷诸如芯86A中的凹槽100A和芯86B的凹槽100B可以分别被配置为接纳绕组84A和84B。凹槽可以具有圆形轮廓或其他合适形状(矩形、六边形、三角形、方形等)的轮廓。例如,在沿方向102(例如,Z轴)观察时,凹槽100A可以是圆形凹槽,并且凹槽100B可以是圆形沟槽。凹槽100A和100B的圆形形状的使用可以允许设备24相对于设备14(围绕Z轴)旋转(例如,罐型芯凹槽的圆形形状可以提供角取向独立性)。在这种类型的配置中在系统8中所用的对准结构可以也表现出角独立性。例如,每个罐型线圈芯可以具有被圆形对准磁体80围绕的圆形周缘,或者可以围绕罐型芯线圈使用对准磁体80的集合,这些对准磁体80的集合允许设备24相对于设备12以多个不同的角取向放置,同时仍然确保线圈42和48的罐型芯令人满意地对准。

[0062] 根据一个实施方案,提供了一种便携式电子设备,所述便携式电子设备被配置为接收由无线功率发射设备发射的无线功率信号,便携式电子设备包括8字形线圈、和耦接到8字形线圈的整流器电路系统,8字形线圈具有带有逆时针线绕组的第一芯和带有顺时针线绕组的第二芯,8字形线圈被配置为接收无线功率信号,整流器电路系统被配置为由所接收的无线功率信号产生直流功率。

[0063] 根据另一实施方案,便携式电子设备包括被配置为将8字形线圈与无线功率发射设备中的对应无线功率发射线圈对准的对准结构。

[0064] 根据另一实施方案,对准结构包括至少一个磁体。

[0065] 根据另一实施方案,无线功率发射设备具有位于无线功率发射线圈的相对侧上的发射设备磁体,并且对准结构包括被配置为与发射设备磁体对准的一对接收设备磁体。

[0066] 根据另一实施方案,便携式电子设备包括被配置为接收无线功率信号的具有单环路线绕组的线圈。

[0067] 根据另一实施方案,便携式电子设备包括外壳、联接到外壳的显示器、和与显示器重叠的具有单环路线绕组的线圈。

[0068] 根据另一实施方案,具有单环路线绕组的线圈和8字形线圈与显示器的不同相应部分重叠。

[0069] 在另一实施方案,第一芯和第二芯与被配置为将磁场从第二芯引导到第一芯中的

磁性材料层重叠。

[0070] 根据另一实施方案,磁性材料层具有50微米至300微米的厚度。

[0071] 根据另一实施方案,无线功率发射设备具有带有第一数量的线匝的发射线圈,8字形线圈在第一线圈上具有第二数量的线匝,并且第二数量的线匝比第一数量的线匝多。

[0072] 根据一个实施方案,提供了一种被配置为将无线功率发射给功率接收设备的功率发射设备,其包括无线功率发射电路系统 and 控制电路系统,无线功率发射电路系统包括具有罐型芯和线绕组的线圈,罐型芯具有带有凹槽的磁性材料,并且线绕组位于凹槽中,控制电路系统被配置为利用无线功率发射电路系统将无线功率发射给功率接收设备。

[0073] 根据另一实施方案,无线功率发射电路系统包括耦接到线绕组的逆变器。

[0074] 根据另一实施方案,功率发射设备包括被配置为与功率接收设备中的对应对准磁体配合的至少一个对准磁体。

[0075] 根据另一实施方案,凹槽为圆形凹槽。

[0076] 根据一个实施方案,提供了一种无线功率发射设备,其包括无线功率发射电路系统 and 控制电路系统,无线功率发射电路系统包括螺线管阵列,每个螺线管具有被多匝线围绕的磁性材料柱,控制电路系统被配置为利用无线功率发射电路系统将无线功率发射给功率接收设备。

[0077] 根据另一实施方案,线具有线直径,柱通过间隙彼此分开,并且每个间隙为线直径的2至4倍。

[0078] 根据另一实施方案,柱具有方形轮廓。

[0079] 根据另一实施方案,柱包括选自三角形轮廓和六边形轮廓的轮廓。

[0080] 根据另一实施方案,螺线管阵列被充电表面重叠,每个柱的特征在于沿充电表面延伸的最大侧向尺寸,并且最大侧向尺寸小于1.5cm。

[0081] 根据另一实施方案,柱各自具有高度,柱各自具有垂直于高度的最大侧向尺寸,并且柱具有至少0.2的高度和最大侧向尺寸之比。

[0082] 前述内容仅为例示性的并且可对所述实施方案作出各种修改。前述实施方案可独立实施或可以任意组合实施。

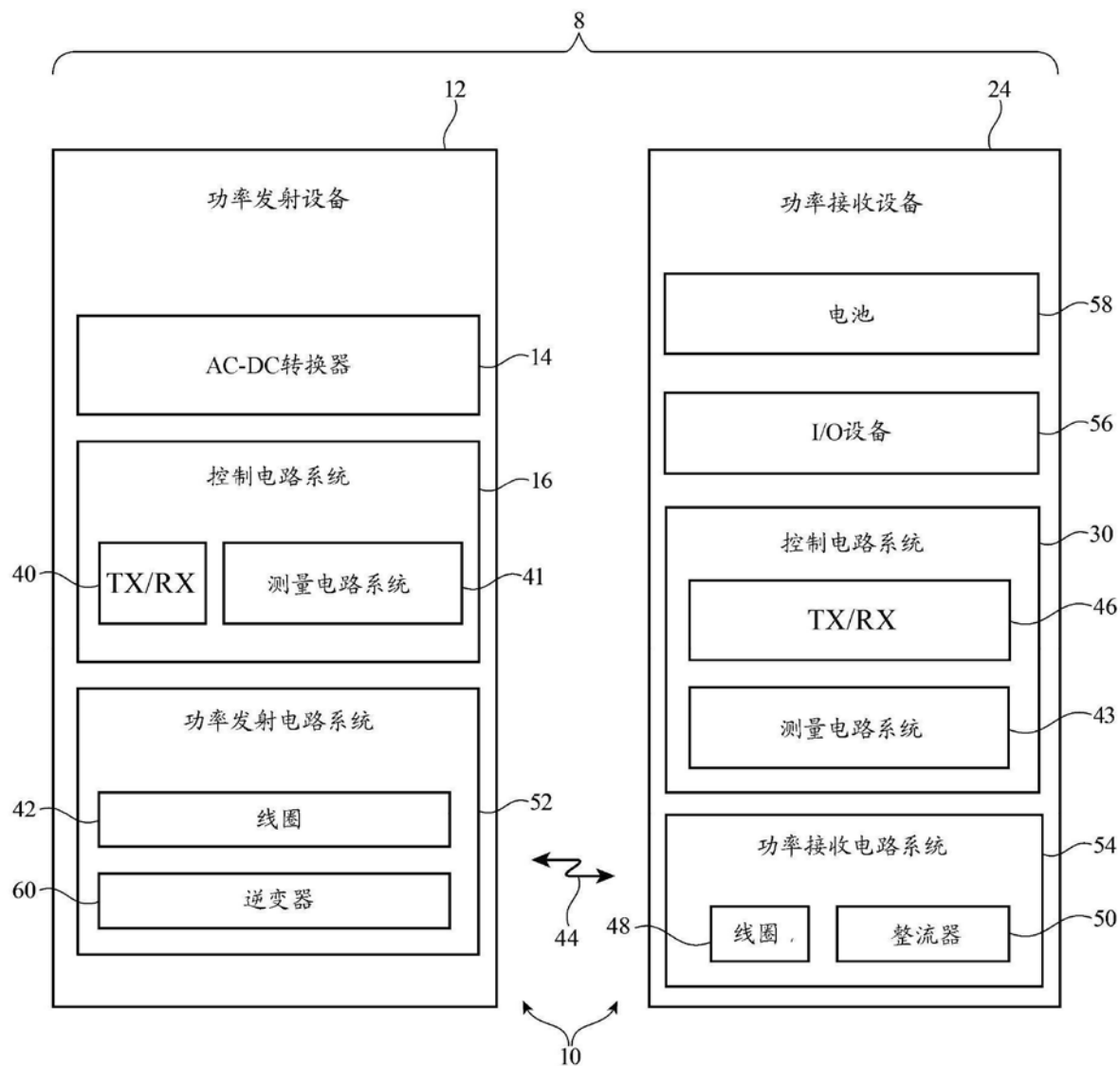


图1

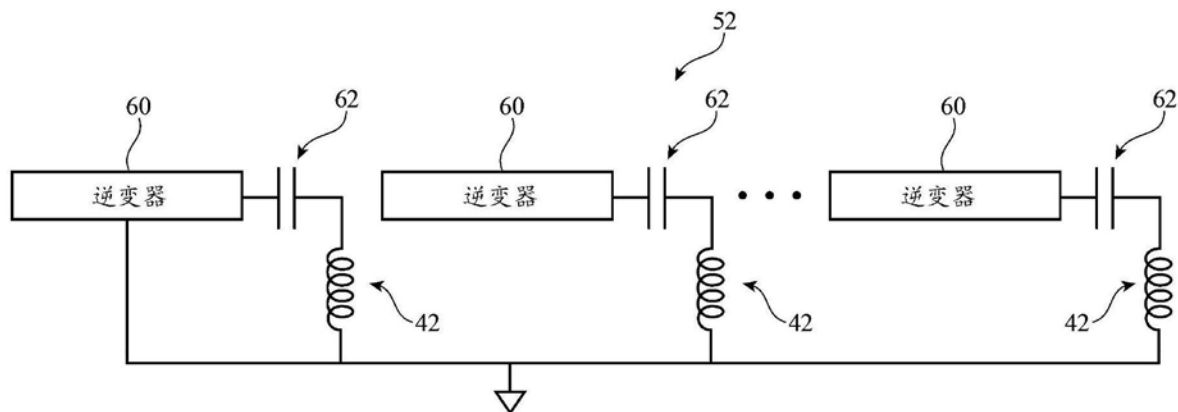


图2

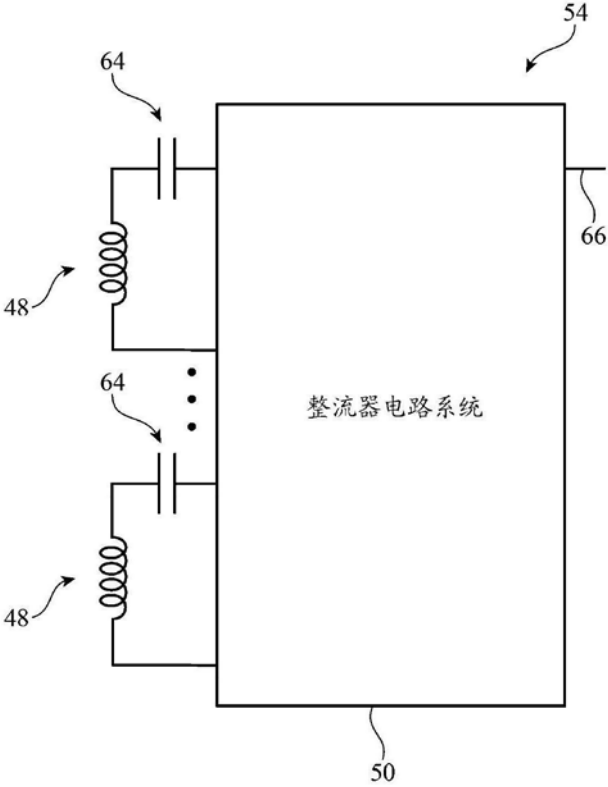


图3

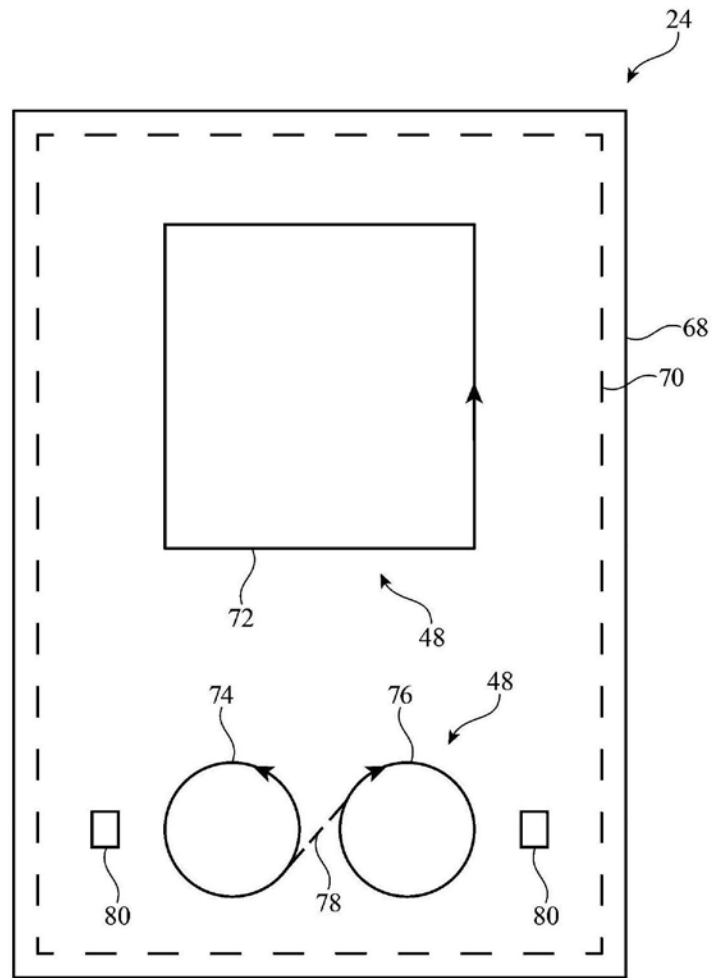


图4A

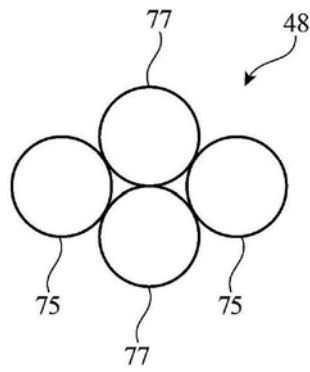


图4B

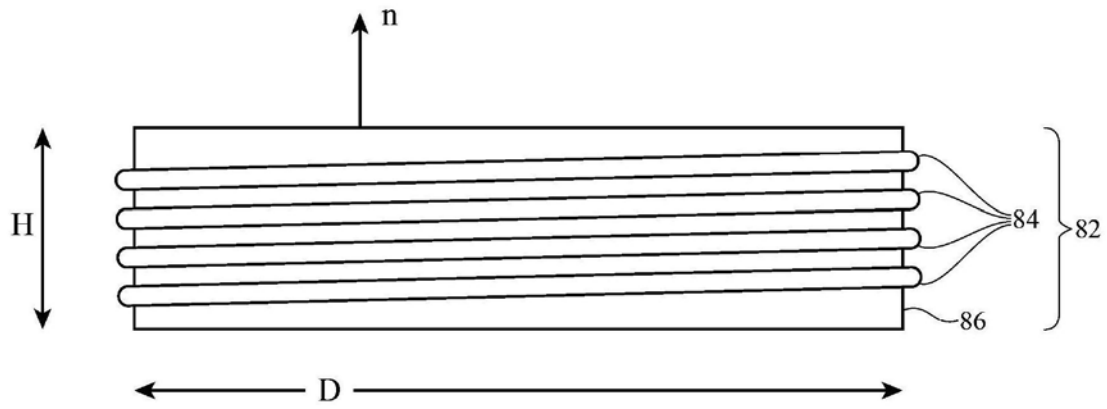


图5

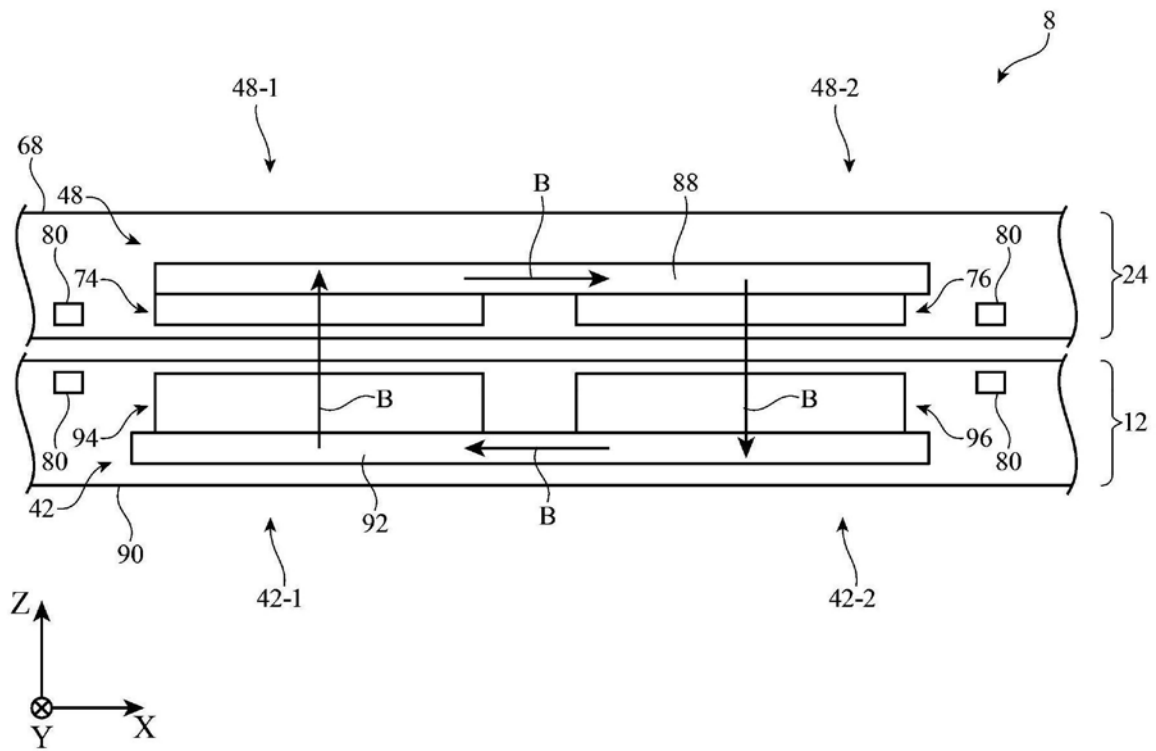


图6

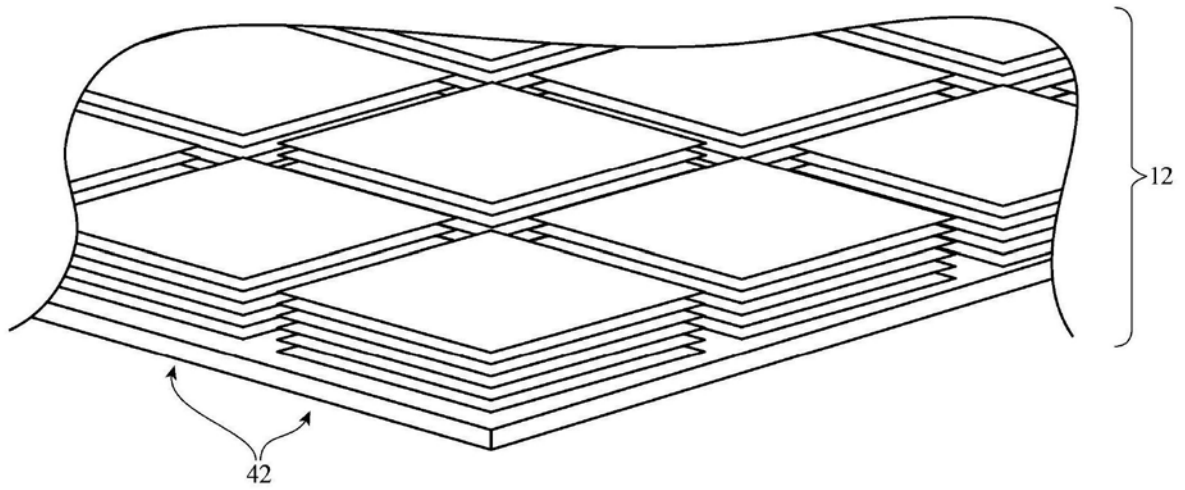


图7

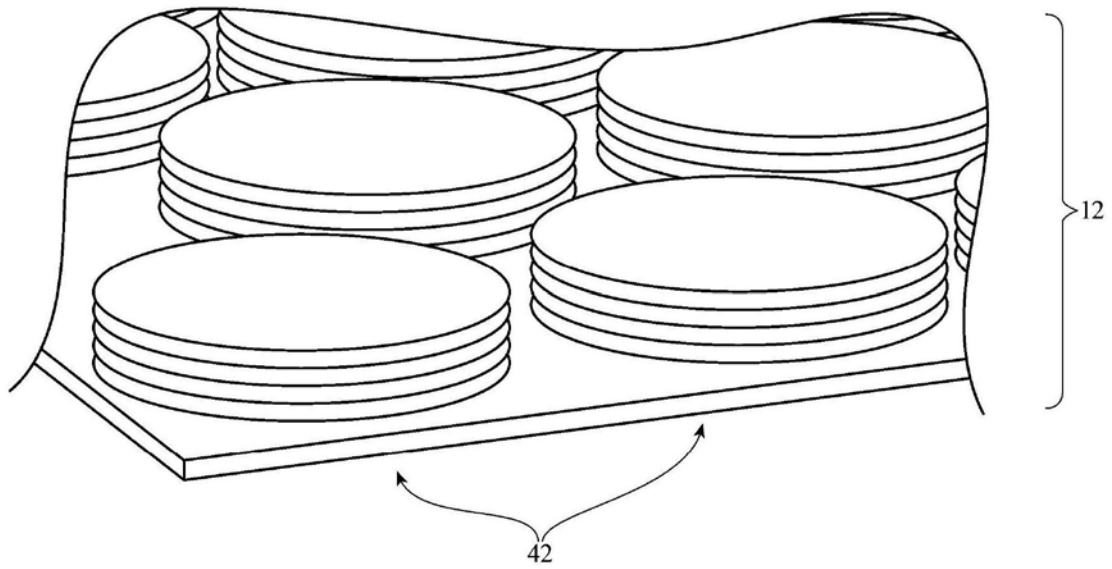


图8

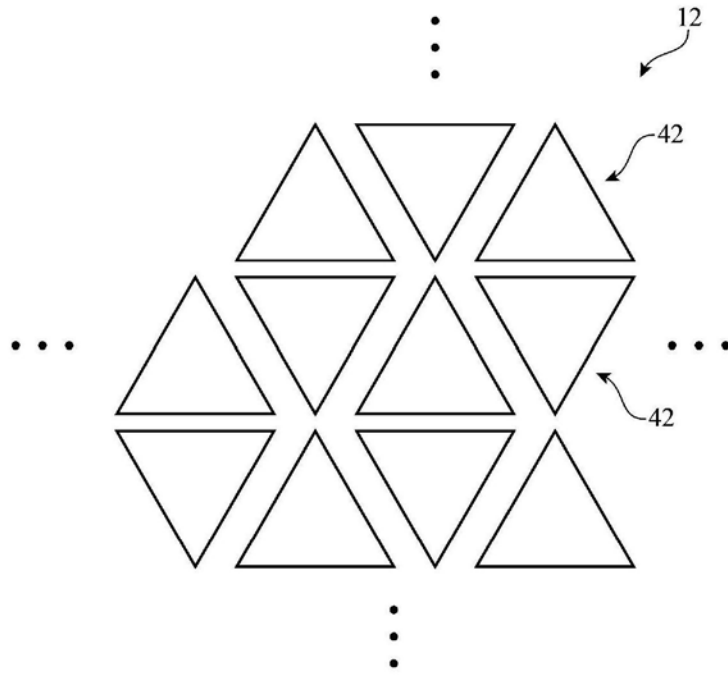


图9

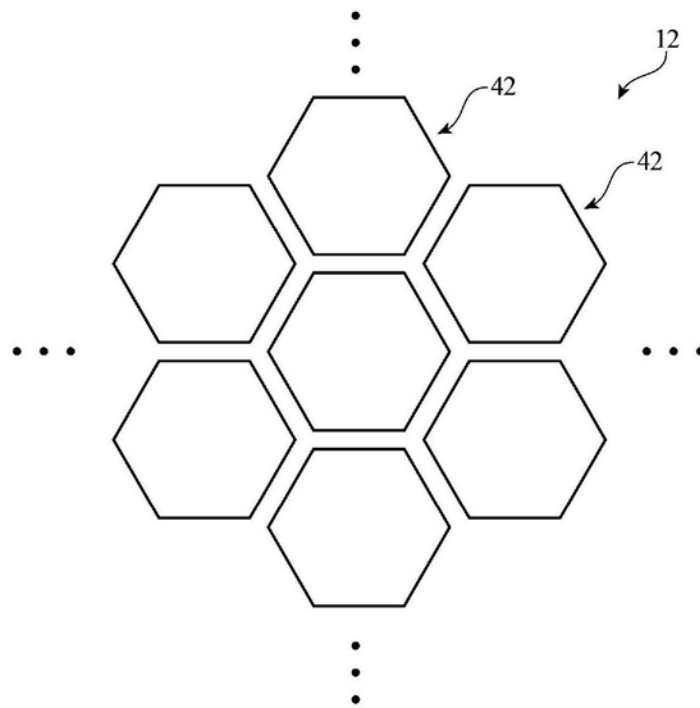


图10

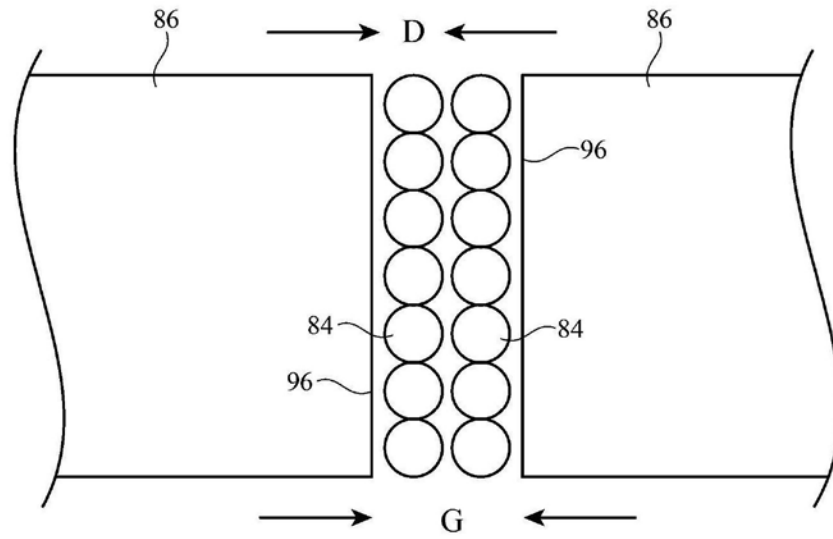


图11

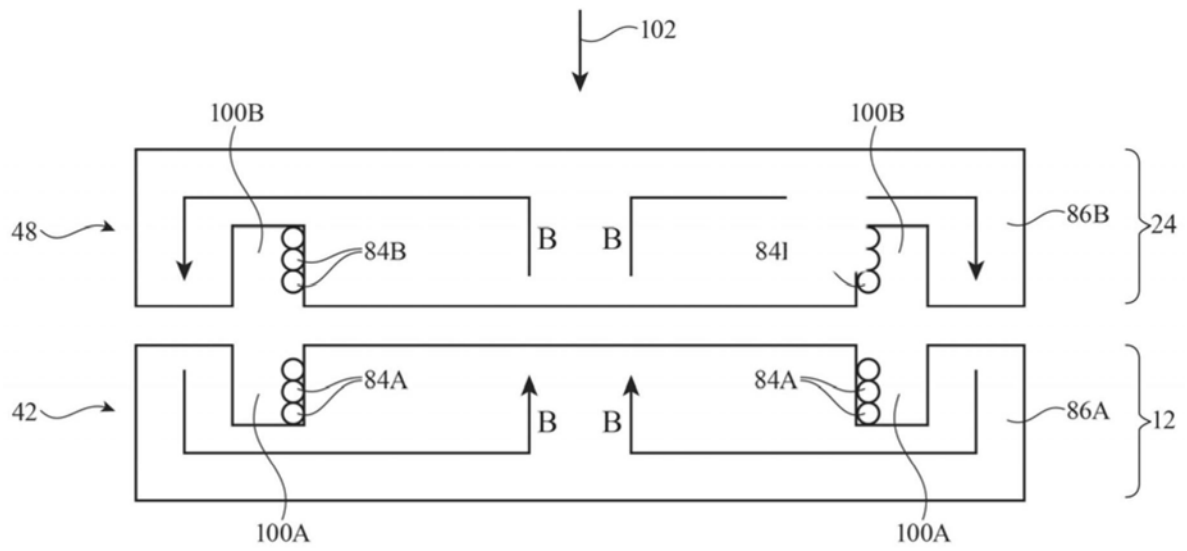


图12