



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115428294 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 02

(21) 申请号 202180029190.8

(22) 申请日 2021.03.29

(30) 优先权数据

FR2003118 2020.03.30 FR

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2022.10.17

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2021/058087 2021.03.29

(87) PCT国际申请的公布数据

WO2021/198140 FR 2021.10.07

(71) 申请人 TESC创新公司

地址 法国布吕马

(72) 发明人 S·瓦努德

(74) 专利代理机构 北京纪凯知识产权代理有限公司 11245

专利代理师 徐东升

(51) Int.Cl.

H02J 7/02 (2016.01)

H02M 3/156 (2006.01)

H02M 3/28 (2006.01)

H02J 50/12 (2016.01)

H02M 3/338 (2006.01)

H02M 1/00 (2007.01)

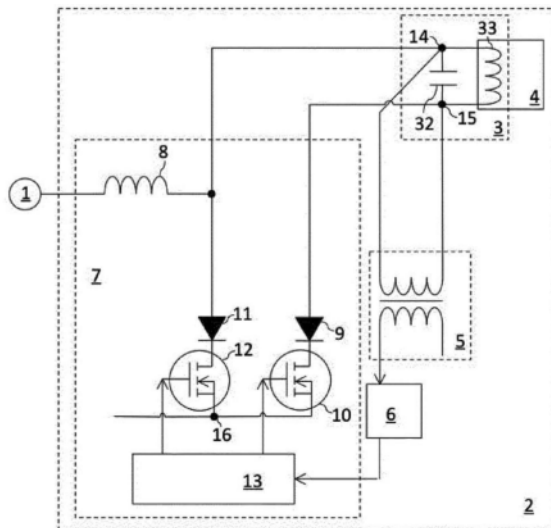
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54) 发明名称

磁共振充电系统

(57) 摘要

本发明涉及一种磁共振充电系统,其包括电压源(1)和逆变器(2),所述逆变器(2)包括并联LC逆变器共振电路(3)和至少一个充电板(4),其特征在于,所述逆变器共振电路(3)包括与所述至少一个充电板(4)的初级绕组(33)并联连接的电容器(32),并且所述逆变器(2)进一步包括:-测量构件(5),其用于测量所述逆变器共振电路(3)的端子处的瞬时电压;-移相器(6),其连接到所述测量构件(5);-激励构件(7),其连接到所述移相器(6),能够在由所述测量构件(5)观测的每个循环期间将源于所述电压源(1)的能量注入到所述逆变器共振电路(3)中,其中相移由所述移相器(6)指示。本发明还涉及一种操作根据本发明的充电系统的方法。



1. 一种磁共振充电系统,其包括电压源(1)和逆变器(2),所述逆变器(2)包括并联LC逆变器共振电路(3)和至少一个充电板(4),其特征在于,所述逆变器共振电路(3)包括并联连接到所述至少一个充电板(4)的初级绕组(33)的电容器(32),并且所述逆变器(2)进一步包括:

-测量构件(5),其用于测量跨所述逆变器共振电路(3)的瞬时电压,

-移相器(6),其连接到所述测量构件(5),

-激励构件(7),其连接到所述移相器(6),能够在由所述测量构件(5)观测的每个循环时将来自所述电压源(1)的能量注入到所述逆变器共振电路(3)中,其中相移由所述移相器(6)指示,所述相移是相对于跨所述逆变器共振电路(3)测量的所述电压的零交叉的时间延迟或提前。

2. 根据前一权利要求所述的充电系统,其中所述激励构件包括:

-槽电感器(8),其连接在所述电压源(1)和所述逆变器共振电路(3)的第一端子(14)之间,

-充电二极管(9),其阳极连接到所述逆变器共振电路(3)的第二端子(15),

-充电晶体管(10),其漏极连接到所述充电二极管(9)的阴极,源极连接到输出端子(16),并且栅极连接到驱动构件(13),

-放电二极管(11),其阳极连接到所述逆变器共振电路(3)的所述第一端子(14),

-放电晶体管(12),其漏极连接到所述放电二极管(11)的阴极,源极连接到输出端子(16),并且栅极连接到所述驱动构件(13),

-所述驱动构件(13)连接到所述移相器(6),并且能够在由所述测量构件(6)观测的每个循环期间,将所述充电晶体管(10)设置为截止模式并将所述放电晶体管(12)设置为饱和模式,接着将所述充电晶体管(10)设置为饱和模式并将所述放电晶体管(12)设置为截止模式,其中相移由所述移相器(6)指示。

3. 根据前一权利要求所述的充电系统,其中所述电压源(1)以20KHz和200KHz之间的频率递送在0V和可调整的最大电压之间变化的电压,例如在24V和600V之间。

4. 根据前述权利要求中任一项所述的充电系统,其中所述测量构件(5)包括变压器。

5. 根据前述权利要求中任一项所述的充电系统,其中所述初级绕组(33)包括至少两个电线(17a、17b),所述至少两个电线并联连接且在其长度的至少50%上彼此隔开至少1mm。

6. 根据前述权利要求中任一项所述的充电系统,其中所述电压源(1)由电源(18)生成,所述电源能够将例如处于220V的电压和50Hz的频率的AC源(19)转换为电压源(1),所述电压源递送在0V和可调整的最大电压之间变化的电压,例如在24V和600V之间。

7. 根据前一权利要求所述的充电系统,其中所述逆变器(2)包括微控制器,所述微控制器能够与所述电源(18)通信并给出用于启动或停止所述逆变器(2)的命令。

8. 根据权利要求6至7中任一项所述的充电系统,其包括充电控制器(27),所述充电控制器能够与所述电源(18)通信并向其发送充电电流请求。

9. 根据权利要求6至8中任一项所述的充电系统,其中所述电源(18)包括滤波电容器(25),所述滤波电容器具有例如在0.1 μ F和10 μ F之间的电容,从而允许在所述电压源(1)中产生处于所述AC源(19)的所述频率的两倍的功率振荡。

10. 一种使用包括至少两个逆变器(2)的根据前一权利要求所述的充电系统的方法,其

包括以下步骤：

- 用电力(18)给第一逆变器(2)供电，
- 对由所述电源(18)给第二逆变器(2)的所述供电进行排序，
- 计算所述第一逆变器(2)处的功率，
- 当所述功率经历例如小于 $0.1 \times$ 所述功率的最大值的低值时，开始给所述第二逆变器(2)供电。

磁共振充电系统

[0001] 本发明属于电力存储的领域。本发明涉及一种用于通过磁共振对蓄电池、可再充电电池或电池进行充电的系统。

[0002] 被设计成通过磁共振来传输能量的现有系统通常包括初级共振电路,其能够将磁流传输到次级共振电路。初级共振电路由电感器和电容器组成,电感器和电容器可串联或并联连接。这被称为串联或并联LC电路。

[0003] 串联LC电路常常用于例如对例如自行车、小型摩托车或汽车的电动车辆进行磁共振充电。包括串联LC共振电路的充电系统具有制造简单且因此廉价的优点。实际上,跨LC串联电路的电气负载对其共振频率没有影响。因此足够的是向串联LC电路供应处于相同频率的正弦电压源以使其工作。然而,LC串联电路具有许多缺点。其使高电压出现在线圈和电容器处,这造成了设计问题。另外,串联LC系统在共振电路中在约60A至80A的恒定RMS电流下操作,这产生了更多损失。在温度变化大的情况下,串联LC电路的共振频率可开始变化,从而引起相对于电压源的频移且因此引起效率损失。这对于必须在冬季和夏季时操作的室外系统特别成问题。最后,串联LC电路需要次级共振电路上的充电调节器以捕获恒定磁流,这增加了复杂性和成本。

[0004] 另一方面,由于许多阻碍,并联LC电路通常不用于磁共振充电。并联共振电路必须由电流源供电,这复杂且昂贵。另外,跨并联LC电路的电荷影响其共振频率,从而使具有此类LC电路的充电系统的设计和制造更复杂且昂贵。最后,并联LC共振电路一次可仅给一个次级共振电路供电。

[0005] 本发明的目标是提供一种具有改进性能的低成本磁共振充电系统。

[0006] 本发明的目标是通过提供自振荡并联LC初级共振电路充电系统来符合以上目标的至少部分。为此目的,本发明提出一种磁共振充电系统,其包括电压源(1)和逆变器(2),所述逆变器(2)包括并联LC逆变器共振电路(3)和至少一个充电板(4),其特征在于,所述逆变器共振电路(3)包括并联连接到所述至少一个充电板(4)的初级绕组(33)的电容器(32),并且所述逆变器进一步包括:

[0007] -测量构件,其用于测量跨所述逆变器共振电路的瞬时电压,

[0008] -移相器,其连接到所述测量构件,

[0009] -激励构件,其连接到所述移相器,能够在由所述测量构件观测的每个循环期间将来自所述电压源的能量注入到所述逆变器共振电路中,其中相移由所述移相器指示。

[0010] 归功于这些布置,共振电路可以其自然频率自动地共振,其为自振荡电路。这改进了充电系统的效率。

[0011] 根据其它特征:

[0012] -所述激励构件可包括:

[0013] -槽电感器,其连接在所述电压源和所述逆变器共振电路的第一端子之间,

[0014] -充电二极管,其阳极连接到所述逆变器共振电路的第二端子,

[0015] -充电晶体管,其漏极连接到所述充电二极管的阴极,源极连接到输出端子,并且栅极连接到驱动构件,

- [0016] -放电二极管,其阳极连接到所述逆变器共振电路的所述第一端子,
- [0017] -放电晶体管,其漏极连接到所述放电二极管的阴极,源极连接到输出端子,并且栅极连接到所述驱动构件,
- [0018] -所述驱动构件连接到所述移相器,并且能够在由所述测量构件观测的每个循环期间,将所述充电晶体管设置为截止模式并将所述放电晶体管设置为饱和模式,接着将所述充电晶体管设置为饱和模式并将所述放电晶体管设置为截止模式,其中相移由所述移相器指示,
- [0019] 其为本发明的简单、廉价且高效的实施例,
- [0020] -所述电压源可以20kHz和200kHz之间的频率递送在0V和可调整的最大电压之间变化的电压,例如在24V和600V之间,这使得有可能给大多数类型的电池、可再充电电池和蓄电池供电,
- [0021] -所述测量构件可包括变压器,其为简单、廉价且高效的实施例,
- [0022] -所述初级绕组可包括至少两个电线,所述至少两个电线并联连接且在其长度的至少50%上彼此隔开至少1mm,这使得有可能获得类似于横截面大得多的单个电缆的效率;这因此是简单、廉价且高效的实施例,
- [0023] -所述电压源可由电源生成,所述电源能够将例如处于220V的电压和50Hz的频率的交流电源转换为电压源,所述电压源递送在0V和可调整的最大电压之间变化的电压,例如在24V和600V之间,这允许例如使用家用配电网络,
- [0024] -所述电源可包括滤波电容器,所述滤波电容器具有例如在0.1 μ F和10 μ F之间的电容,从而使得有可能在所述电压源中产生处于所述交流电源的所述频率的两倍的功率振荡,这使得有可能从同一个电源给若干逆变器供电,第二逆变器的启动能够在第一逆变器的充电期间在低功率下通过时实行,
- [0025] -所述逆变器可包括微控制器,所述微控制器能够与所述电源通信并给出用于启动或停止所述逆变器的命令,这为本发明的简单且有效的实施例,
- [0026] -根据本发明的充电系统可包括充电调节器,所述充电调节器能够与所述电源通信并向其发送充电电流请求,这使得有可能优化由所述电源发送到要充电的电池、蓄电池或可再充电电池的功率。
- [0027] 本发明还涉及一种操作根据本发明的充电系统的方法,其包括以下步骤:
- [0028] -用所述电源给第一逆变器2供电,
- [0029] -对由所述电源第二逆变器2的所述供电进行排序,
- [0030] -计算所述第一逆变器2处的功率,
- [0031] -当所述功率经历例如小于 $0.1 \times$ 所述功率的最大值的低值时,开始给所述第二逆变器供电。
- [0032] 归功于这些规定,单个电源可给若干逆变器供电,第二逆变器的启动能够在第一逆变器的充电期间在低功率下通过时实行,这使得有可能在满功率时启动所述逆变器,同时避免破坏所述第二逆变器的组件的风险。
- [0033] 参看附图从下文的详细描述中将更好地理解本发明,在附图中:
- [0034] [图1]是根据本发明的充电系统的优选实施例的示意图。
- [0035] [图2]是根据本发明的充电系统的逆变器的共振电路绕组的优选实施例的示意

图。

[0036] [图3]是根据本发明的充电系统的电源的优选实施例的示意图。

[0037] [图4]是根据本发明的充电系统的充电调节器的优选实施例的示意图。

[0038] 根据本发明的充电系统,其优选实施例展示在图1中,包括电压源1和逆变器2,所述逆变器包括并联LC逆变器共振电路3,所述并联LC逆变器共振电路包括至少一个充电板4。充电板4包括初级绕组33,其能够生成用于将能量传送到例如位于可移动物体上的电池的磁场。初级绕组33并联连接到电容器32以形成所述逆变器共振电路3。

[0039] 可使用若干充电板4,每个充电板包括与电容器32并联连接的初级绕组33。

[0040] 电压源1递送正电压,所述正电压可在0V和最大电压值之间振荡,例如在24V和600V之间。最大电压值取决于充电系统的输出处的功率请求。

[0041] 逆变器2包含用于测量跨电容器32的瞬时电压的测量构件5。此测量构件优选地是变压器。

[0042] 由测量构件5测量的信号被发送到移相器6,所述移相器在将相移发送到激励构件7之前引入相移。相移是相对于跨逆变器共振电路3测量的电压的零交叉的时间延迟或提前。激励构件7适于在由测量构件5观测的每个循环时将来自电压源1的能量注入到逆变器共振电路3中,其中相移由移相器6指示。

[0043] 激励构件7因此能够在由测量构件5测量的信号的频率下将能量注入到逆变器共振电路3中。逆变器共振电路3因此以其自然频率被自动地激励。不存在频率强制,这改进了充电系统的效率。

[0044] 相移使得有可能限制或甚至吸收逆变器中的电流峰值,且因此避免对其组件(尤其是任何晶体管)的毁坏。这些电流峰值出现在能量突然注入到电路中时并造成电压峰值,如果这些电压峰值没有减弱,则会造成某些组件(尤其是任选的晶体管)的破坏的风险。此外,相移允许吸收由逆变器和充电板的共振电路之间的电缆的长度引入的电感,这允许给放置在距逆变器的极大距离处的充电板中的共振电路馈电。

[0045] 在本发明的优选实施例中,驱动构件7包括槽电感器8、充电二极管9、充电晶体管10、放电二极管11、放电晶体管12和用于二极管9、11的驱动构件13,它们如下文所描述而布置:

[0046] 槽电感器8连接在电压源和逆变器共振电路3的第一端子14之间。槽电感器8具有相对小的值,例如在500 μ H和3mH之间。槽电感器8的值取决于充电装置将被操作时的功率而变化。如果电感值过低,则逆变器将关断并且破坏的风险将增加,而如果电感值过高,则跨逆变器的电压降将过高。

[0047] 充电二极管9的阳极连接到逆变器共振电路3的第二端子15,并且其阴极连接到充电晶体管10的漏极。充电晶体管10的源极连接到输出端子16,而其栅极连接到驱动构件13。

[0048] 放电二极管11的阳极连接到逆变器共振电路3的第一端子14,并且其阴极连接到放电晶体管12的漏极。放电晶体管12的源极连接到输出端子16,而其栅极连接到驱动构件13。

[0049] 基于来自移相器6的此相移测量信号,驱动构件13逐次地将充电晶体管10驱动为截止模式并将放电晶体管12驱动为饱和模式,接着将充电晶体管10驱动为饱和模式并将放电晶体管12驱动为截止模式。

[0050] 当充电晶体管10处于截止模式且放电晶体管12处于饱和模式时,能量累积在槽电感器8中。接着,当充电晶体管10处于饱和模式且放电晶体管12处于截止模式时,累积的能量释放到逆变器共振电路3中。槽电感器8用于将电压源1变换为电流源。

[0051] 充电晶体管10和放电晶体管12优选地是绝缘栅场效应晶体管(MOSFET)或绝缘栅双极晶体管(IGBT)型晶体管。

[0052] 在此实施例中,可根据包括以下步骤的方法启动逆变器:

[0053] -请求启动逆变器,

[0054] -将放电晶体管设置为截止模式,而将充电晶体管设置为饱和模式,

[0055] -将小电流发送到逆变器共振电路3并且小电流起始振荡,

[0056] -由测量构件5读取逆变器共振电路3的共振频率,并且如果此参数和可能存在的其它参数正确,则在逆变器中释放满功率。

[0057] 驱动构件7可以与上文所描述和图1中所示出的方式不同的方式来实现。举例来说,驱动构件7可包括四个晶体管和四个二极管,这使得有可能不仅在充电期间而且在放电期间将能量注入到逆变器共振电路3中。

[0058] 逆变器共振电路3由与电容器并联卷绕以形成并联RLC电路的电感器组成。

[0059] 在本发明的优选实施例中,其实例展示在图2中,初级绕组33由具有并联连接的两个电线17(例如利兹(Litz)电线)的结构实现。在图2中展示了两个电线17a、17b。电线17在其长度的至少50%上彼此隔开,这使得有可能获得与具有较大横截面的扁平电缆相同的磁通量密度,尤其是横截面将包围隔开的电线17的扁平电缆。间隔优选地为至少1mm。这允许减小板4的电感的总值(使两个电感器并联),且因此减小在初级绕组33中流动的电流。因此以显著较少的电缆质量获得相同效率,因此减少了成本。优选地,电线17在每个绕组匝之后或在某一数目个绕组匝之后交叉,使得其具有相同的总长度,且因此具有相同的电感和电阻值。如此形成的电路因此是平衡的。在两个电线17恒定地彼此隔开达优选地为恒定距离的意义上,即使当所述两个电线交叉时,所述两个电线也始终并联。

[0060] 电压源1可由图3中所展示的来源18生成,所述来源适合于从交流电源19生成电压源1。来源18可因此直接连接到AC网络,例如220V/50Hz,并递送逆变器2的适当操作所需的电压源1。尤其是,来源能够生成关于充电系统的输出处所需的功率的所需功率包络。

[0061] 来源18可在输入处包括EMC滤波器20,从而允许对下游诱发的干扰进行滤波且因此不干扰电气网络。

[0062] 来源18还可在输入处或必要时在EMC滤波器20的输出处包含变压器21。变压器21允许修改强度和电流值。其允许实现级22在输出1上的电流隔离。因此,逆变器2的接地参考是地面。

[0063] 来源可包含位于变压器输入之前的斩波模块22。斩波器模块22允许电流的频率例如从输入处的50Hz的频率升高到输出处的20KHz和200KHz之间的频率。如果变压器21是高频变压器,则频率升高是为了给所述变压器供电所必要的。优选使用高频变压器,因为此类变压器的尺寸小。

[0064] 斩波器模块22可由二极管整流器23组成,斩波器24连接到所述二极管整流器的输出。斩波器24允许根据充电系统的需要来调整电流的功率。在本发明的优选实施例中,滤波电容器25布置在二极管整流器23和斩波器24之间。滤波电容器的电容可在0.1 μ F和10 μ F之

间,且通常可为几 μF 。此类相对低的滤波允许在功率传送期间获得对此功率的“纹波”效应,即在网络的频率的两倍下出现振荡。由于此振荡,传送到逆变器2的功率经历最小值。这在充电系统使若干逆变器2连接到单个电源18时具有优点。当电源18将功率传送到第一逆变器2时,如果启动第二逆变器2,则有可能在允许第二逆变器启动之前等待电源18内的功率最小值通过。因此,可在没有损坏组件的功率峰值的风险的情况下在满功率下启动第二逆变器2。

[0065] 最后,电源可包含整流器26,其能够将变压器的输出处的交流电转换为电压在0V和可调整的最大值之间变化的电流,例如在24V和600V之间,以获得电压源1。

[0066] 逆变器2可包括能够基于以下数据给出用于启动和停止逆变器2的命令的微控制器:由测量构件5检索的逆变器共振电路3的操作频率;例如在逆变器共振电路3的第一端子14处和在输出端子16处检索的电压和电流的值。微控制器还可能与电源18通信,使得如果电源18已经给另一逆变器2供电,则当在低功率下通过时,微控制器立即授权启动逆变器2。为此,逆变器2的微控制器还可根据逆变器2中采取的若干测量来计算功率。这些测量可包含逆变器共振电路回路3中的电流和电压、电压源1的输出处的电流和电压,以及逆变器2中的电压零交叉次数。

[0067] 电源18还可包含能够基于以下数据而将接通和关断命令发出到电源18的微控制器:功率组件的温度;斩波器模块和整流器中的电压和电流的值。

[0068] 根据本发明的充电系统可包含充电调节器27,其实例示出在图4中。充电控制器使得有可能将由充电板4生成的磁能转换为电信号,所述电信号可用以对充电器28(例如电池、蓄电池或可再充电电池)进行充电/再充电。

[0069] 充电调节器27包含在频率上与充电板4的初级共振电路调谐的次级共振电路29。如果充电器28是需要恒定电流充电的电池,则次级共振电路29优选地是串联LC电路。如果充电器是AC/DC转换器,例如要连接到220V AC网络的电池充电器,则次级共振电路优选地是并联LC电路,以便在充电调节器的输出处获得大DC电压。

[0070] 在次级共振电路29的输出处,充电调节器包括整流器和滤波模块30,从而允许将来自次级共振电路29的电流变换为适合于对充电器28进行充电的直流电。

[0071] 在低功率(例如低于50V的充电电压)的情况下,在电流被发送到充电器28之前,优选地在整流器和滤波模块30的输出处添加降压式(BUCK)转换器31。降压式转换器允许电流的电压降低到充电器28所需的值。

[0072] 充电调节器27可包含能够与电源18通信的微控制器。因此,充电调节器27可将针对充电器28的充电电流请求直接发送到电源18,这将试图满足所述请求。

[0073] 在电源18包括滤波电容器25,从而使得有可能使由电源18生成的功率以电流源19的两倍的频率振荡的情况下,振荡处于例如100Hz的频率,充电器28的充电可在以网络频率重复的两个阶段中发生:充电阶段,此时由电源18递送的电压高于跨充电器28的电压;接着是弛豫阶段,此时由电源18递送的电压低于跨负载28的电压。因此,与常规充电系统相反,电源18并不发送充电调节器27可弃置的连续功率,而是仅发送由负载28所请求的必要功率。因此优化了充电系统的总效率。

[0074] 根据本发明的充电系统可用于包括以下步骤的充电方法中:

[0075] -用电源18给第一逆变器2供电,

[0076] -对由电源18给第二逆变器2的供电进行排序,

[0077] -计算第一逆变器2处的功率,

[0078] -当所述功率经历例如小于 $0.1 \times$ 所述功率的最大值的低值时,开始给第二逆变器2供电。

[0079] 尽管以上描述是基于特定实施例的,但其决不限本发明的范围,并且可进行修改,尤其是通过替换技术等同物或通过上文所开发的一些或全部特征的不同组合。

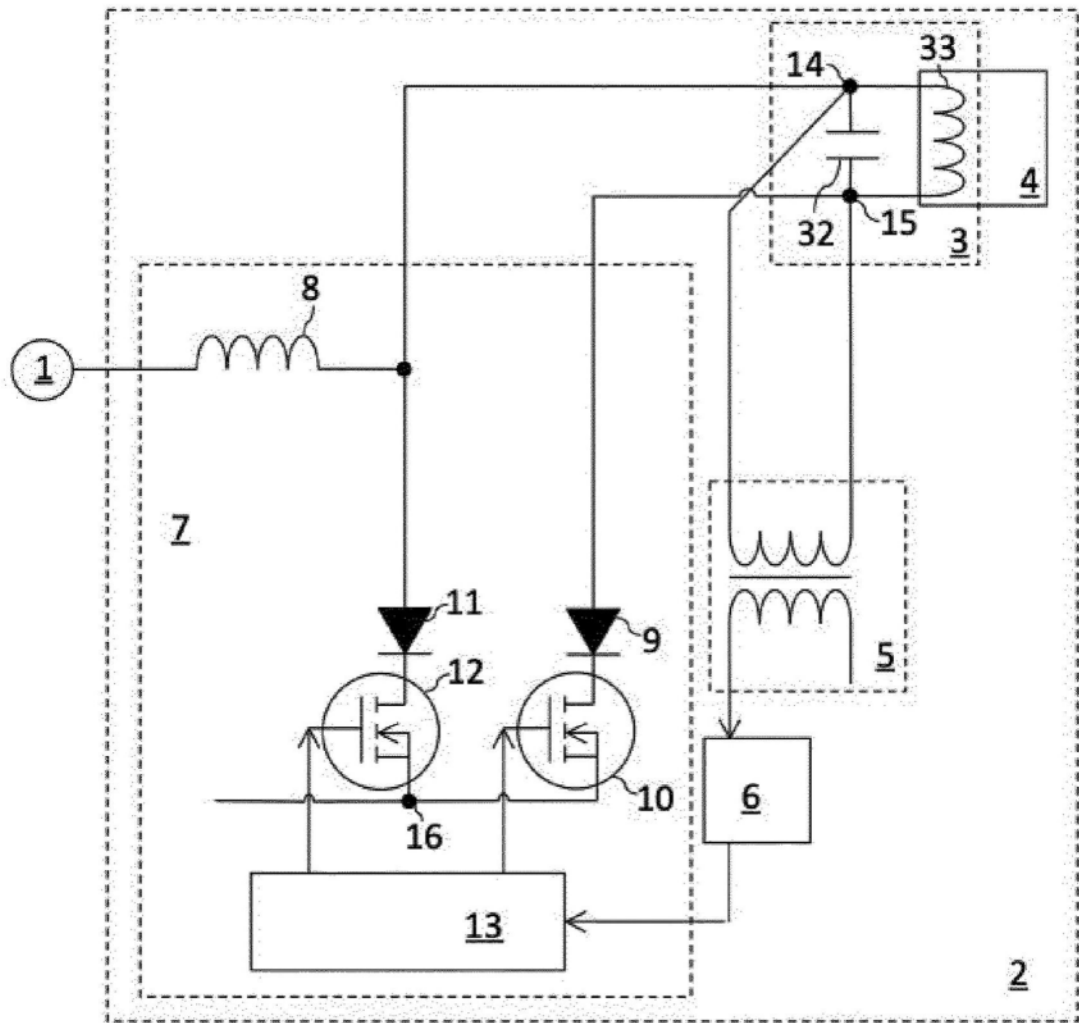


图1

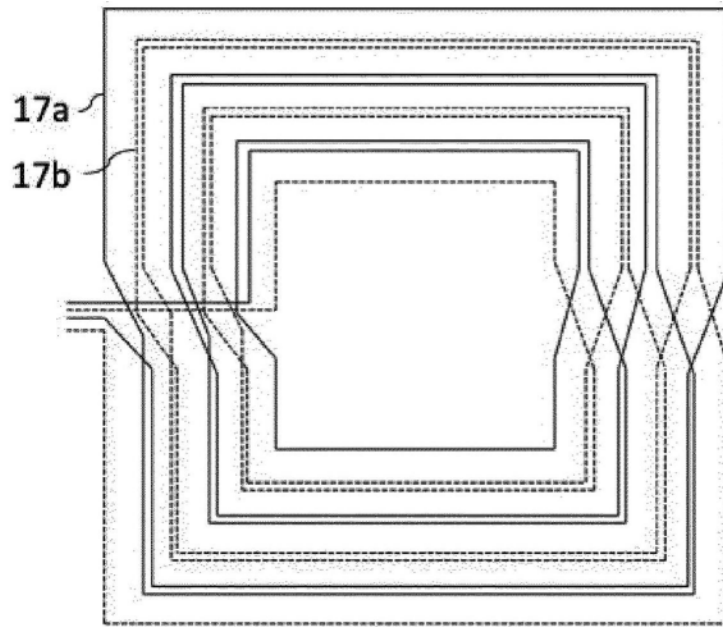


图2

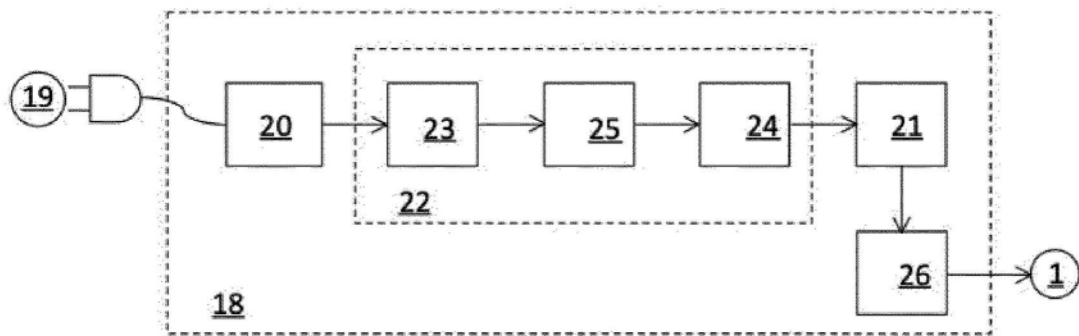


图3

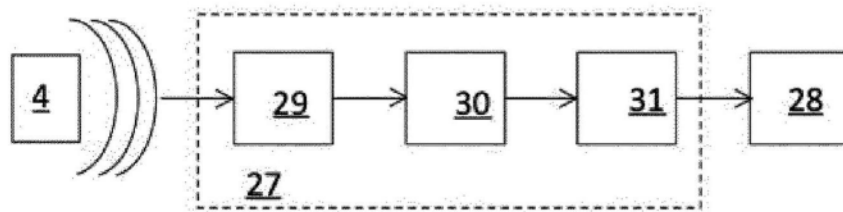


图4