



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107959357 A

(43)申请公布日 2018.04.24

(21)申请号 201711224616.7

(22)申请日 2017.11.29

(71)申请人 歌尔科技有限公司

地址 266104 山东省青岛市崂山区北宅街道投资服务中心308室

(72)发明人 于云涛

(74)专利代理机构 北京市隆安律师事务所  
11323

代理人 权鲜枝 吴昊

(51) Int. Cl.

H02J 50/12(2016.01)

H02J 7/02(2016.01)

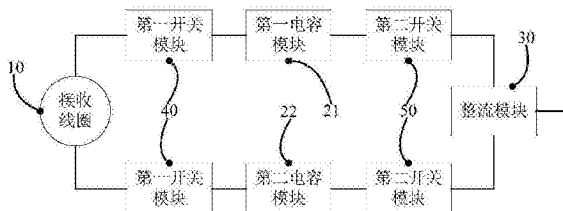
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

一种无线充电接收电路、频率调整方法和智能设备

(57)摘要

本发明公开了一种无线充电接收电路、频率调整方法和智能设备。该电路包括接收线圈、包括至少一个可调电容和至少一个固定电容的电容模块以及整流模块;接收线圈接收输入交流信号,电容模块调整交流信号的频率至预设频率或范围,交流信号经过所述整流模块输出为直流信号;接收线圈、电容模块和整流模块依次串联连接。本发明通过调节电容模块中固定电容和可调电容的电容值大小,从而改变电路的谐振频率,使得电路可以在预定频率或预定频率范围内工作,从而与无线充电发射端电路的谐振频率相互匹配,提高无线充电的效率。



1. 一种无线充电接收电路,其特征在于,所述电路包括接收线圈、包括至少一个可调电容和至少一个固定电容的电容模块以及整流模块;所述接收线圈接收输入交流信号,所述电容模块调整所述电路的频率至预设频率或范围,所述交流信号经过所述整流模块输出为直流信号;所述接收线圈、电容模块和整流模块依次串联连接。

2. 根据权利要求1所述的电路,其特征在于,所述电容模块包括第一电容模块,所述第一电容模块包括至少一个可调电容和至少一个固定电容,所述可调电容和所述固定电容相互并联后,与所述接收线圈的第一端串联连接。

3. 根据权利要求1或2所述的电路,其特征在于,所述电容模块还包括第二电容模块,所述第二电容模块包括至少一个可调电容和至少一个固定电容,所述可调电容和所述固定电容相互并联后,与所述接收线圈的第二端串联连接。

4. 根据权利要求3所述的电路,其特征在于,所述电容模块还包括与所述固定电容和所述可调电容相互并联的开关单元。

5. 根据权利要求1所述的电路,其特征在于,所述电路还包括第一开关模块和第二开关模块;

所述第一开关模块串联连接在所述接收线圈与所述电容模块之间,用于断开或连接所述接收线圈与所述电容模块;

所述第二开关模块串联连接在所述电容模块与所述整流模块之间,用于断开或连接所述电容模块与所述整流模块。

6. 根据权利要求5所述的电路,其特征在于,

所述第一开关模块为可控开关或者零欧姆电阻;

所述第二开关模块为可控开关或者零欧姆电阻。

7. 根据权利要求1所述的电路,其特征在于,所述整流模块包括电桥模块和包括至少一个电容的滤波模块,所述电桥模块将所述电容模块输出的交流信号转换为直流信号,所述直流信号经所述滤波模块输出至蓄电池。

8. 根据权利要求7所述的电路,其特征在于,所述电桥模块包括第一二极管D1、第二二极管D2、第三二极管D3和第四二极管D4;

所述第一二极管D1和所述第三二极管D3同向串联;

所述第二二极管D2和所述第四二极管D4同向串联;

所述第一二极管D1与所述第三二极管D3之间具有与所述接收线圈的第一端连通的第一节点;

所述第二二极管D2和所述第四二极管D4之间具有与所述接收线圈的第二端连通的第二节点;

所述第一二极管D1和所述第二二极管D2的负极端与所述滤波模块连接;

所述第三二极管D3和所述第四二极管D4的正极端接地。

9. 一种无线充电频率调整方法,其特征在于,所述方法包括:

断开接收线圈与电容模块,并测量所述接收线圈的电感值L;

将所述接收线圈与所述电容模块连接,并断开所述电容模块与整流模块;

根据  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LCe}}$  调节所述电容模块的固定电容和可调电容,使所述电容模块的等效

电容值为 $C_e$ ;

其中, $f$ 为谐振频率,为所述电路的预设频率或范围。

10.一种智能设备,包括无线充电接收电路,其特征在于,所述无线充电接收电路为权利要求1至8中任一项所述的无线充电接收电路。

## 一种无线充电接收电路、频率调整方法和智能设备

### 技术领域

[0001] 本发明涉及无线充电技术领域,尤其涉及一种无线充电接收电路、频率调整方法和智能设备。

### 背景技术

[0002] 如今无线充电技术日渐发展成熟,无线充电产品也日渐丰富。目前主流的无线充电技术主要包括电磁感应和磁场共振技术两种,但受限于技术原理的差异,基于电磁感应原理的无线充电系统最大工作距离不超过10mm,而利用磁场共振技术的无线充电系统可以将工作距离提高到几十mm,因而越来越受到人们的关注。当两个物体具有相同的振动频率,或者说在一个特定的频率上共振,它们就可以交换彼此的能量。磁共振无线充电正是利用这一点,通过初级线圈产生一个固定频率振动的磁场即谐振磁场,次级线圈磁场的振动频率正好与之相同,从而产生共振,并实现能量转移。无线充电联盟规定基于磁场共振技术的无线充电系统谐振频率为6.78MHz,误差为 $\pm 15\text{KHz}$ 。但是在实际的系统中,即使采用相同的接收端线圈设计,制造过程中考虑到材料、绕制线圈工艺的差异,最终产出的线圈电感值也会有一定的差异。而现有的电路设计并不能补偿这种线圈感值的差异,导致整个系统的谐振频率无法固定在6.78MHz的中心频率处,整个无线充电系统的效率不高。

### 发明内容

[0003] 为了解决上述背景技术中提出的无线充电系统谐振频率无法固定在中心频率处导致无线充电系统的充电效率不高的问题,本发明提供了一种无线充电接收电路、频率调整方法和智能设备。

[0004] 根据本发明的一个方面,提供一种无线充电接收电路,电路包括接收线圈、包括至少一个可调电容和至少一个固定电容的电容模块以及整流模块;接收线圈接收输入交流信号,电容模块调整电路的频率至预设频率或范围,交流信号经过整流模块输出为直流信号;接收线圈、电容模块和整流模块依次串联连接。

[0005] 优选地,电容模块包括第一电容模块,第一电容模块包括至少一个可调电容和至少一个固定电容,可调电容和固定电容相互并联后,与接收线圈的第一端串联连接。

[0006] 优选地,电容模块还包括第二电容模块,第二电容模块包括至少一个可调电容和至少一个固定电容,可调电容和固定电容相互并联后,与接收线圈的第二端串联连接。

[0007] 优选地,电容模块还包括与固定电容和可调电容相互并联的开关单元。

[0008] 优选地,电路还包括第一开关模块和第二开关模块;

[0009] 第一开关模块串联连接在接收线圈与电容模块之间,用于断开或连接接收线圈与电容模块;

[0010] 第二开关模块串联连接在电容模块与整流模块之间,用于断开或连接电容模块与整流模块。

[0011] 优选地,第一开关模块为可控开关或者零欧姆电阻;第二开关模块为可控开关或

者零欧姆电阻。

[0012] 优选地,整流模块包括电桥模块和包括至少一个电容的滤波模块,电桥模块将电容模块输出的交流信号转换为直流信号,直流信号经滤波模块输出至蓄电池。

[0013] 优选地,电桥模块包括第一二极管D1、第二二极管D2、第三二极管D3和第四二极管D4;第一二极管D1和第三二极管D3同向串联;第二二极管D2和第四二极管D4同向串联;第一二极管D1与第三二极管D3之间具有与接收线圈的第一端连通的第一节点;第二二极管D2和第四二极管D4之间具有与接收线圈的第二端连通的第二节点;第一二极管D1和第二二极管D2的负极端与滤波模块连接;第三二极管D3和第四二极管D4的正极端接地。

[0014] 根据本发明的另一方面,提供一种无线充电频率调整方法,该方法包括:断开接收线圈与电容模块,并测量接收线圈的电感值L;将接收线圈与电容模块连接,并断开电容模块与整流模块;

[0015] 根据  $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LCe}}$  调节电容模块的固定电容和可调电容,使电容模块的等效电容值为Ce;

[0016] 其中,f为谐振频率,为电路的预设频率或范围。

[0017] 根据本发明的再一方面,提供一种智能设备,包括无线充电接收电路,无线充电接收电路为上述的无线充电接收电路。

[0018] 本发明的有益效果:

[0019] 根据本发明的技术方案,通过调节电容模块中固定电容和可调电容的电容值大小,从而改变电路的谐振频率,使得电路可以在预定频率或预定频率范围内工作,从而与无线充电发射端电路的谐振频率相互匹配,提高无线充电的效率。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明一个实施例的无线充电接收电路的原理图;

[0021] 图2为本发明一个实施例的电容模块的原理图;

[0022] 图3为本发明另一个实施例的无线充电接收电路的原理图;

[0023] 图4为本发明一个实施例的无线充电接收电路的电路图;

[0024] 图5为本发明一个实施例的无线充电频率调整方法的流程图。

## 具体实施方式

[0025] 为了解决背景技术中提出的技术问题,本申请的发明人想到通过调整无线充电接收端的电路中的电容大小从而改变电路的工作频率,使无线充电接收电路工作在预定的频率或频率范围内,提高无线充电的效率。为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本发明实施方式作进一步地详细描述。

[0026] 实施例一

[0027] 图1为本发明一个实施例的无线充电接收电路的原理图,如图1所示,该无线充电接收电路包括接收线圈10、电容模块20以及整流模块30。接收线圈10为具有一定电感值的线圈,电容模块20包括至少一个固定电容和一个可调电容,接收线圈10和电容模块20串联组成谐振电路。接收线圈10接收并向无线充电接收电路输入交流信号;电容模块20的电容

值的大小可以改变,通过调整固定电容的个数或可调电容的电容值大小改变电路的电容值,从而调整电路工作的谐振频率至预设频率或频率范围,使无线充电接收电路工作的谐振频率与发射端的频率保持一致。该预设频率可以为6.78MHz,是无线充电联盟规定的基于磁场共振技术的无线充电系统谐振频率;也可以为应用其他环境自定义的其他频率。调整过程中会存在一定的误差,使得电路的谐振频率不能达到精确的频率值,因此在允许的误差范围内,可以将电路的谐振频率调整到预设频率范围。交流信号经过整流模块30转换输出直流信号,给蓄电池充电。

[0028] 在本发明的优选方案中,如图2所示,电容模块20包括第一电容模块21和第二电容模块22。第一电容模块21和第二电容模块22没有先后顺利之分,两者的功能和调节原理是一样的。二者可以协同作用,也可以单独作用,也即电容模块20可以只有第一电容模块21或者只有第二电容模块22,也可以同时存在第一电容模块21和第二电容模块22,根据电路需要调整谐振频率的范围选择具体的电容模块数量。第一电容模块21和第二电容模块22都包括至少一个可调电容和至少一个固定电容,且可调电容和固定电容相互并联后接入无线充电接收电路。具体地,第一电容模块21与接收线圈的第一端串联连接,第二电容模块22与接收线圈的第二端串联连接。

[0029] 在本发明的优选方案中,第一电容模块21和第二电容模块22上还设置有开关单元,该开关单元与固定电容和可调电容相互并联。该开关单元为可控开关或者零欧姆电阻,用于将相应的电容模块短接,使其不能对电路的谐振频率进行调整。也即当第一电容模块21单独工作时,将第二电容模块22短接,使第二电容模块22两端直接导通;反之也可以使第二电容模块22单独工作。需要说明的是,开关单元至少有一个保持为开启状态。若将所有开关单元全部闭合,那么电路中所有的电容模块均被短接,此时电路中的电容无法正常工作,电路也就不是谐振电路,即不能进行正常的充电工作。因此,开关单元至少有一个为开启状态,此时电路为线圈和电容串联组成的谐振电路,可正常进行无线充电功能。

[0030] 在本发明的一个实施例中,如图3所示,无线充电接收电路还包括第一开关模块40和第二开关模块50。第一开关模块40串联连接于接收线圈10和电容模块20之间,用于断开接收线圈10和电容模块20的连接。第二开关模块50串联连接于电容模块20和整流模块30之间,用于断开电容模块20和整流模块30的连接。第一开关模块40有两个开关单元,分别设置在接收线圈10的两端,即一个开关单元与接收线圈10的第一端连接,另一个开关单元与接收线圈10的第二端连接。第一开关模块40设置两个开关单元,在测量接收线圈10的电感值时,断开两个开关单元,即可将后级电路与接收线圈10的连接断开,避免后级电路对电感值的测量造成影响,保证电感值测量的准确度。第二开关模块50也有两个开关单元,分别设置在第一电容模块21和第二电容模块22两端,即一个开关模块与第一电容模块21连接,另一个开关模块与第二电容模块22连接。第二开关模块50设置两个开关单元,在调整电容模块20的电容值时,断开两个开关单元,可以将后级电路与电容模块20的连接断开,降低调整过程中的扰动影响,提高调整的精度。在每次充电之前,首先断开第一开关模块40,测量接收线圈10的电感值。电感值测量结束后,闭合第一开关模块40并断开第二开关模块50,根据

$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LCe}}$  调节电容模块20的电容值,使得电路的谐振频率 $f$ 变为预设频率或范围。设置

第一开关模块40和第二开关模块50,可以断开电路中各个部分的连接,方便进行电路的测

量和调节工作。优选地,第一开关模块40和第二开关模块50为可控开关或者零欧姆电路,可以便于电路的断开和连接。

[0031] 在本发明的一个实施例中,整流模块30包括一个二极管组成的电桥模块和电容组成的滤波模块。电桥模块包括至少4个二极管,滤波模块包括至少一个电容对电桥模块输出的信号进行滤波。电桥模块的输入端分别连接接收线圈10的第一端和第二端,电桥模块的输出端连接滤波模块的输入端。电桥模块将接收线圈10输出的交流信号进行整流变换,输出直流信号;滤波模块的电容对该直流信号进行滤波,降低直流信号的脉冲成分,使输出电压接近于较理想的直流电。优选地,电桥模块包括第一二极管D1、第二二极管D2、第三二极管D3和第四二极管D4。第一二极管D1和第三二极管D3同向串联;第二二极管D2和第四二极管D4同向串联;第一二极管D1与第三二极管D3之间具有与接收线圈的第一端连通的第一节点;第二二极管D2和第四二极管D4之间具有与接收线圈的第二端连通的第二节点;第一二极管D1和第二二极管D2的负极端与滤波模块连接;第三二极管D3和第四二极管D4的正极端接地。

[0032] 实施例二

[0033] 图4为本发明一个实施例的无线充电接收电路图,如图4所示,接收线圈10内包括线圈L1,线圈L1两端连接的第一开关模块40包括零欧姆电阻R1和零欧姆电阻R2,线圈L1的第一端连接零欧姆电阻R1,线圈L1的第二端连接零欧姆电阻R2。零欧姆电阻R1的另一端连接第一电容模块21,零欧姆电阻R2的另一端连接第二电容模块22。在测量线圈L1的电感值时,将零欧姆电阻R1和零欧姆电阻R2断开,在线圈L1不受电路影响的情况下测得线圈L1的电感值,降低测量结果的误差。

[0034] 第一电容模块21包括第一电容C1、第二电容C2、第三电容C3和第四电容C4,以及可调电容CL1。其中第一电容C1、第二电容C2、第三电容C3和第四电容C4为固定电容,其电容值不可改变,可调电容CL1为电容值的大小可以调整的可调电容。在第一电容模块21上,还设置有与固定电容和可调电容相互并联的开关单元,该开关单元为零欧姆电阻R4。当零欧姆电阻R4断开时,第一电容模块21连接在电路中,对电路的电容值进行调整;当零欧姆电阻R4连接时,第一电容模块21被短路,无法调整电路的电容值。

[0035] 类似地,第二电容模块22包括第五电容C5、第六电容C6、第七电容C7和第八电容C8,以及可调电容CL2。其中第五电容C5、第六电容C6、第七电容C7和第八电容C8为固定电容,其电容值不可改变,可调电容CL2为电容值的大小可以调整的可调电容。在第二电容模块22上,还设置有与固定电容和可调电容相互并联的开关单元,该开关单元为零欧姆电阻R3。当零欧姆电阻R3断开时,第二电容模块22连接在电路中,对电路的电容值进行调整;当零欧姆电阻R3连接时,第二电容模块22被短路,无法调整电路的电容值。

[0036] 第二开关模块50设置在电容模块的另一端,包括零欧姆电阻R5和零欧姆电阻R6。零欧姆电阻R5与第一电容模块21连接,零欧姆电阻R6与第二电容模块22连接。在测得线圈L1的电感值后,需要调节电容模块20的电容值,此时断开零欧姆电阻R5和零欧姆电阻R6,避免调节过程中电路对电容模块20和线圈L1产生影响,提高调节的精准度。由于线圈L1的电感值已经测得,且无线充电接收电路的谐振频率为预设频率,根据谐振公式 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LCe}}$ 计算获得电路的理论电容值,然后调节电容模块的电容值至理论电容值。具体的,根据电路的

应用环境,可以将第一电容模块21和第二电容模块22均接入电路中,或者可以只接入第一电容模块21或第二电容模块22,然后调节可调电容CL1或可调电容CL2,使电路的电容值无限接近理论电容值。断开零欧姆电阻R4和零欧姆电阻R3,此时第一电容模块21和第二电容模块22均接入电路中,使固定电容的电容值接近与理论电容值,然后利用可调电容CL1和CL2对电路的电容值进行微调,使电路的电容值无限接近理论电容值。当电路的电容值为理论电容值时,电路的谐振频率即可达到预设频率。

[0037] 第二开关模块的另一端连接整流模块30,整流模块30包括电桥模块31和滤波模块32。电桥模块包括第一二极管D1、第二二极管D2、第三二极管D3和第四二极管D4。第一二极管D1和第三二极管D3同向串联;第二二极管D2和第四二极管D4同向串联;第一二极管D1与第三二极管D3之间具有与接收线圈的第一端连通的第一节点;第二二极管D2和第四二极管D4之间具有与接收线圈的第二端连通的第二节点;第一二极管D1和第二二极管D2的负极端与滤波模块连接;第三二极管D3和第四二极管D4的正极端接地。线圈L1输出的交流信号经过电桥模块31,可被整流变换为直流信号。

[0038] 整流模块32包括第九电容C9、第十电容C10、第十一电容C11、第十二电容C12和第十三电容C13,以及稳压二极管Z1。第九电容C9、第十电容C10、第十一电容C11、第十二电容C12和第十三电容C13,以及稳压二极管Z1相互并联。整流模块32输入端与电桥模块31的输出端连接,输出端连接蓄电池DC-DC。经过电桥模块31整流输出的直流信号脉冲成分较大,设置滤波模块对该直流信号进行滤波,使电路的输出电压接近与较理想的直流电。

[0039] 本发明提供了一种无线充电频率调整方法,结合图4和图5所示,该方法包括如下步骤:

[0040] 步骤S10,断开接收线圈10与电容模块20的连接,并测量接收线圈10的电感值L。

[0041] 具体的,断开第一开关模块40的零欧姆电阻R1和零欧姆电阻R2,接收线圈10与电容模块20之间的连接随之断开。此时测量接收线圈10的电感值L,具体的测量方式可以采用现有技术中的测量方式,此处不再赘述。接收线圈10在制造过程中因为材料或绕制线圈工艺的差异,最终产出的线圈电感值也会有一定的差异。因此,需要测量接收线圈10的实际电感值,以此为基础确定电路的各个参数,以保证电路的可靠性。

[0042] 步骤S20,连接接收线圈与电容模块,并断开电容模块与整流模块的连接。也即步骤S10测量结束后,重新闭合第一开关模块40,并断开第二开关模块50的零欧姆电阻R5和零欧姆电阻R6,此时接收线圈10与电容模块20重新连接,电容模块20与整流模块30断开,该步骤可以避免在电容调整过程中电路对电容模块20或接收线圈10产生影响。

[0043] 步骤S30,调整电容模块的电容值,使电容模块的等效电容等于 $C_e$ 。

[0044] 在进行无线充电时,电路需要在谐振频率上进行工作。该谐振频率为预先设定的

频率或是预设的频率范围,根据谐振公式 $f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC_e}}$ 可知,电路的电感值L确定后,只需要

调节电容值 $C_e$ ,即可改变电路的谐振频率。根据谐振公式计算出电路达到谐振频率需要的电容值 $C_e$ ,然后调节电容模块20固定电容的个数和可调电容的大小,使电容模块20的等效电容等于或接近 $C_e$ 。

[0045] 本发明还提供了一种智能设备,该智能设备包括上述实施例任一实施例的无线充电接收电路,可以实现高效率的无线充电,节省充电时间。智能设备可以是手机、智能手



表、电动牙刷或平板电脑等需要充电的设备。

[0046] 综上所述,本发明采用的无线充电电路可通过调节电路的电容值,改变电路的谐振频率,使电路工作在预定的频率或频率范围内,提高无线充电的效率。电路中还设置了开关模块,在测量接收线圈的电感值或调节电路的电容值时,断开接收线圈或电容模块与电路的连接,避免电路的其他部分对测量结果或调节过程造成影响,提高测量的精度,减小误差,保证电路的可靠性。

[0047] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,在本发明的上述教导下,本领域技术人员可以在上述实施例的基础上进行其他的改进或变形。本领域技术人员应该明白,上述的具体描述只是更好的解释本发明的目的,本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

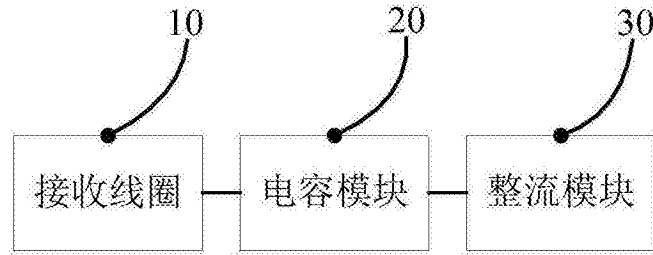


图1

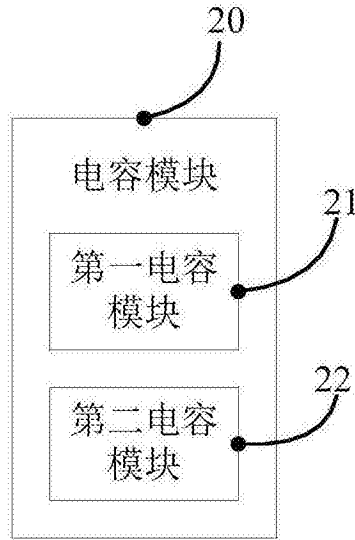


图2

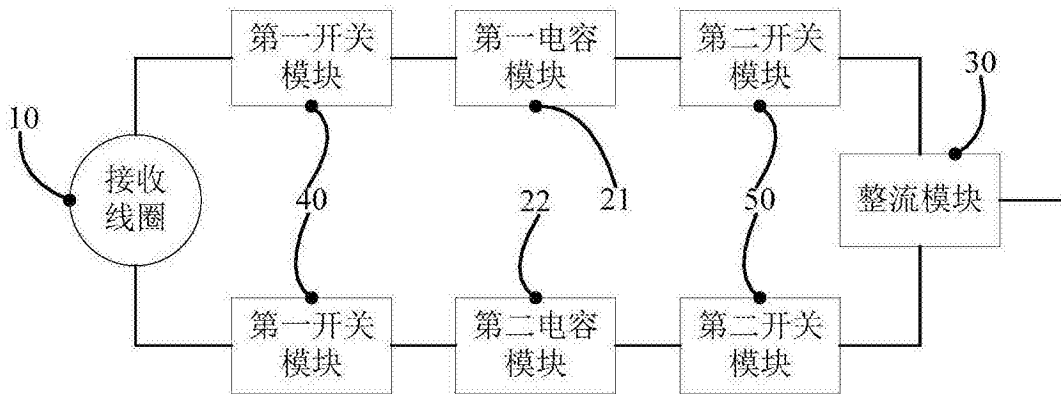


图3

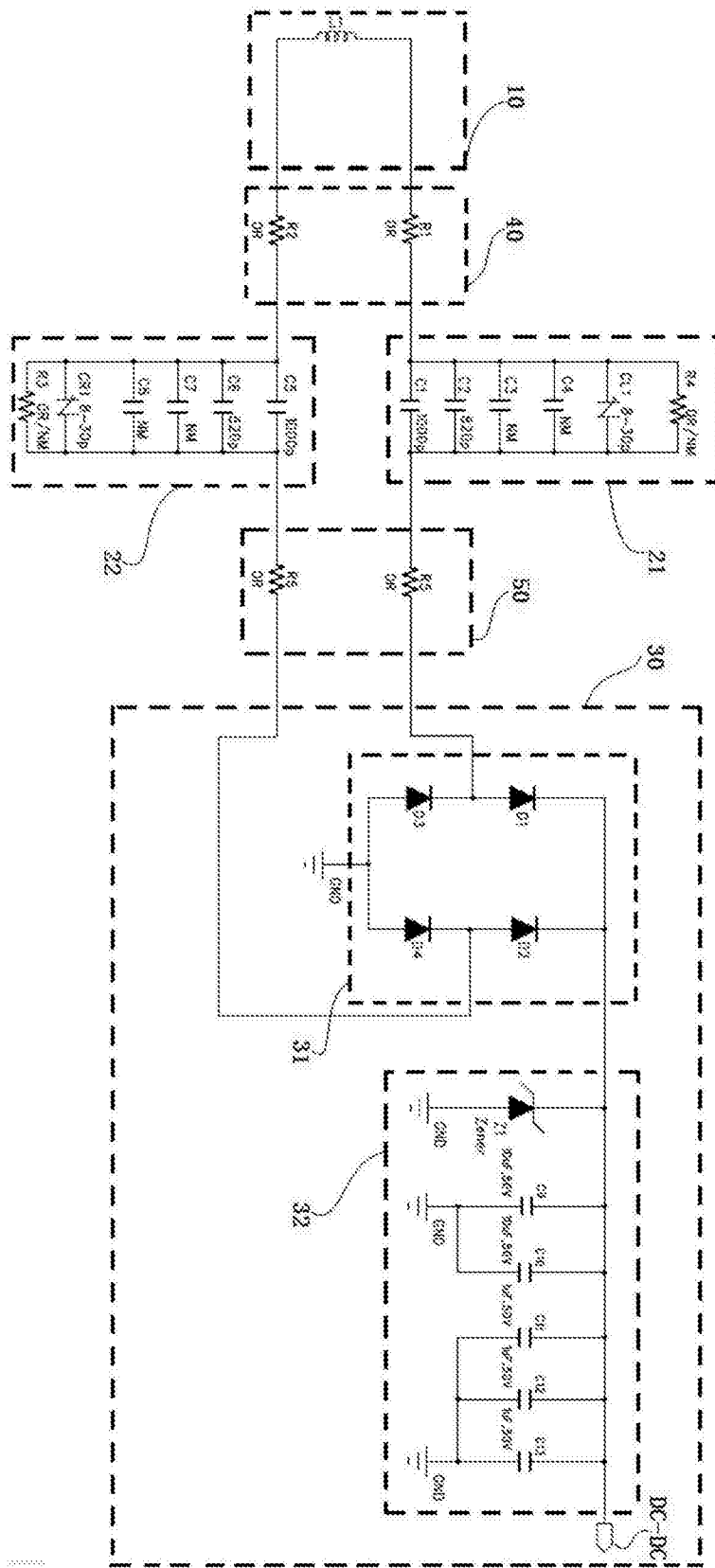


图4

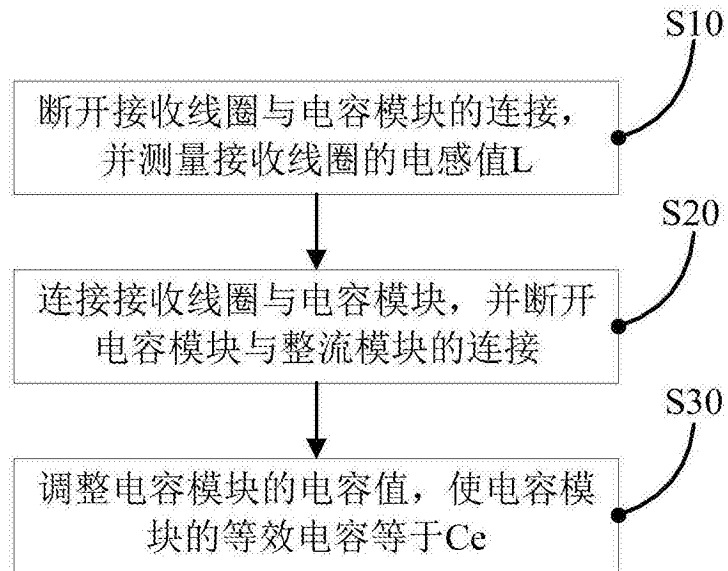


图5