



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116707281 B

(45) 授权公告日 2024. 04. 19

(21) 申请号 202211271855.9

H02M 1/08 (2006.01)

(22) 申请日 2022.10.18

H02M 7/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 116707281 A

(56) 对比文件

CN 103296883 A, 2013.09.11

JP H1075565 A, 1998.03.17

(43) 申请公布日 2023.09.05

JP 2014007875 A, 2014.01.16

(73) 专利权人 荣耀终端有限公司

CN 113452266 A, 2021.09.28

地址 518040 广东省深圳市福田区香蜜湖

CN 103840683 A, 2014.06.04

街道东海社区红荔西路8089号深业中

CN 104104216 A, 2014.10.15

城6号楼A单元3401

CN 113541458 A, 2021.10.22

(72) 发明人 黄德伟

CN 202978746 U, 2013.06.05

(74) 专利代理机构 深圳中一联合知识产权代理

有限公司 44414

CN 204408189 U, 2015.06.17

专利代理师 徐晓龙

CN 205584002 U, 2016.09.14

JP 2001145332 A, 2001.05.25

(51) Int. Cl.

H02M 1/12 (2006.01)

H02M 1/00 (2007.01)

JP 2017060231 A, 2017.03.23

KR 20010094805 A, 2001.11.03

审查员 刘侠

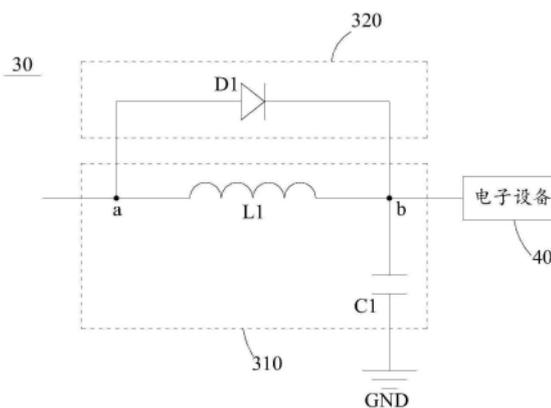
权利要求书2页 说明书15页 附图19页

(54) 发明名称

谐波抑制电路、电源电路及电源适配器

(57) 摘要

本申请公开了一种谐波抑制电路、电源电路及电源适配器,涉及电路技术领域。所述谐波抑制电路包括滤波单元和开关单元。滤波单元的第一端和开关单元的第一端连接于第一节点。滤波单元的第二端和开关单元的第二端连接于第二节点。该谐波抑制电路,在电路中电信号的电压较小时使电信号通过滤波单元进行传输,从而对电信号进行滤波,达到滤除谐波电流的目的;在电路中电信号的电压较大时使电信号通过开关单元进行传输,这种情况下,电信号不通过滤波单元,可以防止谐波电流的产生。因此,该谐波抑制电路可以提高对谐波电流的抑制效果。



1. 一种谐波抑制电路,其特征在于,所述谐波抑制电路包括:滤波单元和开关单元;  
所述滤波单元的第一端和所述开关单元的第一端连接于第一节点;所述滤波单元的第二端和所述开关单元的第二端连接于第二节点,所述第二节点还用于与电子设备连接;  
所述第一节点和所述第二节点之间的电压差小于预设电压阈值时,所述开关单元关断,所述第一节点的电信号通过所述滤波单元和所述第二节点输出至所述电子设备;所述第一节点和所述第二节点之间的电压差等于或大于预设电压阈值时,所述开关单元导通,所述第一节点的电信号通过所述开关单元和所述第二节点输出至所述电子设备。
2. 如权利要求1所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述滤波单元包括:第一电感和第一电容;  
所述第一电感的第一端与所述第一节点连接,所述第一电感的第二端与所述第二节点连接;  
所述第一电容的第一极板与所述第一电感的第二端连接,且所述第一电容的第二极板与地线连接。
3. 如权利要求2所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述滤波单元还包括:第二电容,所述第二电容的第一极板与所述第一电感的第一端连接,所述第二电容的第二极板与所述地线连接。
4. 如权利要求1至3任意一项所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述开关单元包括:第一功率二极管,所述第一功率二极管的阳极与所述第一节点连接,所述第一功率二极管的阴极与所述第二节点连接。
5. 如权利要求1至3任意一项所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述开关单元包括:双向稳压二极管,所述双向稳压二极管的第一端与所述第一节点连接,所述双向稳压二极管的第二端与所述第二节点连接。
6. 如权利要求1至3任意一项所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述开关单元包括:压敏电阻,所述压敏电阻的第一端与所述第一节点连接,所述压敏电阻的第二端与所述第二节点连接。
7. 如权利要求1至3任意一项所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述开关单元包括:开关管和控制器;  
所述开关管的第一端与所述第一节点连接,所述开关管的第二端与所述第二节点连接;  
所述控制器的第一采样端与所述第一节点连接,所述控制器的第二采样端与所述第二节点连接,以检测所述第一节点和所述第二节点之间的电压差;所述控制器的输出端与所述开关管的控制端连接;  
所述控制器用于:在所述第一节点和所述第二节点之间的电压差小于所述预设电压阈值的情况下控制所述开关管关断,在所述第一节点和所述第二节点之间的电压差等于或大于所述预设电压阈值的情况下控制所述开关管导通。
8. 如权利要求1至3任意一项所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述谐波抑制电路还包括:分压单元;  
所述分压单元的第一端用于输入电信号,所述分压单元的第二端连接至所述第一节点。

9. 如权利要求8所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述分压单元包括:分压电阻,所述分压电阻的第一端用于输入电信号,所述分压电阻的第二端用于与所述第一节点连接。

10. 如权利要求8所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述分压单元包括:第二电感,所述第二电感的第一端用于输入电信号,所述第二电感的第二端用于与所述第一节点连接。

11. 如权利要求9所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述分压单元还包括:第三电容,所述第三电容的第一极板与所述分压电阻的第二端连接,所述第三电容的第二极板与地线连接。

12. 如权利要求9所述的谐波抑制电路,其特征在于,所述分压单元还包括:第二功率二极管,所述第二功率二极管的阳极与所述分压电阻的第二端连接,所述第二功率二极管的阴极与所述第一节点连接。

13. 一种电源电路,其特征在于,包括:整流模块、变压模块,以及如权利要求1至12任意一项所述的谐波抑制电路;

所述整流模块的输入端用于输入交流电,所述整流模块的输出端与所述第一节点连接,所述第二节点与所述变压模块的输入端连接,所述变压模块的输出端用于与所述电子设备连接。

14. 一种电源适配器,其特征在于,包括如权利要求13所述的电源电路。

## 谐波抑制电路、电源电路及电源适配器

### 技术领域

[0001] 本申请涉及电路技术领域,特别涉及一种谐波抑制电路、电源电路及电源适配器。

### 背景技术

[0002] 诸如手机、平板电脑、笔记本电脑等电子设备通常需要通过电源适配器进行充电。电源适配器中具有电源电路。随着电源适配器对电子设备的充电功率越来越大,电源适配器中的电源电路中的电压、电流也越来越大。

[0003] 由于电源电路中包含非线性器件,因此电源电路在工作时会产生谐波电流。谐波电流注入电网后会造电网电压畸变,危害电网中其他用电设备的正常工作。相关技术中,电源电路中一般还包含由电感和电容构成的滤波模块,用于滤除谐波电流。

[0004] 然而,当电源电路中的电压、电流较大且发生变化时,滤波模块的电感内会产生较大的感应电动势,使电源电路中的电压发生波动。电源电路中波动的电压经开关管后会再次产生谐波电流。因此,相关技术中无法对谐波电流进行有效的抑制。

### 发明内容

[0005] 本申请提供了一种谐波抑制电路、电源电路及电源适配器,可以提高对谐波电流的抑制效果。所述技术方案如下:

[0006] 第一方面,提供了一种谐波抑制电路,包括滤波单元和开关单元。滤波单元的第一端与开关单元的第一端连接。滤波单元的第二端与开关单元的第二端连接,并用于与电子设备连接。为便于描述,将滤波单元的第一端与开关单元的第一端连接所形成的节点称为第一节点;将滤波单元的第二端与开关单元的第二端连接所形成的节点称为第二节点。也就是说,第二节点还用于与电子设备连接。

[0007] 该谐波抑制电路工作时,若第一节点和第二节点之间的电压差小于预设电压阈值,则开关单元关断。此时,第一节点的电信号通过滤波单元和第二节点输出至电子设备。这种情况下,滤波单元工作,可以对第一节点输出的电信号进行滤波。若第一节点和第二节点之间的电压差大于或等于预设电压阈值,则开关单元导通。此时,滤波单元被开关单元短路,第一节点的电信号通过开关单元和第二节点输出至电子设备。

[0008] 也就是说,该谐波抑制电路,可以在电路中电信号的电压较小时使电信号通过滤波单元进行传输,从而对电信号进行滤波,达到滤除谐波电流的目的。另外,谐波抑制电路还可以在电路中电信号的电压较大时使电信号通过开关单元进行传输,这种情况下,电信号不通过滤波单元,可以防止电路中电信号的电压在滤波单元的作用下发生波动,进而防止谐波电流的产生。因此,该谐波抑制电路可以提高对谐波电流的抑制效果。

[0009] 在一些实施例中,谐波抑制电路还可以包括分压单元。分压单元的第一端用于输入电信号。分压单元的第二端连接至第一节点。分压单元在谐波抑制电路中可以起到分压及保护电路的作用。

[0010] 下面从两种可能的实施例,对滤波单元的具体结构进行描述。

[0011] 在第一种可能的实施例中,滤波单元包括第一电感和第一电容。第一电感连接于第一节点和第二节点之间。也就是说,第一电感的第一端与第一节点连接,第一电感的第二端与第二节点连接。第一电容连接于第一电感的第二端与地线之间。也就是说,第一电容的第一极板与第一电感的第二端连接,第一电容的第二极板与地线连接。

[0012] 在第二种可能的实施例中,滤波单元包括第一电感、第一电容和第二电容。第一电感连接于第一节点和第二节点之间。第一电容连接于第一电感的第二端与地线之间。第二电容连接于第一电感的第一端与地线之间。也就是说,第二电容的第一极板与第一电感的第一端连接,第二电容的第二极板与地线连接。

[0013] 下面从四种可能的实施例,对开关单元的具体结构进行描述。

[0014] 在第一种可能的实施例中,开关单元包括第一功率二极管。第一功率二极管连接于第一节点和第二节点之间。也就是说,第一功率二极管的阳极与第一节点连接,第一功率二极管的阴极与第二节点连接。

[0015] 在第二种可能的实施例中,开关单元包括双向稳压二极管。双向稳压二极管连接于第一节点和第二节点之间。也就是说,双向稳压二极管的第一端与第一节点连接,双向稳压二极管的第二端与第二节点连接。

[0016] 在第三种可能的实施例中,开关单元包括压敏电阻。压敏电阻连接于第一节点和第二节点之间。也就是说,压敏电阻的第一端与第一节点连接,压敏电阻的第二端与第二节点连接。

[0017] 在第四种可能的实施例中,开关单元包括开关管 and 控制器。开关管连接于第一节点和第二节点之间。也就是说,开关管的第一端与第一节点连接,开关管的第二端与第二节点连接。控制器的第一采样端与第一节点连接,控制器的第二采样端与第二节点连接,以使控制器可以检测第一节点和第二节点之间的电压差。控制器的输出端与开关管的控制端连接。控制器工作时,在第一节点和第二节点之间的电压差小于预设电压阈值的情况下控制开关管关断,在第一节点和第二节点之间的电压差等于或大于预设电压阈值的情况下控制开关管导通。

[0018] 下面从四种可能的实施例,对分压单元的具体结构进行描述。

[0019] 在第一种可能的实施例中,分压单元包括分压电阻。分压电阻的第一端用于输入电信号,分压电阻的第二端用于与第一节点连接。

[0020] 在第二种可能的实施例中,分压单元包括第二电感。第二电感的第一端用于输入电信号,第二电感的第二端用于与第一节点连接。

[0021] 在第三种可能的实施例中,分压单元包括分压电阻和第三电容。分压电阻的第一端用于输入电信号,分压电阻的第二端用于与第一节点连接。第三电容的第一极板与分压电阻的第二端连接,第三电容的第二极板与地线连接。

[0022] 在第四种可能的实施例中,分压单元包括分压电阻和第二功率二极管。分压电阻的第一端用于输入电信号,分压电阻的第二端用于与第一节点连接。第二功率二极管的阳极与分压电阻的第二端连接,第二功率二极管的阴极与第一节点连接。

[0023] 第二方面,提供了一种电源电路,包括整流模块、变压模块以及如第一方面任意一项的谐波抑制电路。

[0024] 整流模块的输入端用于输入交流电。谐波抑制电路连接于整流模块与变压模块之

间。也就是说,整流模块的输出端与第一节点连接,第二节点与变压模块的输入端连接。变压模块的输出端用于与电子设备连接。

[0025] 第三方面,提供了一种电源适配器,包括如第二方面的电源电路。

[0026] 上述第二方面、第三方面所获得的技术效果与上述第一方面中对应的技术手段获得的技术效果近似,在这里不再赘述。

## 附图说明

- [0027] 图1是相关技术中电子设备的充电场景示意图;
- [0028] 图2是相关技术中电源电路的电路图;
- [0029] 图3是本申请实施例提供的第一种谐波抑制电路的电路结构图;
- [0030] 图4是本申请实施例提供的第一种谐波抑制电路的电路图;
- [0031] 图5是本申请实施例提供的第二种谐波抑制电路的电路图;
- [0032] 图6是本申请实施例提供的第三种谐波抑制电路的电路图;
- [0033] 图7是本申请实施例提供的第四种谐波抑制电路的电路图;
- [0034] 图8是本申请实施例提供的第五种谐波抑制电路的电路图;
- [0035] 图9是本申请实施例提供的第六种谐波抑制电路的电路图;
- [0036] 图10是本申请实施例提供的第七种谐波抑制电路的电路图;
- [0037] 图11是本申请实施例提供的第八种谐波抑制电路的电路图;
- [0038] 图12是本申请实施例提供的第九种谐波抑制电路的电路图;
- [0039] 图13是本申请实施例提供的第十种谐波抑制电路的电路图;
- [0040] 图14是本申请实施例提供的第十一种谐波抑制电路的电路图;
- [0041] 图15是本申请实施例提供的第十二种谐波抑制电路的电路图;
- [0042] 图16是本申请实施例提供的第十三种谐波抑制电路的电路图;
- [0043] 图17是本申请实施例提供的第十四种谐波抑制电路的电路图;
- [0044] 图18是本申请实施例提供的第十五种谐波抑制电路的电路图;
- [0045] 图19是本申请实施例提供的第二种谐波抑制电路的电路结构图;
- [0046] 图20是本申请实施例提供的第十六种谐波抑制电路的电路图;
- [0047] 图21是本申请实施例提供的第十七种谐波抑制电路的电路图;
- [0048] 图22是本申请实施例提供的第十八种谐波抑制电路的电路图;
- [0049] 图23是本申请实施例提供的第十九种谐波抑制电路的电路图;
- [0050] 图24是本申请实施例提供的第二十种谐波抑制电路的电路图;
- [0051] 图25是本申请实施例提供的第二十一种谐波抑制电路的电路图;
- [0052] 图26是本申请实施例提供的第一种电源电路的电路图;
- [0053] 图27是本申请实施例提供的一种电源电路中的谐波电流的对比图;
- [0054] 图28是图27中的区域E的放大图;
- [0055] 图29是本申请实施例提供的一种电源电路中的电流波形的对比图;
- [0056] 图30是本申请实施例提供的一种电源电路中第一节点和第二节点的电压差的波形图;
- [0057] 图31是本申请实施例提供的第二种电源电路的电路图。

- [0058] 其中,各附图标号所代表的含义分别为:
- [0059] (相关技术)
- [0060] 10、电子设备;
- [0061] 20、电源适配器;
- [0062] 210、电源电路;
- [0063] 212、整流模块;
- [0064] 214、滤波模块;
- [0065] 216、变压模块;
- [0066] (本申请)
- [0067] 30、谐波抑制电路;
- [0068] 310、滤波单元;
- [0069] 320、开关单元;
- [0070] 322、控制器;
- [0071] 330、分压单元;
- [0072] 40、电子设备;
- [0073] 50、电源电路;
- [0074] 510、整流模块;
- [0075] 520、变压模块;
- [0076] 530、差模信号抑制模块;
- [0077] 540、共模信号抑制模块。

### 具体实施方式

[0078] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本申请的实施方式作进一步地详细描述。

[0079] 应当理解的是,本申请提及的“多个”是指两个或两个以上。在本申请的描述中,除非另有说明,“/”表示或的意思,比如,A/B可以表示A或B;本文中的“和/或”仅仅是一种描述关联对象的关联关系,表示可以存在三种关系,比如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,为了便于清楚描述本申请的技术方案,采用了“第一”、“第二”等字样对功能和作用基本相同的相同项或相似项进行区分。本领域技术人员可以理解“第一”、“第二”等字样并不对数量和执行次序进行限定,并且“第一”、“第二”等字样也并无限定一定不同。

[0080] 在对本申请实施例提供的谐波抑制电路进行详细的解释说明之前,先对谐波抑制电路的应用场景予以说明。

[0081] 电子设备包括手机、平板电脑、笔记本电脑等。以电子设备是手机为例,图1是相关技术中电子设备10的充电场景示意图。如图1所示,电子设备10需要通过电源适配器20进行充电。电源适配器20中具有电源电路210。随着电源适配器20对电子设备10的充电功率越来越大,电源适配器20中的电源电路210中的电压、电流也越来越大。

[0082] 图2是相关技术中电源电路210的电路图,如图2所示,电源电路210包括整流模块212、滤波模块214和变压模块216。整流模块212是由四个二极管形成的全桥整流电路。滤波

模块214包括电感L1和电容C1。变压模块216包括开关管Q1,以及缠绕在同一闭合铁芯上的初级线圈L2和次级线圈L3。其中,电感L1的第一端与整流模块212的输出端连接,电感L1的第二端与初级线圈L2的第一端连接。电容C1连接在电感L1的第二端与地线GND之间。初级线圈L2的第二端与开关管Q1的第一端连接,开关管Q1的第二端与地线连接。脉冲宽度调制(pulse width modulation,PWM)信号用于控制开关管Q1的占空比(指在一个脉冲循环内,开关管Q1的导通时长相对于该脉冲循环的总时长所占的比例)。次级线圈L3用于与电子设备10连接。该电源电路210工作时,整流模块212用于与市电(包括火线L和零线N)连接,以获取市电输出的交流电信号并向滤波模块214输出直流电信号。直流电信号经滤波模块214滤波,再经变压模块216变压后,即可输出至电子设备10,从而对电子设备10进行充电。

[0083] 在该电源电路210中,由PWM信号控制的变压器是非线性器件,这导致电源电路210在工作时会产生谐波电流。谐波电流注入电网后会造电网电压畸变,危害电网中其他用电设备的正常工作。在上述电源电路210中,滤波模块214的作用即是滤除谐波电流。

[0084] 然而,当整流模块212输出直流电信号的电压、电流较大且发生变化时,滤波模块214中的电感L1在自感效应的作用下会产生较大的感应电动势。例如,当整流模块212输出的直流电信号的电压从220V(伏特)开始减小时,电感L1中的电流开始减小,此时,在自感效应的作用下,电感L1的第一端会呈现负电压,电感L1的第二端会呈现正电压。而当整流模块212输出的直流电信号的电压从0开始上升时,电感L1中的电流开始增大,此时,在自感效应的作用下,电感L1的第一端会呈现正电压,电感L1的第二端会呈现负电压。因此,电感L1所产生的感应电动势会造成滤波模块214输出的电压发生波动。当滤波模块214输出的电压发生波动时,波动的电压经变压模块216的开关管Q1后会再次产生谐波电流。基于此,相关技术中无法对电源电路210中的谐波电流进行有效的抑制。

[0085] 为此,本申请实施例提供了一种谐波抑制电路、电源电路及电源适配器,可以在电路中的电压、电流较大且发生变化时,防止滤波模块中的电感产生较大的感应电动势,从而提高对谐波电流的抑制效果。

[0086] 下面对本申请实施例提供的谐波抑制电路进行详细的解释说明。在本申请各实施例中,任意电学单元、电子器件之间的连接均指电连接。这里的电连接是指通过导线或无线连接,以使两个电学单元或/和电子器件之间可以进行电信号的传输。

[0087] 图3是本申请实施例提供的一种谐波抑制电路30的电路结构图。如图3所示,谐波抑制电路30包括滤波单元310和开关单元320。滤波单元310用于对电信号进行滤波,以滤除电信号中的谐波等噪声信号。开关单元320具有导通状态和关断状态。当开关单元320处于导通状态时,开关单元320可以进行电信号的传输;当开关单元320处于关断状态时,开关单元320不可以进行电信号的传输。滤波单元310和开关单元320均具有第一端和第二端。滤波单元310的第一端与开关单元320的第一端连接。滤波单元310的第二端与开关单元320的第二端连接,并用于与电子设备40连接。为便于描述,将滤波单元310的第一端与开关单元320的第一端连接所形成的节点称为第一节点a;将滤波单元310的第二端与开关单元320的第二端连接所形成的节点称为第二节点b。也就是说,第二节点b还用于与电子设备40连接。

[0088] 开关单元320具有导通阈值。当开关单元320的第一端和第二端之间的电压差小于开关单元320的导通阈值时,开关单元320处于关断状态。反之,当开关单元320的第一端和第二端之间的电压差大于或等于开关单元320的导通阈值时,开关单元320处于导通状态。

开关单元320处于导通状态时,滤波单元310被开关单元320短路。开关单元320的导通阈值可以是一个预设的电压值。为便于描述,将开关单元320的导通阈值称为预设电压阈值。也就是说,若第一节点a和第二节点b之间的电压差小于预设电压阈值,则开关单元320关断。此时,第一节点a的电信号通过滤波单元310和第二节点b输出至电子设备40。这种情况下,滤波单元310工作,可以对第一节点a输出的电信号进行滤波。若第一节点a和第二节点b之间的电压差大于或等于预设电压阈值,则开关单元320导通。此时,滤波单元310被开关单元320短路,第一节点a的电信号通过开关单元320和第二节点b输出至电子设备40。因此,该谐波抑制电路30,可以在电路中电信号的电压较小时使电信号通过滤波单元310进行传输,从而对电信号进行滤波,达到滤除谐波电流的目的。另外,该谐波抑制电路30还可以在电路中电信号的电压较大时使电信号通过开关单元320进行传输,这种情况下,电信号不通过滤波单元310,可以防止电路中电信号的电压在滤波单元310的作用下发生波动,进而防止谐波电流的产生。因此,该谐波抑制电路30可以提高对谐波电流的抑制效果。

[0089] 下面从两种可能的实施例,对滤波单元310的具体结构进行详细的描述。

[0090] 在第一种可能的实施例中,图4是本申请实施例提供的一种谐波抑制电路30的电路图。如图4所示,滤波单元310包括第一电感L1和第一电容C1。第一电感L1连接于第一节点a和第二节点b之间。即第一电感L1的第一端与第一节点a连接,第一电感L1的第二端与第二节点b连接。第一电容C1连接于第一电感L1的第二端与地线GND之间。即第一电容C1的第一极板与第一电感L1的第二端连接,第一电容C1的第二极板与地线GND连接。这种情况下,滤波单元310是由第一电感L1和第一电容C1组成的LC型滤波电路。

[0091] 在第二种可能的实施例中,如图5所示,滤波单元310包括第一电感L1、第一电容C1和第二电容C2。第一电感L1连接于第一节点a和第二节点b之间。即第一电感L1的第一端与第一节点a连接,第一电感L1的第二端与第二节点b连接。第一电容C1连接于第一电感L1的第二端与地线GND之间。即第一电容C1的第一极板与第一电感L1的第二端连接,第一电容C1的第二极板与地线GND连接。第二电容C2连接于第一电感L1的第一端与地线GND之间。即第二电容C2的第一极板与第一电感L1的第一端连接,第二电容C2的第二极板与地线GND连接。这种情况下,滤波单元310是由第一电感L1、第一电容C1和第二电容C2组成的 $\pi$ 型滤波电路。

[0092] 下面从四种可能的实施例,对开关单元320的具体结构进行详细的描述。

[0093] 在第一种可能的实施例中,如图4或图5所示,开关单元320包括第一功率二极管D1。功率二极管是额定电流较大的二极管,功率二极管工作时能够承受较大的电流。例如,在本申请实施例中,第一功率二极管D1的额定电流可以是15A(安培)、20A或30A。一般的,功率二极管具有导通压降。功率二极管的导通压降指功率二极管导通时阳极与阴极的电压差。例如,功率二极管的导通压降可以是0.7V、0.5V、0.3V或0.2V。第一功率二极管D1连接于第一节点a和第二节点b之间。也就是说,第一功率二极管D1的阳极与第一节点a连接,第一功率二极管D1的阴极与第二节点b连接。这种情况下,开关单元320的导通阈值,即预设电压阈值为第一功率二极管D1的导通压降。

[0094] 可以理解的是,相同结构的开关单元320可以与不同结构的滤波单元310相结合以得到本申请实施例提供的谐波抑制电路30。例如,在图4所示的谐波抑制电路30中,开关单元320包括第一功率二极管D1,滤波单元310是LC型滤波电路。在图5所示的谐波抑制电路30中,开关单元320包括第一功率二极管D1,而滤波单元310是 $\pi$ 型滤波电路。

[0095] 在第二种可能的实施例中,如图6所示,开关单元320包括双向稳压二极管ZD。双向稳压二极管ZD连接于第一节点a和第二节点b之间。即双向稳压二极管ZD的第一端与第一节点a连接,双向稳压二极管ZD的第二端与第二节点b连接。双向稳压二极管ZD也具有导通压降。在这一实施例中,开关单元320的导通阈值,即预设电压阈值为双向稳压二极管ZD的导通压降。在图6所示的谐波抑制电路30中,开关单元320包括双向稳压二极管ZD,滤波单元310是LC型滤波电路。在另一些实施例中,如图7所示,开关单元320包括双向稳压二极管ZD,滤波单元310是 $\pi$ 型滤波电路。

[0096] 在第三种可能的实施例中,如图8所示,开关单元320包括压敏电阻RV。压敏电阻RV是指阻值可以随电压变化的电阻。压敏电阻RV具有压敏电压(即压敏电阻RV的导通阈值)。当施加在压敏电阻RV上的电压小于压敏电阻RV的压敏电压时,压敏电阻RV的阻值很大,此时流过压敏电阻RV的电流极小,压敏电阻RV相当于处于断开状态的开关。当施加在压敏电阻RV上的电压大于或等于压敏电阻RV的压敏电压时,压敏电阻RV的阻值很小,此时流过压敏电阻RV的电流激增,压敏电阻RV相当于处于闭合状态的开关。压敏电阻RV连接于第一节点a和第二节点b之间。即压敏电阻RV的第一端与第一节点a连接,压敏电阻RV的第二端与第二节点b连接。在图8所示的谐波抑制电路30中,开关单元320包括压敏电阻RV,滤波单元310是LC型滤波电路。在另一些实施例中,如图9所示,开关单元320包括压敏电阻RV,滤波单元310是 $\pi$ 型滤波电路。

[0097] 由上述描述可知,开关单元320是具有导通阈值的电学单元。因此,开关单元320不仅可以由一个具有导通阈值的电子器件构成,也可以由两个或两个以上的具有导通阈值的器件串联形成。例如,在图10所示的实施例中,开关单元320包括串联的压敏电阻RV和第一功率二极管D1,滤波单元310是LC型滤波电路。在图11所示的实施例中,开关单元320包括串联的压敏电阻RV和第一功率二极管D1,滤波单元310是 $\pi$ 型滤波电路。在图10和图11所示的谐波抑制电路30中,预设电压阈值为压敏电阻RV的压敏电压加上第一功率二极管D1的导通压降的和。在另一些实施例中,如图12和图13所示,开关单元320则包括串联的压敏电阻RV和双向稳压二极管ZD。这种情况下,预设电压阈值为压敏电阻RV的压敏电压加上双向稳压二极管ZD的导通压降的和。

[0098] 在第四种可能的实施例中,如图14所示,开关单元320包括第一开关管Q1和控制器322。第一开关管Q1可以是金属氧化物半导体场效应晶体管(metal-oxide-semiconductor field-effect transistor, MOSFET)。第一开关管Q1具有第一端、第二端和控制端。第一开关管Q1的控制端可以控制第一开关管Q1的第一端和第二端之间的导通与关断。当第一开关管Q1为N型MOSFET时,第一开关管Q1的第一端可以是N型MOSFET的漏极,第一开关管Q1的第二端可以是N型MOSFET的源极,第一开关管Q1的控制端可以是N型MOSFET的栅极。第一开关管Q1连接于第一节点a和第二节点b之间。即第一开关管Q1的第一端与第一节点a连接,第一开关管Q1的第二端与第二节点b连接。控制器322具有第一采样端、第二采样端和输出端。控制器322的第一采样端与第一节点a连接,控制器322的第二采样端与第二节点b连接,以使控制器322可以检测第一节点a和第二节点b之间的电压差。控制器322的输出端与第一开关管Q1的控制端连接。控制器322工作时,在第一节点a和第二节点b之间的电压差小于预设电压阈值的情况下控制第一开关管Q1关断(即控制第一开关管Q1的第一端和第二端之间关断),在第一节点a和第二节点b之间的电压差等于或大于预设电压阈值的情况下控制第一

开关管Q1导通(即控制第一开关管Q1的第一端和第二端之间导通)。这种情况下,预设电压阈值可以预先存储于控制器322内。一般的,第一开关管Q1也具有导通压降(即第一开关管Q1导通时第一开关管Q1的第一端和第二端之间的电压差),在这一实施例中,控制器322中预先存储的预设电压阈值应大于或等于第一开关管Q1的导通压降。在图14所示的谐波抑制电路30中,开关单元320包括第一开关管Q1和控制器322,滤波单元310是LC型滤波电路。在另一些实施例中,如图15所示,开关单元320包括第一开关管Q1和控制器322,滤波单元310是 $\pi$ 型滤波电路。

[0099] 在一些具体的实施例中,控制器322可以包括运算放大芯片、模数转换芯片和控制芯片。运算放大芯片的同相输入端与第一节点a连接,运算放大芯片的反相输入端与第二节点b连接,运算放大芯片的输出端与模数转换芯片的输入端连接,模数转换芯片的输出端与控制芯片的输入端连接,控制芯片的输出端则与第一开关管Q1的控制端连接。该控制器322工作时,运算放大芯片可以对第一节点a的电压和第二节点b的电压进行比较运算,从而输出第一节点a和第二节点b的电压差至模数转换芯片。运算放大芯片输出的电压差是一个模拟电压。模数转换芯片对模拟电压的电压差进行模数转换后,输出数字信号的电压差至控制芯片。此时,控制芯片即可根据该数字信号的电压差与预设电压阈值的大小关系来控制第一开关管Q1的导通与关断。

[0100] 可以理解的,开关单元320包括第一开关管Q1和控制器322时,还可以进一步包括其他具有导通阈值的电子器件。例如,在图16所示的实施例中,开关单元320包括第一开关管Q1、控制器322和第一功率二极管D1。第一功率二极管D1连接在第一开关管Q1的第二端与第二节点b之间。这种情况下,控制器322中预先存储的预设电压阈值应大于或等于第一开关管Q1的导通压降加上第一功率二极管D1的导通压降的和。在图17所示的实施例中,开关单元320包括第一开关管Q1、控制器322和双向稳压二极管ZD。双向稳压二极管ZD连接在第一开关管Q1的第二端与第二节点b之间。这种情况下,控制器322中预先存储的预设电压阈值应大于或等于第一开关管Q1的导通压降加上双向稳压二极管ZD的导通压降的和。在图18所示的实施例中,开关单元320包括第一开关管Q1、控制器322和压敏电阻RV。压敏电阻RV连接在第一开关管Q1的第二端与第二节点b之间。这种情况下,控制器322中预先存储的预设电压阈值应大于或等于第一开关管Q1的导通压降加上压敏电阻RV的压敏电压的和。

[0101] 图19是本申请实施例提供的另一种谐波抑制电路30的电路结构图。如图19所示,谐波抑制电路30还可以包括分压单元330。分压单元330可以起到分压及保护电路的作用。分压单元330具有第一端和第二端,分压单元330的第一端用于输入电信号。分压单元330的第二端连接至第一节点a。如此,当分压单元330的第一端输入电信号时,电信号可以通过分压单元330到达第一节点a,再经滤波单元310或开关单元320到达第二节点b,从而输出至电子设备40。

[0102] 下面从五种可能的实施例,对分压单元330的具体结构进行详细的描述。

[0103] 在第一种可能的实施例中,如图20所示,分压单元330包括分压电阻R1。分压电阻R1是一个固定阻值的电阻,且是一种线性元件。分压电阻R1的第一端用于输入电信号,分压电阻R1的第二端用于与第一节点a连接。

[0104] 在第二种可能的实施例中,如图21所示,分压单元330包括第二电感L2。第二电感L2的第一端用于输入电信号,第二电感L2的第二端用于与第一节点a连接。

[0105] 在第三种可能的实施例中,如图22所示,分压单元330包括分压电阻R1和第三电容C3。分压电阻R1的第一端用于输入电信号,分压电阻R1的第二端用于与第一节点a连接。第三电容C3连接于分压电阻R1的第二端与地线GND之间。即第三电容C3的第一极板与分压电阻R1的第二端连接,第三电容C3的第二极板与地线GND连接。

[0106] 在第四种可能的实施例中,如图23所示,分压单元330包括第二电感L2和第三电容C3。第二电感L2的第一端用于输入电信号,第二电感L2的第二端用于与第一节点a连接。第三电容C3连接于第二电感L2的第二端与地线GND之间。即第三电容C3的第一极板与第二电感L2的第二端连接,第三电容C3的第二极板与地线GND连接。

[0107] 在第五种可能的实施例中,基于图20至图23中的任意一种谐波抑制电路30中的分压单元330的结构,分压单元330中还可以进一步包括第二功率二极管D2。在一些实施例中,以图20所示的谐波抑制电路30为例,如图24所示,谐波抑制电路30中的分压单元330可以包括串联的分压电阻R1和第二功率二极管D2。第二功率二极管D2连接于分压电阻R1与第一节点a之间。也就是说,分压电阻R1的第一端用于输入电信号。第二功率二极管D2的阳极与分压电阻R1的第二端连接,第二功率二极管D2的阴极与第一节点a连接。在另一些实施中,以图23所示的谐波抑制电路30为例,如图25所示,谐波抑制电路30中的分压单元330可以包括第二电感L2、第三电容C3和第二功率二极管D2。第二功率二极管D2连接于第二电感L2与第一节点a之间。也就是说,第二电感L2的第一端用于输入电信号,第二电感L2的第二端与第二功率二极管D2的阳极连接,第二功率二极管D2的阴极与第一节点a连接。第三电容C3连接于第二电感L2的第二端与地线GND之间。在这一实施例中,第二功率二极管D2可以防止谐波抑制电路30中的电信号反向输出。

[0108] 本申请实施例提供的谐波抑制电路30,可以在电路中电信号的电压较小时使电信号通过滤波单元310进行传输,从而对电信号进行滤波,达到滤除谐波电流的目的。另外,谐波抑制电路30还可以在电路中电信号的电压较大时使电信号通过开关单元320进行传输,这种情况下,电信号不通过滤波单元310,可以防止电路中电信号的电压在滤波单元310的作用下发生波动,进而防止谐波电流的产生。因此,该谐波抑制电路30可以提高对谐波电流的抑制效果。

[0109] 该谐波抑制电路30,根据电路中电信号的电压对电信号进行分段处理(即通过预设电压阈值将电路中的电信号分为电压小于预设电压阈值的第一部分,以及电压大于或等于预设电压阈值的第二部分),不仅可以拓展谐波电流抑制策略,从而对谐波电流进行有效抑制,同时,只需要简单的无源滤波电路即可实现对谐波电流的抑制。如此,当谐波抑制电路30应用于电源电路和电源适配器时,有利于实现电源适配器的小型化、低成本,且有利于提高电源电路的高效率。另外,该谐波抑制电路30,还可以通过各器件的配置和参数来改善对谐波电流的抑制效果,提供更优的谐波电流抑制解决方案,且对各器件的配置和参数的调节的灵活度也很高。

[0110] 本申请实施例还提供了一种电源电路50。图26是本申请实施例提供的一种电源电路50的电路图。如图26所示,电源电路50包括整流模块510、变压模块520以及谐波抑制电路30。整流模块510的输入端用于输入交流电。谐波抑制电路30连接于整流模块510与变压模块520之间。也就是说,整流模块510的输出端与第一节点a连接,第二节点b与变压模块520的输入端连接。变压模块520的输出端用于与电子设备40连接。其中,谐波抑制电路30可以

是如上述任意一个实施例中所描述的谐波抑制电路30。在图26所示的电源电路50中,所采用的是如图20所示的谐波抑制电路30。

[0111] 具体来说,整流模块510包括第三二极管D3、第四二极管D4、第五二极管D5和第六二极管D6。第三二极管D3的阳极和第五二极管D5的阳极连接,并连接至地线GND。第三二极管D3的阴极与第四二极管D4的阳极连接,并用于与市电的火线L连接。第五二极管D5的阴极与第六二极管D6的阳极连接,并用于与市电的零线N连接。第四二极管D4的阴极与第六二极管D6的阴极连接,形成整流模块510的输出端。当谐波抑制电路30不包括分压单元330时,整流模块510的输出端可以直接与第一节点a连接。当谐波抑制电路30包括分压单元330时,整流模块510的输出端可以与分压单元330的第一端连接,从而通过分压单元330与第一节点a连接。

[0112] 变压模块520包括第二开关管Q2,以及缠绕在同一闭合铁芯上的初级线圈L3和次级线圈L4。其中,第二开关管Q2也可以是N型MOSFET。初级线圈L3的第一端与第二节点b连接。初级线圈L3的第二端与第二开关管Q2的第一端连接,第二开关管Q2的第二端与地线GND连接。第二开关管Q2的控制端用于输入PWM信号。次级线圈L4的第一端用于与电子设备40连接,次级线圈L4的第二端用于与地线GND连接。也就是说,第二节点b通过变压模块520与电子设备40连接。

[0113] 电源电路50工作时,整流模块510中第四二极管D4的阳极和第六二极管D6的阳极输入交流的电信号,并从第四二极管D4的阴极和第六二极管D6的阴极输出直流的电信号。整流模块510输出的直流电信号经分压电阻R1后到达第一节点a。此时,若第一节点a和第二节点b之间的电压差小于预设电压阈值,则第一功率二极管D1不导通,第一节点a的电信号通过第二电容C2、第一电感L1、第一电容C1和第二节点b输出至变压模块520。若第一节点a和第二节点b之间的电压差大于或等于预设电压阈值,则第一功率二极管D1导通,第一节点a的电信号通过第一功率二极管D1和第二节点b输出至变压模块520。变压模块520的初级线圈L3获取电信号后,可以通过电磁感应使次级线圈L4向电子设备40输出电信号。在此过程中,可以通过PWM信号控制第二开关管Q2的占空比来控制次级线圈L4向电子设备40输出电信号的电压大小。因此,该电源电路50,可以在电路中电信号的电压较小时使电信号通过滤波单元310进行传输,从而对电信号进行滤波,达到滤除谐波电流的目的。另外,还可以在电路中电信号的电压较大时使电信号通过开关单元320进行传输,这种情况下,电信号不通过滤波单元310,可以防止电路中电信号的电压在滤波单元310的作用下发生波动,进而防止谐波电流的产生。因此,该谐波抑制电路30可以提高对谐波电流的抑制效果。

[0114] 以图26所示的电源电路50为例,对额定功率为120W(瓦特)的电源电路50进行仿真以检测电路中的各次谐波电流的大小,所得的结果如下表1所示:

[0115] 表1

[0116]

输入电压 (V)	频率 (Hz)	谐波次序	谐波电流 (A)	标准谐波 电流 (A)	谐波电流 占比 (%)	仿真结果
230	50	1	0.58784	/	/	PASS
		2	0.00245	1.08	0.227	PASS
		3	0.55541	2.3	24.148	PASS
		4	0.00241	0.43	0.561	PASS
		5	0.50218	1.14	44.051	PASS
		6	0.00274	0.3	0.913	PASS
		7	0.43069	0.77	55.933	PASS
		8	0.00285	0.23	1.239	PASS
		9	0.34931	0.4	87.328	PASS
		10	0.00306	0.184	1.66	PASS
		11	0.26772	0.33	81.128	PASS
		12	0.00278	0.15333	1.813	PASS
		13	0.19691	0.21	93.766	PASS
		14	0.00238	0.13143	1.814	PASS
		15	0.14586	0.15	97.239	PASS
		16	0.00177	0.115	1.536	PASS
		17	0.11858	0.13235	89.594	PASS
		18	0.00133	0.10222	1.297	PASS
		19	0.10804	0.11842	91.232	PASS
		20	0.00151	0.092	1.645	PASS
		21	0.10104	0.10714	94.303	PASS
		22	0.00247	0.08364	2.953	PASS
		23	0.08977	0.09783	91.761	PASS
		24	0.00344	0.07667	4.488	PASS
		25	0.0729	0.09	81.005	PASS
		26	0.00434	0.07077	6.128	PASS
		27	0.0536	0.08333	64.316	PASS
		28	0.00484	0.06571	7.366	PASS
		29	0.0347	0.07759	44.724	PASS
		30	0.00476	0.06133	7.767	PASS
		31	0.02115	0.07258	29.145	PASS
		32	0.00422	0.0575	7.338	PASS
		33	0.01667	0.06818	24.449	PASS
		34	0.0032	0.05412	5.91	PASS
		35	0.01735	0.06429	26.911	PASS

[0117]		36	0.00217	0.05111	4.247	PASS
		37	0.0173	0.06081	28.451	PASS
		38	0.00138	0.04842	2.853	PASS
		39	0.01471	0.05769	25.489	PASS
		40	0.0011	0.046	2.383	PASS

[0118] 根据上表1可知,在整流模块510的输入电压为230V,频率为50Hz(赫兹)的情况下,对于额定功率为120W的电源电路50,其电流(即一次谐波电流的大小)为0.58784A。此时,二次谐波电流为0.00245A,而标准二次谐波电流(即规定中所允许的最大二次谐波电流)为1.08A,可得此时电源电路50中二次谐波电流相对标准二次谐波电流的占比为0.227%,未达到100%,因此仿真结果为PASS(通过)。即表明电源电路50中的二次谐波电流符合要求。同样的,三次谐波电流为0.55541A,而标准三次谐波电流为2.3A,可得此时电源电路50中三次谐波电流相对标准三次谐波电流的占比为24.148%,未达到100%,因此仿真结果为PASS。即表明电源电路50中的三次谐波电流符合要求……四十次谐波电流为0.0011A,而标准四十次谐波电流为0.046A,可得此时电源电路50中四十次谐波电流相对标准四十次谐波电流的占比为2.383%,未达到100%,因此仿真结果为PASS。即表明电源电路50中的四十次谐波电流符合要求。在多次谐波电流(包括二次谐波电流、三次谐波电流、四次谐波电流……四十次谐波电流)中,多次谐波电流占标准谐波电流占比最大的是十五次谐波电流。十五次谐波电流为0.14586A,而标准十五次谐波电流为0.15A,可得此时电源电路50中十五次谐波电流相对标准十五次谐波电流的占比为97.239%,未达到100%,因此仿真结果为PASS。由此可见,本申请实施例提供的电源电路50,其多次谐波电流均能够符合要求。

[0119] 以整流模块510的输入电压为230V,频率为50Hz的情况为例,对本申请实施例提供的电源电路50(以图26所示的电源电路50为例,即以采用图20所示的谐波抑制电路30的电源电路50为例)和其他电源电路(未采用本申请实施例提供的谐波抑制电路30)进行仿真,以对比不同电源电路中多次谐波电流的大小,所得的对比图如图27所示。在图27所示的谐波电流的对比图中,横坐标为频率F,单位为Hz;纵坐标为电流I,单位为A。在图27所示的谐波电流的对比图中,包含曲线①、曲线②和曲线③。其中,曲线③所示的谐波电流对应于图26所示的电源电路50;曲线②所示的谐波电流所对应的电源电路(相较于图26所示的电源电路50)则不包括第一功率二极管D1;曲线①所示的谐波电流所对应的电源电路(相较于图26所示的电源电路50)则不包括第一功率二极管D1和分压电阻R1。图28是图27中的区域E的放大图。根据图27和图28可知,在电源电路中的电流(即一次谐波电流的大小)相同的情况下,若电源电路不包括第一功率二极管D1和分压电阻R1,则电源电路中的三次谐波电流(频率为150Hz)为1.119A;若电源电路不包括第一功率二极管D1,则电源电路中的三次谐波电流为1.088A;若电源电路为图26所示的电源电路50,则电源电路50中的三次谐波电流为1.086A。由此可见,采用本申请实施例提供的谐波抑制电路30的电源电路50,其对谐波电流的抑制效果明显。

[0120] 以整流模块510的输入电压为230V,频率为50Hz的情况为例,对本申请实施例提供的电源电路50(以图26所示的电源电路50为例)和其他电源电路(未采用本申请实施例提供的谐波抑制电路30)进行仿真,以对比不同电源电路中的电流(即一次谐波电流的大小)波形,所得的对比图如图29所示。在图29所示的电流波形的对比图中,电流波形是指电流关于

时间的波形,其中,横坐标为时间 $t$ ,单位为 $s$ (秒);纵坐标为电流 $I$ ,单位为 $A$ 。在图29所示的电流波形的对比图中,包含曲线①、曲线②和曲线③。其中,曲线③所示的电流波形对应于图26所示的电源电路50;曲线②所示的电流波形所对应的电源电路(相较于图26所示的电源电路50)则不包括第一功率二极管 $D1$ ;曲线①所示的电流波形所对应的电源电路(相较于图26所示的电源电路50)则不包括第一功率二极管 $D1$ 和分压电阻 $R1$ 。根据图29可知,在加入分压电阻 $R1$ 和第一功率二极管 $D1$ 后,电源电路50中的电流幅值减小,导通角变大。由此可见,采用本申请实施例提供的谐波抑制电路30的电源电路50,其对谐波电流的抑制效果明显。

[0121] 以整流模块510的输入电压为230V,频率为50Hz的情况为例,对本申请实施例提供的电源电路50(以图26所示的电源电路50为例,其中第一功率二极管 $D1$ 的导通压降为0.2V)和其他电源电路(未采用本申请实施例提供的谐波抑制电路30)进行仿真,以得到不同电源电路中第一节点 $a$ 和第二节点 $b$ 的电压差的波形,所得的波形图如图30所示。在图30中,图30中的(a)图、图30中的(b)图、图30中的(c)图的横坐标均为时间 $t$ ,单位为 $s$ ;纵坐标均为电压 $U$ ,单位为 $V$ 。其中,图30中的(c)图所示的波形图对应于图26所示的电源电路50。图30中的(b)图所示的波形图对应的电源电路(相较于图26所示的电源电路50)则不包括第一功率二极管 $D1$ 。图30中的(a)图所示的波形图对应的电源电路(相较于图26所示的电源电路50)则不包括第一功率二极管 $D1$ 和分压电阻 $R1$ 。根据图30可知,在加入分压电阻 $R1$ 后,第一节点 $a$ 和第二节点 $b$ 的电压差无明显变化。在继续加入第一功率二极管 $D1$ 后,第一节点 $a$ 和第二节点 $b$ 的电压差则被限定在0.2V,等于第一功率二极管 $D1$ 的导通压降。

[0122] 图31是本申请实施例提供的另一种电源电路50的电路图。如图31所示,电源电路50还可以进一步包括第一熔断器 $FU1$ 、第二熔断器 $FU2$ 、差模信号抑制模块530和共模信号抑制模块540。

[0123] 差模信号抑制模块530具有第一输入端和第二输入端。其中,差模信号抑制模块530的第一输入端可以通过第一熔断器 $FU1$ 与市电中的火线 $L$ 连接。差模信号抑制模块530的第二输入端可以通过第二熔断器 $FU2$ 与市电中的零线 $N$ 连接。差模信号抑制模块530还具有第一输出端和第二输出端,以输出滤除差模信号后的交流电。

[0124] 共模信号抑制模块540具有第一输入端和第二输入端。其中,共模信号抑制模块540的第一输入端与差模信号抑制模块530的第一输出端连接,共模信号抑制模块540的第二输入端与差模信号抑制模块530的第二输出端连接。如此,使共模信号抑制模块540可以输入滤除差模信号后的交流电,并滤除交流电中的共模信号。共模信号抑制模块540还具有第一输出端和第二输出端,以输出滤除共模信号后的交流电。共模信号抑制模块540的第一输出端可以与整流模块510中第三二极管 $D3$ 的阴极、第四二极管 $D4$ 的阳极连接。共模信号抑制模块540的第二输出端可以与整流模块510中第五二极管 $D5$ 的阴极、第六二极管 $D6$ 的阳极连接。

[0125] 在一些具体的实施例中,依旧如图31所示,差模信号抑制模块530包括第二电阻 $R2$ 和第四电容 $C4$ 。第二电阻 $R2$ 和第四电容 $C4$ 均连接于火线 $L$ 与零线 $N$ 之间。即第二电阻 $R2$ 的第一端和第四电容 $C4$ 的第一极板均通过第一熔断器 $FU1$ 与火线 $L$ 连接;第二电阻 $R2$ 的第二端和第四电容 $C4$ 的第二极板均通过第二熔断器 $FU2$ 与零线 $N$ 连接。

[0126] 共模信号抑制模块540包括绕组 $L5$ 和绕组 $L6$ 。绕组 $L5$ 和绕组 $L6$ 形成共模电感。绕组

L5的第一端与差模信号抑制模块530的第一输出端连接。绕组L6的第一端与差模信号抑制模块530的第二输出端连接。绕组L5的第二端则与整流模块510中第三二极管D3的阴极、第四二极管D4的阳极连接。绕组L6的第二端与整流模块510中第五二极管D5的阴极、第六二极管D6的阳极连接。

[0127] 在一些具体的实施例中,如图31所示,变压模块520中还包括第五电容C5、第三电阻R3、第七二极管D7、第四电阻R4、第五电阻R5和第六电容C6。其中,第七二极管D7用于防止反向电流。第七二极管D7的阳极与初级线圈L3的第二端连接。第五电容C5连接于初级线圈L3的第一端与第七二极管D7的阴极之间。第三电阻R3也连接于初级线圈L3的第一端与第七二极管D7的阴极之间。即第五电容C5的第一极板、第三电阻R3的第一端均与初级线圈L3的第一端连接,第五电容C5的第二极板、第三电阻R3的第二端均与第七二极管D7的阴极连接。第六电容C6为第二开关管Q2的寄生电容。第四电阻R4的第一端用于输入PWM信号,第四电阻R4的第二端与第二开关管Q2的控制端连接。第五电阻R5连接于第二开关管Q2的第二端与地线GND之间。即第五电阻R5的第一端与第二开关管Q2的第二端连接,第五电阻R5的第二端与地线GND连接。

[0128] 该电源电路50还可以包括第七电容C7、第八电容C8和第八二极管D8。其中第八二极管D8的阳极与次级线圈L4的第一端连接,第八二极管D8的阴极用于与电子设备40连接。第七电容C7与第八二极管D8并联,即第七电容C7的第一极板与第八二极管D8的阳极连接,第七电容C7的第二极板与第八二极管D8的阴极连接。第八电容C8连接于第八二极管D8的阴极与地线GND之间。即第八电容C8的第一极板与第八二极管D8的阴极连接,第八电容C8的第二极板与地线GND连接。

[0129] 该电源电路50,包括上述实施例提供的谐波抑制电路30,可以在电路中电信号的电压较小时使电信号通过滤波单元310进行传输,从而对电信号进行滤波,达到滤除谐波电流的目的。另外,谐波抑制电路30还可以在电路中电信号的电压较大时使电信号通过开关单元320进行传输,这种情况下,电信号不通过滤波单元310,可以防止电路中电信号的电压在滤波单元310的作用下发生波动,进而防止谐波电流的产生。因此,该谐波抑制电路30可以提高对谐波电流的抑制效果。

[0130] 该谐波抑制电路30,根据电路中电信号的电压对电信号进行分段处理(即通过预设电压阈值将电路中的电信号分为电压小于预设电压阈值的第一部分,以及电压大于或等于预设电压阈值的第二部分),不仅可以拓展谐波电流抑制策略,从而对谐波电流进行有效抑制,同时,只需要简单的无源滤波电路即可实现对谐波电流的抑制。如此,当谐波抑制电路30应用于电源电路和电源适配器时,有利于实现电源适配器的小型化、低成本,且有利于提高电源电路的高效率。另外,该谐波抑制电路30,还可以通过各器件的配置和参数来改善对谐波电流的抑制效果,提供更优的谐波电流抑制解决方案,且对各器件的配置和参数的调节的灵活度也很高。因此,使用该谐波抑制电路30的电源适配器可以提升用户体验。

[0131] 本申请实施例还提供一种电源适配器,可以包括如上述任意一个实施例中的电源电路50。

[0132] 以上所述实施例仅用以说明本申请的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本申请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改

或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的精神和范围,均应包含在本申请的保护范围之内。

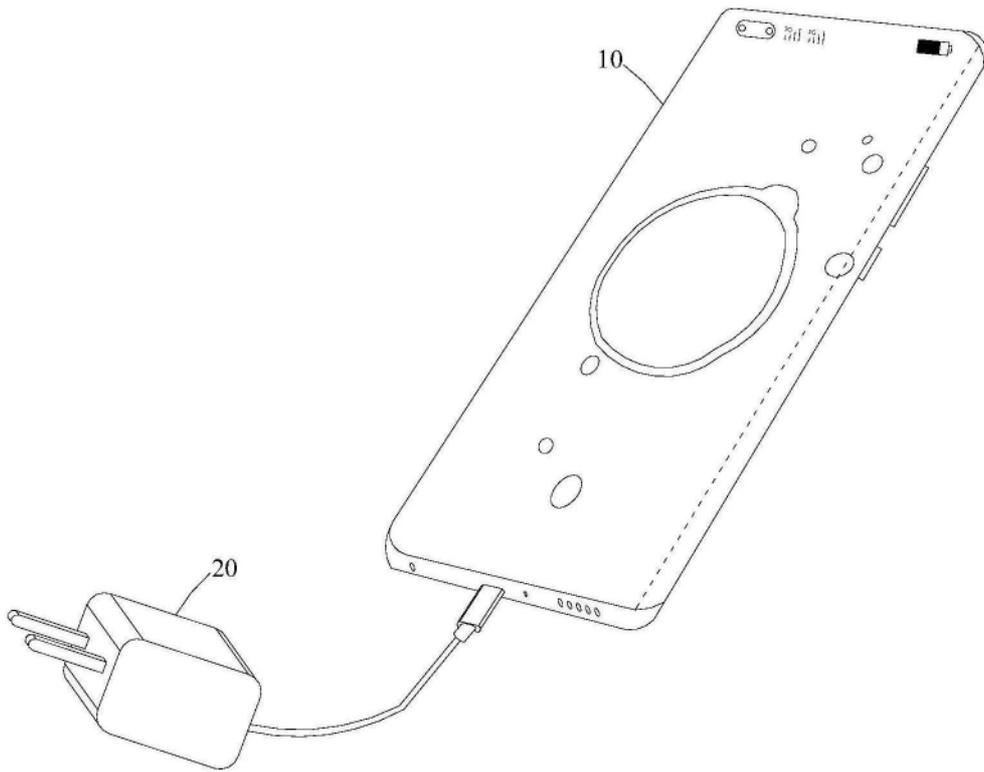


图1

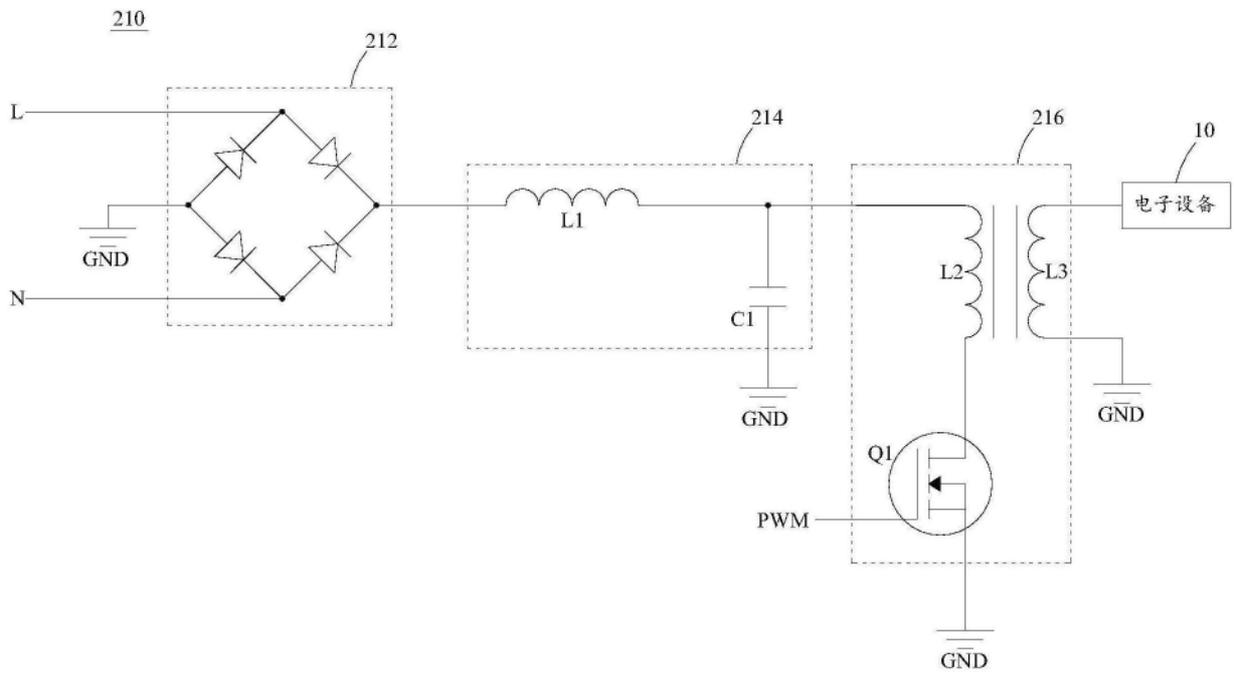


图2

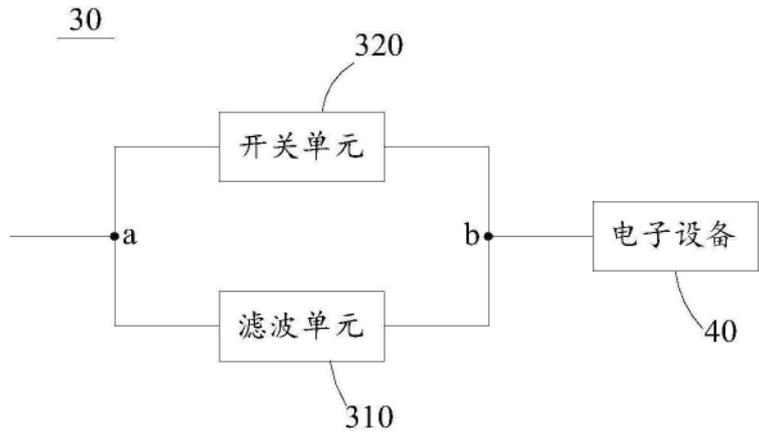


图3

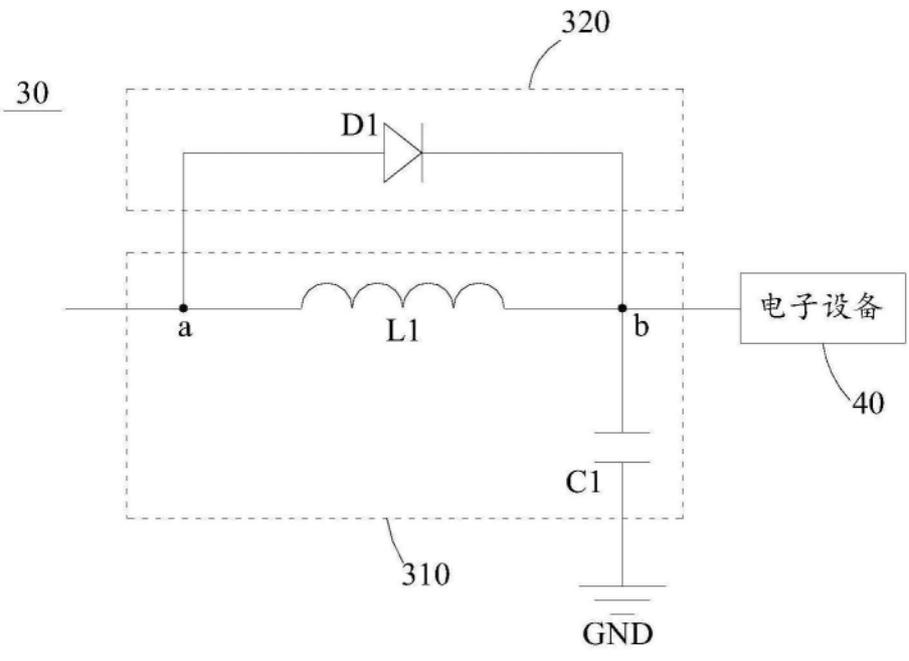


图4

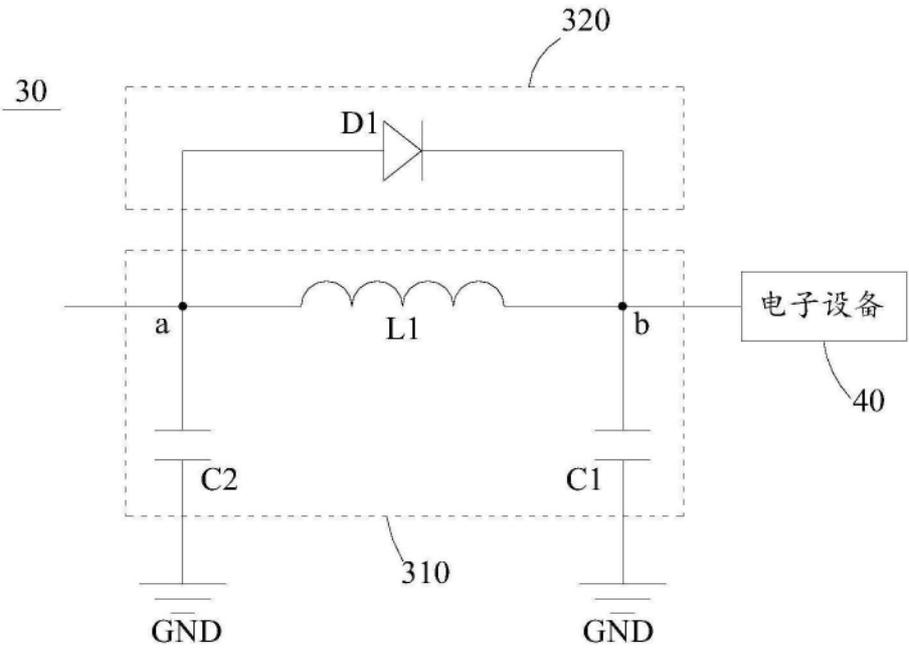


图5

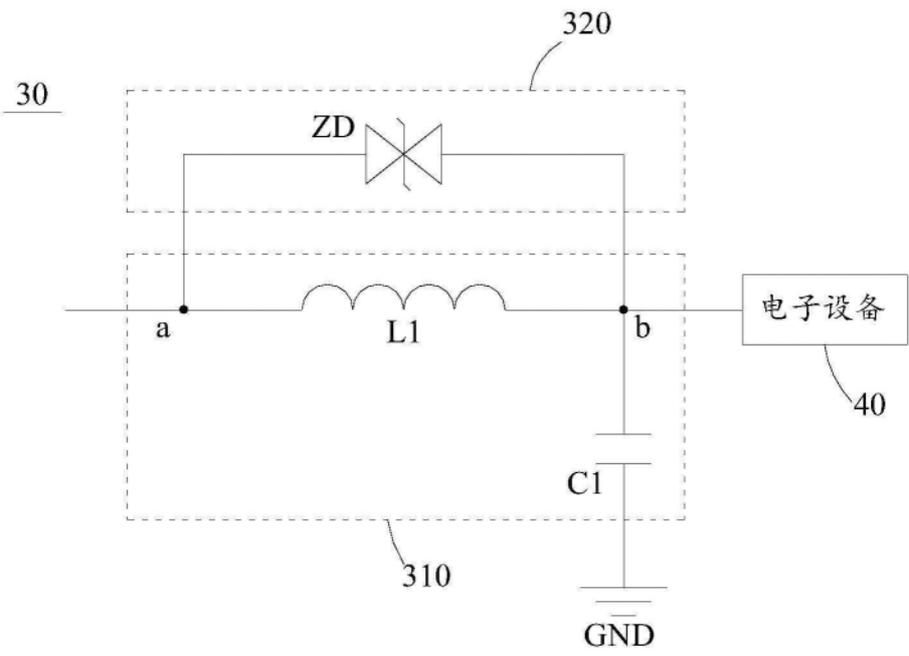


图6

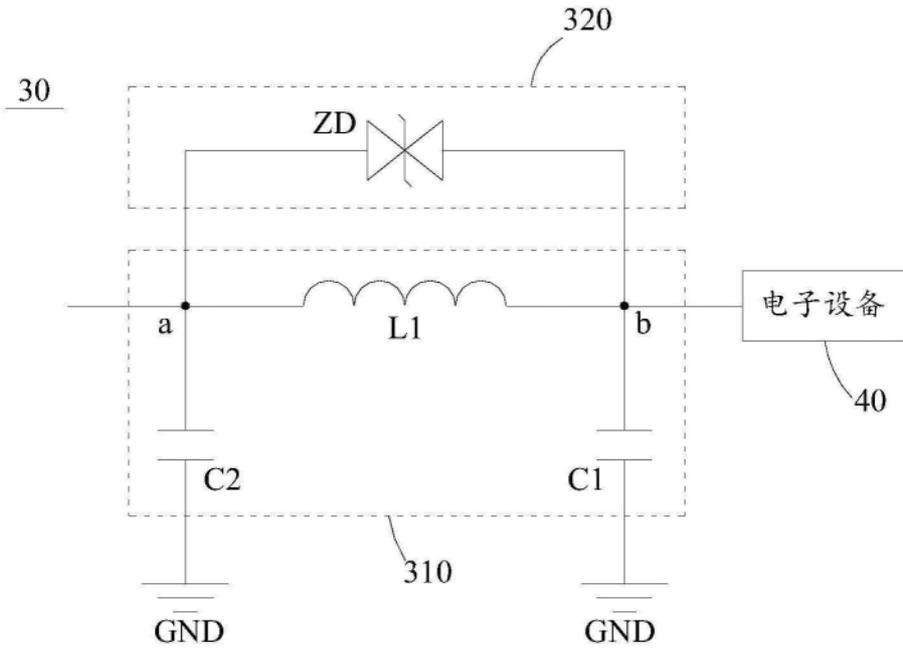


图7

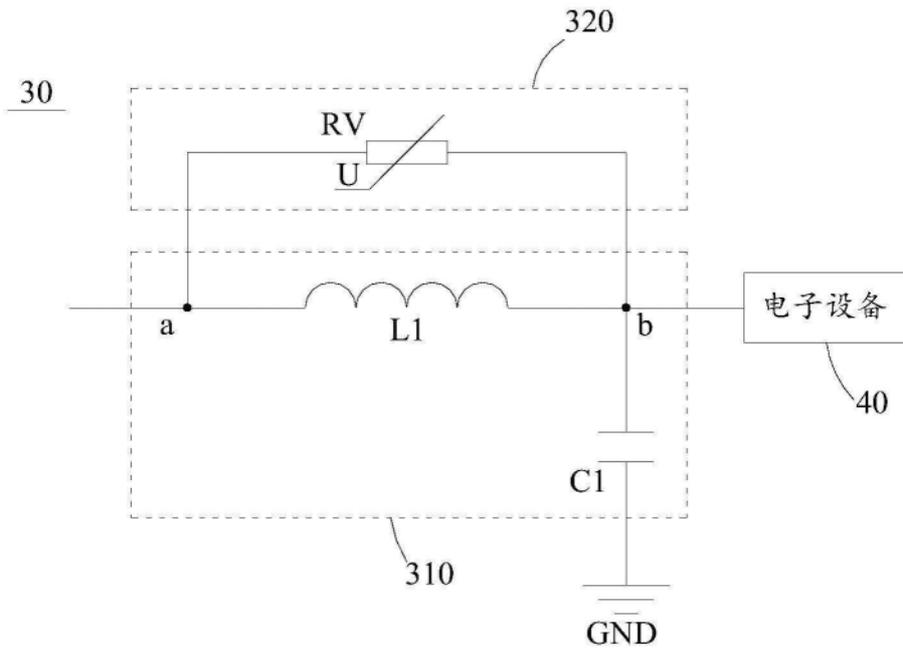


图8

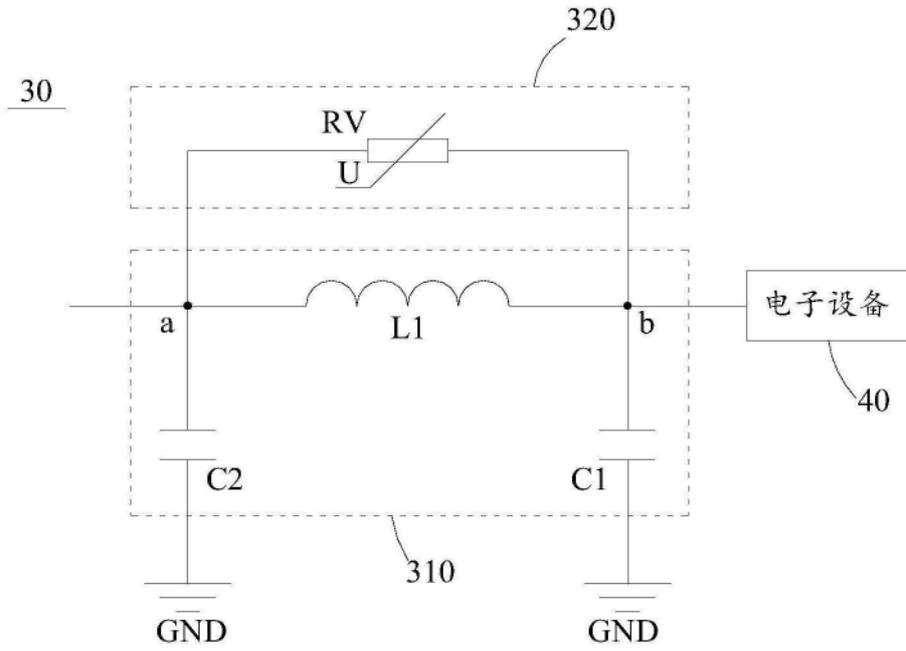


图9

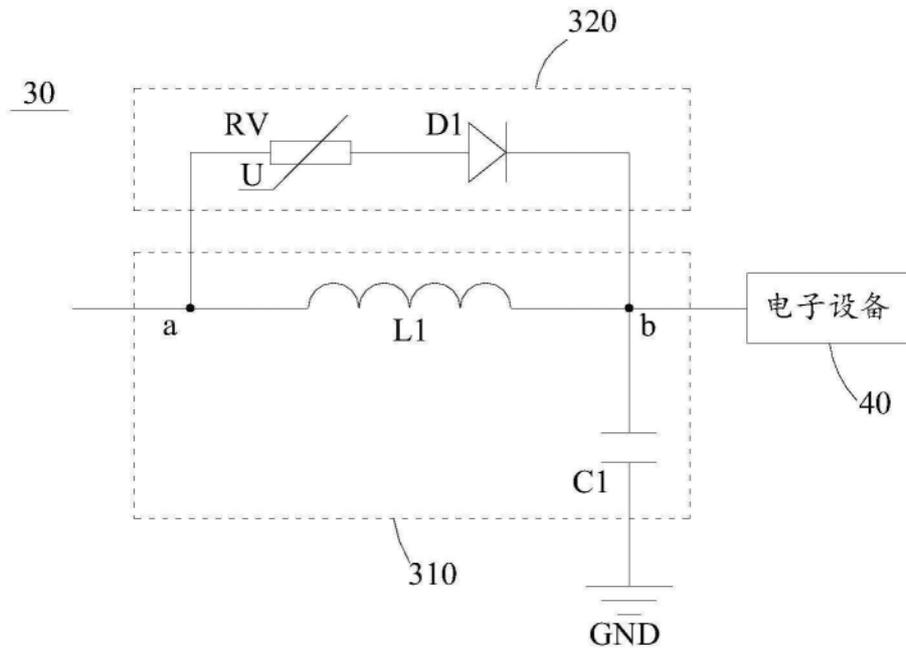


图10

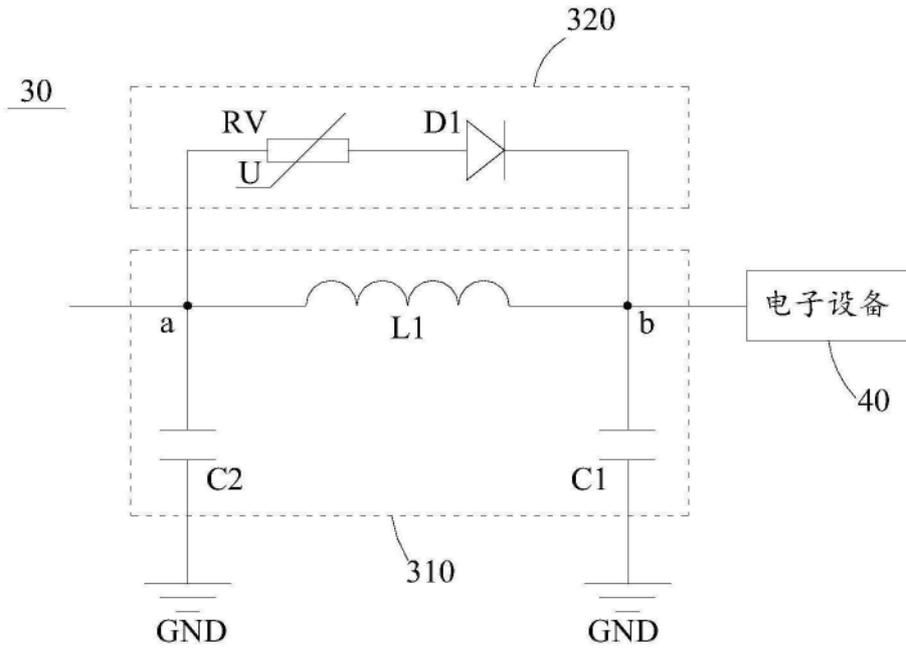


图11

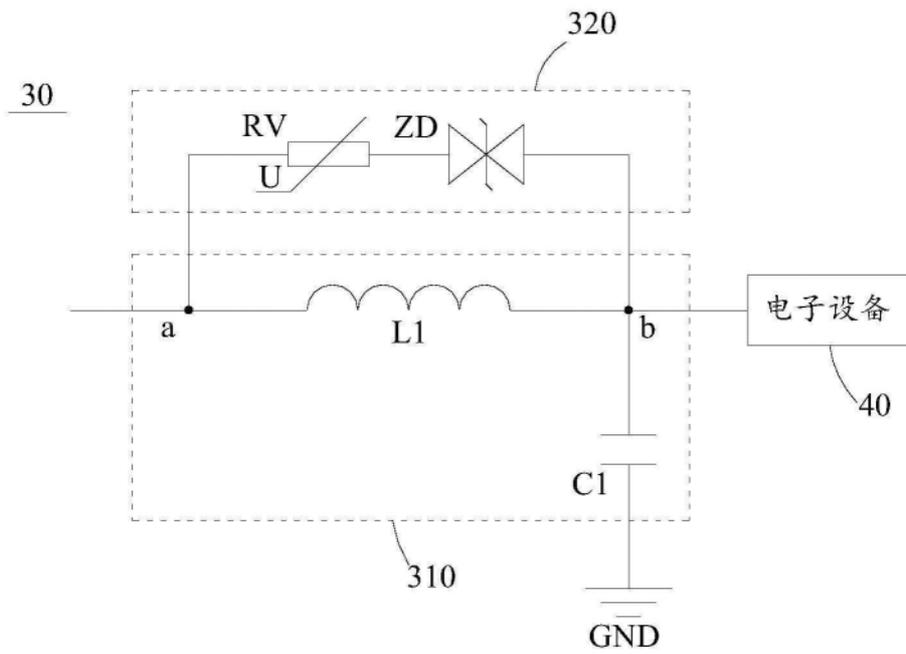


图12

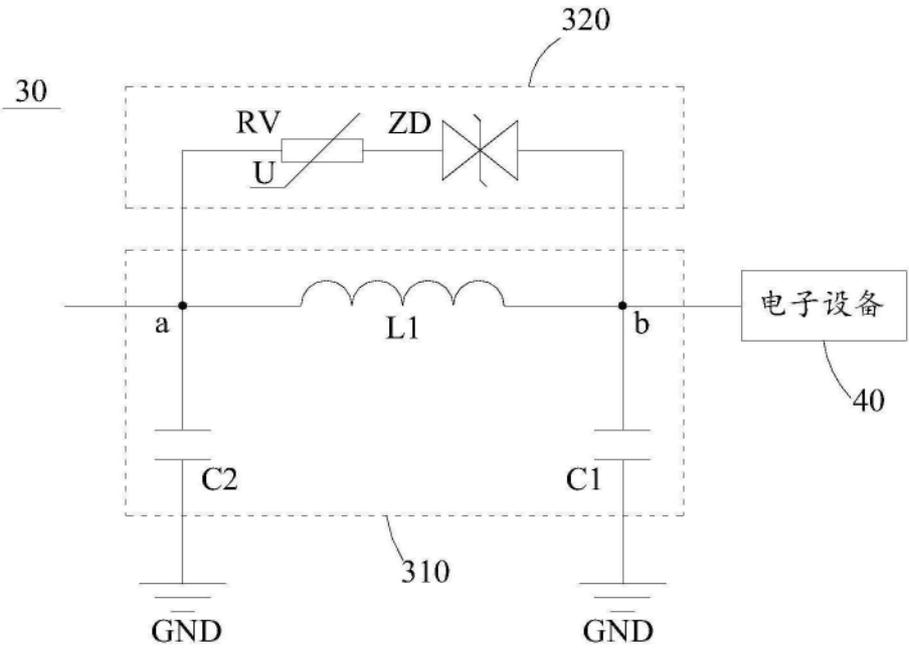


图13

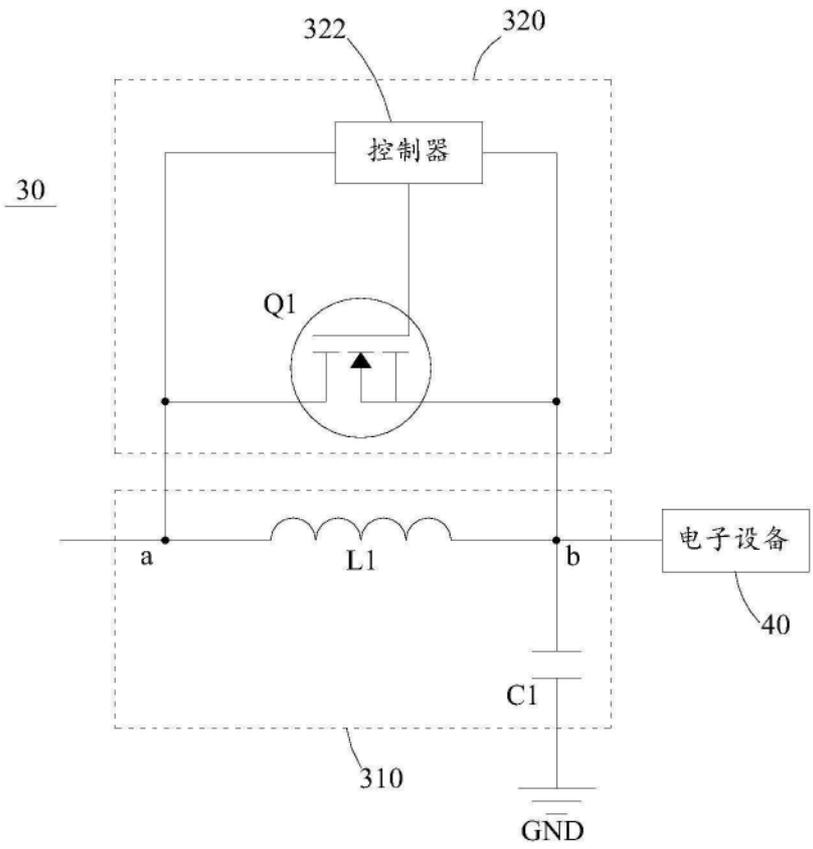


图14

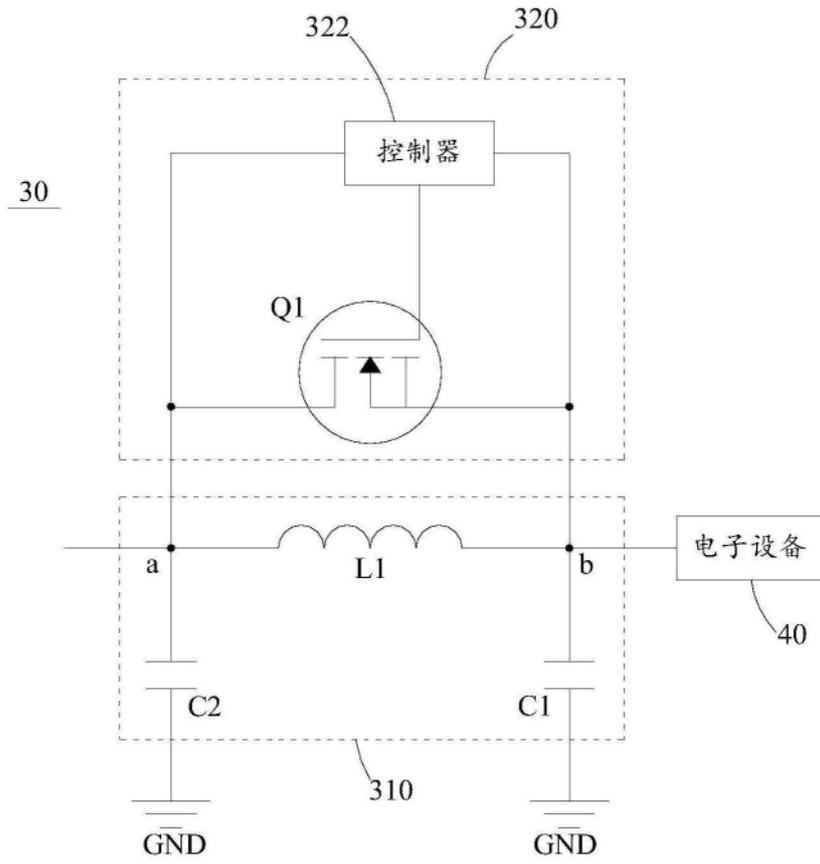


图15

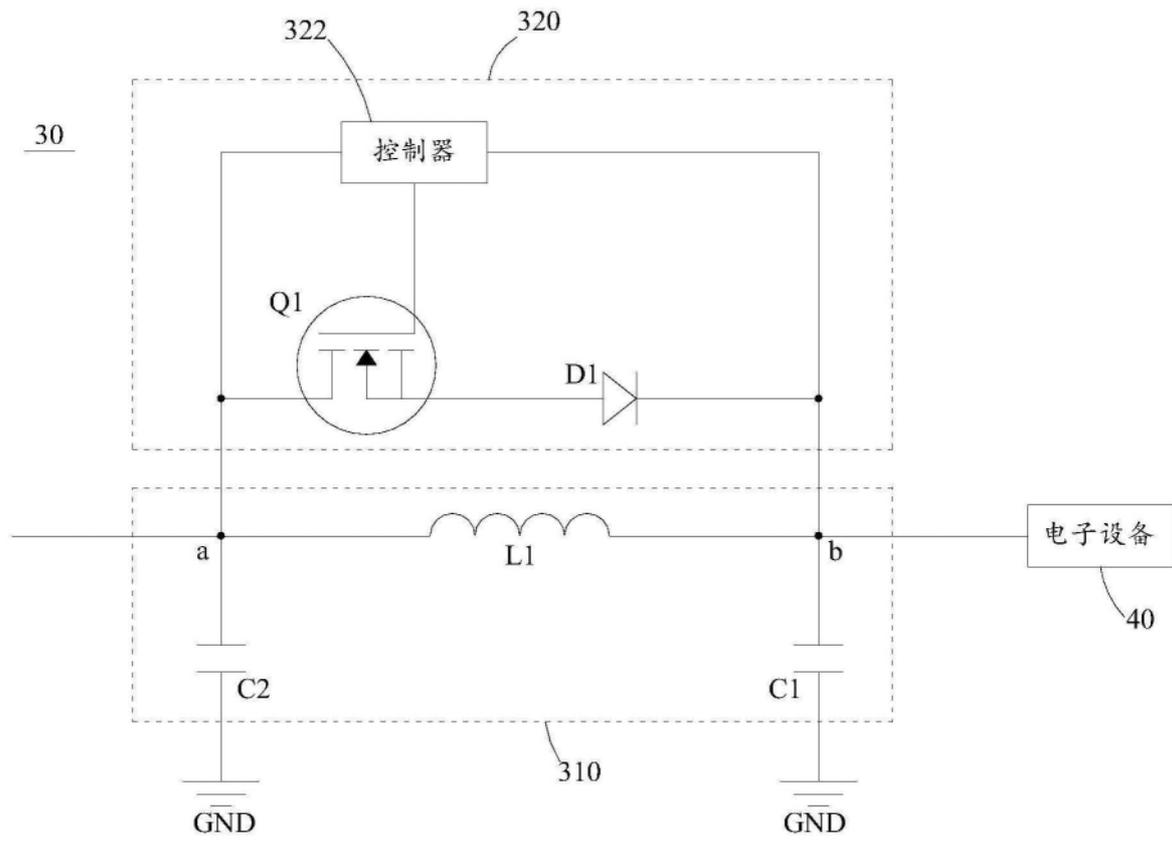


图16

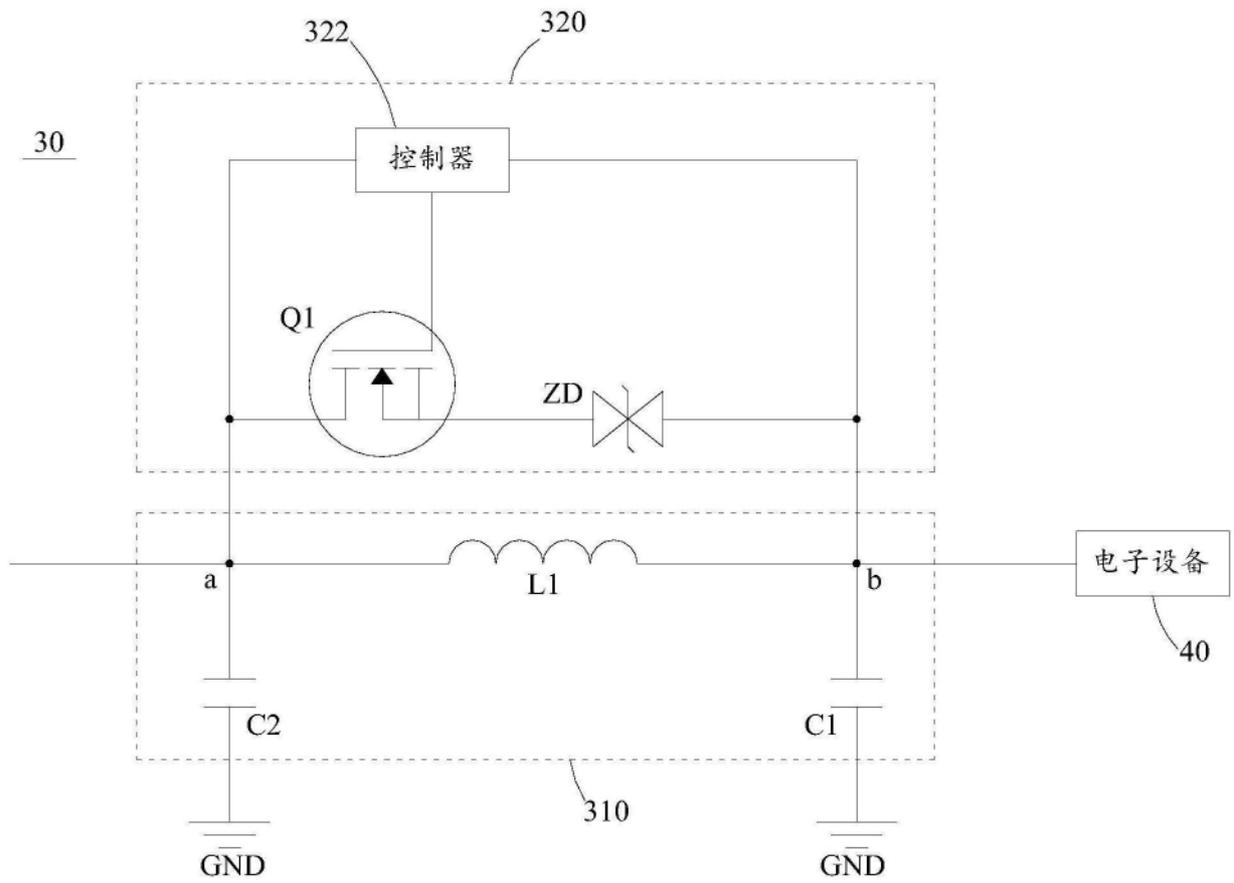


图17

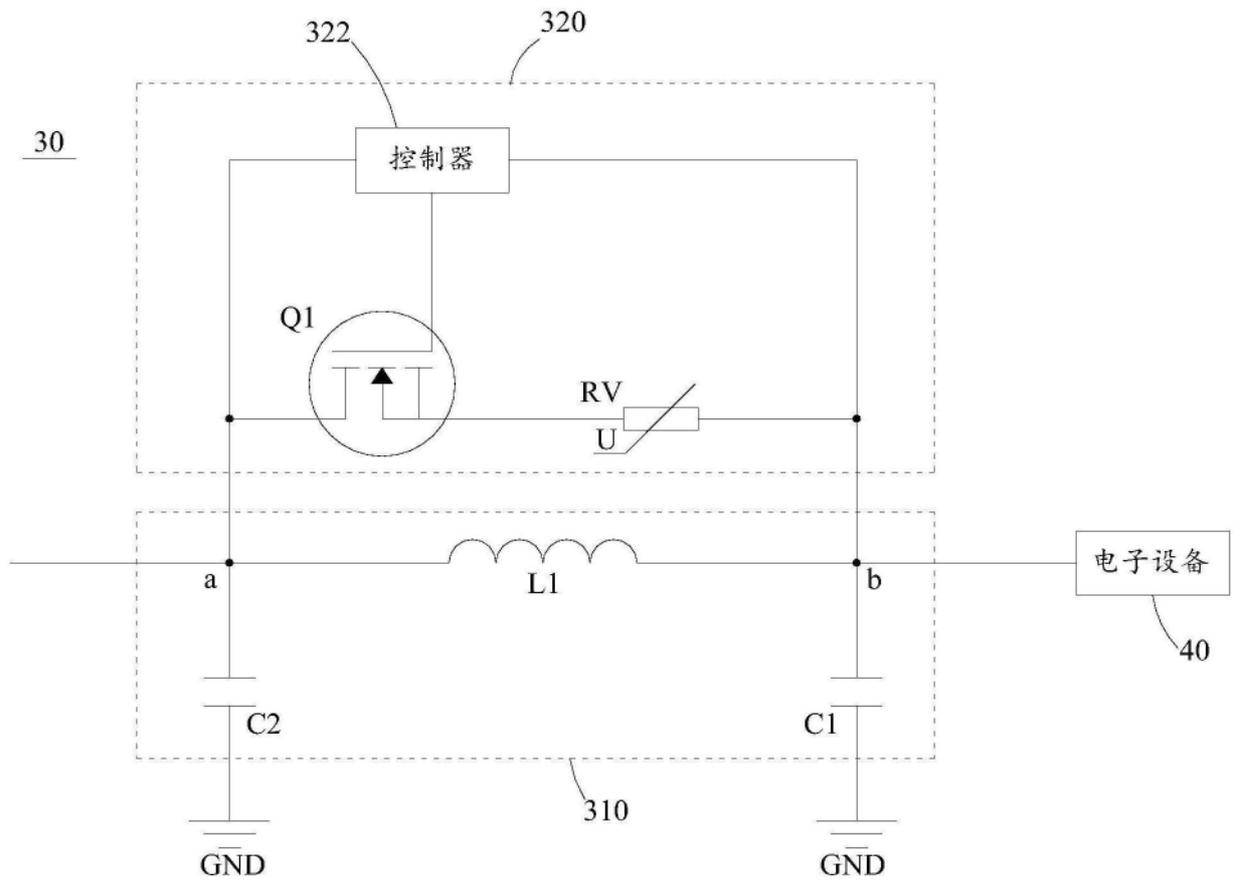


图18

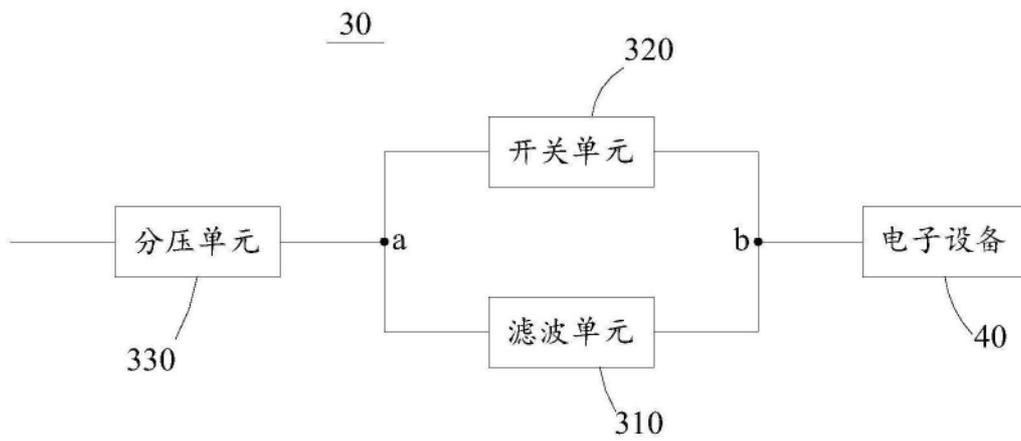


图19

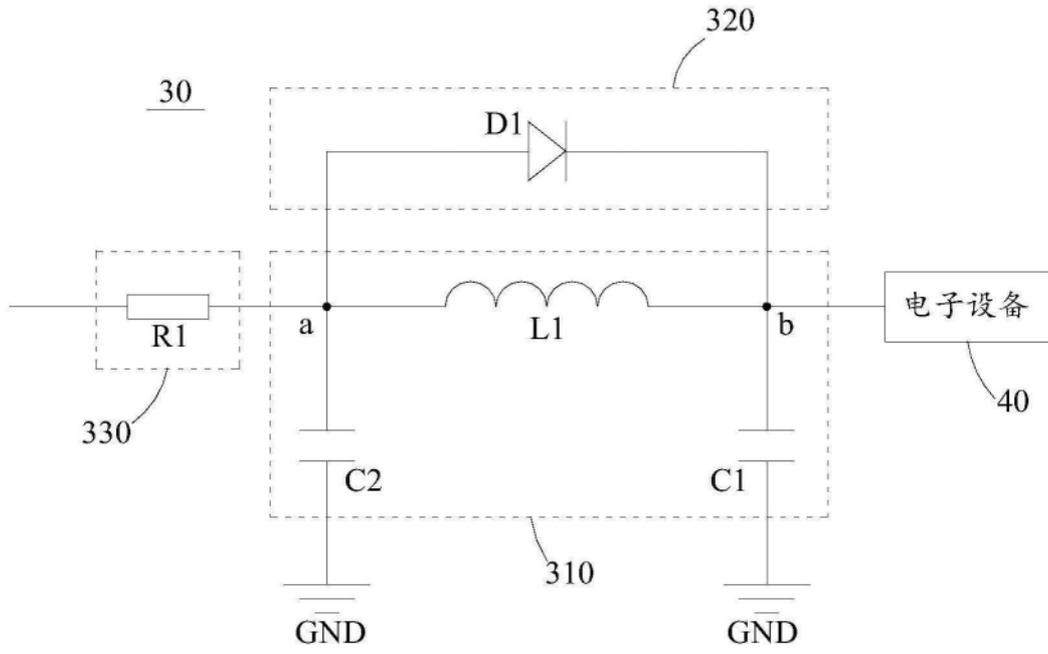


图20

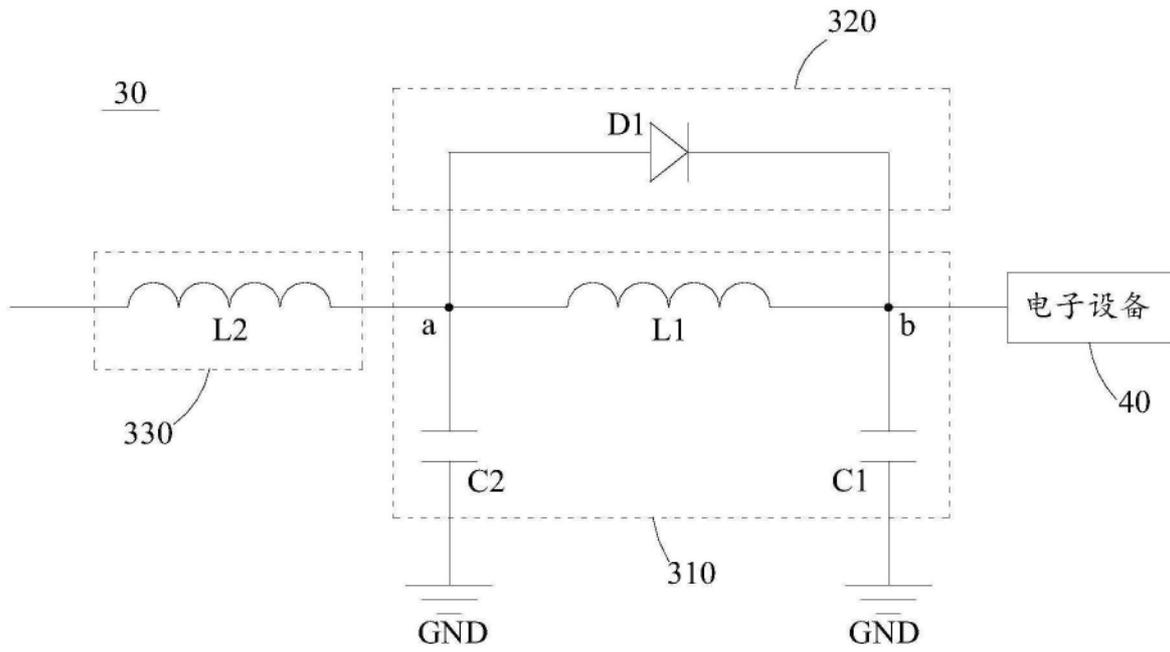


图21

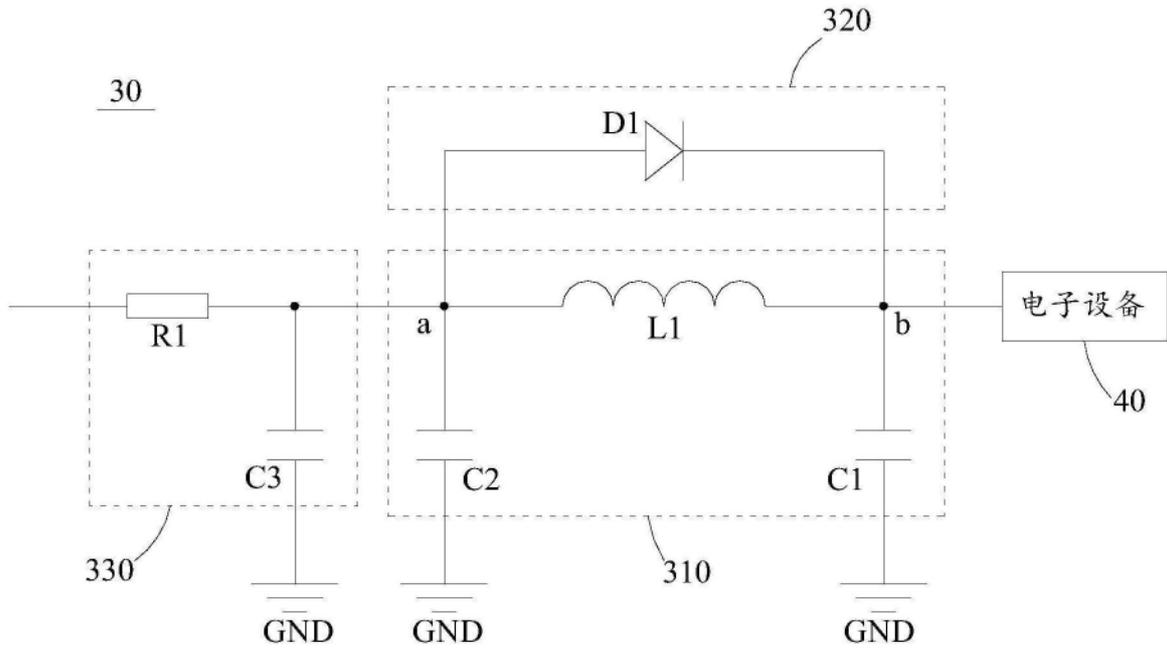


图22

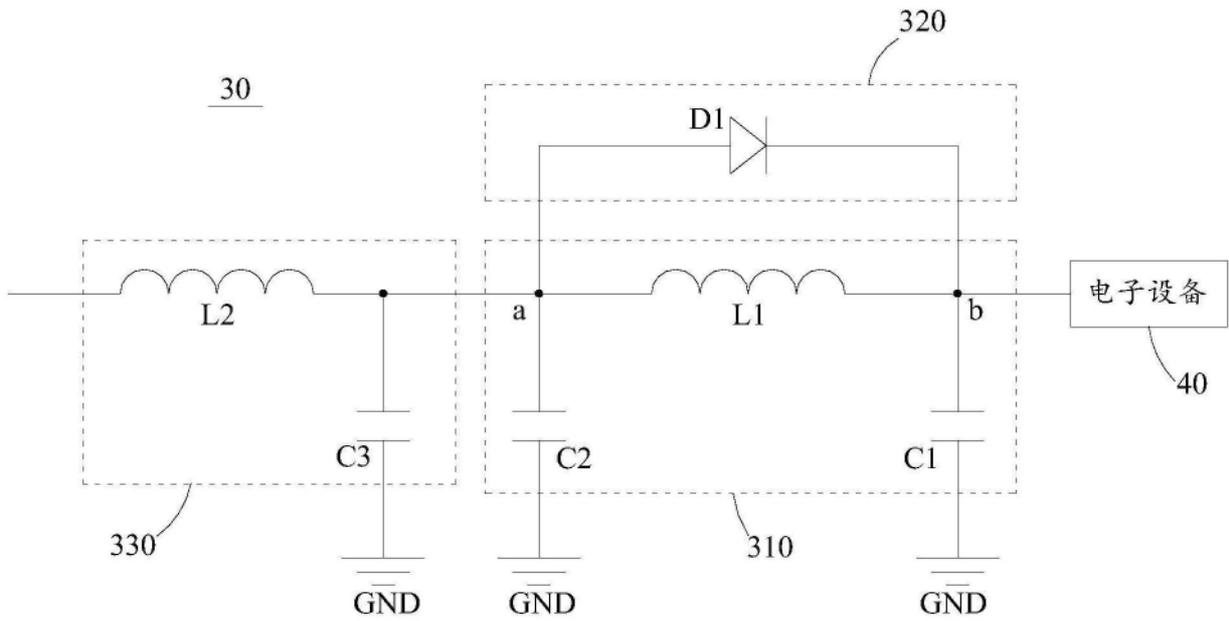


图23

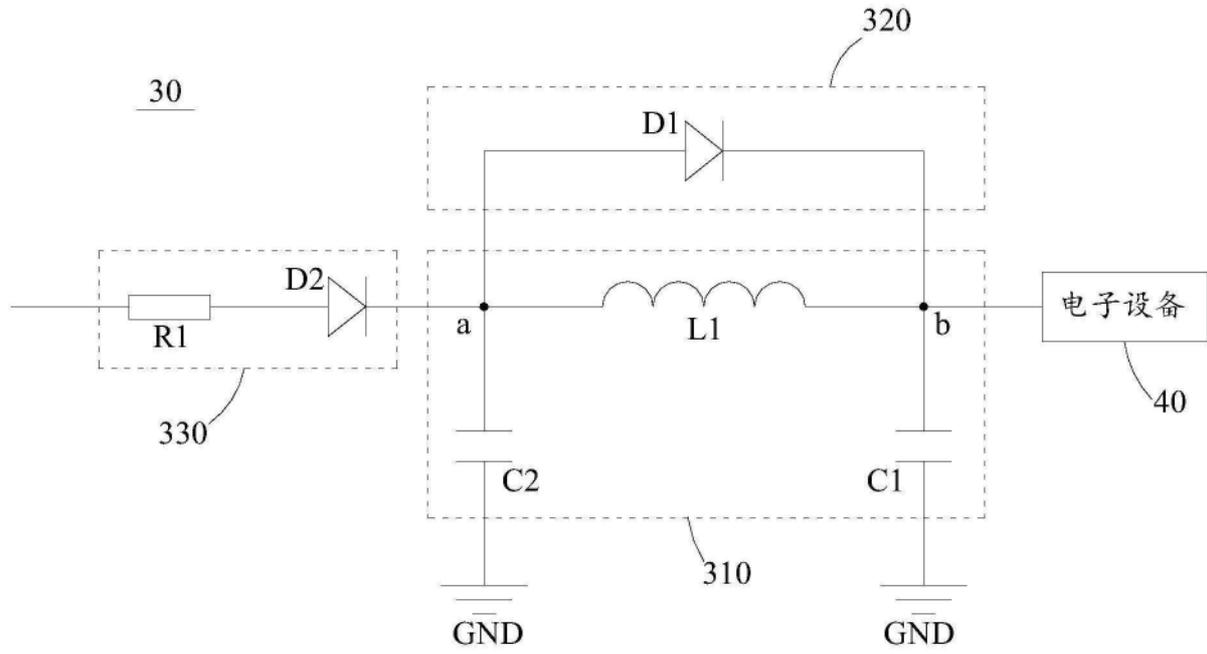


图24

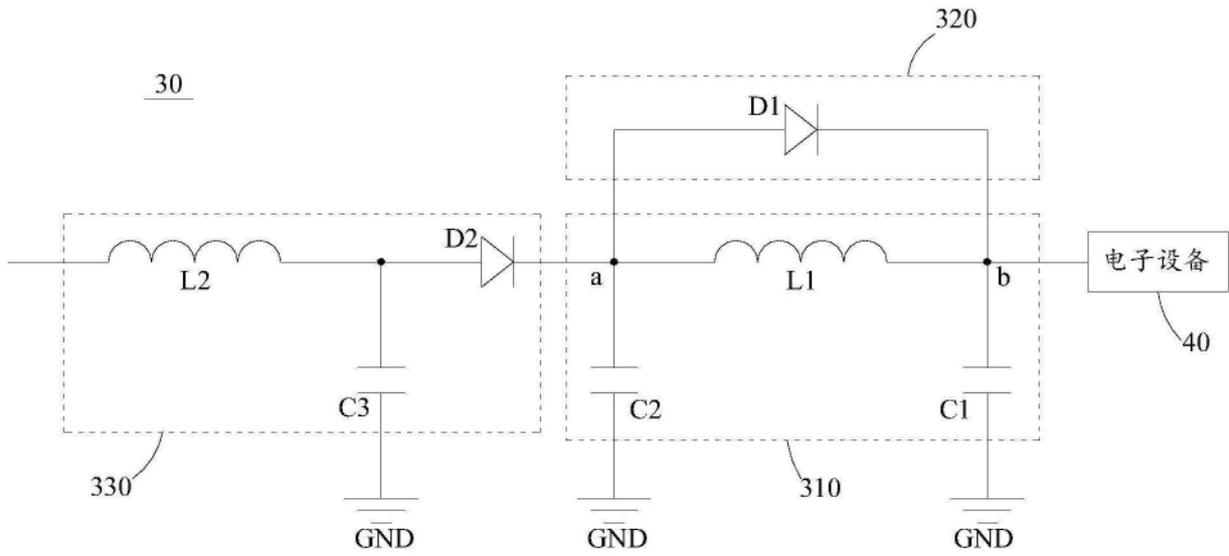


图25

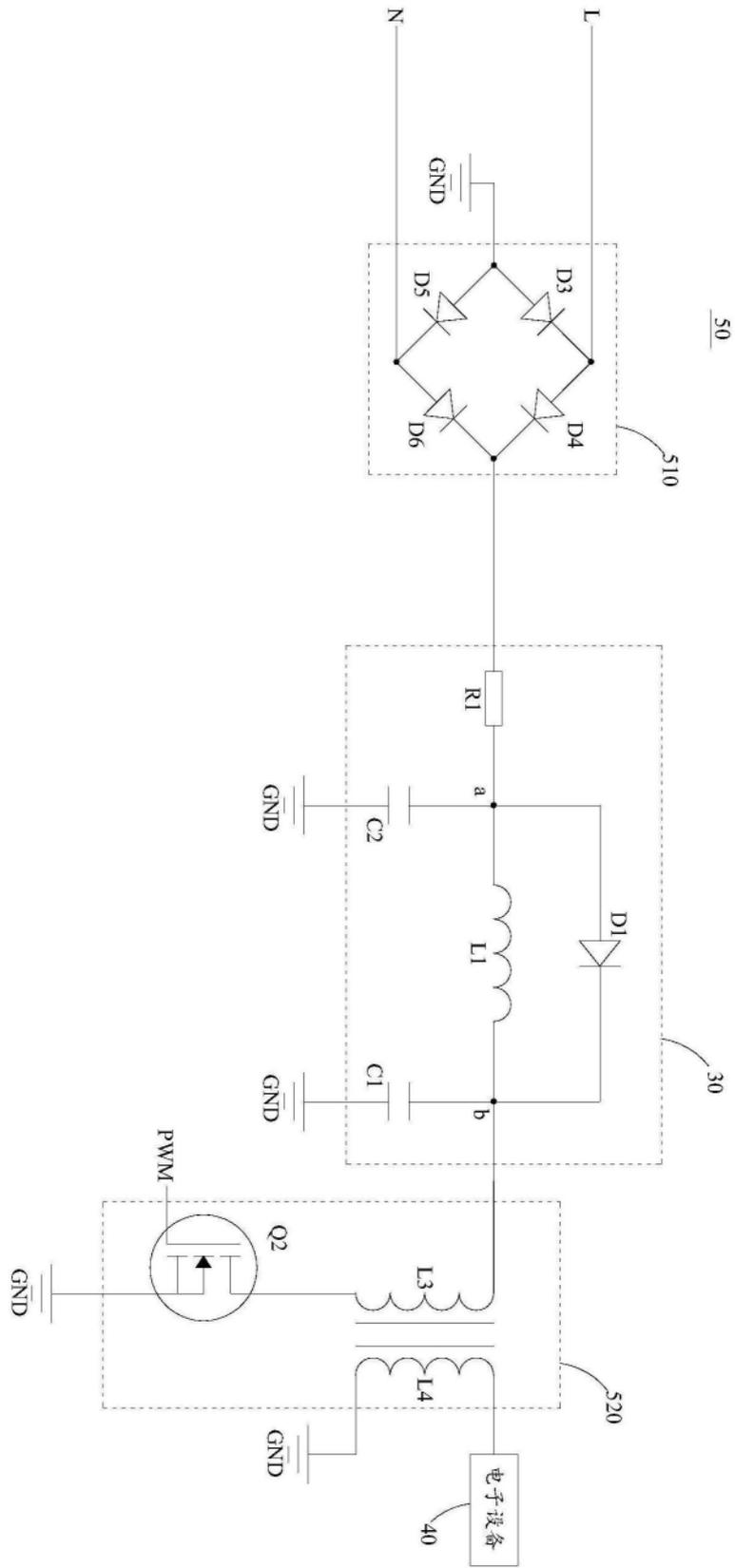


图26

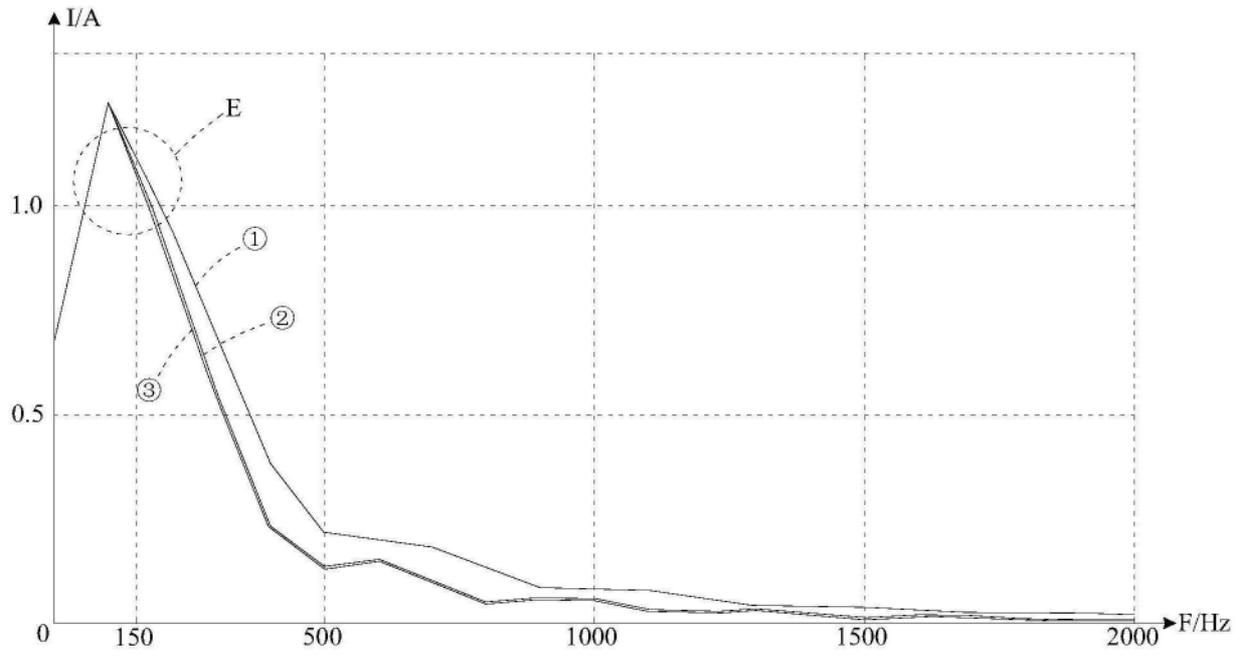


图27

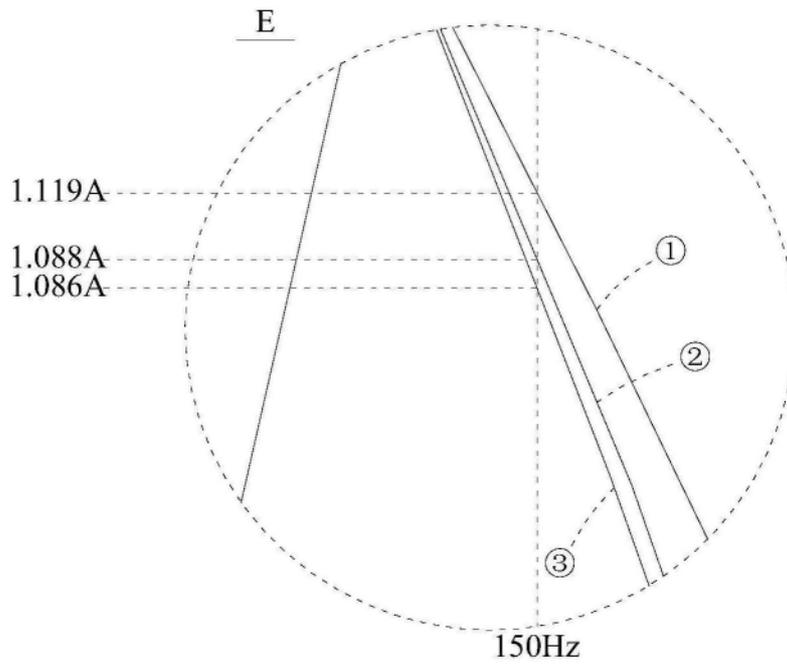


图28

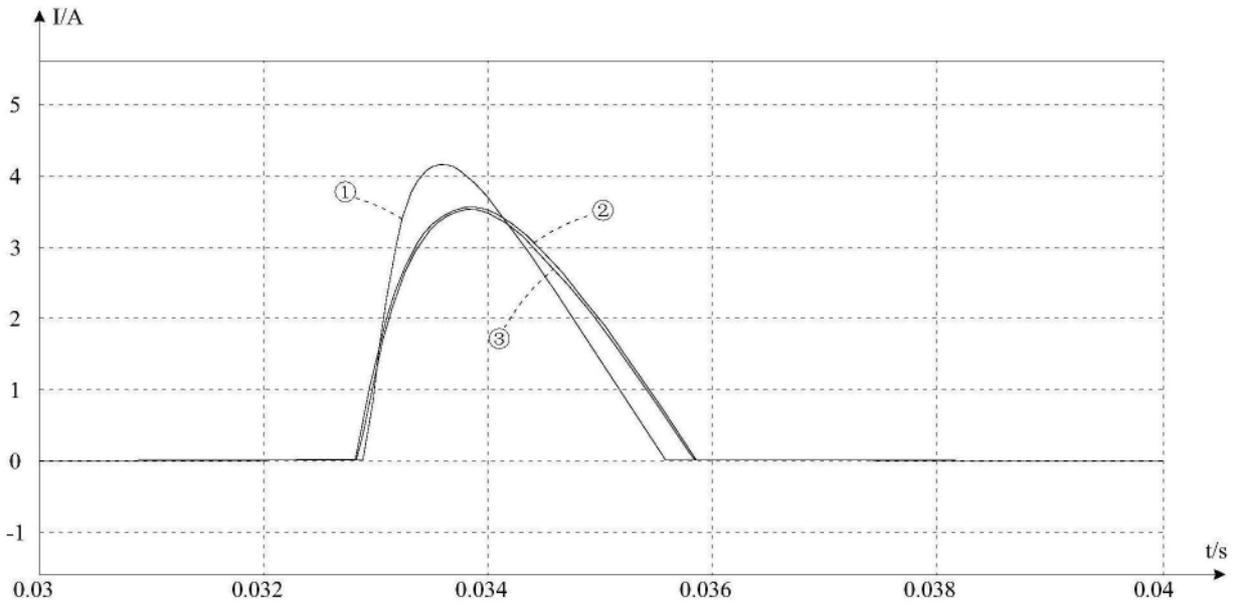


图29

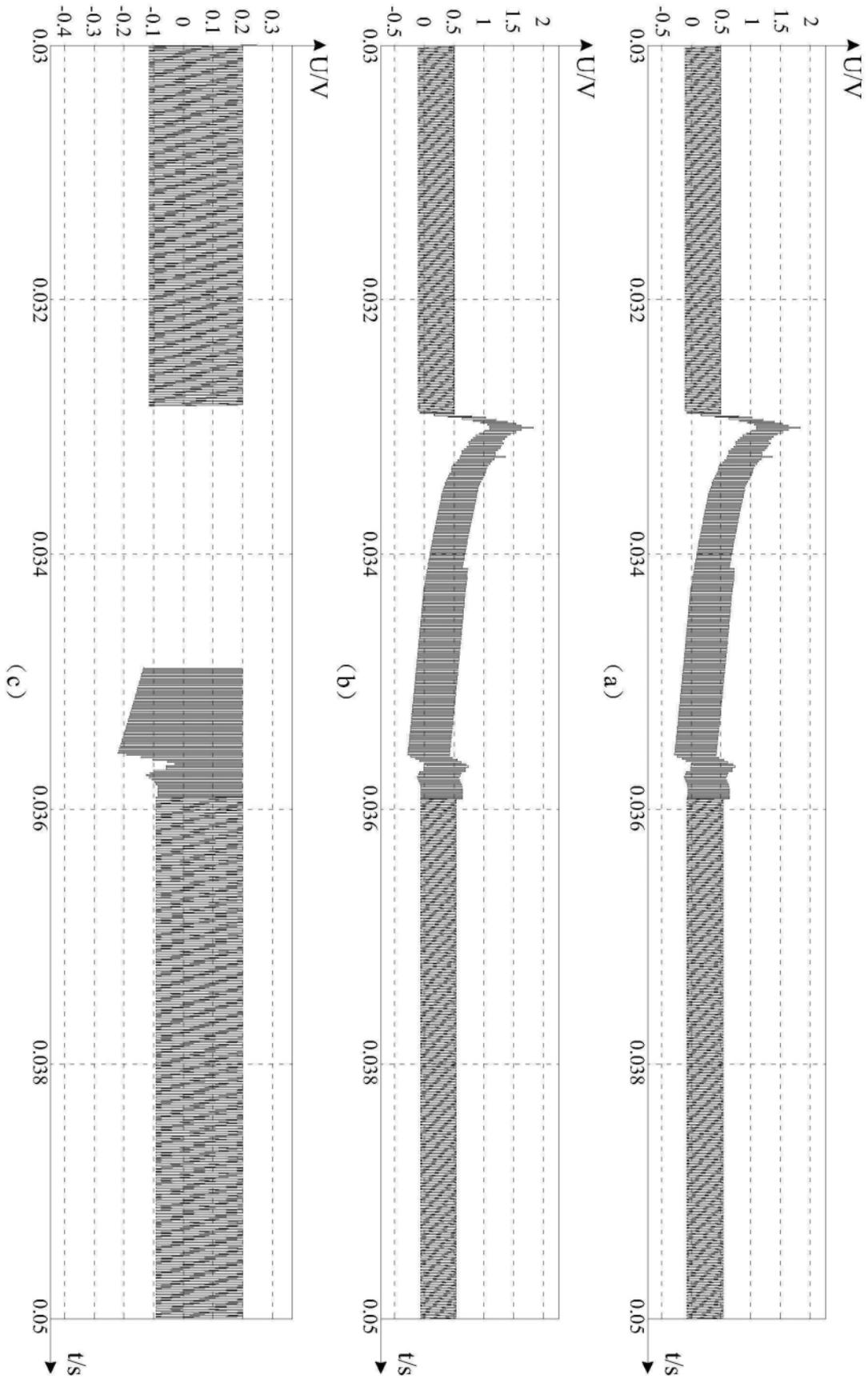


图30

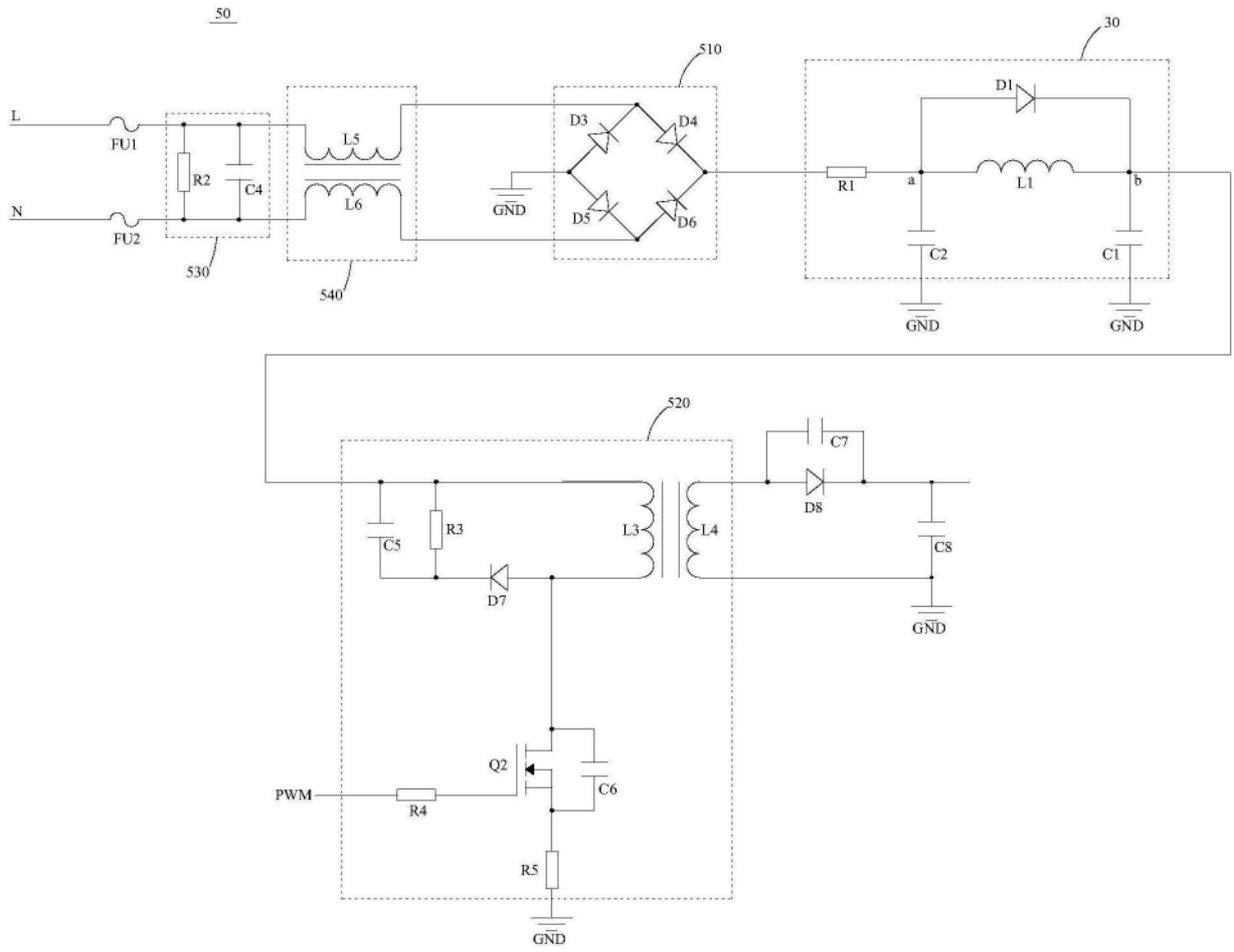


图31