



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104967326 B

(45)授权公告日 2017.07.14

(21)申请号 201510413729.6

(22)申请日 2015.07.15

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104967326 A

(43)申请公布日 2015.10.07

(73)专利权人 长城信息产业股份有限公司

地址 410100 湖南省长沙市经济开发区东三路5号

专利权人 长沙湘计海盾科技有限公司

湖南海盾光纤传感技术工程实验室有限公司

(72)发明人 夏建林 李友如 陶令 胡艳红

陈志才

(74)专利代理机构 长沙市融智专利事务所
43114

代理人 黄美成

(51)Int.Cl.

H02M 3/335(2006.01)

H02J 1/04(2006.01)

审查员 李文婷

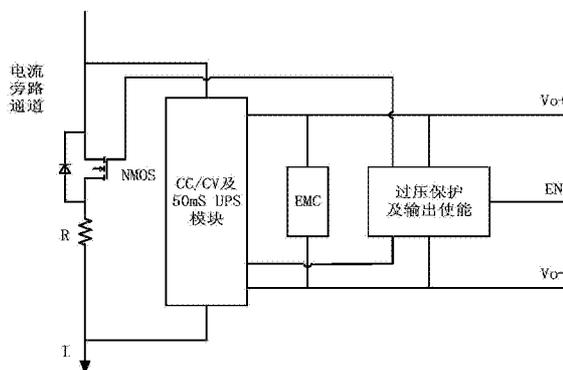
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种单线恒流转恒压电能转换电路

(57)摘要

本发明公开了一种单线恒流转恒压电能转换电路,包括电流旁路、CC/CV主电路和MOS管驱动电路;CC/CV主电路和电流旁路并联后串接在单线恒流输出通路中;电流旁路包括NMOS管Q1和电阻R1;CC/CV主电路包括二极管D1、电容C1和C2、电阻R2和稳压管D3;二极管D1的正极接电流旁路的输入端;二极管D1的负极经电容C1接电流旁路的输出端;所述的电阻R2、电容C2和稳压管D3构成输出支路;MOS管驱动电路由输出支路供电,用于为NMOS管Q1提供触发脉冲。该单线恒流转恒压电能转换电路易于实施,构思巧妙,特别适合应用于单线供电场合。



1. 一种单线恒流转恒压电能转换电路,其特征在于,包括电流旁路、CC/CV主电路和MOS管驱动电路;

CC/CV主电路和电流旁路并联后串接在单线恒流输出通路中;

电流旁路包括NMOS管Q1和电阻R1;NMOS管Q1的D极为电流旁路的输入端,NMOS管Q1的S极与电阻R的一端相接,电阻R的另一端为电流旁路的输出端;

CC/CV主电路包括二极管D1、电容C1和C2、电阻R2和稳压管D3;

二极管D1的正极接电流旁路的输入端;二极管D1的负极经电容C1接电流旁路的输出端;

所述的电阻R2、电容C2和稳压管D3构成输出支路;输出支路与电容C1并联;

电阻R2的第一端接二极管D1的负极;电阻R2的第二端为直流电压正输出端DC+;

电阻R2的第三端接稳压管D3的负极,稳压管D3的负极为+12V输出端;

稳压管D3的正极接所述的电流旁路的输出端;稳压管D3的正极为直流电压负输出端DC-;

电容C2与稳压管D3并联;

MOS管驱动电路由输出支路供电,用于为NMOS管Q1提供触发脉冲。

2. 根据权利要求1所述的单线恒流转恒压电能转换电路,其特征在于,MOS管驱动电路包括电压检测器U1、三极管T1和T2以及电阻R31、R32、R33和R34;三极管T1和T2分别为NPN型三极管和PNP三极管;

电阻R31和电阻R32串联后接在DC+和DC-之间;电压检测器U1的VDD端接电阻R31和R32的连接点;电压检测器U1的VSS端接DC-;电压检测器U1的OUT端经电阻R33接三极管T1和T2的b极;三极管T1的c极接+12V输出端,三极管T1的e极和三极管T2的e极短接,三极管T2的c极接DC-端;三极管T1的e极经电阻R34到脉冲输出端DRIVE;脉冲输出端DRIVE与DC-端之间跨接有稳压管D31;脉冲输出端DRIVE为NMOS管Q1的栅极提供触发脉冲;

电压检测器U1采用S-80850CLUA-B7BT2G芯片。

3. 根据权利要求2所述的单线恒流转恒压电能转换电路,其特征在于,所述的电阻R32为可变电阻。

4. 根据权利要求1所述的单线恒流转恒压电能转换电路,其特征在于,电容C1的电容值由下式确定:

$C = 2PT / [(V2^2 - V1^2) * \eta * K]$; 其中 \wedge 表示幂, $V1^2$ 表示V1的平方;

$V2^2$ 表示V2的平方;

P-----电源模块总输出功率;

T-----时间,50ms

η -----电源模块转换效率, $\eta \geq 0.85$;

V2-----输入电源正常供电电压;

V1-----电源模块工作电压下限值;

K为降额系数,降额系数取0.5~0.6。

5. 根据权利要求1-4任一项所述的单线恒流转恒压电能转换电路,其特征在于,CC/CV主电路还包括与电容C1并联的TVS二极管D2。

6. 根据权利要求5所述的单线恒流转恒压电能转换电路,其特征在于,输出支路与电容

C1之间串接有共模电感L1。

7. 根据权利要求5所述的单线恒流转恒压电能转换电路,其特征在于,还包括恒压源使能输出电路;恒压源使能输出电路包括电压检测器U2、稳压管D41、电阻R41和R42;

电阻R41和电阻R42串联后接在DC+和DC-之间;电压检测器U2的VDD端接电阻R41和R42的连接点;电压检测器U2的VSS端接DC-;电压检测器U2的OUT端为使能输出端EN;使能输出端EN与DC-端之间跨接有稳压管D41;

电压检测器U2采用S-80850CLUA-B7BT2G芯片。

8. 根据权利要求7所述的单线恒流转恒压电能转换电路,其特征在于,所述的电阻R42为可变电阻。

9. 根据权利要求6-8任一项所述的单线恒流转恒压电能转换电路,其特征在于,包括多个串联在单线恒流输出通路中的恒流/恒压变流模块;多个恒流/恒压变流模块的电路结构相同,每一个恒流/恒压变流模块包括所述的电流旁路、CC/CV主电路和MOS管驱动电路。

10. 根据权利要求9所述的单线恒流转恒压电能转换电路,其特征在于,直流电压负输出端DC-与地之间接有由电容C3和C4串接而成的第一滤波支路;

直流电压正输出端DC+与地之间接有由电容C5和C6串接而成的第二滤波支路。

一种单线恒流转恒压电能转换电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种单线恒流转恒压电能转换电路。

背景技术

[0002] 在传统的直流供电领域,无论是恒压源还是恒流源,都采用两根导线供电,即一根电源线和一根回线。而在远距离光纤通信尤其是海底光纤通信应用中,由于单线恒流供电的特点、成本等优势,大都采用光电复合缆。光电复合缆上有一层屏蔽铜管,缆上负载的供电正是利用这层铜管提供恒定电流来实现,它只有一根导线,其回线是利用海水或大地来实现的。因为缆上只有一根导线且通过某一恒定的电流值,用传统的方法来获得负载所需的恒压源显得异常困难。

[0003] 因此,有必要设计一种单线恒流转恒压电能转换电路。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种单线恒流转恒压电能转换电路,该单线恒流转恒压电能转换电路易于实施,构思巧妙,特别适合应用于单线供电场合。

[0005] 发明的技术解决方案如下:

[0006] 一种单线恒流转恒压电能转换电路,包括电流旁路、CC/CV主电路和MOS管驱动电路;

[0007] CC/CV主电路和电流旁路并联后串接在单线恒流输出通路中;

[0008] 电流旁路包括NMOS管Q1和电阻R1;NMOS管Q1的D极为电流旁路的输入端(记为M点,即接单线恒流输出通路的电流输出端),NMOS管Q1的S极与电阻R的一端相接,电阻R的另一端为电流旁路的输出端【记为N点,即接单线恒流输出通路的电流回流端】;也可以反过来接,即电阻R接在前面,Q1接在后面,图2中没有画与NMOS管相连的二极管;

[0009] CC/CV主电路包括二极管D1、电容C1和C2、电阻R2和稳压管D3;

[0010] 二极管D1的正极接电流旁路的输入端(即M点);二极管D1的负极经电容C1接电流旁路的输出端(即N点);

[0011] 所述的电阻R2、电容C2和稳压管D3构成输出支路;输出支路与电容C1并联;电阻R2的第一端接二极管D1的负极;电阻R2的第一端为直流电压正输出端DC+,电阻R2的第二端接稳压管D3的负极,稳压管D3的负极为+12V输出端;稳压管D3的正极接所述的电流旁路的输出端(即N端);稳压管D3的正极为直流电压负输出端DC-;

[0012] 电容C2与稳压管D3并联;

[0013] MOS管驱动电路由输出支路供电,用于为NMOS管Q1提供触发脉冲。

[0014] MOS管驱动电路包括电压检测器U1、三极管T1和T2以及电阻R31、R32、R33和R34;三极管T1和T2分别为NPN型三极管和PNP三极管;

[0015] 电阻R31和电阻R32串联后接在DC+和DC-之间;电压检测器U1的VDD端接电阻R31和R32的连接点;电压检测器U1的VSS端接DC-;电压检测器U1的OUT端接三极管T1和T2的b极;

三极管T1的c极接+12端,三极管T1的e极和三极管T2的e极短接,三极管T2的c极接DC-端;三极管T1的e极经电阻R34到脉冲输出端DRIVE;脉冲输出端DRIVE与DC-端之间跨接有稳压管D31;脉冲输出端DRIVE为NMOS管Q1的栅极提供触发脉冲;

[0016] 电压检测器U1采用S-80850CLUA-B7BT26芯片。

[0017] 所述的电阻R32为可变电阻。

[0018] 电容C1的电容值由下式确定:

[0019] $C = 2PT / [(V2^2 - V1^2) * \eta * K]$; 其中[^]表示幂, $V1^2$ 表示V1的平方; $V2^2$ 表示V2的平方;

[0020] P-----电源模块总输出功率;

[0021] T-----时间, 50mS

[0022] η -----电源模块转换效率, $\eta \geq 0.85$;

[0023] V2-----输入电源正常供电电压;

[0024] V1-----电源模块工作电压下限值;

[0025] K为降额系数,降额系数取0.5~0.6。

[0026] CC/CV主电路还包括与电容C1并联的TVS二极管D2【用来吸收恒压源电路的瞬变电压】。

[0027] 输出支路与电容C1之间串接有共模电感L1。【共模电感L1中的一个电感接在二极管D1的负极与DC+之间,另一个电感接在电流旁路的输出端(即N点)与DC-之间】

[0028] 所述的单线恒流转恒压电能转换电路还包括恒压源使能输出电路;恒压源使能输出电路包括电压检测器U2、稳压管D41、电阻R41和R42;

[0029] 电阻R41和电阻R42串联后接在DC+和Dc-之间;电压检测器U2的VDD端接电阻R41和R42的连接点;电压检测器U2的VSS端接DC-;电压检测器U2的OUT端为使能输出端EN;使能输出端EN与DC-端之间跨接有稳压管D41;

[0030] 电压检测器U2采用S-80850CLUA-B7BT2G芯片。使能端为后级必要的DC/DC转换电路提供使能信号。

[0031] 所述的电阻R42为可变电阻。

[0032] 包括多个串联在单线恒流输出通路中的恒流/恒压变流模块;多个恒流/恒压变流模块的电路结构相同,每一个恒流/恒压变流模块包括所述的电流旁路、CC/CV主电路和MOS管驱动电路。即多个恒流/恒压变流模块可以级联输出。

[0033] 恒压源的实现是从单线恒流源通过控制电容的充电电压值而取得,其输出功率由通过单根导线的恒流值及控制电容的充电电压值确定,通过监测电容的电压值实现恒压源的过压保护及后级DC/DC模块软启动和使能输出功能。

[0034] 该发明的恒压源具有不间断供电功能,在供电站或岸站因故障切换电源时,可能会有50mS以内的短暂掉电,光电复合缆的上的恒压源因具有50mS不间断供电功能而不会影响负载的供电。50mS不间断供电的原理说明:通过图2中电容C1储存能量,当岸站远供电源断电时,负载所需的能量由电容C1提供,须确保在50mS内电容C1的电压值不下降到后级DC/DC电路的欠压保护值。

[0035] 地球磁场及太阳风产生的感应电流大小与光电复合缆圈围的面积等成正比,方向可能与光电复合缆上的电流同向,也可能反向,本装置能旁路的感应电流值为 $\pm 200A$ (双

向)。图2中NMOS管Q1,型号为VS-FC220SA20,电流值为220A,反向耐压值200V。

[0036] 恒压源的输入对地耐压值可达6KVrms。图2中C3、C4、C5、C6形成Y电容,单个电容的参数为4700PF/500VAC。

[0037] 直流电压负输出端DC-与地之间接有由电容C3和C4串接而成的第一滤波支路;

[0038] 直流电压正输出端DC+与地之间接有由电容C5和C6串接而成的第二滤波支路。

[0039] 有益效果:

[0040] 本发明的单线恒流转恒压电能转换电路,集成了CC/CV转换模块,50mS不间断供电模块【图2中电容C1即可实现恒流源向恒压源转换,同时作为储能电容以实现50mS的不间断供电功能】,过压保护模块,软启动及使能模块,地球磁场及太阳风产生的感应电流旁路模块。使用电容充电实现恒流源到恒压源的转换,并通过控制其充电的电压值实现50mS不间断供电功能,通过实时监测电容的电压实现过压保护和后级DC/DC模块的软启动和使能输出,使用带二极管的MOSFET与功率电阻串联后再与CC/CV模块并联来旁路地球磁场及太阳风产生的感应电流。本电路实现的恒压源输出功率可以方便调节,具备电磁兼容(EMC)功能,其输入对地耐压达6KVrms,由于恒流源传输只有一根导线输电,因而特别适应于陆上和海底光电复合缆上光放大器和光信号处理器的供电。

[0041] 本发明具有以下特点:

[0042] 1. 能实现单线恒流到双线恒压的转换;

[0043] 2. 通过电容C1实现50mS的不间断供电功能;

[0044] 3. 通过对电容的电压监测,实现恒压源的过压保护及使能输出;

[0045] 4. 通过并联的大功率MOSFET和功率电阻,旁路地磁场及太阳风产生的感应电流;

[0046] 5. 通过Y电容【Y电容由图2中C3、C4、C5、C6连接而成】的串接,来增强恒压源输入端对地的抗电强度,使其耐压达到6KVrms【rms是有效值的意思】或更高。

附图说明

[0047] 图1为单线恒流源转恒压源电能转换电路的总体框图;

[0048] 图2为电流旁路和CC/CV主电路原理图;

[0049] 图3为MOS管驱动电路原理图;

[0050] 图4为恒压源使能输出电路原理图;

[0051] 图5为两端供电站供电示意图。

具体实施方式

[0052] 以下将结合附图和具体实施例对本发明做进一步详细说明:

[0053] 实施例1:

[0054] 本发明在一块PCB板上集成了CC/CV转换模块,50mS不间断供电模块,过压保护模块,软启动及使能模块,地球磁场及太阳风产生的感应电流旁路模块。且恒压源输出功率可以方便调节和升级,具备电磁兼容(EMC)功能,抗电强度即输入对地耐压达6KVrms。

[0055] 如图2所示恒压源的实现是从单线恒流源通过控制电容的充电电压值而取得,其输出功率由通过单根导线的恒流值及控制电容的充电电压值确定,通过监测电容的电压值实现恒压源的过压保护及后级DC/DC模块软启动和使能输出功能(如图4所示)。电压监测芯

片U1采用SEIKO的S-80850CLUA-B7BT2G【超小型高精度电压检测器】，该芯片具有释放电压和滞后电压，使电路能有效避免在设置电压点抖动而产生误动作。

[0056] 本恒压源具有不间断供电功能，在供电站或岸站因故障切换电源时，可能会有50mS以内的短暂掉电，光电复合缆的上的恒压源因具有50mS不间断供电功能而不会影响负载的供电。依靠电容的储存的电荷，设置其合理的电压值，在电网供电中断时，由电容供电。在50mS内，只要电容的电压值不下降到后级DC/DC模块的工作电压下限值就能实现不间断供电。电容值与电压值的设置依据下面公式：

[0057] $C = 2PT / [(V_2^2 - V_1^2) \eta]$ ；其中 \wedge 表示幂，如 V_2^2 表示 V_2 的平方；

[0058] P-----电源模块总输出功率；根据负载要求而定，比如负载要求100W，则此处的总输出功率即为100W；

[0059] T-----时间，50mS

[0060] η -----电源模块转换效率，一般在85%或以上，可以取值85%，或90%；

[0061] V_2 -----输入电源正常供电电压；该电压根据负载计算，比如负载100W，而要求电流1A，则此处的 V_2 即为100V；

[0062] V_1 -----电源模块工作电压下限值，电源模块的后级DC/DC电路具有一个工作电压范围，工作电压范围的下限值即为此处的电源模块工作电压下限值据此等式求得的电容值还需除以一个降额系数，降额系数一般取0.5~0.6。

[0063] 图2中的电感L1是共模电感，用来抑制共模噪声，增强电路电磁兼容性。

[0064] 如图2所示，D1、C1串联，电容C1以实现恒流源向恒压源的转换，二极管D1防止电容C1的能量反向流动。R1与Q1串联再与D1、C1并联，用来为恒压源过压保护及地磁太阳风产生感应电流时提供电流通路。D2为TVS二极管，用来吸收恒压源电路的瞬变电压，L1是共模电感，用来抑制共模噪声，增强电路电磁兼容性。R2、D3、C2组成一个+12V电源，为图3的推挽驱动电路提供电源。本恒压源具有不间断供电功能，在供电站或岸站因故障切换电源时，可能会有50mS以内的短暂掉电，光电复合缆的上的恒压源因具有50mS不间断供电功能而不会影响负载的供电。依靠电容的储存的电荷，设置其合理的电压值，在电网供电中断时，由电容供电。在50mS内，只要电容的电压值不下降到后级DC/DC模块的工作电压下限值就能实现不间断供电。

[0065] 如图2所示，若干个这样相同的CC/CV转换装置串联在光电复合缆上，该电能转换装置据有旁路地球磁场及太阳风产生的感应电流的功能。地球磁场及太阳风产生的感应电流大小与光电复合缆圈围的面积和磁感应通量成正比，方向可能与光电复合缆上的电流同向，也可能反向，当检测到电容C1的电压高于额定值时打开旁路MOSFET管，使多余的能量消耗在功率电阻上，感应电流反向时会自动经MOSFET的体二极管（并联在MOSFET的漏源极间的二极管，是在设计生产MOSFET时的寄生二极管）旁路，能量消耗在功率电阻上，避免CC/CV装置反向击穿。本装置能旁路的感应电流值为±200A（双向），并可要求更换个别元器件旁路更大的感应电流。MOSFET的驱动电路如图3所示，R13、R32、C31构成电压采样电路，调节电位器【又称可变电阻】R32可设置恒压源的保护电压值，C31为去耦电容。当恒压源的电压达到设置的保护电压值时，U1将输出一个高电平，此电压信号经限流电阻R33限流后，经推挽驱动电路，再经限流电阻R34限流后驱动MOSFET的栅极。

[0066] 图3中的Drive是给NMOS管的脉冲信号。

[0067] 图1、图4中的使能端EN为同一个信号,是给后级DC/DC模块电源的使能信号。后级的恒压转恒压电路(如12V转到5V等)进行使能,图4就是属于图1中的“过压保护及输出使能”中的一部分,是为了防止后级DC/DC电路欠压保护而设置的。即只有当图2中C1的电压达到或高于后级DC/DC电路的欠压保护值后图4电路才发出使能信号,启动后级DC/DC电路。

[0068] 如图2所示该装置恒压源的抗电强度即输入端对地耐压值可达6KVrms,采用两个4700PF/500VAC的Y电容C3、C4和C5、C6串联,并可根据环路负载的大小及规模设计成输入对地耐压更高的恒压源。

[0069] 物理指标:

[0070] 尺寸:152X152X36 (mm)

[0071] 重量:<400g

[0072] 工作温度:-40℃~80℃

[0073] 功率:300W

[0074] 散热:传导散热

[0075] 本发明可以在光电复合缆上串联使用,适合两端供电站分别提供最大1.5A/±6KV高压恒流源光纤通信系统。

[0076] 如图5所示,两端供电站采用正负电源同时供电,一端为正电源供电,另一端为负电源供电。

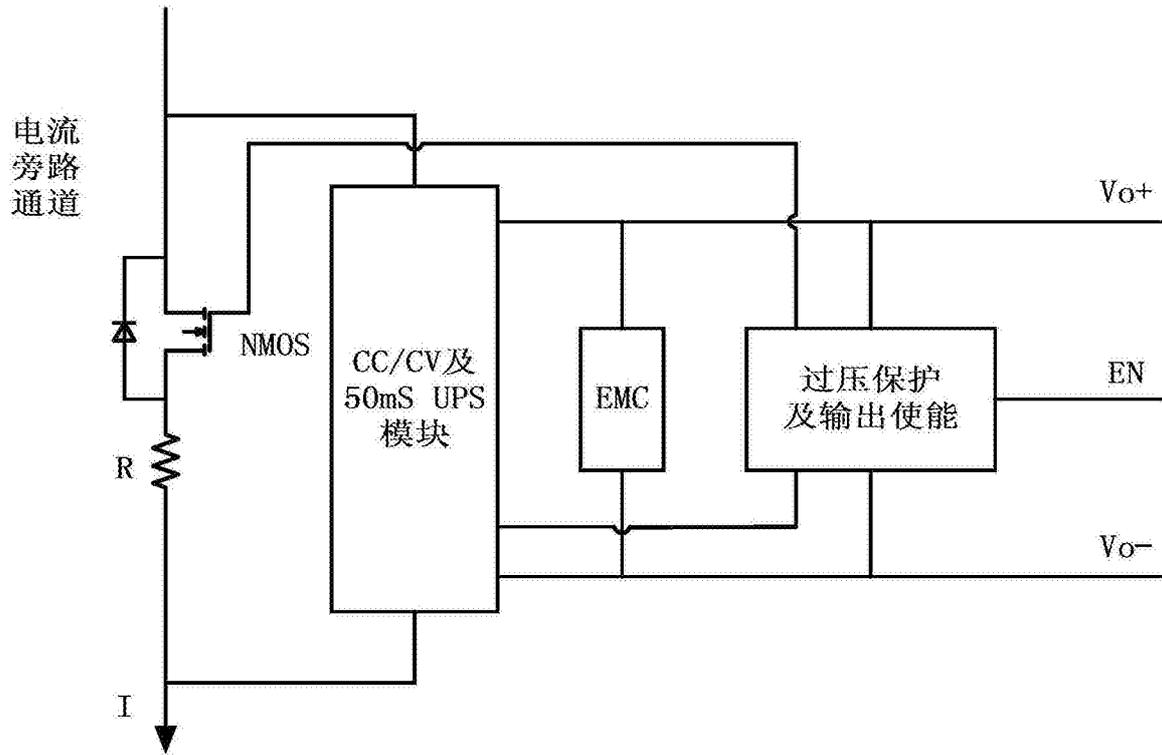


图1

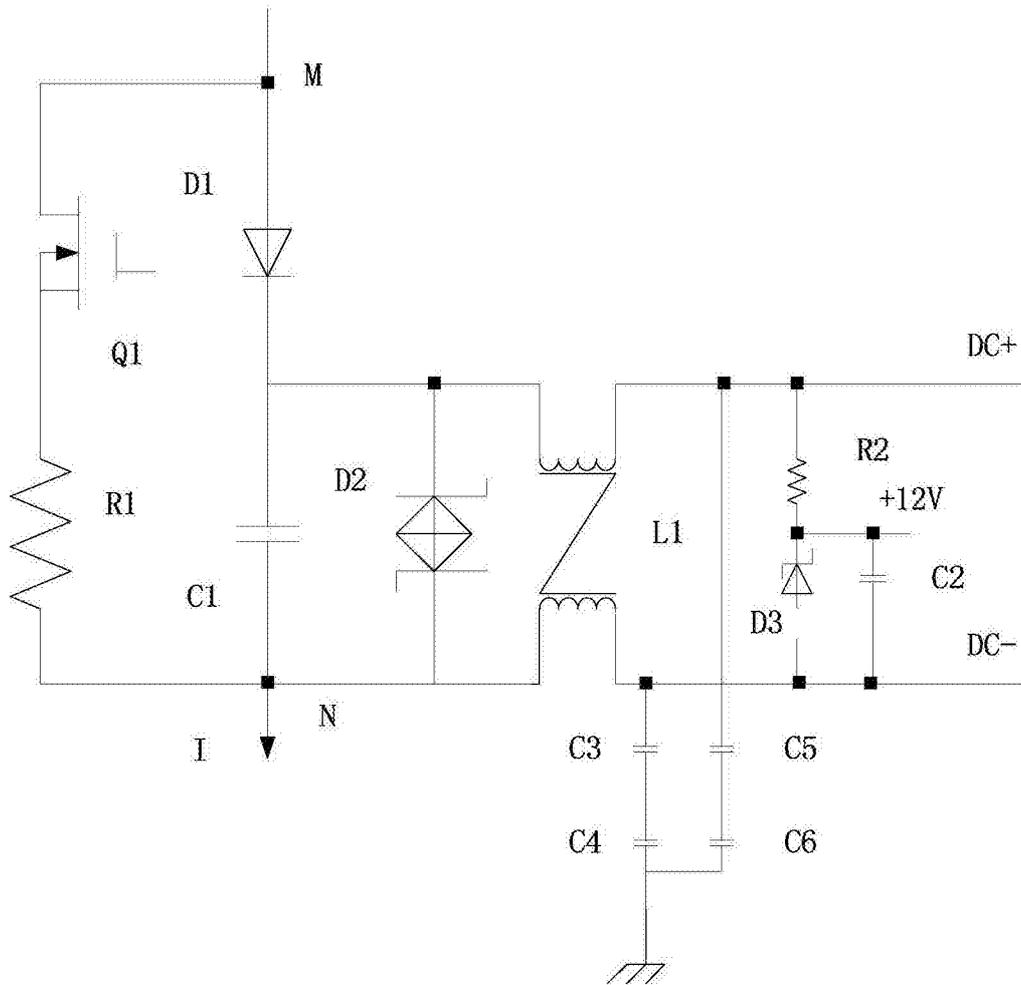


图2

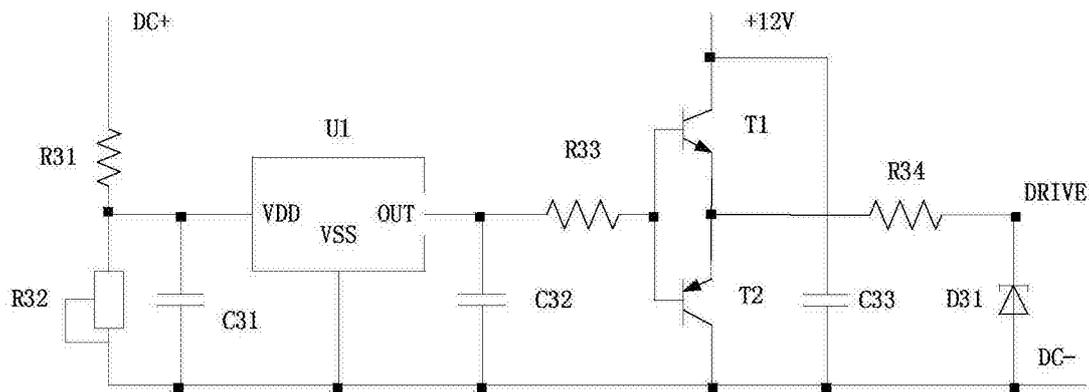


图3

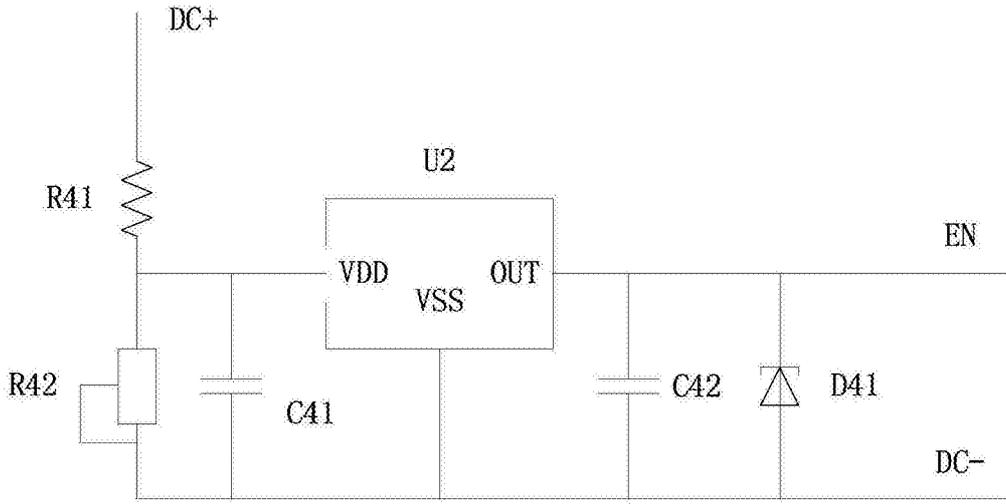


图4

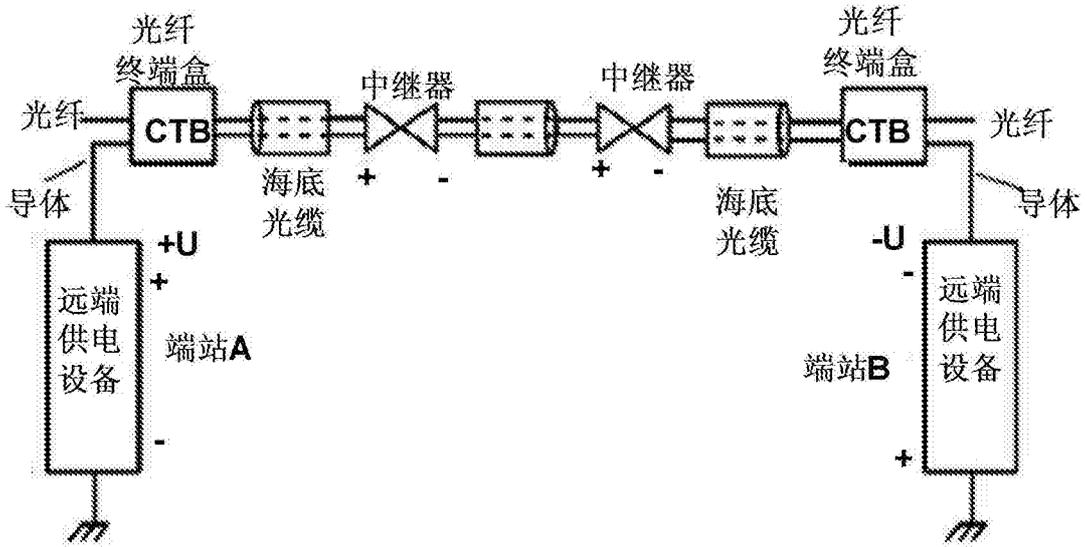


图5