

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200510043076.3

[51] Int. Cl.

G05F 1/66 (2006.01)

G05F 1/56 (2006.01)

G05F 1/573 (2006.01)

H02M 1/12 (2006.01)

H02H 9/02 (2006.01)

[43] 公开日 2006年5月3日

[11] 公开号 CN 1766773A

[22] 申请日 2005.8.9

[21] 申请号 200510043076.3

[71] 申请人 刘树林

地址 710054 陕西省西安市雁塔路 58 号西安  
科技大学电控学院

[72] 发明人 刘树林 刘健 杨波 钟久明  
王媛彬

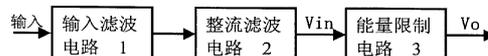
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 3 页

## [54] 发明名称

恒功率输出的高压大功率安全栅

## [57] 摘要

本发明涉及一种恒功率输出的高压大功率安全栅，其特征是它由输入滤波电路 1、整流滤波电路 2 及能量限制电路 3 依次连接组成。其中所述的能量限制电路是由嵌位电路 3-1、功率开关电路 3-2、电流检测电路 3-3、恒流源电路 3-4、分流电路 3-5 及输入电压检测和恒功率输出控制电路 3-6 构成。该高压大功率安全栅主要用于煤矿、石化等危险性环境的监测、监控系统中，特别是防爆电源或本质安全型的稳压电源中，有效地减小来自危险性环境的短路火花故障能量，确保电子设备及直流稳压电源能够安全地应用于危险性环境中；使本质安全型或防爆直流稳压电源的输出功率可以做得更大，且不会降低电源的效率，电路结构及控制方法更简单。



1、一种恒功率输出的高压大功率安全栅，它包括输入滤波电路（1），整流滤波电路（2），其特征是在整流滤波电路的输出端设有能量限制电路（3）依次连接组成，其中能量限制电路（3）是由嵌位电路（3-1）、功率开关电路（3-2）、电流检测电路（3-3）、恒流源电路（3-4）、分流电路（3-5）及输入电压检测和恒功率输出控制电路（3-6）构成：嵌位电路（3-1）、功率开关电路（3-2）、恒流源电路（3-4）及输入电压检测和恒功率输出控制电路（3-6）的输入分别接整流滤波电路的输出；功率开关电路（3-2）的输出接到电流检测电路（3-3）的输入，恒流源电路（3-4）的输出分别接到功率开关电路（3-2）的控制端和分流电路（3-5）的输入端，输入电压检测和恒功率输出控制电路（3-6）的输出接到分流电路（3-5）的控制端；所属嵌位电路（3-1）、电流检测电路（3-3）和分流电路（3-5）的输出均接到能量限制电路的输出。

2、根据权利要求1所述的恒功率输出的高压大功率安全栅，其特征是能量限制电路（3）的嵌位电路（3-1）是由二极管D5构成。

3、根据权利要求1所述的恒功率输出的高压大功率安全栅，其特征是能量限制电路（3）的功率开关电路（3-2）是由功率三极管VT1或复合三极管构成。

4、根据权利要求1所述的恒功率输出的高压大功率安全栅，其特征是能量限制电路（3）的电流检测电路（3-3）是由二极管D3与电流取样电阻R12串接构成；或者只由电流取样电阻R12构成。

5、根据权利要求1所述的恒功率输出的高压大功率安全栅，其特征是能量限制电路（3）的恒流源电路（3-4）是由三极管VT2及其在发射极上连接的电流控制电阻R11和串接的二极管D1和D2与电阻R10串联，并将串联接点连接到VT2的基极所构成。

6、根据权利要求1所述的恒功率输出的高压大功率安全栅，其特征是能量限制电路（3）的分流电路（3-5）是由电阻R13和二极管D4串联后接到分流三极管VT5的基极构成。

7、根据权利要求1所述的恒功率输出的高压大功率安全栅，其特征是能量限制电路（3）的输入电压检测和恒功率输出控制电路（3-6）是由取样电

---

阻R2和R3，稳压二极管ZD1，由电阻R1、R4、R5与三极管VT3构成的一级放大电路及由电阻R6~R9、R14与三极管VT4组成的第二级放大电路依次连接所构成，其中取样电阻R2和R3串联的接点上接ZD1与R4串联的一端，ZD1与R4串联的另一端接到VT3的基极。

## 恒功率输出的高压大功率安全栅

### 技术领域

本发明属于一种电子产品，它主要用于煤矿、石油、化工等危险性环境，确切地说是一种用于连接本质安全型电源或电子产品与非本安设备的关联设备。

### 背景技术

本质安全型开关电源是电子设备的重要组成部分，在工作于危险环境的防爆电气设备的本质安全型 AC/DC 开关电源中，由于输入为低频（50Hz），为了达到足够大的输出功率，通常在开关电源输入整流滤波部分需要较大容量的滤波电容，而且电压高达几百伏，所以一旦出现短路等故障，其产生的电火花必然会引爆易燃、易爆气体，显然是不能满足本质安全或防爆要求的。因此，为了使本质安全型开关电源或其它电子产品安全地应用于危险型环境中，就必须在电源或电子产品的输入部分引入高压大功率隔离安全栅，将输入部分的短路等故障能量限制在足够低的范围内。现有的安全栅通常采用电阻限流和稳压管或晶体管限压，来限制最大电流和最高电压，以达到限制能量的目的，且不能彻底关断输入的电源能量，因此损耗大、电流小，只能应用在低压、小功率场合，不利于高压大功率电能的传输。鉴于此，就无法使应用于危险环境的防爆型直流电源实现完全本质安全，而属于隔爆兼本安型，外面加有笨重的隔爆外壳。所以，为实现本安型的防爆直流电源就需要设计一个既不影响大功率电能的正常传输，又能将故障能量限制在一个足够小的范围内的高压大功率安全栅，以满足危险环境对电气设备的防爆要求。据统计，目前我国的各类型煤矿约有 2.6 万个，其中大、中型煤矿 3000 多个，关键问题是没有广泛采用监测、监控系统，存在很多安全隐患，而每一台监测、监控系统至少需要一台本质安全型的开关电源，因此，设计适用于危险性环境的本安型开关电源的高压大功率安全栅具有重要意义。

## 发明内容

本发明的目的是为了解决现有技术中存在的问题，提供一种恒功率输出的高压大功率安全栅，将其串接在非本安设备与本质安全型电源或其它电子产品之间，以确保高压大功率设备的正常运行。

本发明是以下列技术方案来实现：该恒功率输出的高压大功率安全栅是由输入滤波电路、整流滤波电路和能量限制电路三部分组成。也就是说输入滤波电路的输出连接到整流滤波电路的输入，整流滤波电路的输出连接到能量限制电路的输入。其中的能量限制电路由嵌位电路、功率开关电路、电流检测电路、恒流源电路、分流电路及输入电压检测和恒功率输出控制电路六部分组成：嵌位电路、功率开关电路、恒流源电路及输入电压检测和恒功率输出控制电路的输入分别接整流滤波电路的输出；功率开关电路的输出接到电流检测电路的输入，恒流源电路的输出分别接到功率开关电路的控制端和分流电路的输入端，输入电压检测和恒功率输出控制电路的输出接到分流电路的控制端；所属嵌位电路、电流检测电路和分流电路的输出均接到能量限制电路的输出。

本发明有效地限制了来自输入或电网的短路等故障能量，确保与高压或电网相接的本质安全型电源或其它电子产品能够安全地应用于危险性环境；使本质安全型电源的输出功率可以做得更大，且不会降低电源或电子产品的效率；在本安型电源的体外不需要隔爆外壳，所以散热性好，设备重量没有增加，同时降低了设备成本。

## 附图说明

图1是恒功率输出的高压大功率安全栅原理电路框图。

图2是图1中的能量限制电路原理框图。

图3是恒功率输出的高压大功率安全栅实施例一电路工作原理图。

图4是恒功率输出的高压大功率安全栅实施例二电路工作原理图。

## 具体实施方式

结合附图对本发明的整体结构及其工作原理作具体详细的说明：

如图1所示，本恒功率输出的高压大功率安全栅是由输入滤波电路、整流滤波电路和能量限制电路三部分依次连接组成。如图2所示：其中的能量限制

电路是由嵌位电路、功率开关电路、电流检测电路、恒流源电路、分流电路及输入电压检测和恒功率输出控制电路六部分组成：嵌位电路、功率开关电路、恒流源电路及输入电压检测和恒功率输出控制电路的输入分别接整流滤波电路的输出；功率开关电路的输出接到电流检测电路的输入，恒流源电路的输出分别接到功率开关电路的控制端和分流电路的输入端，输入电压检测和恒功率输出控制电路的输出接到分流电路的控制端；所属嵌位电路、电流检测电路和分流电路的输出均接到能量限制电路的输出。如图3、4所示，实际应用时本发明电路输入有三个端子A、B和GND，A和B分别接输入交流电压的两端，GND接机壳或大地；输出有两个端子Vo+和Vo-，分别为输出直流电压的正端和负端。其工作原理为：输入的电网电压（如交流220V），经过输入滤波电路滤除输入的高频干扰信号，输入滤波电路还能限制通电瞬间的浪涌电流，然后，进入整流滤波电路进行整流滤波，将交流电压转变为平滑的直流电压，再输入到能量限制电路。正常工作时能量限制电路的功率开关电路导通，只有很小的导通损耗。电流检测电路通过检测电流，判断输出过流或短路故障是否发生；恒流源电路决定功率开关电路的最大驱动电流；当电流检测电路检测到电路中的电流超过某一设定值时，判定发生过流或短路故障；过流或短路故障的发生使分流电路导通而分流，则流过功率开关电路的驱动电流随即减小，输出电压开始下降，这使得分流电路流过的电流更大，功率开关电路的驱动电流更小，输出电压继续下降，如此这样形成一个强的正反馈过程，直至功率开关电路截止，最终使得输出电压和输出电流均接近于零，因此，短路故障发生时，输出端短路故障而产生的火花能量达到有效抑制。输入电压检测和恒功率输出控制电路的原理是：该部分电路实际上等效于一个压控电阻，输入电压高等效电阻大，在VT5上的基础分压就高，VT5就容易导通，容许的输出电流就小；反之，则容许的输出电流就大，这就确保在允许的输入电压范围内，输出功率保持恒定，即当输入电压低时允许的输出电流大，而输入电压高时允许的输出电流小。

图3给出本发明的实施例一，其中所述输入滤波电路是由保险管FU1、差模滤波电容CX1和CX2、共模滤波电容CY1和CY2、共模电感L1、压敏电阻RV1、热敏电阻RT1和输入安全放电电阻RX1构成，其连接方式为：保险管FU1

的一端接输入端A、另一端接差模滤波电容CX1和共模电感L1的一个输入端，CX1的另一端和L1的另一个输入端短接后接另一输入端B，共模电感L1的两个输出端分别接到差模滤波电容CX2、压敏电阻RV1和输入安全放电电阻RX1并联后的两端，这两端的其中之一通过共模滤波电容CY1接到GND端，并通过热敏电阻RT1后即为输入滤波电路的一个输出端，接到整流滤波电路的一个输入端；这两端的第二端通过共模电容CY2接到GND端，并作为输入滤波电路的另一个输出端，接到整流滤波电路的另一个输入端。所述整流滤波电路由整流桥BG1和滤波电容CX3构成，其连接方式为：输入滤波电路的两个输出端，分别接到整流桥BG1的两个输入端，整流桥BG1的输出正端接滤波电容CX3的“+”端，即 $V_{in+}$ ；整流桥BG1的输出负端接滤波电容CX3的“-”端，即 $V_{in-}$ 。所述能量限制电路中的嵌位电路由二极管D5（如FR207）构成，其连接方式为：阴极接整流滤波电路的输出正端 $V_{in+}$ ，阳极接本发明的输出电压正端 $V_{o+}$ 。所述能量限制电路中的功率开关电路由功率三极管VT1构成，VT1可为功率三极管（如2SC2625）或达林顿功率三极管（如BU941），其连接方式为：VT1的集电极接整流滤波电路的输出正端 $V_{in+}$ ，发射极接到电流检测电路，基极接恒流源电路的输出—即三极管VT2的集电极。所述电流检测电路是由二极管D3与电流取样电阻R12串接构成，其连接方式为：D3（左端为阳极，右端为阴极）与R12串接的一端接功率开关电路，另一端接输出电压的正端 $V_{o+}$ 。所述的恒流源电路是由电阻R10和R11、二极管D1和D2及三极管VT2构成，其连接方式为：二极管D1和D2串联，串联的阳极接整流滤波电路的输出正端 $V_{in+}$ ，串联的阴极分别接电阻R10的一端和三极管VT2的基极，R10的另一端接整流滤波电路的输出负端 $V_{in-}$ ，三极管VT2的发射极通过电阻R11接到整流滤波电路的输出正端 $V_{in+}$ ，三极管VT2的集电极分别接到功率三极管VT1的基极、分流电路的三极管VT5的集电极和二极管D4的阳极。所述分流电路是由电阻R13、二极管D4及三极管VT5构成，其连接方式为：二极管D4（左端为阳极，右端为阴极）与电阻R13串联的一端接到三极管VT5的基极，另一端接到三极管VT5的集电极，三极管VT5的发射极接本发明的输出电压正端 $V_{o+}$ 。所述输入电压检测和恒功率输出控制电路是由取样电阻R2和R3、稳压二极管ZD1、电阻R4~R9和R1、R14及由三极管VT3和VT4组成的两

极放大电路所构成，其连接方式为：取样电阻R2的一端接整流滤波电路的输出正端 $V_{in+}$ ，取样电阻R3的一端接整流滤波电路的输出负端 $V_{in-}$ ，R2和R3串联的连接点接稳压二极管ZD1（左端为阴极，右端为阳极）与电阻R4串联的一端，ZD1与R4串联的另一端接到三极管VT3的基极和R5的一端，R5的另一端和三极管VT3的发射极接整流滤波电路的输出负端 $V_{in-}$ ，VT3的集电极接到电阻R1与R6的连接点，R1的另一端接整流滤波电路的输出正端 $V_{in+}$ ，R6的另一端分别接到三极管VT4的基极和电阻R7的一端，R7的另一端和三极管VT4的发射极接整流滤波电路的输出负端 $V_{in-}$ ，VT4的集电极接到电阻R8的一端，R8的另一端接电阻R14和R9的连接点，且该连接点还接到分流电路中三极管VT5的基极，电阻R14和R9的另一端分别接整流滤波电路的输出正端 $V_{in+}$ 、负端 $V_{in-}$ 。

其工作原理是：输入的电网电压（如交流220V），经过输入滤波电路滤除输入的高频干扰信号，输入滤波电路还能限制上电瞬间的浪涌电流，然后，进入整流滤波电路进行整流滤波，将交流电压转变为平滑的直流电压，再输入到能量限制电路，通过能量限制电路可将输出短路故障而产生的火花能量限制到足够小的范围内。能量限制电路的工作原理为：电阻R12是输出电流取样电阻，在正常工作电流范围内，输出电流在取样电阻R12上产生的压降较小，三极管VT5处于关断状态，以三极管VT2为核心构成的恒流源电路向功率开关电路的功率三极管提供驱动电流，功率三极管VT1处于饱和导通状态；当有短路故障发生或输出电流过大超过设定值时，输出电流在取样电阻R12上产生的压降使得三极管VT5导通，将对来自恒流源的电流分流，由于来自恒流源电路的最大驱动电流是固定的，因此功率三极管VT1的基极驱动电流就会减小，所以输出电压就开始下降，这使得分流电路流过的电流更大，开关管的驱动电流更小，输出电压继续下降，如此这样就形成一个强的正反馈过程，正反馈的结果使分流电路的三极管VT5由截止逐渐转入饱和导通的同时功率三极管VT1由饱和导通逐渐进入截止状态，最终使得输出电压和输出电流均接近于零，因此，短路故障发生时，输出端因短路故障而产生的火花能量达到有效抑制。

输入电压检测和恒功率输出控制电路的作用是，确保在允许的输入电压

范围内，输出功率保持恒定，即当输入电压低时允许的输出电流大，而输入电压高时允许的输出电流小。其工作原理为：分流电路的三极管VT5能否导通取决于其发射结的电压—即基极和发射极的电位差，其发射极电位就等于输出电压，而其基极电位则由VT1的基极电位通过二极管D4和电阻R13后，在由恒功率电路确定的等效电阻上的分压决定（假设VT5截止时），而恒功率电路的等效电阻是由输入电压控制的。如当输入电压增高时，三极管VT3的集电极电位降低，从而使三极管VT4的集电极电位升高，相当于恒功率控制电路的等效电阻增加，使得VT5的基极电位相对就较高，因此当取样电阻R12上压降较低时，就可以使VT5导通，VT5一导通整个电路立即进入正反馈，功率三极管VT1就会很快截止，所以允许电路的输出电流就小。同样的道理，当输入电压降低时，允许的输出电流就大。最终，实现了电路的恒功率输出。调节电阻R14和R9及取样电阻R12可调节在允许的输入电压范围内的输出功率。

图4给出了本发明的实施例二，其中功率开关电路的功率晶体管VT1采用两个三极管构成的复合晶体管，电流检测电路仅由电阻R12构成，其余部分与实施例一相应部分相同。其工作原理与实施例一完全相同。

以上所述的图中，输入滤波电路还有其他很多形式，能实现电流检测和分流的方案及实现输出功率调节或恒定的电路还有很多。但综合考虑，列举的实施例是较佳方案。

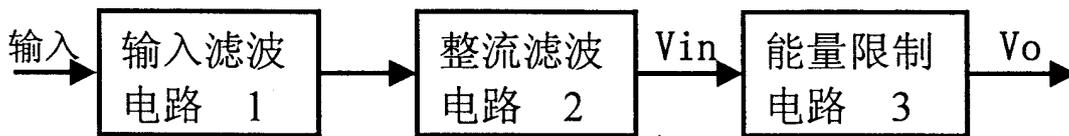


图1.

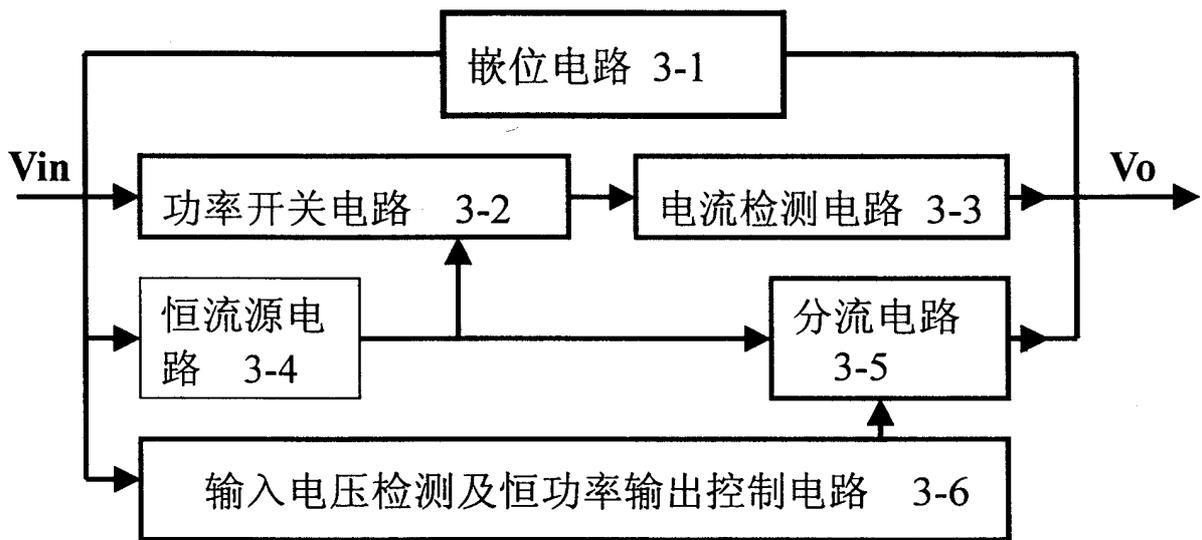


图2.

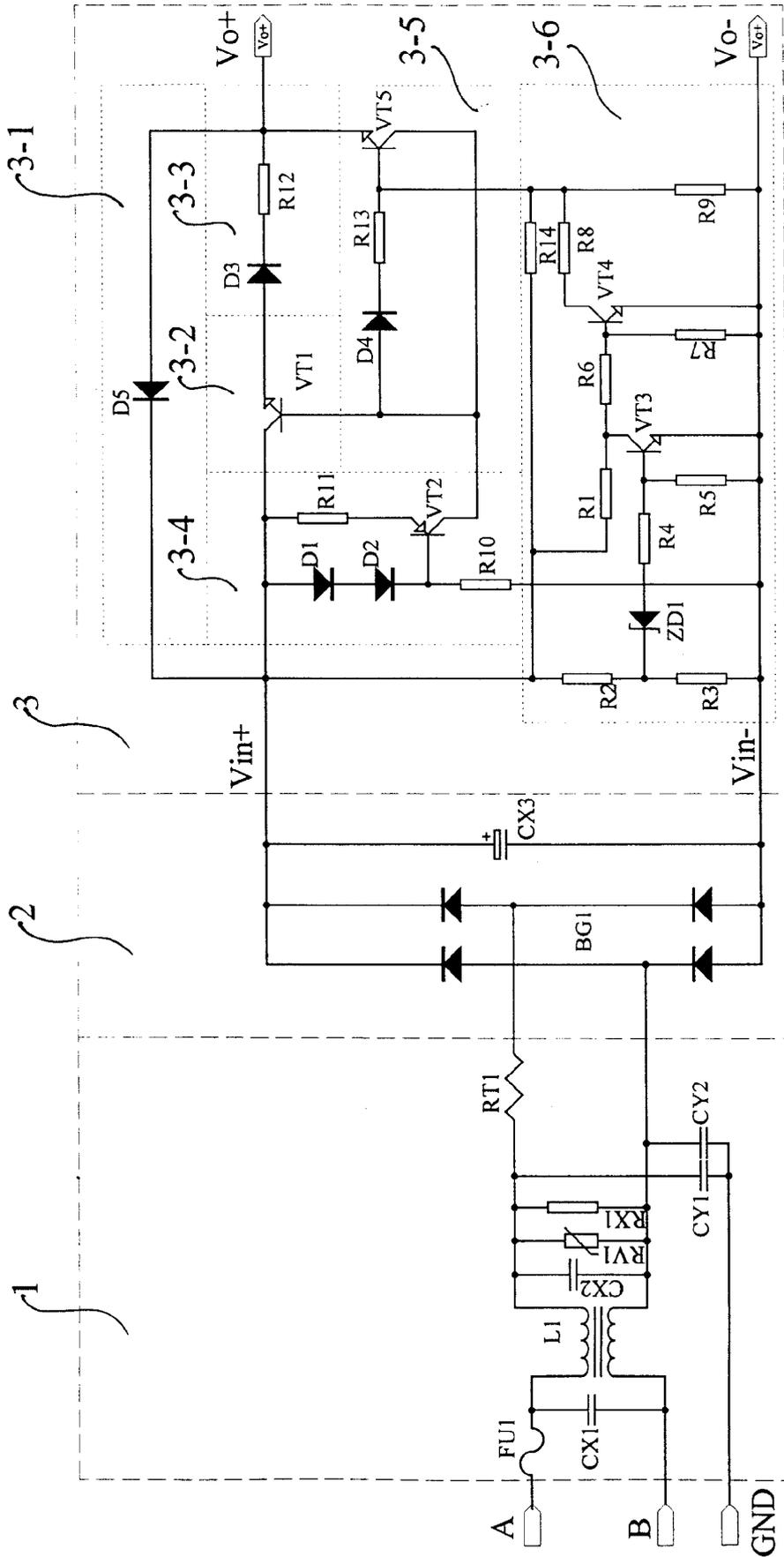


图 3

