



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115706407 A

(43) 申请公布日 2023. 02. 17

(21) 申请号 202210927084.8

(22) 申请日 2022.08.03

(30) 优先权数据

17/393,478 2021.08.04 US

(71) 申请人 ABB瑞士股份有限公司

地址 瑞士巴登

(72) 发明人 维尔弗雷多·费尔南多·巴鲁贾

(74) 专利代理机构 北京市金杜律师事务所

11256

专利代理师 邓雪萌

(51) Int.Cl.

H02H 9/04 (2006.01)

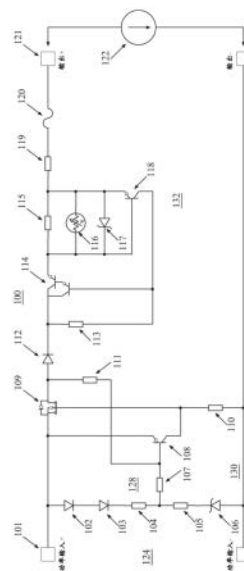
权利要求书2页 说明书7页 附图4页

(54) 发明名称

具有低漏电流的本质安全电路

(57) 摘要

根据本发明的一个方面,本质安全电路包括电压源、齐纳二极管、晶体管、开关元件、一个或多个电阻器和限流级。根据该方面,本质安全电路可以被配置为使得过电压阈值由跨越齐纳二极管的电压,晶体管的基极-发射极电压以及跨越一个或多个电阻器的电压来确定。



1. 一种本质安全电路,包括:

齐纳二极管、第一晶体管、开关元件、一个或多个电阻器、以及限流级,其中过电压阈值由跨越齐纳二极管的电压、所述晶体管的基极-发射极电压以及跨越一个或多个电阻器的电压确定。

2. 根据权利要求1所述的本质安全电路,其中所述过电压阈值是跨越所述齐纳二极管的电压,所述第一晶体管的基极-发射极电压以及跨越所述一个或多个电阻器的电压的总和。

3. 根据权利要求2所述的本质安全电路,其中当输入电压低于所述过电压阈值时,跨越所述一个或多个电阻器的漏电流是能够忽略的。

4. 根据权利要求1所述的本质安全电路,其中所述本质安全电路包括电压钳位级,所述电压钳位级包括所述齐纳二极管、所述第一晶体管、所述开关元件以及所述一个或多个电阻器。

5. 根据权利要求4所述的本质安全电路,其中所述开关元件是MOSFET,并且其中所述电压钳位级还包括耦合在所述MOSFET的栅极与地线之间的下拉电阻器。

6. 根据权利要求5所述的本质安全电路,其中所述第一晶体管的集电极被耦合在所述MOSFET的栅极与所述下拉电阻器之间。

7. 根据权利要求6所述的本质安全电路,其中所述电压钳位级还包括至少一个附加二极管。

8. 根据权利要求7所述的本质安全电路,其中所述至少一个附加二极管、所述一个或多个电阻器以及所述齐纳二极管被串联设置在正电压线和地线之间。

9. 根据权利要求8所述的本质安全电路,还包括附加电阻器,所述附加电阻器耦合在所述第一晶体管的基极与所述至少一个附加二极管、所述一个或多个电阻器和所述齐纳二极管的串联中的中间节点之间。

10. 根据权利要求1所述的本质安全电路,其中所述限流级包括第二晶体管、第三晶体管和第四晶体管、快速动作瞬态抑制器以及负温度系数热敏电阻。

11. 根据权利要求10所述的本质安全电路,其中所述快速动作瞬态抑制器和所述负温度系数热敏电阻器被并联设置。

12. 根据权利要求11所述的本质安全电路,其中所述快速动作瞬态抑制器和所述负温度系数热敏电阻器操作以保护所述第四晶体管免受过电压。

13. 一种系统,包括:

电压源,

负载,以及

本质安全电路,包括电压钳位电路和限流电路,其中所述本质安全电路被配置为:接受来自所述电压源的输入电压并且在所述输入电压小于最大安全电压时维持小于 $10\mu\text{A}$ 的漏电流。

14. 根据权利要求13所述的本质安全电路,其中所述负载是本质安全环境内的本质安全部件。

15. 根据权利要求14所述的本质安全电路,其中所述本质安全部件是回路供电的现场发射器。

16. 根据权利要求14所述的本质安全电路,其中所述本质安全部件是电平磁致伸缩发射器。

17. 根据权利要求14所述的功率电路,其中所述本质安全电路被配置为在所述输入电压高达90伏时保护所述本质安全部件免受过电压事件的影响。

18. 一种操作本质安全现场发射器的方法,所述方法包括:

将电压供给耦合到本质安全电路;

将本质安全现场发射器耦合到所述本质安全电路;以及

由所述电压供给经由所述本质安全电路为所述本质安全现场发射器供电,其中所述本质安全电路在从所述电压供给接收的输入电压与被递送到所述本质安全现场发射器的输出电压之间具有小于2伏的电压降。

19. 根据权利要求18所述的方法,其中所述本质安全电路的漏电流小于 $10\mu\text{A}$ 。

20. 根据权利要求18所述的方法,其中当所述输入电压小于90伏时,所述本质安全电路保护所述本质安全现场发射器免受过电压事件的影响。

## 具有低漏电流的本质安全电路

### 技术领域

[0001] 本主题涉及本质安全的电子设备,更具体地,涉及本质安全的屏障。

### 背景技术

[0002] 通常,本质安全屏障与例如在4mA至20mA范围内的回路供电的现场发射器一起使用,以限制当安装在爆炸性气氛中时提供给这种现场发射器的能量。爆炸性气氛可以由可燃气体、雾、蒸气、可燃粉尘或其组合引起。如果可燃物质与足量的空气混合,则引入具有爆炸性气氛的环境中的任何点火源都可能导致爆炸。本质安全屏障将适于在爆炸性气氛中使用的本质安全装备(例如,本质安全现场发射器、螺线管、接近传感器和封装电路装置)连接到用于操作、管理和与本质安全装备通信的控制系统。

[0003] 通常,人可以访问的控制系统,例如用于控制软件的操作和系统的整体控制,并不完全位于爆炸性气氛中。在物理上和电气上,本质安全屏障设置在控制系统和爆炸环境内的本质安全设备之间。通常地,本质安全的齐纳屏障防止不可接受的高能量从爆炸性气氛外部的元件传递到爆炸性气氛。

[0004] 如图1所示的传统屏障面临两个典型的挑战。首先,流过钳位齐纳二极管的漏电流可能将误差引入到由与本质安全屏障相关联的控制系统测量的回路电流。结果,控制回路的精度降低。对于采用本质安全屏障的应用,控制回路的精度降低通常是不可接受的。其次,在常规屏障中,例如由于来自电源的过电压、加电期间的高涌入电流、热插拔和/或安装或维护期间的无意短路,损坏屏障中的熔断器的风险是相当大的。

[0005] 背景技术部分中提供的描述不应当被认为仅仅是现有技术,因为其在背景技术部分中被提及或与背景技术部分相关联。背景技术部分可以包括描述本主题技术的一个或多个方面的信息。

### 发明内容

[0006] 根据一个方面,本质安全电路可以包括齐纳二极管、第一晶体管、开关元件、一个或多个电阻器和限流级。本质安全电路的过电压阈值可以由跨越齐纳二极管的电压、晶体管的基极-发射极电压以及跨越一个或多个电阻器的电压来确定。

[0007] 在一些实施例中,过电压阈值可以是跨越齐纳二极管的电压、第一晶体管的基极-发射极电压以及跨越一个或多个电阻器的电压的总和。当输入电压低于过电压阈值时,跨越一个或多个电阻器的漏电流可以忽略。

[0008] 在一些实施例中,本质安全电路可以包括电压钳位级,该电压钳位级包括齐纳二极管、第一晶体管、开关元件和一个或多个电阻器。开关元件可以是MOSFET。电压钳位级还可以包括耦合在MOSFET的栅极和地线之间的下拉电阻器。第一晶体管的集电极可以耦合在MOSFET的栅极和下拉电阻器之间。

[0009] 在一些实施例中,电压钳位级可以还包括至少一个附加二极管。至少一个附加二极管、一个或多个电阻器和齐纳二极管可以被串联设置在正电压线和地线之间。本质安全

电路还可以包括耦合在第一晶体管的基极与串联的至少一个附加二极管、一个或多个电阻器和齐纳二极管中的中间节点之间的附加电阻器。

[0010] 在一些实施例中,限流级可以包括第二晶体管、第三晶体管和第四晶体管、快速动作瞬态抑制器和负温度系数热敏电阻器。快速动作瞬态抑制器和负温度系数热敏电阻器可以被并联设置。快速动作瞬态抑制器和负温度系数热敏电阻器能够操作以保护第四晶体管免受过电压。

[0011] 根据另一方面,一种系统可以包括电压源、负载、以及包括电压钳位电路和限流电路的本质安全电路。本质安全电路可以被配置为:接受来自电压源的输入电压并且在输入电压小于最大安全电压时维持小于 $10\mu\text{A}$ 的漏电流。

[0012] 在一些实施例中,负载可以是本质安全环境内的本质安全部件。本质安全部件可以是回路供电的现场发射器。本质安全部件可以是电平磁致伸缩发射器。本质安全电路可以被配置为当输入电压高达90伏时保护本质安全部件免受过电压事件的影响。

[0013] 根据又一方面,一种操作本质安全现场发射器的方法可以包括:将电压供给耦合到本质安全电路;将本质安全现场发射器耦合到本质安全电路;以及由电压供给经由本质安全电路为本质安全现场发射器供电。本质安全电路可以在从电压供给接收的输入电压和传送到本质安全现场发射器的输出电压之间提供小于2伏的电压降。

[0014] 在一些实施例中,本质安全电路的漏电流可以小于 $10\mu\text{A}$ 。当输入电压小于90伏时,本质安全电路可以保护本质安全电路现场发射器免受过电压事件的影响。

[0015] 通过考虑下面的详细描述和附图,本发明的其它方面和优点将变得显而易见,在整个说明书中,相同的附图标记表示相同的结构。

## 附图说明

[0016] 下面的详细描述参考附图,其中:

[0017] 图1是示出与回路供电的现场发射器一起使用的常规本质安全屏障的示意性电路图;

[0018] 图2是图示用于诸如回路供电的现场发射器的本质安全部件的具有低漏电流和限流特征的本质安全电路的示意性电路图;

[0019] 图3是图示具有低漏电流和限流特征的本质安全电路的备选实施例的示意性电路图;以及

[0020] 图4是图示具有低漏电流和限流特征的本质安全电路的另一备选实施例的示意性电路图。

[0021] 在一个或多个实现中,可能不需要每个图中所描绘的所有部件,并且一个或多个实现可以包括图中未示出的附加部件。在不脱离本主题公开的范围的情况下,可以对部件的布置和类型进行改变。在所公开的主题的范围内可以利用附加部件、不同部件或更少的部件。

## 具体实施方式

[0022] 以下阐述的详细描述旨在作为对各种实现的描述,而非旨在表示其中可以实践本主题技术的仅有的实现。如本领域技术人员将认识到的,可以以各种不同的方式修改所描

述的实现,所有这些都脱离本公开的范围。此外,在不脱离本公开的范围的情况下,所描绘的模块和过程可以整体或部分地组合和/或被划分为一个或多个不同的部分,如适用于适合特定实现。因此,附图和描述应被视为本质上是说明性的而非限制性的。

[0023] 现在参照图2,本质安全电路100用于促进控制系统与设置在危险环境(例如,爆炸性气氛或需要本质安全模块的另一环境)内的至少一个本质安全模块/输出负载之间的连接(电连接、通信连接等)。用于4mA至20mA现场发射器(以下称为4mA-20mA现场发射器)的具有低漏电流和限流特征的本质安全电路被配置为提高本质安全电路的可靠性和灵活性。传统的屏障,例如图1所示和上面讨论的屏障,经常面临两个典型的挑战:漏电流和熔断器灵敏度导致引入误差。

[0024] 本公开的本质安全电路100提供了与本质安全电路装置对接所需的能量限制,并且还确保了4mA-20mA电流回路的可靠操作(即,例如适合于过程控制信号的传送)。附加地,通过本质安全电路100供电的4mA-20mA电流回路保持了4mA-20mA电流回路的精度,并且防止了过阈值涌入电流、意外短路、过电压操作和/或其组合对屏障部件的潜在损害。

[0025] 再次参考图1的示意性电路图,示出了用于本质安全设备安装的常规屏障的最常见配置。控制系统1为控制回路供电。传统的本质安全屏障2插入在控制系统1和4mA-20mA回路供电的现场发射器3之间,以限制提供给现场发射器3的能量的量。

[0026] 在传统的屏障2内,熔断器4用于保护若干个冗余齐纳二极管 $Z_1 \dots Z_n$ 。熔断器4通常根据IEC(国际电工技术委员会)标准60079-11操作。齐纳二极管 $Z_1 \dots Z_n$ 操作以将电压钳位到期望的值,而电阻器7限制到设备的电流(例如,图1的电路中的设备电流10)。

[0027] 常规的本质安全屏障经由由钳位装置(即,齐纳二极管 $Z_1 \dots Z_n$ )形成的并联路径引起漏电流9。这种现象导致由控制系统1的控制模块/设备的模拟输入卡读取的4mA-20mA电流的不准确性。回路电流8在控制系统1处被测量。回路电流8等于通过4mA-20mA设备(在图1中显示为现场发射器)的设备电流10与流过齐纳二极管 $Z_1 \dots Z_n$ 的漏电流9的总和。在控制系统1处观察回路电流8。当供应电压接近传统屏障2的安全输出电压 $U_0$ 时,漏电流9快速增加。

[0028] 例如,类似于图1的常规屏障2的常规屏障的安全输出电压 $U_0$ 通常为28V,而例如常规屏障2的最大工作电压对于10 $\mu$ A的指定漏电流被定义为24.9V。类似地,熔断器4被损坏之前的绝对最大电压阈值被定义为25.9V。即使当观察到最大工作电压和绝对最大电压之间的3V间隙时,如果漏电流9为10 $\mu$ A,则预期误差约为0.06%(见等式1):

[0029]  $100 \times 0.01 \div 16\text{mA} = 0.06\%$  误差 [等式1]

[0030] 因此,在保持许多4mA-20mA回路供电的现场发射器的精度的同时,在最大工作电压下的正常操作期间引入的误差量(即0.06%)比可以容许的误差更大。例如,该误差量明显大于可与本质安全屏障或电路一起使用的电平磁致伸缩发射器期望的0.01%精度。

[0031] 另外,常规屏障2的典型示例可以具有大约300欧姆至340欧姆的端到端电阻。端到端电阻导致高达7.2V的电压降(见等式2):

[0032]  $340\text{欧姆} \times 21\text{mA} = 7.2\text{V}$  [等式2]

[0033] 如果在被配置用于反极性保护的串联二极管上出现任何附加的电压降,则由常规屏障2产生的电压降超过8V。8V的电压降显著地影响可由常规屏障2连接到本质安全电环境而使用的最小供应电压。同样地,由4mA-20mA回路供电的现场发射器3指定的供应电压又受

到向4mA-20mA回路供电的现场发射器3供电的常规屏障2上的电压降的限制。4mA-20mA回路供电的现场发射器3通常需要12.0V的供应电压用于操作。然而,给定上述的电压降(即,8V),4mA-20mA回路供电的现场发射器3的电源选择因此被缩小到20V-24.9V。在24.9V的供应电压下,对应于这样的供应电压的漏电流9可以将误差量引入到回路电流8中,使得供应电压可以进一步降低(即,低于24.9V)。在该电平和较低的供应电压下,4mA-20mA回路供电的现场发射器3可能不工作。

[0034] 再次参考图2,本质安全电路100被配置为促进输入/电源124(即,控制,系统)与至少一个输出负载122(即,本质安全模块)之间的连接,同时最小化正输入端子101与正输出端子121之间的电压降。在示例性实施例中,本质安全电路100的输入124和输出121之间的最大电压降约为2V。与诸如图1所示的常规屏障2的常规屏障中经历的大于8V的电压降相比,该最大电压降表示显著的改进。负载122,例如回路供电的现场发射器,本质安全电气部件和/或另一合适的本质安全负载,可以被电耦合到输出121。

[0035] 此外,本质安全电路100被配置为接受至多为最大安全输出电压 $U_o$ 的输入电压 $U_i$ (即, $U_i \leq U_o$ ),同时保持非常低的漏电流。本质安全电路100的示例性实施例有助于 $U_i \leq U_o$ 同时具有几十纳安(nA)的漏电流,例如在5纳安和20纳安之间。在一些实施例中,漏电流可以是大约10nA。

[0036] 本质安全电路100安全地接受超过最大安全输出电压约1V(即, $U_i \leq (U_o + 1V)$ )的输入电压,同时维持小于10 $\mu$ A的漏电流。同样,这表示与输入电压与能够来自常规屏障2的最大安全输出电压的比率即 $U_i \leq (U_o - 3V)$ 相比的改进。此外,本质安全电路100提供过电压保护,当输入电压 $U_i$ 超过本质安全电路100无法保证安全允许输出电压的值(即, $U_i > U_o + 1V$ )时,该过电压保护中断输出121。本质安全电路100容许高达90V或更高的过电压,而没有损坏部件的风险。在示例中,可以通过选择开关元件109及其电特性来确定过电压保护的阈值。另外,本质安全电路100被配置为提供反极性保护。

[0037] 图2是详细描述具有电压钳位级130和限流级132的本质安全电路100的示例配置的示意性电路图。当输入电压 $U_i$ 通过正输入端子101施加时,它到达开关元件109的源极。在图2的示例性实施例中,开关元件109是作为开关元件工作的p沟道MOSFET(金属氧化物半导体场效应晶体管)。同时,MOSFET开关元件109的栅极通过下拉电阻110被下拉到地。因此,p沟道MOSFET 109被致动到“导通”状态。PNP晶体管108操作以控制开关元件109的状态。

[0038] 输入电压 $U_i$ 存在于跨越晶体管108的偏置电路128。在图2的说明性实施例中,偏置电路包括二极管102、二极管103、电阻器104、电阻器105、电阻器107和齐纳二极管106。在备选实施例中(例如参见图3-图4),可以省略或替换二极管102、二极管103和电阻器104。在图2的示例性实施例中,二极管102、二极管103、电阻器104、电阻器105和齐纳二极管106被串联设置在正输入线和地线之间。电阻器107从节点(电阻器104、电阻器105之间)连接到晶体管108的基极。晶体管108的集电极被连接到开关元件109和下拉电阻器110之间的节点。电阻器111从节点(在电阻器107和晶体管108的基极之间)和正输入线被连接。过电压阈值 $V_{th}$ 是将本质安全电路100的状态改变为“关断”所需的输入电压量,其等于跨越齐纳二极管106的电压(即,齐纳电压 $V_z$ )加上跨越晶体管108的基极-发射极电压 $V_{be}$ 与跨越电阻器105、107的电压降 $V_{(5-7)}$ 的总和(见等式3):

[0039]  $V_{th} = V_z + V_{be} + V_{(5-7)}$  [等式3]

[0040] 然而,因为通过电阻器105、107的漏电流非常小(即,低于1nA),所以跨越电阻器105、107两端的电压降 $V_{(5-7)}$ 也低于1mV,并且在评估本质安全电路100的特性时可以被省略。结果,过电压阈值 $V_{th}$ 可以近似等于齐纳二极管电压 $V_z$ 与基极-发射极电压 $V_{be}$ 之和(见等式4):

$$[0041] \quad V_{th} = V_z + V_{be} \quad [等式4]$$

[0042] 在正常操作条件下,正输入端子101处的输入电压 $U_i$ 小于过电压阈值 $V_{th}$ (即, $U_i < U_{th}$ )。另外,在正常操作条件下,晶体管108的基极-发射极电压 $V_{be}$ 不足以使晶体管108将其自身致动到“导通”状态。结果,MOSFET开关元件109的栅极保持被下拉到地,保持MOSFET开关元件109处于“导通”状态。然而,当正输入端子101处的输入电压 $U_i$ 等于或高于过电压阈值 $V_{th}$ 时,晶体管108的基极-发射极电压 $V_{be}$ 足以使晶体管108将其自身致动到“导通”状态。在这些情况下,MOSFET开关元件109的栅极被上拉到输入电压 $U_i$ ,从而将MOSFET开关元件109致动到“关断”状态。

[0043] 本质安全电路100被配置为使得安全输出电压 $U_o$ 近似等于齐纳电压(即, $U_o \sim V_z$ )。在图2的示例性配置中,MOSFET开关元件109的漏极处的最大电压是过电压阈值 $V_{th}$ (即, $V_{th} = V_z + V_{be}$ )。过电压由设置在MOSFET开关元件109下游的二极管112补偿(见下面的等式5)。二极管112可以被选择为具有等于或大于晶体管108的基极-发射极电压 $V_{be}$ 的正向电压,使得 $V_{be} = V_D$ 。因此,电压钳位级130的输出处的所得电压为 $U_o = V_z$ 。

$$[0044] \quad U_o = V_{th} - V_D = V_z + V_{be} - V_D \quad [等式5]$$

[0045] 当输入电压 $U_i$ 等于齐纳二极管106的齐纳电压 $V_z$ (即, $U_i = V_z$ )时,通过电压钳位级130到地的漏电流大约为40nA。同样,这表示与图1的常规屏障2相比的改进,因为本质安全电路100安全地接受超过最大安全输出电压约1V的输入电压(即, $U_i \leq (U_o + 1V)$ ),同时维持小于10 $\mu$ A的漏电流。

[0046] 本质安全电路100容许相对较高的输入电压 $U_i$ ,超过预期的安全输出电压 $U_o$ 。如上所述,正输入端子101处的输入电压 $U_i$ 小于过电压阈值 $V_{th}$ (即, $U_i < U_{th}$ )。因此,晶体管108的基极-发射极电压 $V_{be}$ 足以使晶体管108将其自身致动到“导通”状态。在这些情况下,MOSFET开关元件109的栅极保持下拉到地,从而将MOSFET开关元件109保持在“关断”状态。

[0047] 仍然参考图2,限流级132被配置为使得晶体管114(或晶体管组和/或成对晶体管)作为电流开关工作,而晶体管118作为电流控制机构工作。最初,由于通过偏置晶体管114的基极的电阻器113的固定电流,晶体管114被致动到“导通”状态。在电流流动之前,跨越感测电阻器115的电压相对较小,并且因此基极-发射极电压 $V_{be}$ 不足以将晶体管118致动到“导通”状态。当电流增加时,由于在正常操作期间来自加电或过大负载的涌入电流,跨越感测电阻器115的电压增加,直到晶体管118的基极-发射极电压 $V_{be}$ 足以将晶体管118致动到“导通”状态。当晶体管118进入“导通”状态时,晶体管114的基极-发射极电压 $V_{be}$ 被下拉足够的量,以将晶体管部分地致动到“关断”状态。感测电阻器115的欧姆值确定限流级132的电流限制,即 $R_{15} = V_{be} \div I_{limit}$ 。因此,晶体管114、118和电阻器113、115管理允许流过本质安全电路100的限制电流 $I_{limit}$ 。

[0048] 假定晶体管的基极-发射极电压品质通常随温度变化而变化,则利用NTC(负温度系数)热敏电阻116来维持稳定的限制电流 $I_{limit}$ 。NTC热敏电阻116与感测电阻器115并联设置,以便补偿基极-发射极电压 $V_{be}$ 随温度增加或降低的变化。并联NTC热敏电阻116减小限流

级132的容差,从而提高控制电流的精度。当温度降低时, $V_{be}$ 饱和度也增加。由于增加的 $V_{be}$ 饱和度,需要较高的电流来将晶体管118部分地致动到“导通”状态,除非所得到的并联电阻在较低温度下也增加。换句话说, $V_{be}$ 饱和度和并联电阻的大小(两者都由NTC热敏电阻116的操作/行为产生)彼此对应地增加或减少(即, $V_{be}$ 饱和度和并联电阻的大小在温度降低时都增加并且在温度增加时都减少)。

[0049] 在示例性实施例中,一个或多个专用分支电路可以被包括在限流级132中以提高限制电流 $I_{limit}$ 线性化的精度。快速动作瞬态抑制器117与晶体管118(和NTC热敏电阻116)被并联设置,以保护晶体管118的基极-发射极结免受过电压事件的影响。

[0050] 熔断器120确保在限流级/电路132故障的情况下不超过安全输出电流 $I_o$ 。此外,在示例性实施例中可以包括低值电阻器119以满足IEC60079-11中设定的标准。

[0051] 图3示出了本质安全电路100的备选实施例。在图3的实施例中,添加了电压控制二极管123和124。第一电压控制二极管123被串联地设置在电压钳位级130内、在电阻器105和齐纳二极管106之间。第二电压控制二极管124被设置在限流级132内、电压钳位级130的二极管112的下游。二极管112和124可以被设置在级130、132中的任一者或两者中。

[0052] 图4示出了本质安全电路100的另一备选实施例,其包括电压控制二极管123和124,同时省略了二极管102、103和电阻器105。在图4的示例中,作为省略电阻器105的结果,电压控制二极管123被设置在电阻器104和齐纳二极管106之间。在图3和图4中,二极管123、124的添加增加了 $V_{th}$ ,同时保持安全输出电压 $U_o$ 近似等于齐纳电压 $V_z$ 。此外,图3和图4的示例性实施例产生更低的漏电流(例如, $U_i = U_o$ )。跨越二极管124的电压降补偿了由于二极管123的添加而导致的过电压阈值 $V_{th}$ 的任何增加。因此,二极管124的存在有效地平衡了本质安全电路100所经受的电压降(在正输入端子101与正输出端子121之间)和漏电流。

[0053] 上文详述的实施例可以全部或部分地与所描述的任何备选实施例组合。

[0054] 工业实用性

[0055] 上述公开内容可以通过提供具有低漏电流的本质安全电路来表示本领域中的改进,该本质安全电路能够比常规屏障在更可变的电条件下可靠地操作。本公开考虑了一种本质安全电路,该本质安全电路提供了具有比常规屏障装置更低的漏电流的优越性能,包括当所公开的本质安全电路100用比常规屏障装置可接受的更高的供应电压供电时。如果由26.6V或更大的输入电压供电,则常规装置将可能遭受损坏,而本发明的本质安全电路100被配置为即使向其施加高达90V的输入电压也保持未损坏。然而,部分地为了处理过电压情况,本质安全电路100还被配置为当输入电压超过28.3V或另一适当的过电压阈值 $V_{th}$ 时禁用其输出121。本质安全电路100可被配置为在22V、24V、27V、28V、30V或另一合适或期望的电压电平的过电压阈值 $V_{th}$ 处实现保护。

[0056] 上文描述的本质安全电路100的电压降低于常规屏障1,使得与常规屏障相比,本质安全电路100可与需要12V电源的现场发射器一起操作。由于限制这种设备的电流所需的典型串联电阻,能够传递低输出电流的常规设备经常导致较大的电压降。常规屏障的这些特征消除了对需要12V的最小供应电压和小于或等于50mA的输出电流的现场发射器的屏障的任何选择。本公开的本质安全电路100通过提供适用于本质安全屏障应用并且能够支持需要12V的最小供应电压和小于或等于50mA的输出电流的现场发射器的电路来表示本领域中的改进。此外,本公开考虑调整本质安全电路100以与其他本质安全参数兼容。修改齐纳

二极管106,例如通过经由其替换来调整齐纳电压,导致一个或多个不同的安全输出电压 $U_o$ 。类似地,修改/更换感测电阻器115导致一个或多个不同的安全输出电流 $I_o$ 。

[0057] 虽然已经图示和描述了一些实现方式,但是在不显著脱离本公开的精神的情况下可以想到许多修改,并且保护范围仅由所附权利要求的范围限制。

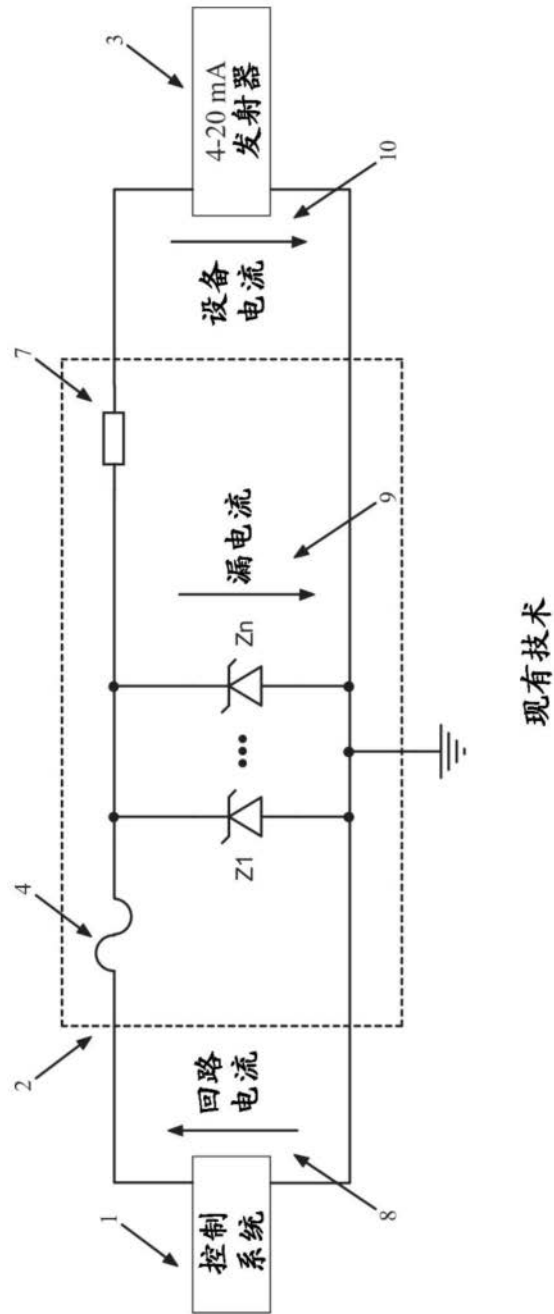
[0058] 就所使用的术语“包括”、“具有”等而言,这些术语旨在以与术语“包含”在用作权利要求中的过渡词时所解释的类似的方式为包含性的。诸如第一和第二等的关系术语可用于区分一个实体或动作与另一个实体或动作,而不必要求或暗示这些实体或动作之间的任何实际的这种关系或顺序。

[0059] 诸如一个方面、该方面、另一方面、一些方面、一个或多个方面、实现、该实现、另一实现、一些实现、一个或多个实现、一个实施例、该实施例、另一实施例、一些实施例、一个或多个实施例、配置、该配置、另一配置、一些配置、一个或多个配置、主题技术、公开内容、本公开内容、其其他变型等的短语是为了方便并且不暗示涉及这样的短语的公开内容对于主题技术是必要的或者这样的公开内容适用于主题技术的所有配置。涉及此类短语的公开内容可应用于所有配置或一个或多个配置。涉及此类短语的公开内容可提供一个或多个示例。诸如一个方面或一些方面的短语可以指一个或多个方面,反之亦然,这类似地适用于其他前述短语。

[0060] 所公开的系统和方法很好地适于实现所提及的以及其中固有的目的和优点。上文所公开的特定实施方案仅为说明性的,因为本发明的教导可以不同但等效的方式修改和实践,这对于受益于本文的教导的所属领域的技术人员来说是显而易见的。此外,除了在下面的权利要求中所描述的之外,并不旨在限制在此示出的构造或设计的细节。因此,显然可以改变、组合或修改上面公开的特定说明性实现,并且所有这些变化都被认为在本公开的范围之内。本文说明性公开的系统和方法可以在不存在本文未具体公开的任何要素和/或本文公开的任何任选要素的情况下适当地实践。

[0061] 应当理解,所描述的指令,操作和系统通常可以集成在单个软件/硬件产品中或封装到多个软件/硬件产品中。

[0062] 在描述本公开的主题的上下文中(特别是在所附权利要求的上下文中),术语“一”和“一个”和“该”和“所述”以及类似参考的使用应被解释为涵盖单数和复数,除非本文另有说明或与上下文明显矛盾。在没有进一步限制的情况下,以“一”、“一个”、“该”或“所述”开头的元件不排除存在另外的相同元件。除非本文中另外指明,否则本文中数值范围的列举仅旨在用作单独提及落在该范围内的每个单独值的速记方法,并且每个单独值并入本说明书中,如同其在本文中单独列举一样。本文所述的所有方法可以任何合适的顺序进行,除非本文另有说明或与上下文明显矛盾。除非另外要求,否则本文提供的任何和所有示例或示例性语言(例如,“诸如”)的使用仅旨在更好地说明本公开,而不对本公开的范围造成限制。说明书中的任何语言都不应被解释为指示任何未要求保护的要素是实践本公开所必需的。



现有技术

图1

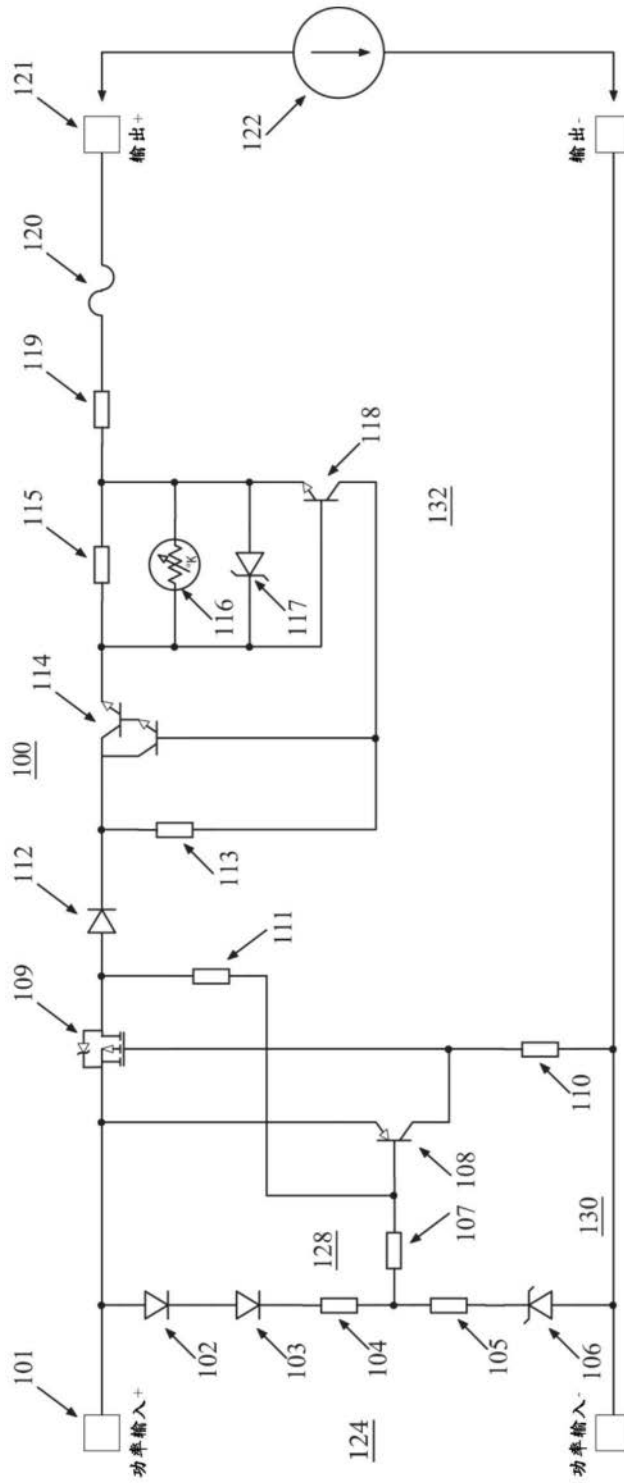


图2

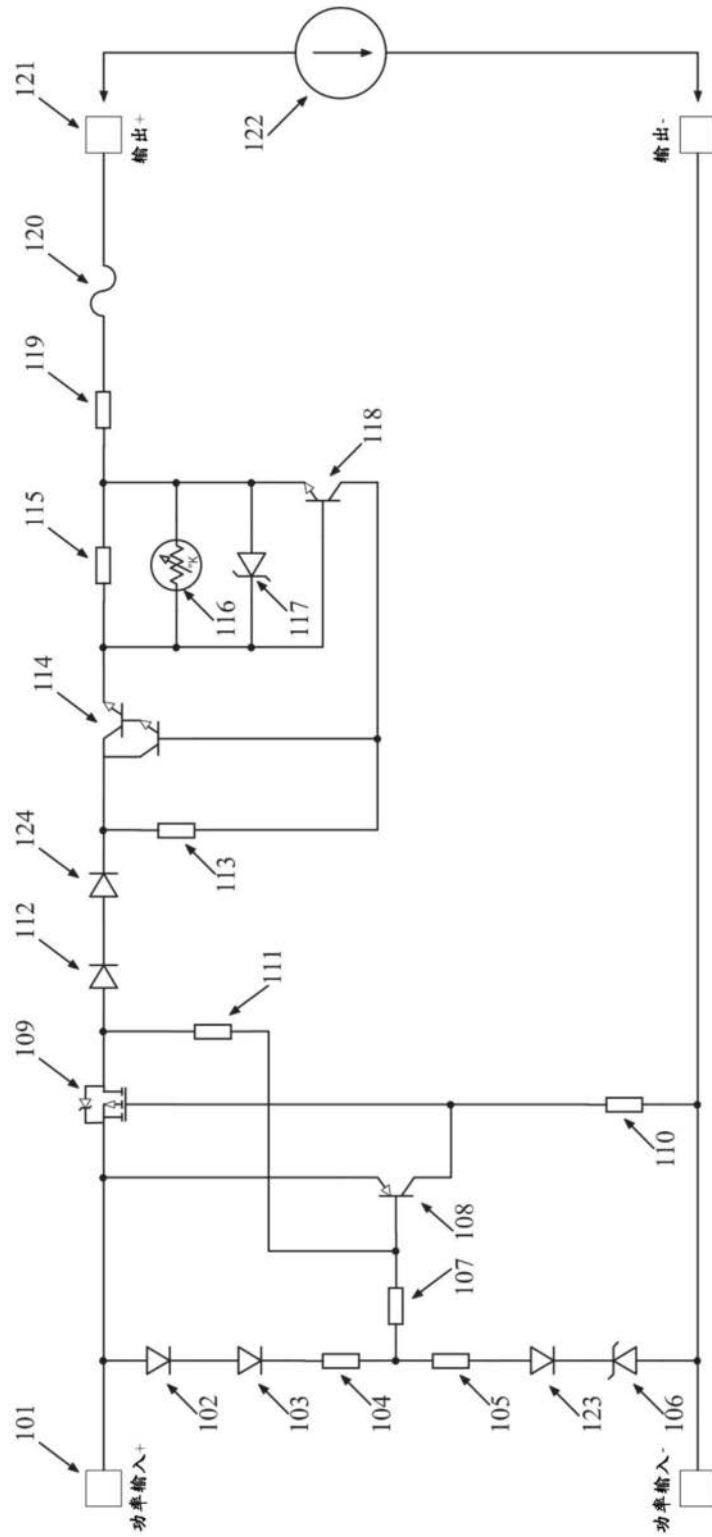


图3

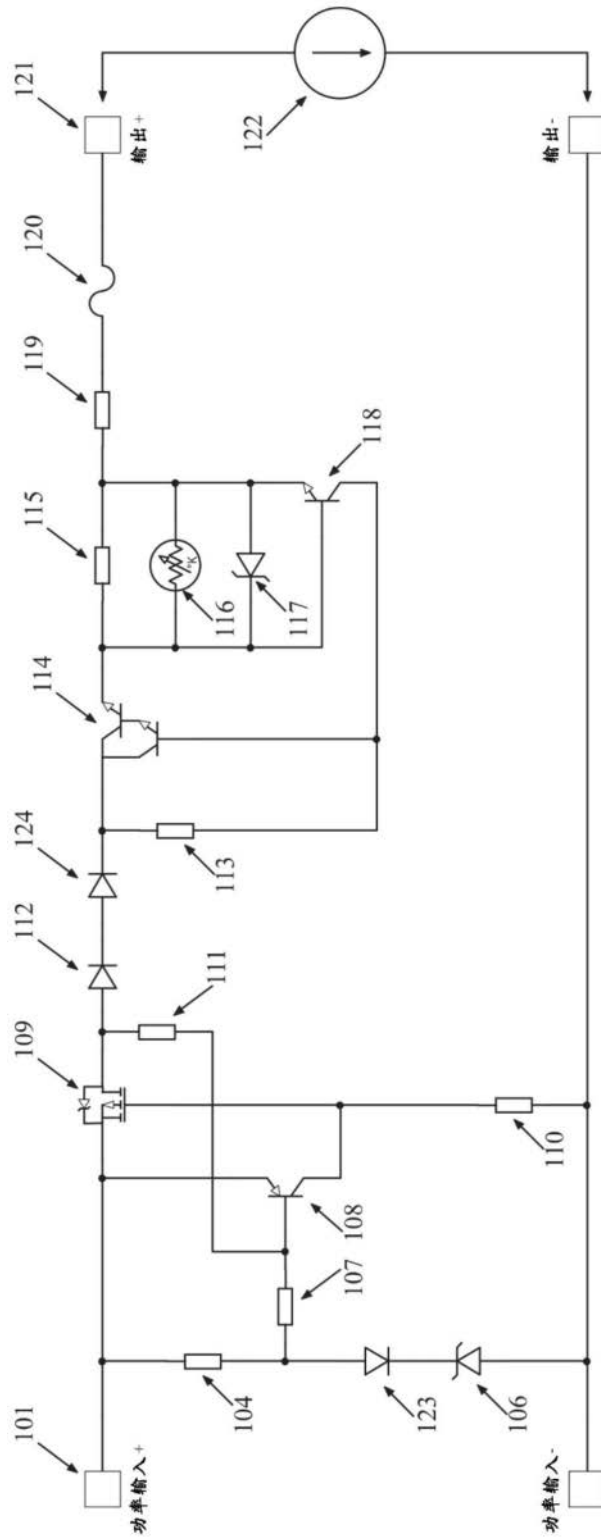


图4