



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102157925 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 10

(21) 申请号 201110093233. 7

US 6137329 A, 2000. 10. 24, 全文.

(22) 申请日 2007. 03. 28

US 4593338 A, 1986. 06. 03, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 郭春春

11/393, 026 2006. 03. 30 US

(62) 分案原申请数据

200710093631. 2 2007. 03. 28

(73) 专利权人 电力集成公司

地址 美国加利福尼亚州

(72) 发明人 R · J · 迈耶

(74) 专利代理机构 北京东方亿思知识产权代理
有限责任公司 11258

代理人 李晓冬

(51) Int. Cl.

H02H 9/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2003-289620 A, 2003. 10. 10, 全文.

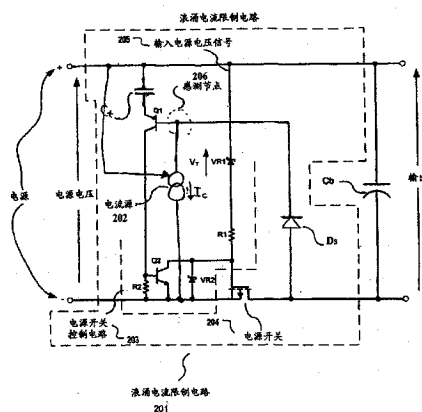
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

用于浪涌电流电路的方法和装置

(57) 摘要

公开了一种用于浪涌电流电路的方法和装置。根据本发明的各个方面的装置包括具有第一、第二和第三端子的电源开关。也包括了具有第一端子和第二端子的电容器。电容器的第二端子连接到电流源的第一端子, 电流源的第二端子连接到浪涌电流限制电路的第二输入端子。也包括了电源开关。电源开关的第一端子连接到二极管的阳极。二极管的阴极连接到电流源的第一端子。电源开关的第二端子连接到浪涌电流限制电路的第二输入端子。电源开关的第三端子被连接, 以响应对应于功率开关的第一和第二端子之间的电压变化率的电流源两端的电压。



1. 一种浪涌电流限制方法,包括:

接收来自电源的输入电源电压信号,所述电源连接在浪涌电流限制电路的输入端子之间;

响应于所述输入电源电压信号达到阈值电压,开始开通包括在所述浪涌电流限制电路中的电源开关;

响应于所述输入电源电压信号达到阈值电压,开始开通包括在所述浪涌电流限制电路中的电流源;

响应于所述电流源两端的电压,创建通过包括在所述浪涌电流限制电路中的电容器的电流;以及

响应于通过所述电容器的电流,控制所述电源开关的栅极驱动,以限制所述电源开关的漏极端子和源极端子之间的电压变化率。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,创建通过所述电容器的电流还包括响应于所述电流源的开通,导通通过包括在所述浪涌电流限制电路中的二极管的电流。

3. 根据权利要求2所述的方法,其中,所述二极管具有阳极和阴极,并且其中,所述二极管的阳极连接到所述电源开关的漏极端子。

4. 根据权利要求2所述的方法,其中,创建通过所述电容器的电流还包括维持所述二极管的阴极处的电压,使得在所述阴极的电压比所述电源开关的漏极端子的电压低一个二极管压降。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,创建通过所述电容器的电流还包括将通过所述电容器的电流创建为使得所述电流响应所述电源开关的漏极端子和源极端子之间的所述电压变化率。

6. 根据权利要求1所述的方法,其中,创建通过所述电容器的电流还包括将通过所述电容器的电流创建为使得所述电流与所述电源开关的漏极端子和源极端子之间的所述电压变化率成比例。

7. 根据权利要求1所述的方法,还包括利用连接在所述输入端子之一与所述电源开关的栅极端子之间的齐纳二极管来确定所述阈值电压。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中,控制所述电源开关的栅极驱动包括响应于通过所述电容器的所述电流,拉低所述电源开关的栅极端子上的电压。

9. 根据权利要求8所述的方法,其中,拉低所述电源开关的栅极端子上的电压导致关断所述电源开关。

10. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述浪涌电流限制电路还包括晶体管,并且其中,控制所述电源开关的栅极驱动包括:

利用通过所述电容器的所述电流生成电压信号;以及

响应于所述电压信号使所述晶体管导通。

11. 根据权利要求10所述的方法,其中,所述浪涌电流限制电路还包括电阻器,并且其中,生成所述电压信号包括利用通过所述电容器的所述电流,生成所述电阻器两端的电压信号。

12. 根据权利要求1所述的方法,其中,所述电源开关具有第一端子,第二端子和第三端子,其中,所述电容器的一个端子连接到所述浪涌电流限制电路的一个输入端子,并且其

中,所述电流源的一个端子连接到所述电源开关的第二端子和所述浪涌电流限制电路的另一输入端子。

13. 根据权利要求 1 所述的方法,其中,所述浪涌电流限制电路连接到大电容器,使得所述大电容器中流动的浪涌电流被限制。

14. 根据权利要求 13 所述的方法,其中,所述大电容器的第一端子连接到所述浪涌电流限制电路的一个输入端子,并且所述大电容器的第二端子连接到所述电源开关的漏极端子。

15. 一种用于限制浪涌电流的方法,包括:

控制电源开关的漏极端子和源极端子之间的电压变化率,包括:

当电源电压被首次施加时,将电源电压降落在所述电源开关的漏极-源极端子上;

开通允许二极管导通的电流源,其中,当所述电流源工作时,所述二极管的阳极具有与所述电源开关的漏极端子相同的电压,所述二极管的阴极的电压比所述电源开关的漏极端子的电压低一个二极管压降;

利用电源开关控制电路,开始开通所述电源开关,使得所述电源开关两端的漏极-源极电压开始下降,其中,所述二极管连接在所述电源开关的漏极端子和一电容器之间,使得所述电源开关两端的漏极-源极电压的下降创建所述电容器中的电流;

通过连接在所述电流源和所述电容器之间的感应节点感应所述电容器上的电压的变化;

将所述感应节点的输出连接到所述电源开关控制电路;

利用所述电源开关控制电路控制所述电源开关的栅极驱动,以调节电容器中的电压变化率。

16. 一种浪涌电流限制电路,包括:

具有第一端子、第二端子和第三端子的电源开关;

具有阳极和阴极的二极管,所述二极管的阳极连接到所述电源开关的第一端子;

包括第一端子和第二端子的电阻器,所述电阻器的第二端子连接到所述电源开关的第二端子;

具有第一端子和第二端子的电容器,所述电容器的第一端子连接到所述浪涌电流限制电路的第一输入端子,所述电容器的第二端子连接到所述电阻器的第一端子,所述电阻器的第二端子连接到所述浪涌电流限制电路的第二输入端子,其中,所述电源开关的第二端子连接到所述浪涌电流限制电路的第二输入端子,所述电源开关的第三端子被连接为响应于所述电源开关的第一和第二端子之间的电压变化率,对所述电容器两端的电压做出响应。

用于浪涌电流电路的方法和装置

[0001] 本申请是申请日为 2007 年 3 月 28 日、申请号为 200710093631.2、发明名称为“用于浪涌电流电路的方法和装置”的发明专利申请的分案申请。

技术领域

[0002] 本发明一般涉及浪涌电流限制电路,更具体地,本发明涉及低功耗浪涌电流限制电路。

背景技术

[0003] 在电子电路的某些应用中,希望在施加电源电压时控制流入电路的浪涌电流。这类应用的实例存在于 DC-DC 转换(或经过整流的 AC)应用中,在所述应用中,功率转换单元被连接到 DC 电源(或或经过整流的 AC),且该功率转换单元包括功率转换器输入处的大电容器。浪涌电流限制电路的功能是调控从将直流电源电压提供给功率转换单元的电源汲取的电流。如果不使用浪涌电流限制电路,则向功率转换器的输入电容器充电的电流将得不到控制,而这将导致非常大的、可能损坏功率转换器和电源设备的连接器与其他部件的浪涌电流。

[0004] 浪涌电流限制电路的应用一般要求该电路高效率工作,因此,非常希望有任何能提高效率的浪涌电流限制电路配置。

发明内容

[0005] 一种浪涌电流限制电路,包括:具有第一端子,第二端子和第三端子的电源开关;具有阳极和阴极的二极管,所述二极管的阳极连接到所述电源开关的第一端子;包括第一和第二端子的电流源电路,所述电流源电路的第二端子连接到所述电源开关的第二端子;具有第一和第二端子的电容器,所述电容器的第一端子连接到所述浪涌电流限制电路的第一输入端子,且该电容器的第二端子连接到所述电流源电路的第一端子,所述电流源电路的第二端子连接到所述浪涌电流限制电路的第二输入端子,其中,所述电源开关的第二端子连接到所述浪涌电流限制电路的第二输入端子,且所述电源开关的第三端子被连接,以响应对应于所述功率开关的第一和第二端子之间的电压变化率的所述电流源电路两端的电压。

[0006] 一种浪涌电流限制电路,包括:具有第一和第二端子以及控制端子的电源开关;具有阳极和阴极的二极管,所述阳极连接到所述电源开关的第一端子;包括第一端子和第二端子的电流源,所述电流源的第一端子连接到电容器和所述二极管的阴极,所述电流源的第二端子连接到所述浪涌电流限制电路的第二电源电压端子,其中,所述电源开关的第二端子连接到所述浪涌电流限制电路的第二电源电压端子,其中,施加到所述电源开关的控制端子的信号响应于所述电流源的第一和第二端子之间的、对应于所述电源开关的第一和第二端子之间的电压变化的电压。

[0007] 一种浪涌电流限制方法,包括:接收来自电源的输入电源电压信号,所述电源连接

在浪涌电流限制电路的输入端子之间；响应于所述输入电源电压信号达到阈值电压，开始开通包括在所述浪涌电流限制电路中的电源开关；响应于所述输入电源电压信号达到阈值电压，开始开通包括在所述浪涌电流限制电路中的电流源；响应于所述电流源两端的电压，创建通过包括在所述浪涌电流限制电路中的电容器的电流；以及响应于通过所述电容器的电流，控制所述电源开关的栅极驱动，以限制所述的电源开关两端的电压转换速率。

[0008] 一种用于限制浪涌电流的方法，包括：控制电源开关的漏极端子和源极端子之间的电压变化率，包括：当电源电压被首次施加时，将电源电压降落在所述电源开关的漏极-源极端子上；开通允许二极管导通的电流源，其中，当所述电流源工作时，所述二极管的阳极处于所述电源开关的漏极端子的电压，所述二极管的阴极的电压比所述电源开关的漏极端子的电压低一个二极管压降；利用电源开关控制电路，开始开通所述电源开关，使得所述电源开关两端的漏极-源极电压开始下降，所述电源开关两端的漏极-源极电压的改变通过二极管连接，以创建电容器中的电流；将所述电容器上的电压的变化连接到所述电源开关控制电路；利用所述电源开关控制电路控制所述电源开关的栅极驱动，以调节电容器中的电压变化率。

[0009] 一种浪涌电流限制电路，包括：具有第一端子、第二端子和第三端子的电源开关；具有阳极和阴极的二极管，所述二极管的阳极连接到所述电源开关的第一端子；包括第一端子和第二端子的电阻器，所述电阻器的第二端子连接到所述电源开关的第二端子；具有第一端子和第二端子的电容器，所述电容器的第一端子连接到所述浪涌电流限制电路的第一输入端子，所述电容器的第二端子连接到所述电阻器的第一端子，所述电阻器的第二端子连接到所述浪涌电流限制电路的第二输入端子，其中，所述电源开关的第二端子连接到所述浪涌电流限制电路的第二输入端子，所述电源开关的第三端子被连接为响应于所述电源开关的第一和第二端子之间的电压变化率，对所述电容器两端的电压做出响应。

附图说明

[0010] 本发明的非限定性的，非穷举的实施例是结合以下附图说明的。在这些附图中，除非另有说明，在各图中相似的附图标记表示相似的部分：

[0011] 图 1 的框图一般的示出了根据本发明教导的浪涌电流限制电路的一个实例。

[0012] 图 2 的示意图一般的示出了根据本发明教导的浪涌电路限制电路的一个实例。

[0013] 图 3 的示意图一般的示出了得益于本发明的教导的浪涌电路限制电路的另一实例。

具体实施方式

[0014] 公开了用于实施一种浪涌电流限制电路的装置和方法的实例。在以下说明中，为了让读者更透彻地理解本发明，给出了许多具体细节。然而，对本领域的普通技术人员而言，无需使用所述具体细节便可以实施本发明。为避免妨碍对本发明的说明，未详细说明与上述实施方式相干的公知方法。

[0015] 在整个说明书中提及的“一个实施例”或“某一实施例”意味着结合实施例描述的具体特征、结构或特性已被包括在本发明的至少一个实施例中。因此，出现在本说明书的各处的“在一个实施例中”或“在某一实施例中”不一定均指同一实施例。而且，在一个或多

个实施例中,可以将这些具体特征、结构或特性组合成任何合适的组合和 / 或子组合。

[0016] 现在,将描述根据本发明的教导的一种改进的浪涌电流限制电路和用于实施该电路的方法。本发明的实例包括用于简化和改进浪涌电流限制电路的方法和装置,从而不需要电流感测部件,且通过控制电源开关的漏极与源极端子两侧的电压的变化率来对浪涌电流进行限制,也可将此称为根据本发明教导而控制上述电源开关两端的电压的转换速率(slew rate)。

[0017] 为了进行说明,图 1 一般地示出了根据本发明的教导的浪涌电流限制电路 101 的一个实例的框图。如图所示,浪涌电流限制电路 101 包括连接到电容器 C_t 的电源开关 104,该电容器连接到电流源 102 和二极管 D_s ,而该电流源和二极管又连接到电源开关 104。电流源 102 连接到浪涌电流限制电路 101 的输入端子,且电源开关 104 也连接到浪涌电流限制电路 101 的同一输入端子。在所示的实例中,电源开关 104 的栅极端子连接到电源开关控制电路 103,而后者被连接来接收来自所述输入端子之一的输入电源电压 105 和来自电流源 102 与电容器 C_t 之间的感测节点 106 的信号。二极管 D_s 的阳极连接到电源开关 104 的漏极,且二极管 D_s 的阴极连接到电容器 C_t 和电流源 102。

[0018] 如将要讨论的,根据本发明的教导,连接电源开关 104 的栅极端子,以对电流源 102 两端的、通过电源开关控制电路 103 而对应于电源开关 104 两端的电压变化率的电压进行响应。在一个实例中,根据本发明的教导,这是用来自电源开关控制电路 103 的、施加到电源开关 104 的栅极端子的、对应于电流源两端的电压的和响应电源开关 104 两端的电压的变化的信号来实现的。

[0019] 为进行说明,浪涌电流限制电路 101 被连接,以从连于浪涌电流限制电路 101 的输入端子之间的电源接收直流(DC)电源电压。图 1 中的电路采用接收输入电源电压信号 105 的电源开关控制电路 103,该信号可用于确定开通电源开关 104 和开通电流源 102 时的输入电源电压阈值电压。因此,在达到输入电源电压信号 105 的阈值之前,电源开关 104 和电流源 102 是关断的。

[0020] 当电源电压被首次施加到图 1 中的浪涌电流限制电路 101 时,并在达到输入电源电压信号 105 的阈值之前,电源电压基本上全降落在电源开关 104 的漏极 - 源极端子的两侧。当电流源 102 开通时,它允许二极管 D_s 导通。二极管 D_s 的阳极电压是电源开关的漏极端子电压。当电流源 102 工作时,二极管 D_s 的阴极比电源开关的漏极端子的电压低一个二极管压降。当电源开关控制电路 103 开始开通电源开关 104 时,电源开关 104 的漏极源极间电压将开始下降。二极管 D_s 的阴极仍保持为比电源开关 104 的漏极端子的电压低一个二极管压降。从而,通过二极管 D_s 连接了电源开关 104 的漏极端子至源极端子的电压的改变,以创建电容器 C_t 中的电流。

[0021] 电容器 C_t 上的电压变化通过连于电流源 102 和电容器 C_t 之间的感测节点 106 连接到电源开关控制电路 103。然后,根据本发明的教导,电源开关控制电路 103 控制电源开关 104 的栅极驱动来调控电容器 C_t 中的电压变化率,以限制电源开关 104 两端的电压转换速率,从而也限制了输出大电容器 C_b 中流动的浪涌电流。

[0022] 应当懂得,可使用电阻器代替电流源 102。然而,使用由电流源 102 提供的受控电流 I_c 比使用代替电流源 102 的简单电阻器更具有优势,这是因为,电流源 102 的电流 I_c 对电源电压的值不敏感,并可被调控为对温度效应不敏感,而在其他情况下,上述温度效应将

影响 Ct 中流动的电流的值（在该电流值下，感测节点 106 生成了电源开关控制电路 103 能检测的信号，以调控电容器 Ct 中的电流）。使用电流源 102 也允许准确控制电源开关 104 的漏极的转换速率。应当懂得，在另一个实例中，根据本发明的教导，可以用双极晶体管代替图 1 的金属氧化物半导体场效应晶体管（MOSFET）功率开关 104。

[0023] 图 2 一般地描述了根据本发明教导的示范性浪涌电流限制电路 201 的简图。如图所示，可以注意到图 2 中的浪涌电流限制电路 201 与图 1 中的浪涌电流限制电路 101 有一些相似之处。在图 2 所示的实例中，更详细地示出了电源开关控制电路 203 的各个元件。如图所示，齐纳二极管被连接，以接收输入电源电压信号 205。在所示的实例中，齐纳二极管 VR1 的齐纳电压 VT 决定了来自电源的输入电源电压的阈值，在该阈值下，电源开关 204 和电流源 202 开始开通。

[0024] 在图 2 所示的实例中，感测节点 206 连接到晶体管 Q1 的基极。晶体管 Q1 的发射极连接到电容器 Ct。二极管 Ds 的阴极的电压保持为比电源开关 204 的漏极端子电压的值低一个二极管压降。从而，通过二极管 Ds 连接了电源开关 204 的漏极端子至源极端子的电压变化。晶体管 Q1 的基极连接到电流源 202 和二极管的阴极 Ds。当电源开关 204 的漏极电压下降时，晶体管 Q1 的基极上的电压也下降，从而开通 Q1。晶体管 Q1 导通向 Ct 充电的电流，该电流也流经电阻器 R2，从而驱动了一个电压。当电阻器 R2 两端的电压达到晶体管 Q2 的基极发射极阈值电压时，晶体管 Q2 开通，这将拉低电源开关 204 的栅极电压，从而倾向于关断电源开关 204。

[0025] 在所示的实例中，适用以下公式：

$$[0026] \quad I_{IN} = C_b \cdot \frac{\Delta V_{C_b}}{\Delta t} \quad (\text{公式 1})$$

$$[0027] \quad I_{IN} = C_b \cdot \frac{\Delta V_{POWER-SWITCH(DRAIN)}}{\Delta t} \quad (\text{公式 2})$$

$$[0028] \quad I_{IN} = \frac{C_b}{C_t} \cdot \frac{\Delta V_{Q2(be)}}{R_2} \quad (\text{公式 3})$$

[0029] 公式 1 将浪涌电流作为大电容器 Cb 和该电容器的电压变化率的函数而进行计算。公式 2 表明，浪涌电流也可被表示为电源开关的漏极电压的转换速率或变化率的函数。公式 3 表明，浪涌电流也可被表示为大电容器 Cb、电容器 Ct、晶体管 Q2 的基极发射极电压降以及电阻器 R2 的值的函数。

[0030] 因此，电源开关 204 的栅极驱动响应感应节点 206 处的信号，感应节点 206 是将电容器 Ct 连接到电流源 202 的节点。因此，电源开关 204 的栅极驱动也响应电流源 202 两端的电压的变化，因为该信号被施加到晶体管 Q1 的基极，从而也连接到驱动电阻器 R2 和晶体管 Q2。在完成浪涌功能，且电源开关 204 的漏极 - 源极电压达到由电源开关 204 的导通电阻值决定的稳态值，以及电源开关 204 的漏极 - 源极电压的变化率基本上为零之后，齐纳二极管 VR2 限制了电源开关 204 的栅极电压。

[0031] 图 3 一般地示出了根据本发明的教导的另一个浪涌电流限制电路 301 的示意图。如图所示，可以注意到图 3 中的浪涌电流限制电路 301 与图 2 中的浪涌电流限制电路 201 和 / 或图 1 中的浪涌电流限制电路 101 有一些相似之处。在图 3 所示的实例中，当输入电源电压信号 305 超过约 27V 时，齐纳二极管 VR5 导通。这产生了电阻器 R24 两端的、驱动电源开

关 304 MOSFET Q9 的栅极并启动电流源 302 的电压。当该栅极电压达到电源开关 304 MOSFET Q9 的开通阈值时, 电源开关 304 和电流源 302 将开始开通。

[0032] 在开通期间, 电源开关 304 的漏极电压将开始下降到电源电压以下。电源开关 304 的漏极中的这种电压下降将被连接到二极管 Ds 的阴极。该电压下降开通了晶体管 Q13, 且 Q13 将充电电流从电容器 C1 传导到电阻器 R27。注意, 电容器 C1 相当于图 1 和图 2 中的电容器 Ct。也应当注意, 由 R32、R33 和 Q11 形成的电流源相当于图 1 和图 2 中的电流源 102 或 202, 且仅仅是根据本发明的教导而可采用的电流源电路的一个例子。在其他实例中, 根据本发明的教导, 可以用另一种合适类型的电流源 (如包括简单的电阻器) 来代替由 R32、R33 和 Q11 形成的电流源。

[0033] 在图 3 所示的实例中, R32、R33 和 Q11 形成的电流源保持为二极管 D1 的阴极处的电压 (比电源开关 Q9 的漏极电压低一个二极管压降)。当电源开关 Q9 开通时, 电源开关 Q9 的漏极电压将降低, 从而降低了感测节点 306 处的二极管 D1 的阴极和晶体管 Q13 的基极的电压, 而这导致晶体管 Q13 开通。因此, 感测节点 306 的信号响应由 R32、R33 和 Q11 形成的电流源两端的电压。晶体管 Q13 传导来自电容器 C1 的充电电流, 并产生较小的电阻器 R27 两端的电压信号。R27 两端的电压信号驱动晶体管 Q10 的基极, 并导致它导通, 从而拉低了电源开关 304 MOSFET Q9 的栅极电压, 而这倾向于关断电源开关 304。

[0034] 在所示的实例中, 在电容器 C1 中流动和经过电阻器 R27 的恒定的充电电流与电源开关 304 MOSFET Q9 的漏极电压的恒定变化率成比例, 该变化率是电源开关 304 的漏极电压的转换速率。因此, 通过控制经过电阻器 R27 的电容器 C1 的充电电流, 也控制了电源开关 304 的漏极电压的转换速率。而且, 二极管 Ds 连同电流源 302 允许二极管 Ds 的阴极电压跟随电源开关 304 的漏极电压。从而形成了一个闭环系统, 这使得施加到功率开关 304 MOSFET Q9 的控制端子信号或栅极驱动信号响应感测节点 306 的信号, 而后者又对应于由晶体管 Q13 的发射极和集电极端子形成的电流源端子两端的电压, 而电源开关 304 MOSFET Q9 的漏极 - 源极电压正在变化, 这便有效地控制了电源开关 304 MOSFET Q9 的开通转换速率。而对电源开关 304 MOSFET Q9 的漏极 - 源极电压转换速率的控制又控制了流入大电容器 Cb 的浪涌电流。

[0035] 可通过改变电容器 C1 的电容值或改变 R27 的电阻值来控制电源开关 304 MOSFET Q9 的转换速率。这个实例的优点在于它不需要直接感测经过电源开关 304 MOSFET Q9 的电流, 从而避免了相关的损耗和成本, 而使用电流感测电阻器或其他感测浪涌电流的直接装置将产生上述损耗和成本。根据本发明的教导, 在电容器 C1 和浪涌电流限制电路 301 的输入电源电压端子之间连接电流源而非简单的电阻器的这一事实提供了稳定的电流, 从而确保在感测节点 306 处产生的信号对温度和输入电源电压的变化不敏感。

[0036] 在之前的详细说明中, 已结合本发明的具体实施例描述了本发明的方法和装置。然而, 显然可以做出各种修改和变更而不至于背离本发明的更为广泛的精神和范围。因此, 应将本说明书和附图视为说明性的而非限制性的。

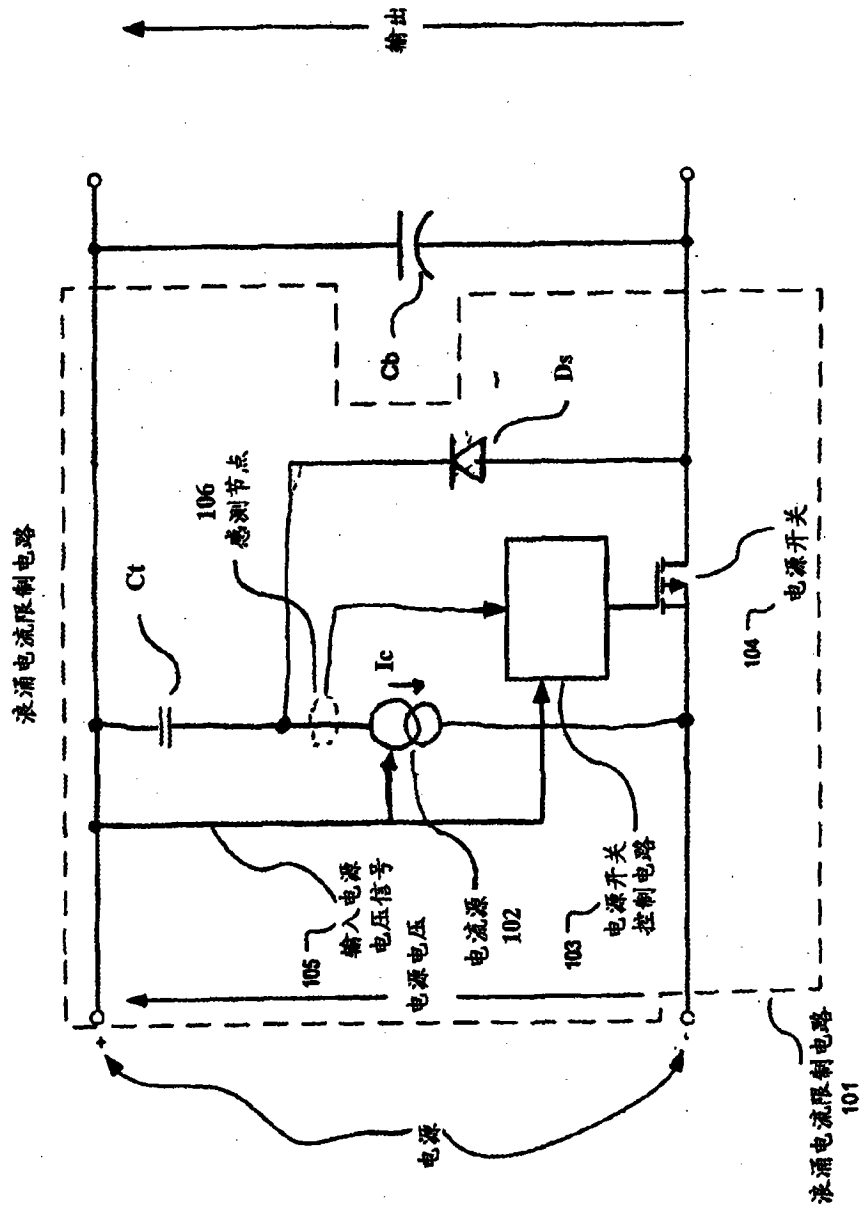


图 1

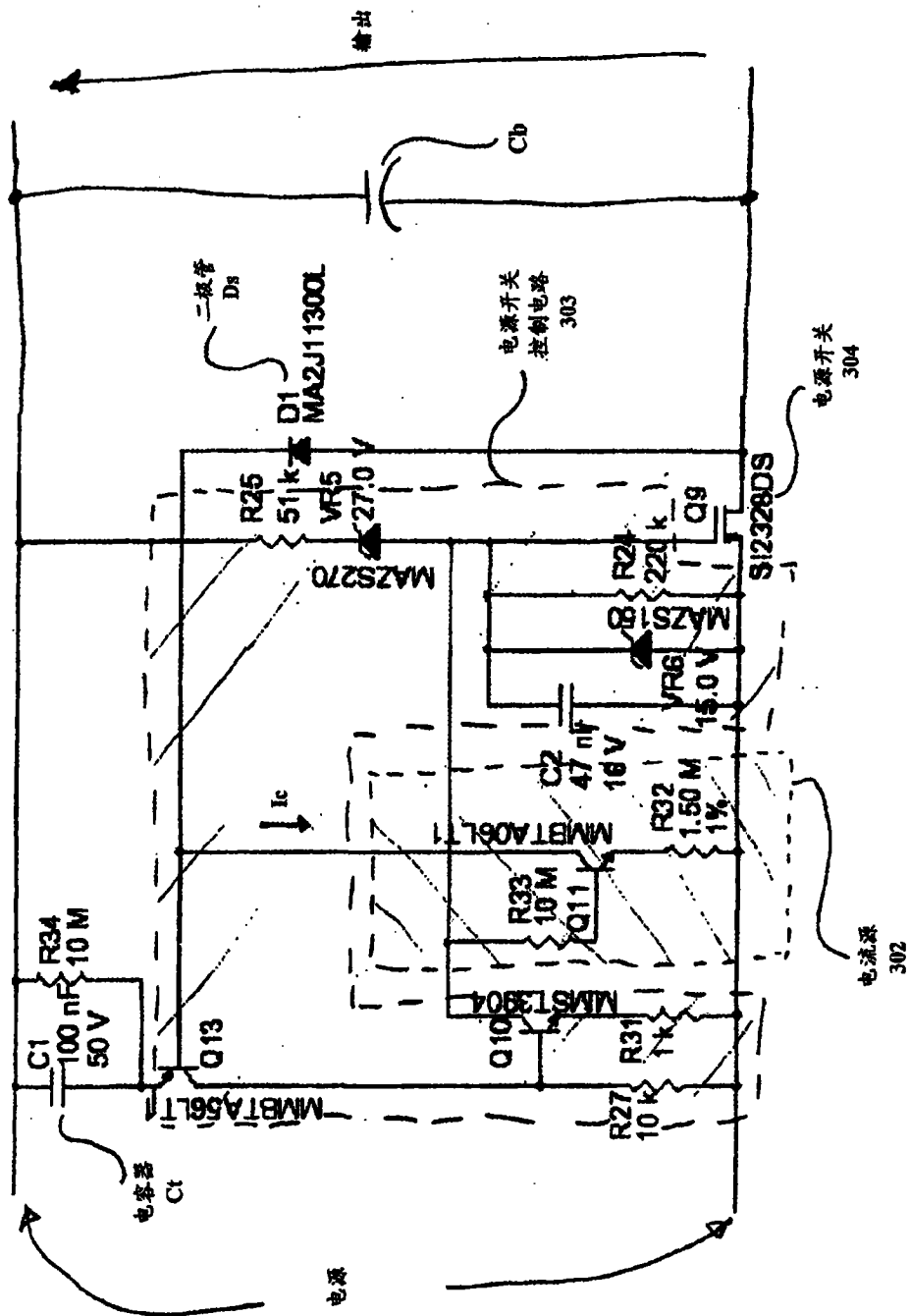


图 3