



(21)申请号 201610306124.1

(22)申请日 2016.05.10

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106159881 A

(43)申请公布日 2016.11.23

(30)优先权数据

10-2015-0066751 2015.05.13 KR

(73)专利权人 LS 产电株式会社

地址 韩国京畿道安养市

(72)发明人 李京昊 沈政煜 裴探允 朴解容

(74)专利代理机构 隆天知识产权代理有限公司

72003

代理人 崔炳哲

(51)Int.Cl.

H02H 3/087(2006.01)

H02H 3/10(2006.01)

H02H 9/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 103441489 A, 2013.12.11,

WO 2014/166528 A1, 2014.10.16,

WO 2013/045238 A1, 2013.04.04,

CN 102780200 A, 2012.11.14,

WO 2013/164874 A1, 2013.11.07,

US 3753042 A, 1973.08.14,

审查员 宋宇程

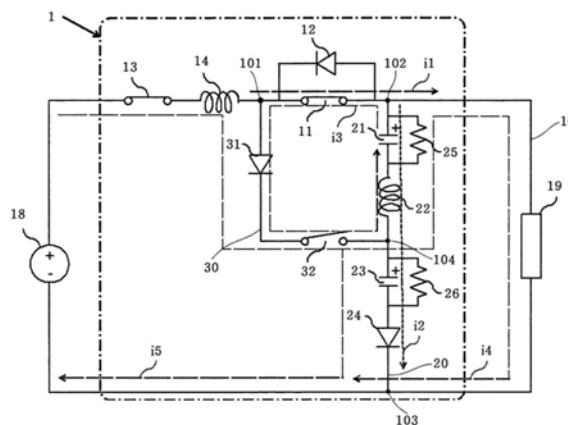
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)发明名称

直流断路器及使用直流断路器的方法

(57)摘要

本发明涉及一种直流断路器,其能够缩短截止操作时间并减少所需要的反向电流的幅值。该直流断路器包括:主电路线路,其连接在电源与负载之间,其中,主电路线路包括并联连接的主断路器和第一二极管;充电电路线路,其被布置在主断路器的后段中并且并联连接到负载,其中,充电电路线路包括串联连接的第一电容器、电抗器和第二二极管;以及开关线,其具有并联连接到主断路器的前段的一端和连接在电抗器与第二二极管之间的另一端,其中,开关线路包括串联连接的第三二极管和电流开关。



1. 一种直流断路器,包括:

主电路线路,其连接在电源与负载之间,其中,所述主电路线路包括并联连接的主断路器和第一二极管;

充电电路线路,其被布置在所述主断路器的后段中并且并联连接到所述负载,其中,所述充电电路线路包括串联连接的第一电容器、电抗器和第二二极管;以及

开关线路,其具有并联连接到所述主断路器的前段的一端和连接在所述电抗器与所述第二二极管之间的另一端,其中,所述开关线路包括串联连接的第三二极管和电流开关,

其中所述充电电路线路还包括被连接在所述电抗器和所述第二二极管之间的第二电容器。

2. 根据权利要求1所述的直流断路器,其中,所述主电路线路还包括串联连接的辅助断路器和限流电抗器。

3. 根据权利要求1所述的直流断路器,还包括分别并联连接到所述第一电容器和所述第二电容器的第一电阻器和第二电阻器,其中,所述第一电阻器和所述第二电阻器用于控制所述第一电容器和所述第二电容器的充电容量。

4. 根据权利要求1所述的直流断路器,其中,所述主断路器是机械开关或高速开关。

5. 根据权利要求1所述的直流断路器,其中,所述电流开关是机械开关或功率半导体开关。

6. 根据权利要求1所述的直流断路器,还包括并联连接到所述第一电容器的前段和所述电抗器的后段的电路,其中,所述电路包括串联连接的第四二极管和第一非线性电阻器。

7. 根据权利要求1所述的直流断路器,其中,第二非线性电阻器并联连接到所述第二电容器。

8. 根据权利要求1所述的直流断路器,其中,第二主断路器、第五二极管、第六二极管和第二电流断路器关于所述充电电路线路分别与所述主断路器、所述第一二极管、所述第三二极管和所述电流开关对称布置。

直流断路器及使用直流断路器的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及直流断路器,特别地涉及能够缩短截止操作时间并减少所需要的反向电流的幅值的直流断路器。

背景技术

[0002] 一般地,直流断路器是一种使系统快速且高效地截止以对HVDC(高电压直流)传输线路或配电线路上的装置进行修复和更换并且在出现故障电流时保护装置或系统的装置。

[0003] 图1示出了传统直流断路器(例如,参见W02013/045238A1(PCT/EP2012/067276))。参考图1,传统直流断路器100包括:由负责额定电流的电传导的机械断路器110和120以及二极管125构成的主导电部分、电阻器150、电感器160、电容器170和电涌放电器180。另外,传统直流断路器100还包括由晶闸管190和二极管195构成的并且产生用于在电流截止时灭弧的反向电流的脉冲发生器(PG)185,以及由二极管130和电涌放电器140构成并且抵消在线路中剩余的能量的一部分。

[0004] 传统直流断路器100的操作如下。在对额定电流进行传导时,机械断路器120被闭合以使额定电流流过。此时,归因于在第四节点104与第二节点102之间的电位差,电容器170通过PG 185的二极管195→电阻器150→电容器170的路径被充电。当电容器被完全充电时,在第四节点104与第二节点102之间的电位差消失并且电流到PG 185的流动被截止。因此,完成使直流断路器100准备好操作。

[0005] 当出现故障电流并且直流断路器100开始执行其截止操作时,机械断路器110和120首先被断开。然而,机械断路器110和120处于其中归因于弧电流故障电流继续流动的状态中。其后,PG 185的晶闸管190被接通以通过电容器170→电感器160→晶闸管190的路径对电容器170进行反向充电。当电容器170的反向充电的量达到电涌放电器140的放电电压时,电涌放电器140被带入到导电状态中。之后,电容器170开始被放电,并且因此反向电流通过电容器170→电涌放电器140→二极管130→机械断路器120→二极管195→电阻器150的路径流入到机械断路器120中。因此,流入到机械断路器120中的故障电流与反向电流相遇,由此产生电流零点。结果,机械断路器120的弧被消灭。在灭弧之后剩余的反向电流流过二极管125。另外,在完成机械断路器120的截止之后在线路中剩余的能量通过电涌放电器140和180来吸收并且PG 185的电容器170被重新充电以准备下一截止操作。

[0006] 然而,在上述传统直流断路器100中,PG 185的电容器170必须被反向充电以便在截止操作时产生反向电流。这种过程可以导致截止操作的延迟。另外,由于故障电流快速增加,增加得与延迟的时间一样多的更大的故障电流必须被截止。这可以对电容器170、机械断路器120和电涌放电器140施加重大负担,要求具有更高容量的部件,这可以导致直流断路器的生产成本的增加。

发明内容

[0007] 因此,本发明的目的在于提供一种能够缩短截止操作时间并减少所需要的反向电

流的幅值的直流断路器。

[0008] 为了实现上述目的,提供了一种直流断路器,其使用充电电容器来产生使故障电流截止的反向电流,该直流断路器包括:主电路线路,其连接在电源与负载之间,其中,主电路线路包括并联连接的主断路器和第一二极管;充电电路线路,其被布置在主断路器的后段中并且并联连接到负载,其中,充电电路线路包括串联连接的第一电容器、电抗器和第二二极管;以及开关线,所述开关线具有并联连接到主断路器的前段的一端和连接在电抗器与第二二极管之间的另一端,其中,开关线包括串联连接的第三二极管和电流开关。

[0009] 主电路线路还可以包括串联连接的辅助断路器和限流电抗器。

[0010] 充电电路线路还可以包括第二电容器。

[0011] 直流断路器还可以包括分别并联连接到第一电容器和第二电容器的第一电阻器和第二电阻器,其中,第一电阻器和第二电阻器用于控制第一电容器和第二电容器的充电容量。

[0012] 主断路器可以是机械开关或高速开关。

[0013] 电流开关可以是机械开关或功率半导体开关。

[0014] 直流断路器还可以包括并联连接到第一电容器的前段和电抗器的后段的电路,其中,该电路包括串联连接的第四二极管和第一非线性电阻器。

[0015] 第二非线性电阻器可以并联连接到第二电容器。

[0016] 第二主断路器、第五二极管、第六二极管和第二电流断路器可以关于充电电路线路分别与主断路器、第一二极管、第三二极管和电流开关对称布置。

[0017] [本发明的优点]

[0018] 利用根据本发明的实施例的直流断路器,由于第一电容器已经被充电到稳态中,所以能够即刻地在截止操作时产生反向电流。这使得能够缩短截止操作花费的时间并使电路截止以处理较小的故障电流。因此,能够采用需要低截止性能的小容量机械断路器和电容器,这可以得到生产成本的降低。

附图说明

[0019] 图1是传统直流断路器的电路图。

[0020] 图2是根据本发明的一个实施例的直流断路器的电路图。

[0021] 图3是示出了根据本发明的一个实施例的直流断路器中的在故障电流的截止时的电压和电流波形的视图。

[0022] 图4是单个地示出了图3的电压和电流波形的视图。

[0023] 图5是根据本发明的另一实施例的直流断路器的电路图。

[0024] 图6是根据本发明的又一实施例的直流断路器的电路图。

具体实施方式

[0025] 上述目的、特征和优点将从结合附图的下面的详细描述中变得更清楚地显而易见。因此,本发明的技术构思可以容易地被本领域技术人员理解和实践。在本发明的下面的详细描述中,关于相关功能或结构的具体描述将在认为这些功能和/或结构可能不必要地使本发明的目标模糊不清的情况下被省略。在下文中,将详细参考附图来描述本发明的优

选实施例。在各附图中，相同或相似的元件由相同附图标记标示。

[0026] 在本说明书中，术语元件的‘前段’和‘后段’基于处于稳态的电流的流动的方向。例如，如果断路器被置于电源的阳极与阴极之间，则电流沿电源阳极→断路器前段→断路器→断路器后段→电源阴极的路径流动。

[0027] 图2是根据本发明的一个实施例的直流断路器的电路图。图3是示出了根据本发明的一个实施例的直流断路器中的在故障电流的截止时的电压和电流波形的视图。图4是单个地示出了图3的电压和电流波形的视图。其后，将详细参考附图来描述根据本发明的一些实施例的直流断路器。

[0028] 参考图2，根据本发明的一个实施例的直流断路器1连接在电源18与负载19之间。直流断路器1包括：主电路线路10，其包括并联连接的主断路器11和第一二极管12；以及充电电路线路20，其布置在主断路器11的后段中并且并联连接到负载19并且包括串联连接的第一电容器21、电抗器22和第二二极管24。

[0029] 主电路线路10循环地连接在电源18与负载19之间。电流经由负载19从电源18的阳极(+极)流动到电源18的阴极(-极)。

[0030] 在主电路线路10上布置的主断路器11负责额定电流的电传导和截止。在该实施例中，主断路器11可以被配置有典型机械开关或高速开关。主断路器11的这种配置可以根据额定电压可选的。在这种情况下，高速开关可以根据额定电压串联连接的具有小接触电阻的多个机械开关中的一个或多个。另外，主断路器11可以采用通常在交流(AC)系统中使用的断路器。

[0031] 第一二极管12与主断路器11并联布置。在该实施例中，第一二极管12被布置以允许电流从负载19流动到电源18的阳极。第一二极管12还提供剩余反向电流在电流截止时流动的通道。

[0032] 为便于描述，主断路器11的前段被称为第一节点101，主断路器11的后段被称为第二节点102，并且负载19的后段被称为第三节点103。

[0033] 充电电路线路20被置于主断路器11的后段与负载19的后段之间，即在第二节点102与第三节点103之间。第一电容器21、电抗器22和第二二极管24可以串联连接在充电电路线路20上。

[0034] 当正常电流流过时，第一电容器21被充电。当出现故障电流并且主断路器11被断开时，第一电容器21被放电以产生反向电流。

[0035] 电抗器22被提供以通过限制快速电流变化来稳定维持电路。电抗器22可以被配置有线圈。

[0036] 第二二极管24被布置以从第二节点102指向第三节点103。第二电容器23还可以被包含在充电电路线路20中。第一电阻器25和第二电阻器26可以分别并联连接到第一电容器21和第二电容器23。因此，可以控制第一电容器21和第二电容器23被充电的充电电压。例如，假设主电路线路10的额定电压为100kV并且第一电阻器25和第二电阻器26具有其各自的电阻40k Ω 和10k Ω ，则分别并联连接到第一电阻器25和第二电阻器26的第一电容器21和第二电容器23分别根据第一电阻器25和第二电阻器26的电阻比率利用充电电压80kV和20kV来充电。即，可以通过控制该比率来控制第一电容器21和第二电容器23的充电电压。主要地，第一电容器21的充电电压可以被控制以满足电流截止所需要的容量。

[0037] 开关线30被提供在主断路器11的前段(即第一节点101)与在充电电路20的电抗器22与第二电容器23之间的节点之间。为便于描述,在电抗器22与第二电容器23之间的节点被称为第四节点104。

[0038] 第三二极管31和电流开关32可以串联布置在开关线30上。第三二极管31被布置以从第一节点101指向第四节点104。

[0039] 电流开关32可以被配置有能够被接通/关断的机械开关或功率半导体开关。功率半导体开关的示例可以包括晶闸管、IGBT(绝缘栅双极型晶体管)、IGCT(绝缘栅控制晶闸管)、GTO(栅极可关断晶闸管)等。

[0040] 辅助断路器13和限流电抗器14可以串联布置在主电路线路10上。辅助断路器13被提供以去除剩余电流。辅助断路器13可以是典型机械断路器。

[0041] 限流电抗器14被提供以防止归因于短路电流的电路的机械阻碍和热阻碍并通过将电流限制为截止来减少断路器的所需要的容量。限流电抗器14可以被配置有不变电感。

[0042] 下面将描述根据本发明的一个实施例的直流断路器的操作。

[0043] 当主断路器11和辅助断路器13闭合(被放到闭合电路中)并且电流开关32闭合时,正常电流沿主电路线路10流动(参见图2中的 i_1 电路)。此时,在对第一电容器21和第二电容器23进行充电时电流流入到充电电路线路20的第一电容器21和第二电容器23中(参见图2中的 i_2 电路)。此时,如图5所示,在第一电容器21和第二电容器23中,阳极形成在第二节点102的一侧,并且阴极形成在第三节点103的一侧。此处,如上所述,第一电容器21和第二电容器23的充电电压可以由第一电阻器25和第二电阻器26控制。当第一电容器21和第二电容器23被完全充电时,不再有电流流入 i_2 电路中并且主电路线路10的电流流入到具有负载19的 i_1 电路中。

[0044] 如果在主电路线路10中出现故障电流,则故障电流通过限流电抗器14绘制平滑曲线(参见图3中的故障电流 I_{cal})。当故障电流被检测器(未示出)等检测到时,主断路器11被断开。此时,当主断路器11确保机械绝缘距离时,归因于弧,故障电流继续流过主断路器11。

[0045] 其后,当主断路器11被断开直到其达到阈值电压为止(即,当预定时间(几毫秒)流逝时),电流开关32闭合。当电流开关32闭合时,形成具有第一节点101→第四节点104→第二节点102→第一节点101的路径的闭合电路 i_3 。此时,第一电容器21的充电电流在故障电流的反向方向上流入到主断路器11中,由此消灭弧并且因此阻断故障电流。即,流过 i_1 路径的弧电流(故障电流)与流过 i_3 路径的反向放电电流相遇,由此产生电流零点,这得到对主断路器11的弧的消灭。图3示出了在断路器操作时的故障电流 I_{cal} 和电流波形 I_{total} 。由于第一电容器21已经在正常电流传导时被充电,所以在无需单独的充电的情况下即刻地产生反向电流。另一方面,在灭弧之后剩余的反向电流流过第一二极管12。

[0046] 当流过主断路器11的故障电流通过流过 i_3 电路的反向电流到达电流零点时,流过主电路线路10的剩余电流流过 i_4 电路和 i_5 电路。此处, i_4 电路是具有电源18→第一节点101→第四节点104→第二节点102→负载19→第三节点103→电源18的路径的电路。 i_5 电路是具有电源18→第一节点101→第四节点104→第三节点103→电源18的路径的电路。此时,第一电容器21和第二电容器23被充电。当第一电容器21和第二电容器23被完全充电时,流过 i_4 和 i_5 路径的电流被自动截止。

[0047] 其后,辅助断路器13被断开以使剩余电流截止,并且直流断路器1与直流系统完全

分离。

[0048] 图3和图4示出了通过当出现故障电流时通过PSCAD/EMTDC程序来模拟根据本发明的一个实施例的直流断路器的截止操作获得的电流和电压波形的示例。

[0049] 在图3中, I_{cal} 表示当直流断路器不工作时的故障电流波形, I_{total} 表示当直流断路器工作时的电流波形, 并且 E_{CB} 表示当直流断路器工作时的电压波形。在图4中, E_{CB} 表示当直流断路器工作时的电压波形, I_{total} 表示当直流断路器工作时的电流波形, I_{FS} 表示流过主断路器11的电流的波形, 并且 I_{byp} 表示流过电流开关32的电流的波形。

[0050] 如果在0.0ms处出现故障电流而额定电流(在0.0ms之前)正在稳态中流动, 则故障电流由限流电抗器14平滑地增加。在该分析中, 由于直流断路器被设置为在2kA操作, 所以主断路器11根据主断路器11的断开操作信号开始在大约0.5ms处被断开。当电流开关32在大约2.7ms处闭合时, 在主断路器11的端口操作之后流逝预定时间的情况下, 反向电流(图4中的 I_{byp})流动并且流过主断路器11的弧电流(图4中的 I_{FS})与反向电流 I_{byp} 相遇, 由此产生电流零点以消灭弧电流。其后, 第一电容器21和第二电容器23在大约6.0ms处被完全放电, 由此完成直流断路器的截止操作, 如可以从图4中得到证实的。

[0051] 图5是根据本发明的另一实施例的直流断路器2的电路图。在该实施例中, 直流断路器2还包括二极管和非线性电阻器以便控制第一电容器21和第二电容器23的充电电压。

[0052] 首先, 第四二极管27和第一非线性电阻器28可以串联布置在与第一电容器21的前段和电抗器22的后段并联连接的线路上。另外, 第二非线性电阻器29可以并联连接到第二电容器23。一般地, 非线性电阻器具有如下特征: 当其达到特定电压或更高电压时其传递电流。因此, 如果第一电容器21和第二电容器23被过度充电, 则电流流过并联连接的第一非线性电阻器28和第二非线性电阻器29, 由此防止第一电容器21和第二电容器23被过度充电。

[0053] 图6是根据本发明的又一实施例的直流断路器3的电路图。在该实施例中, 除了早前描述的实施例的直流断路器, 直流断路器3还包括第二主断路器41、第五二极管42和第六二极管43以及第二电流断路器44。此处, 第二主断路器41、第五二极管42和第六二极管43以及第二电流断路器44关于充电电路线路20分别与主断路器11、第一二极管12和第三二极管31以及电流开关32对称布置。另外, 第二电源17被提供在电源18的相反方向上。这种配准允许截止双向电流。

[0054] 利用根据本发明的上述实施例的直流断路器, 由于第一电容器已经被充电到稳态中, 所以能够即刻地在截止操作时产生反向电流。换言之, 传统的反向充电是不需要的。这使得能够缩短截止操作花费的时间并使电路截止以处理较小的故障电流。因此, 能够采用需要低截止性能的小容量机械断路器和电容器, 这可以得到生产成本的降低。

[0055] 根据上述的本发明, 由于第一电容器已经被充电到稳态中, 所以能够即刻在截止操作时产生反向电流。这使得能够缩短截止操作花费的时间并使电路截止以处理较小的故障电流。因此, 能够采用需要低截止性能的小容量机械断路器和电容器, 这可以得到生产成本的降低。

[0056] 尽管已经具体地参考本发明的示例性实施例示出并描述了本发明, 但是本领域技术人员将理解可以在不脱离本发明的精神和范围的情况下在其中进行各种形式和细节上的改变。示例性实施例是出于说明本发明的目的而非在限制性的意义上被提供的。因此, 旨在将本发明涵盖本发明的各修改和变型, 只要它们落入随附权利要求及其等效方案的范围

内。

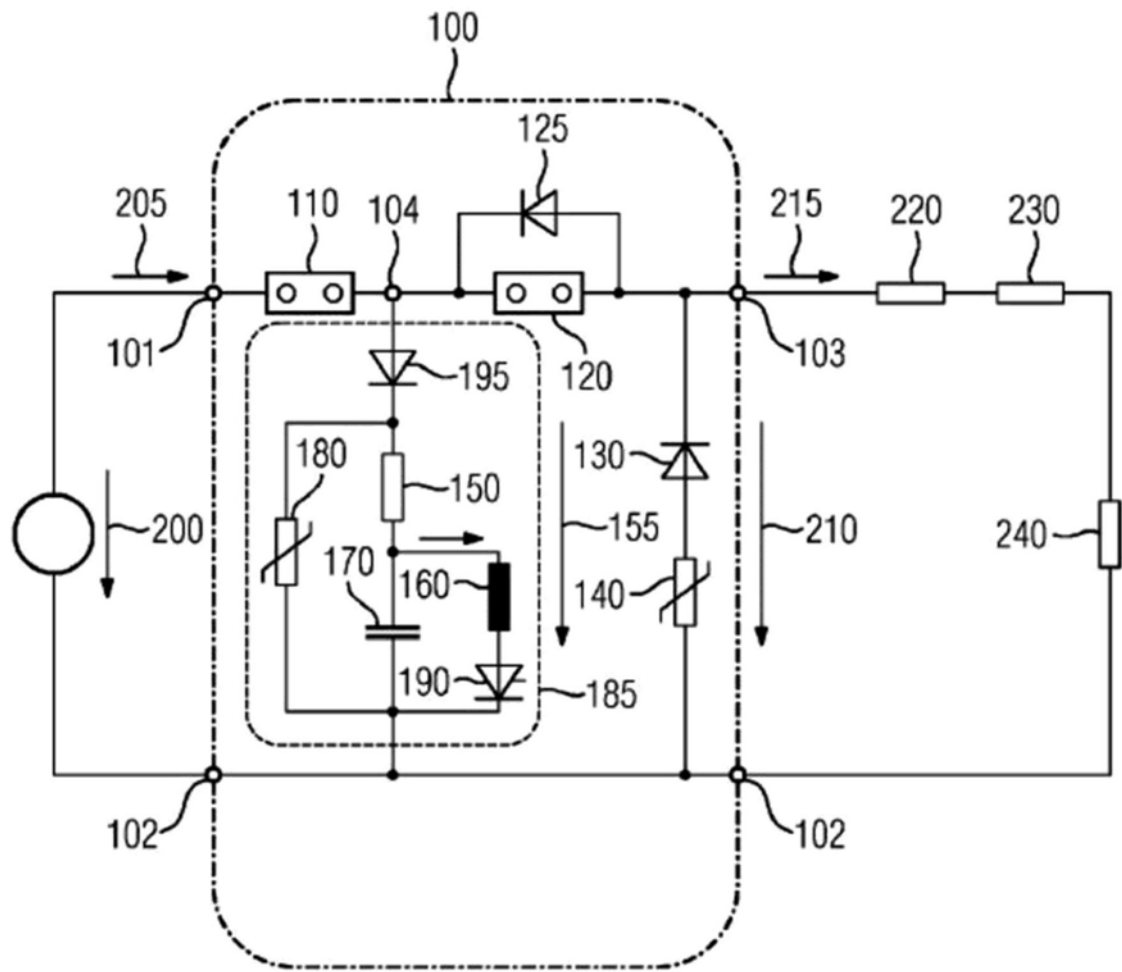


图1

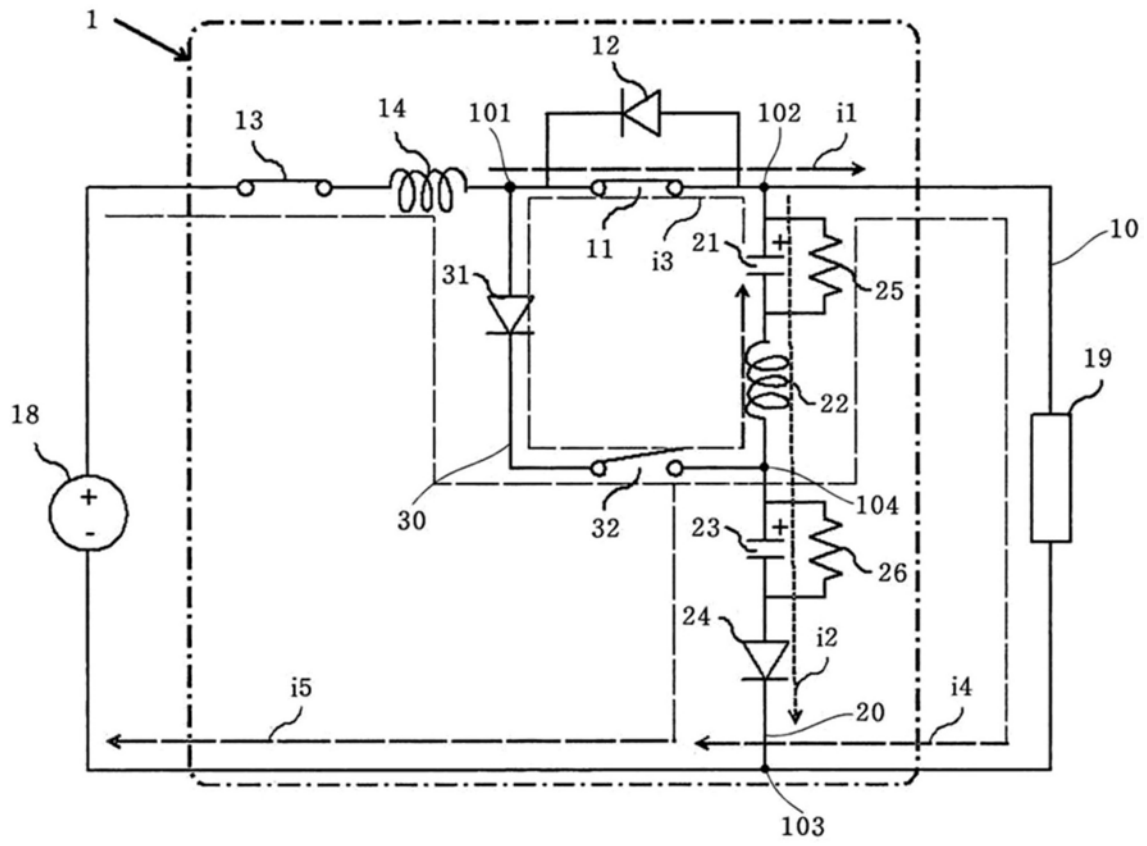


图2

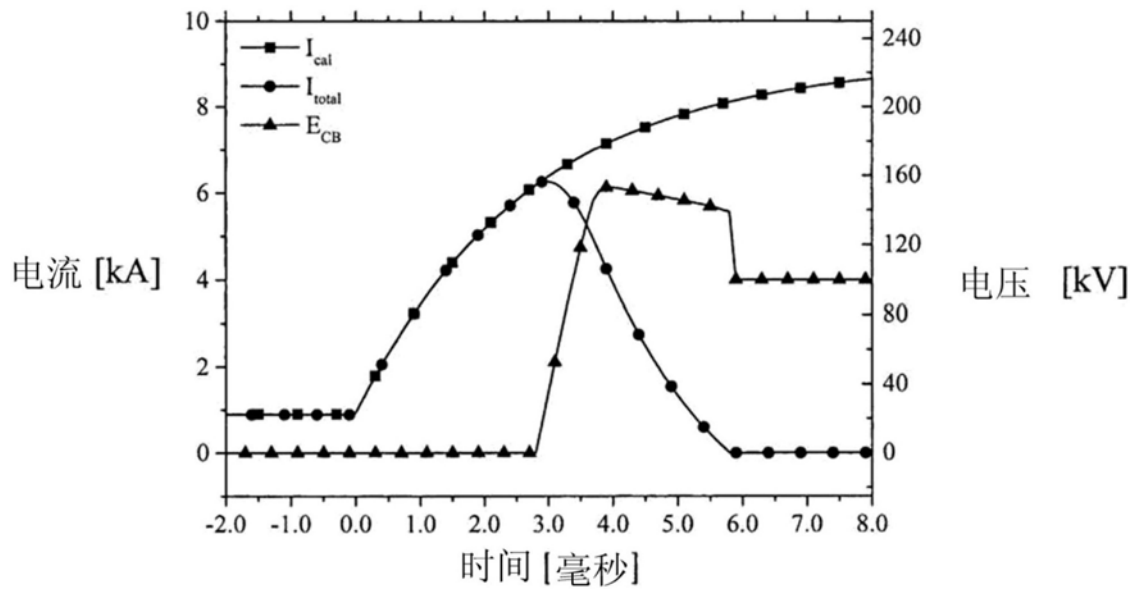


图3

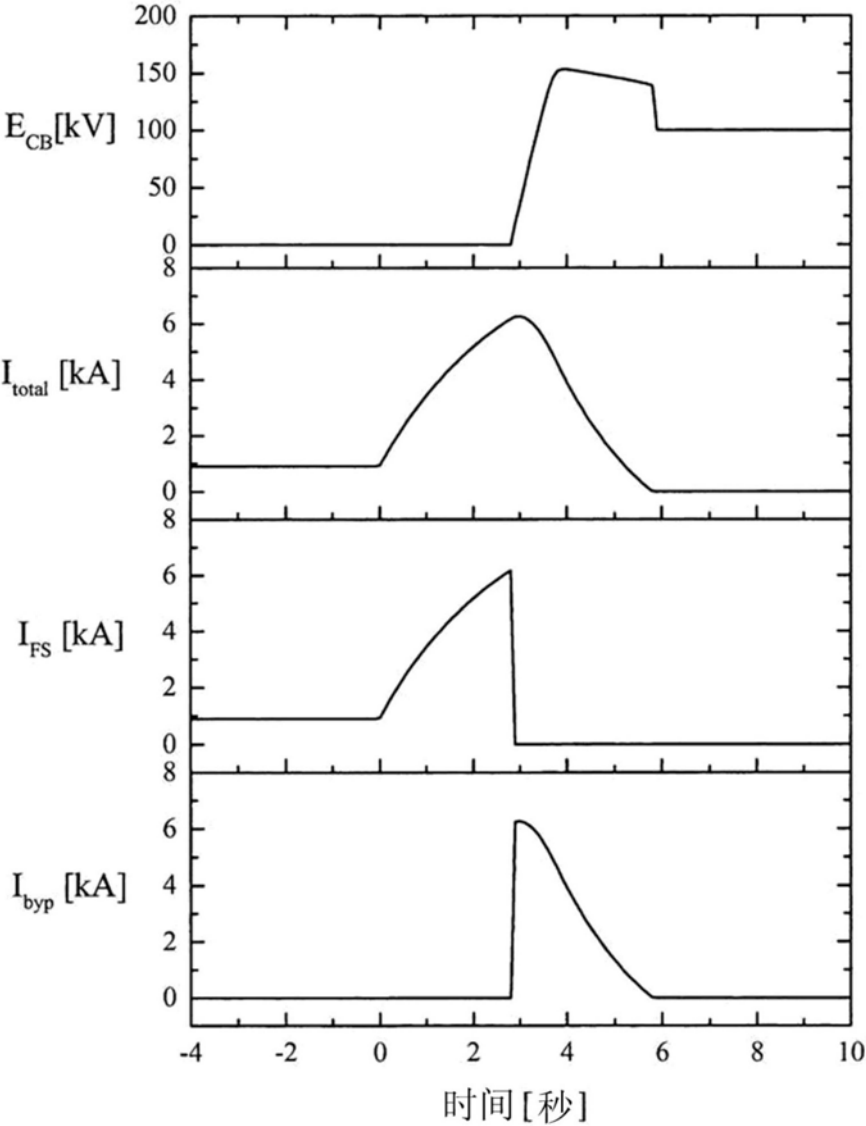


图4

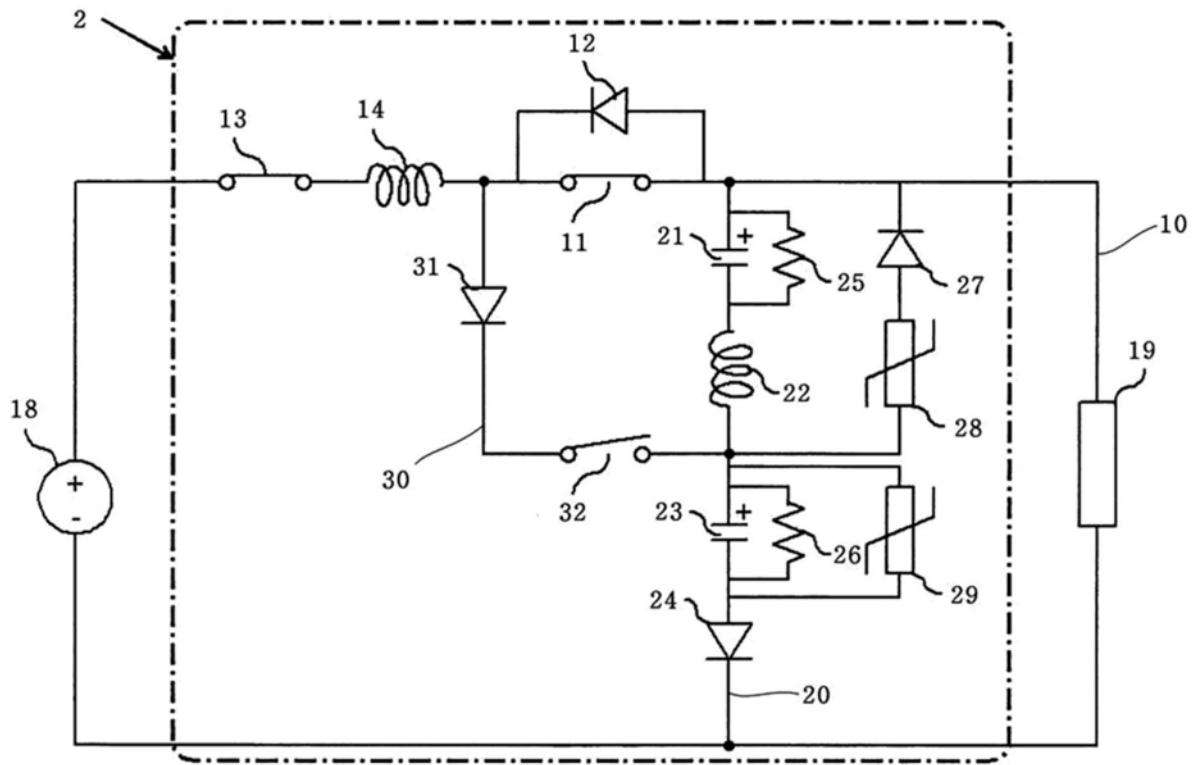


图5

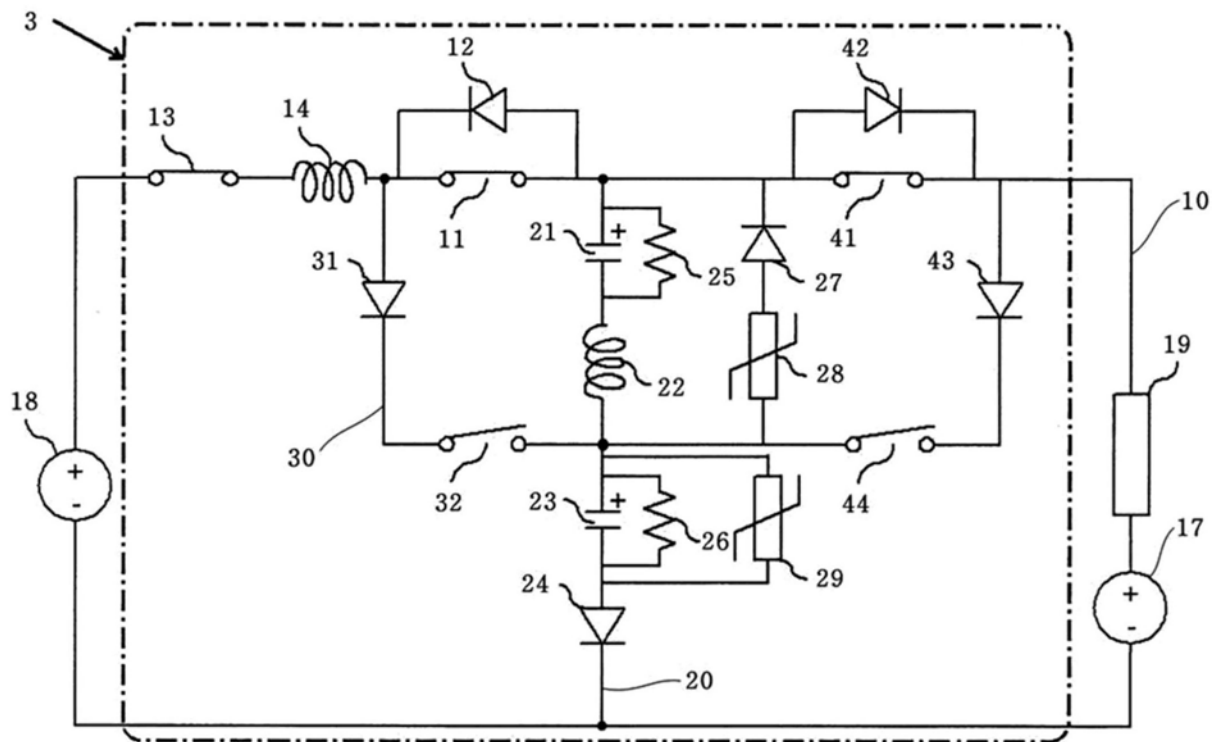


图6