



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104009450 A

(43) 申请公布日 2014. 08. 27

(21) 申请号 201410191580. 7

(22) 申请日 2014. 05. 07

(71) 申请人 华南理工大学

地址 511400 广东省广州市南沙区环市大道
南路 25 号华工大广州产研院

(72) 发明人 张波 付坚 丘东元

(74) 专利代理机构 广州粤高专利商标代理有限
公司 44102

代理人 何淑珍

(51) Int. Cl.

H02H 7/26 (2006. 01)

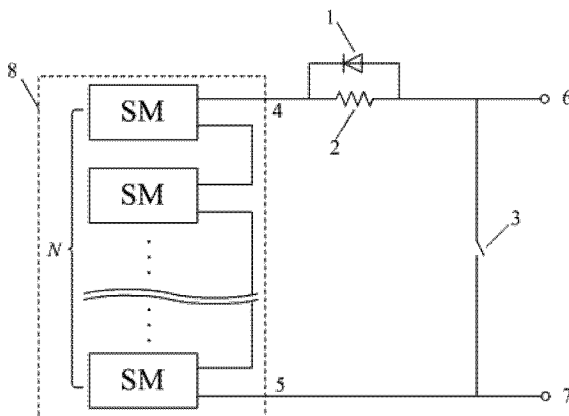
权利要求书1页 说明书3页 附图3页

(54) 发明名称

模块组合高压直流断路器

(57) 摘要

本发明提供模块组合高压直流断路器, 所述直流断路器包括开关组、二极管、电阻和机械开关; 所述开关组包括 N 个半桥模块; N 的取值为正整数, 每个半桥模块均由电容、第一 IGBT 和第二 IGBT 构成。与现有技术比较, 本发明的模块组合高压直流断路器采用通用的半桥模块, 可以很好的降低成本; N 个子模块串联, 降低了分闸后每个子模块的每个 IGBT 上的电压应力; 可以精确地控制每个半桥模块的电容的放电, 每个半桥模块逐次放电, 有效地减小放电电流。



1. 模块组合高压直流断路器,其特征在于:包括开关组(8)、二极管(1)、电阻(2)和机械开关(3);所述开关组(8)包括 N 个半桥模块(SM); N 的取值为正整数。

2. 根据权利要求1所述的模块组合高压直流断路器,其特征在于:半桥模块(SM)由电容(9)、第一 IGBT (10)和第二 IGBT (11)构成;其中,电容(9)的正极与第一 IGBT (10)的集电极连接,第一 IGBT (10)的射极与第二 IGBT (11)的集电极连接,电容(9)的负极与第二 IGBT (11)的射极连接;第二 IGBT (11)的集电极作为半桥模块(SM)的第一输出端(4),第一 IGBT (11)的射极作为半桥模块(SM)的第二输出端(5)。

3. 根据权利要求2所述的模块组合高压直流断路器,其特征在于:开关组(8)中的半桥模块顺次连接,第 i 个半桥模块的第二输出端(5)与开关组(8)的第 $i+1$ 个半桥模块的第一输出端(4)连接, i 为半桥模块的序号, i 的取值为 $1 \sim N-1$;开关组(8)的第1个半桥模块的第一输出端(4)作为开关组(8)的上端,开关组(8)的第 N 个半桥模块的第二输出端(5)作为开关组(8)的下端。

4. 根据权利要求3所述的模块组合高压直流断路器,其特征在于:开关组(8)的上端与电阻(2)的一端、二极管(1)的阴极连接,二极管(1)的阳极与电阻(2)的另一端、机械开关(3)的一端连接,机械开关(3)的另一端与开关组(8)的下端连接;机械开关(3)的两端(6、7)作为模块组合高压直流断路器的两端。

模块组合高压直流断路器

技术领域

[0001] 本发明涉及高压直流输电(HVDC)保护领域,具体涉及一种模块组合高压直流断路器。

背景技术

[0002] 随着高压直流输电的不断发展,对高压直流断路器的需求越来越广泛。然而,研发高压直流断路器存在两大技术难题:①直流电流没有自然过零点,直流电弧不易熄灭;②直流系统阻抗较之交流系统要小得多,其短路电流增长极快。

[0003] 目前,高压直流断路器主要有机械式直流断路器、固态直流断路器和混合式直流断路器。机械式直流断路器是在常规机械式交流断路器结构基础上,增加能够在开断直流电流过程中自动形成高频振荡电流过零点的振荡换流回路,具有运行稳定、带载能力强、通态损耗小等优点,但其触头易被开断电弧损坏,开断能力有限,且故障电流切除时间较长。固态直流断路器采用半控型或全控型电力电子开关器件实现对电流的通、断控制,具有无触头、投切快速无声响、开关是刻准确可控、寿命长等优点,但存在电力电子器件容易过压过流、器件通态损耗高、冷却系统笨重等不足之处。混合式高压直流断路器将机械式直流断路器和固态直流断路器结合,综合了它们的优点,具有通态损耗小、开断快速可控制、无弧无响声、无需专用冷却设备等优点。混合式高压直流断路器一般采用电力电子开关对机械开关进行分流,采用电容钳位电路为分流的电力电子开关提供正向导通电压,同时对电力电子开关和机械开关进行钳位,但是钳位电容的放电无法精确控制。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服上述现有技术的不足,提出一种模块组合高压直流断路器。

[0005] 本发明采用的技术方案是:一种模块组合高压直流断路器,包括开关组、二极管、电阻和机械开关;所述开关组包括 N 个半桥模块; N 的取值为正整数。

[0006] 优选地,所述半桥模块由电容、第一 IGBT 和第二 IGBT 构成;其中,电容的正极与第一 IGBT 的集电极连接,第一 IGBT 的射极与第二 IGBT 的集电极连接,电容的负极与第二 IGBT 的射极连接;第二 IGBT 的集电极作为半桥模块的第一输出端,第一 IGBT 的射极作为半桥模块的第二输出端。

[0007] 所述开关组中的半桥模块顺次连接,第 i 个半桥模块的第二输出端与开关组的第 $i+1$ 个半桥模块的第一输出端连接, i 的取值为 $1 \sim N-1$;开关组的第1个半桥模块的第一输出端作为开关组的上端,开关组的第 N 个半桥模块的第二输出端作为开关组的下端。

[0008] 所述开关组的上端与电阻的一端、二极管的阴极连接,二极管的阳极与电阻的另一端、机械开关的一端连接,机械开关的另一端与开关组的下端连接;机械开关的两端作为模块组合高压直流断路器的两端。

[0009] 与现有技术相比,本发明具有的优势为:采用通用的半桥模块,可以很好的降低成

本 ; N 个子模块串联,降低了分闸后每个子模块的每个 IGBT 上的电压应力 ;可以精确地控制每个半桥模块的电容的放电,每个半桥模块逐次放电,有效地减小放电电流。与现有的机械式直流断路器和固态直流断路器比较,本发明所提供的模块组合高压直流断路器具有混合式直流断路器的优点 ;与现有的混合式直流断路器比较,本发明所提供的模块组合高压直流断路器采用通用的半桥模块,可以很好的降低成本,此外可以精确地控制每个半桥模块的电容的放电。

附图说明

[0010] 图 1 是本发明的模块组合高压直流断路器电路结构图 ;

图 2 是本发明的模块组合高压直流断路器的半桥模块的电路结构图 ;

图 3 是图 1 所示的模块组合高压直流断路器的示例电路 ($N=2$) ;

图 4a~ 图 4g 分别是图 3 所示的示例电路的七种工作模式。

具体实施方式

[0011] 为进一步阐述本发明的内容和特点,以下结合附图对本发明的具体实施方案进行具体说明,但本发明的实施不限于此。

[0012] 参考图 1,本发明的模块组合高压直流断路器由开关组 8、二极管 1、电阻 2 和机械开关 3 构成 ;所述开关组 8 包括 N 个半桥模块 SM ; N 的取值为正整数。

[0013] 当模块组合高压直流断路器的端口电压为 V_b 时,每个半桥模块 8 上的每个 IGBT 的电压应力仅为 V_b/N 。

[0014] 如图 2 所示,半桥模块 SM 由电容 9、第一 IGBT 10 和第二 IGBT 11 构成 ;其中,电容 9 的正极与第一 IGBT 10 的集电极连接,第一 IGBT 10 的射极与第二 IGBT 11 的集电极连接,电容 9 的负极与第二 IGBT 11 的射极连接 ;第二 IGBT 11 的集电极作为半桥模块 SM 的第一输出端 4,第一 IGBT 11 的射极作为半桥模块 SM 的第二输出端 5。

[0015] 开关组 8 的第 i 个半桥模块的第二输出端 5 与开关组 8 的第 $i+1$ 个半桥模块的第一输出端 4 连接, i 的取值为 $1\sim N-1$;开关组 8 的第 1 个半桥模块的第一输出端 4 作为开关组 8 的上端,开关组 8 的第 N 个半桥模块的第二输出端 5 作为开关组 8 的下端。

[0016] 开关组 8 的上端与电阻 2 的一端、二极管 1 的阴极连接,二极管 1 的阳极与电阻 2 的另一端、机械开关 3 的一端,机械开关 3 的另一端与开关组 8 的下端连接 ;机械开关 3 的两端 6、7 作为模块组合高压直流断路器的两端。

[0017] 以 $N=2$ 的电路为例,对本发明的模块组合高压直流断路器的工作过程进行详细分析,如图 3 所示,其开关组 8 由 2 个半桥模块 SM 构成。

[0018] 图 3 所示示例电路具有七种工作模式,如图 4a、4b、4c、4d、4e、4f、4g 所示,图中虚线表示相应的电路断路,带箭头的虚线为电流路径。下面对模块组合高压直流断路器关断短路电流的工作过程作详细介绍。模式 1 :直流系统正常运行时,机械开关 4 闭合,电流流过断路器,电流路径如图 4a 所示。

[0019] 模式 2 :当直流系统发生短路故障时,短路电流瞬间增大并流过机械开关 4。检测流过断路器的电流,当流过断路器的电流大于设定值时,分断机械开关 4,机械开关 4 的触点间产生电弧 ;同时,对两个半桥模块的第二 IGBT 的门极均给以高电平信号,使两个半桥

模块的第二 IGBT 处于预导通状态。由于机械开关 4 的电弧电压,两个半桥模块的第一 IGBT 的反并联二极管和二极管 3 均导通,短路电流通过两个半桥模块的第一 IGBT 的反并联二极管和二极管 3 给两个半桥模块的电容 1 充电,直到两个半桥模块的电容 1 的电压等于两个半桥模块的第二 IGBT 的导通电压。电流路径如图 4b 所示。

[0020] 模态 3:当半桥模块的电容 1 的电压等于该半桥模块的第二 IGBT 的导通电压时,该半桥模块的第二 IGBT 均导通,同时两个半桥模块的第一 IGBT 的反并联二极管均关断,短路电流流过半桥模块的第二 IGBT,降低了流过机械开关 4 的短路电流。电流路径如图 4c 所示。

[0021] 模态 4:由于半桥模块的第二 IGBT 的分流,流过机械开关 4 的短路电流减小,机械开关 4 触点间的电弧熄灭,机械开关 4 完全分断。电流路径如图 4d 所示。

[0022] 模态 5:如图 4e 所示,机械开关 4 触点间的电弧熄灭后,对两个半桥模块的第二 IGBT 门极均给以低电平信号,使两个半桥模块的第二 IGBT 关断,从而完成对直流系统短路故障的切除。

[0023] 模态 6:直流系统的短路故障排除后,重新合上机械开关 4,由于两个半桥模块的电容 1 的钳位,机械开关 4 在低电压下闭合导通,直流系统正常运行;同时,给第一个半桥模块的第一 IGBT 的门极以高电平,使其导通,第一个半桥模块的电容 1 通过第一个半桥模块的第一 IGBT、第二个半桥模块的第二 IGBT 的反并联二极管、机械开关 4 和电阻 2 放电,直到第一个半桥模块的电容 1 的电压为零。电流路径如图 4f 所示。

[0024] 模态 7:一段时间后,给第一个半桥模块的第一 IGBT 的门极以低电平,使其关断,给第二个半桥模块的第一 IGBT 的门极以高电平,使其导通;第二个半桥模块的电容 1 通过第二个半桥模块的第一 IGBT、第一个半桥模块的第二 IGBT 的反并联二极管、机械开关 4 和电阻 2 放电,直到第二个半桥模块的电容 1 的电压为零。电流路径如图 4g 所示。

[0025] 上述实施例为本发明较佳的实施方式,但本发明的实施方式并不受所述实施例的限制,其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化,均应为等效的置换方式,都包含在本发明的保护范围之内。

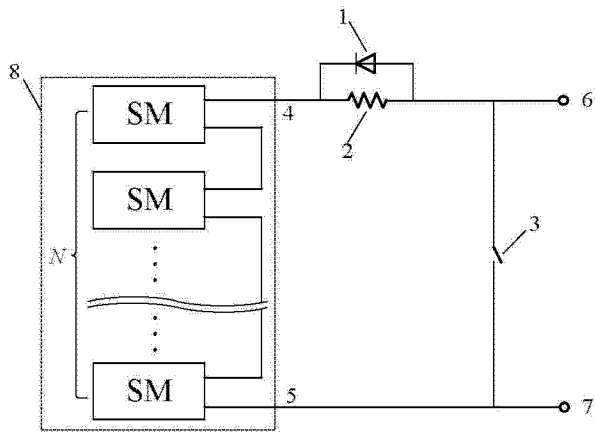


图 1

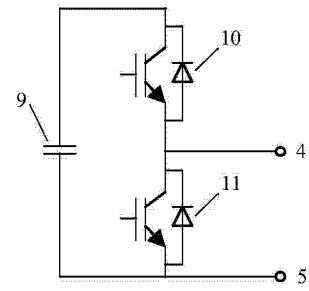


图 2

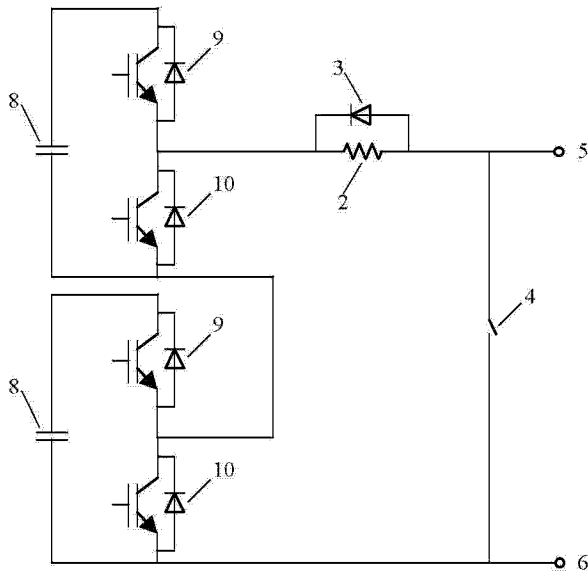


图 3

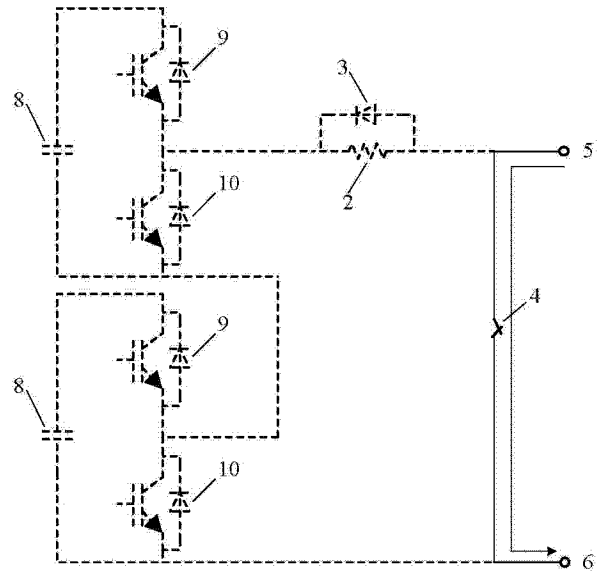


图 4a

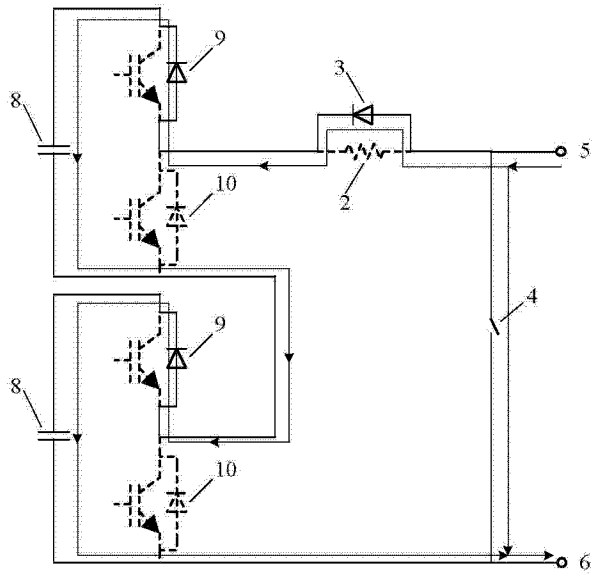


图 4b

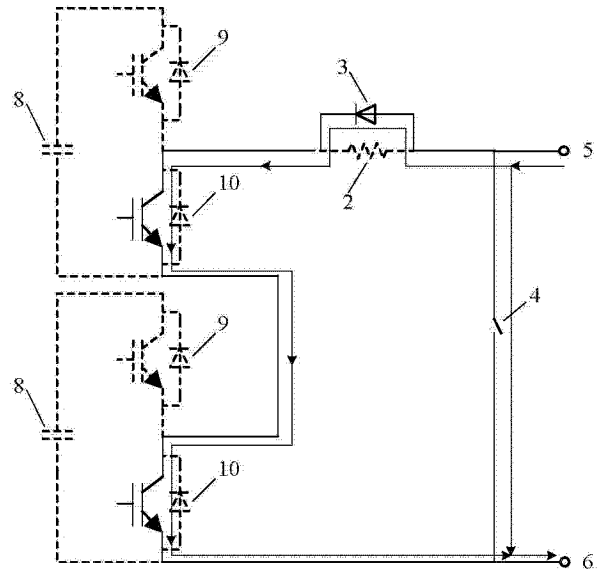


图 4c

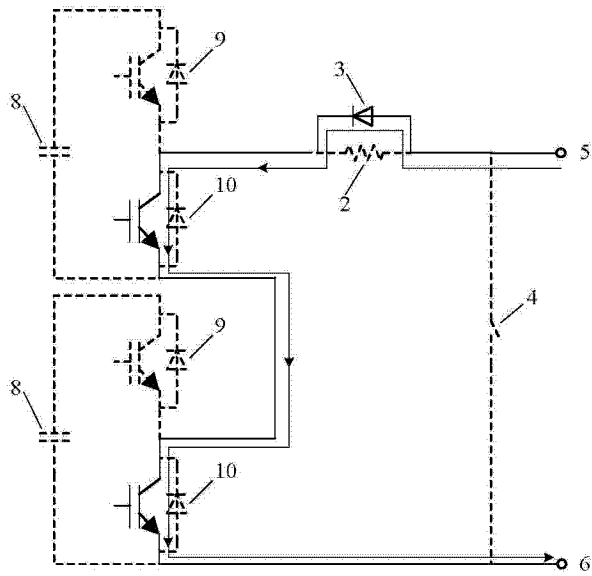


图 4d

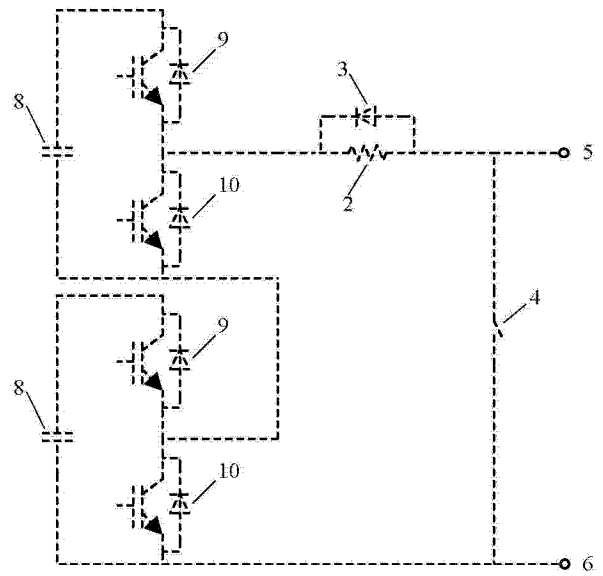


图 4e

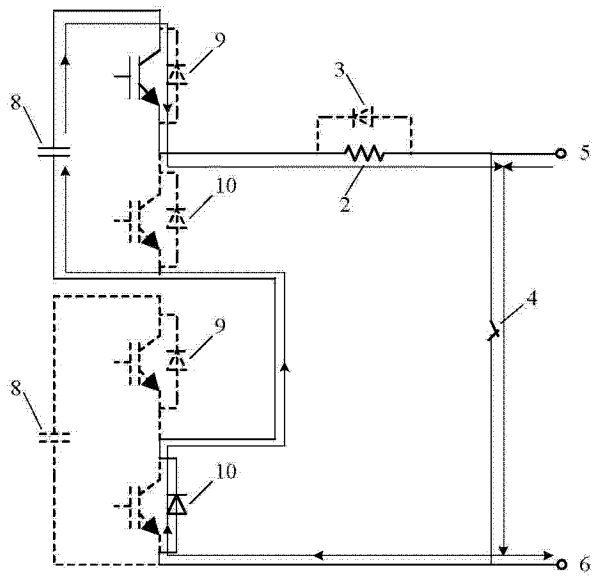


图 4f

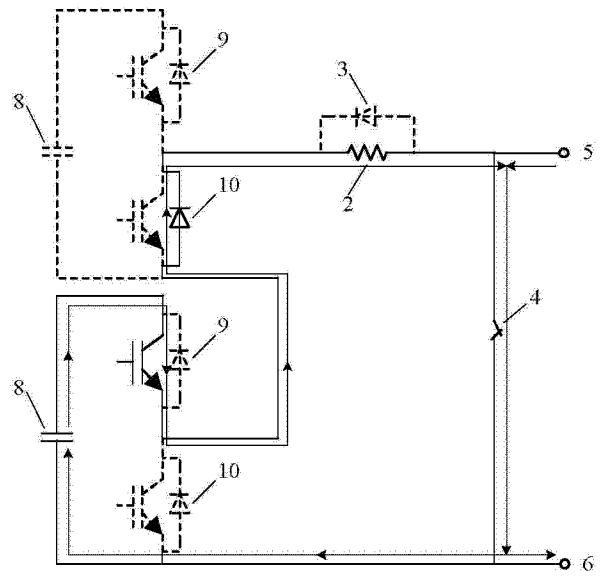


图 4g