



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106771947 A

(43)申请公布日 2017. 05. 31

(21)申请号 201611060556.5

(22)申请日 2016.11.25

(71)申请人 全球能源互联网研究院

地址 102209 北京市昌平区未来科技城北区  
国网智能电网研究院院内

申请人 国家电网公司

(72)发明人 王鹏 潘艳 李金元 温家良

陈中圆 吴鹏飞 涂浩 崔梅婷

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有限公司 11271

代理人 徐国文

(51)Int. Cl.

G01R 31/26(2014.01)

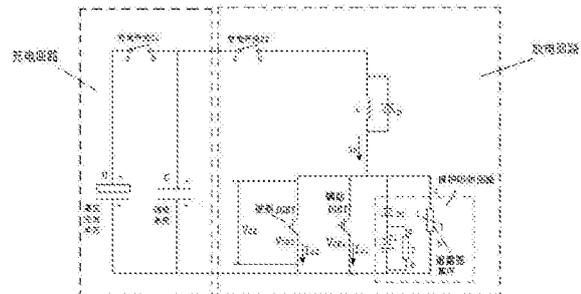
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种用于IGBT浪涌电流的检测电路及其检测方法

(57)摘要

本发明提供了一种用于IGBT浪涌电流的检测电路及其检测方法,其检测电路包括:充电回路和放电回路;充电回路包括:串联的高压充电单元、充电开关和储能电容;放电回路包括:串联的辅助IGBT、负载电感和放电开关;其中,充电开关和放电开关相连,高压充电单元分别与储能电容和辅助IGBT连接。本发明提供的技术方案中设置的辅助IGBT和时序控制切换实现了对IGBT耐受能力的检测及分断浪涌电流能力的检测,为验证IGBT是否满足直流断路器这一特殊工况提供了可行的模拟方法。



1. 一种用于IGBT浪涌电流的检测电路,其特征在于,包括:充电回路和放电回路;  
所述充电回路包括:串联的高压充电单元、充电开关和储能电容;  
所述放电回路包括:串联的辅助IGBT、负载电感和放电开关;  
其中,所述充电开关和所述放电开关相连,所述高压充电单元设有分别与所述储能电容和与所述辅助IGBT相连的接口。
2. 根据权利要求1所述的检测电路,其特征在于,所述辅助IGBT与避雷器支路、二极管与吸收电容组成的串联支路并联。
3. 根据权利要求2所述的检测电路,其特征在于,所述吸收电容两端并联有电阻。
4. 根据权利要求3所述的检测电路,其特征在于,所述高压充电单元的正负极分别与所述充电开关的一端和与所述储能电容的一端连接;所述储能电容的另一端与所述充电开关的另一端连接。
5. 根据权利要求4所述的检测电路,其特征在于,所述负载电感与续流二极管并联。
6. 根据权利要求5所述的检测电路,其特征在于,所述放电开关的一端与所述充电开关连接,另一端分别与所述负载电感的正极和所述续流二极管的负极连接;  
所述续流二极管的阳极和所述负载电感的负极分别与所述辅助IGBT的集电极、所述二极管的正极及所述避雷器连接;  
所述二极管的负极分别与所述吸收电容的正极和所述电阻的另一端连接。
7. 根据权利要求6所述的检测电路,其特征在于,所述辅助IGBT的栅极连接控制信号。
8. 根据权利要求7所述的检测电路,其特征在于,所述辅助IGBT的两端并联被测IGBT。
9. 一种如权利要求1所述检测电路的检测方法,其特征在于,包括如下步骤:
  - A. 在所述检测电路处于断开状态时,被测IGBT和辅助IGBT的栅极接负电平;
  - B. 在高压充电单元取电后,闭合充电开关,储能电容充电;
  - C. 当所述储能电容的电压达到母线电压后,断开所述充电开关,闭合放电开关。
10. 根据权利要求9所述的检测方法,其特征在于,所述步骤C包括:  
所述辅助IGBT的栅极接正电平导通后,所述辅助IGBT的发射极电流缓慢上升,到达预设时刻 $t_2$ 后,关断所述辅助IGBT的同时所述被测IGBT的栅极接正电平;  
当所述被测IGBT的发射极电流快速上升至 $t_3$ 时刻时,所述辅助IGBT的栅极电压变为低电平时,所述被测IGBT的发射极电流缓慢上升至 $t_4$ 时刻时,关断所述被测IGBT;  
当所述被测IGBT的发射极电流下降至零时,完成检测。

## 一种用于IGBT浪涌电流的检测电路及其检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及电力电子领域,具体讲涉及一种用于IGBT浪涌电流的检测电路及其检测方法。

### 背景技术

[0002] 柔性直流输电技术具有高度可控、灵活高效的特点,在大规模分布式可再生能源接入、海洋群岛供电、海上风电场群集中送出、新型城市电网构建等方面,具有显著优势,是未来电网发展的重要方向。

[0003] 在柔性直流输电技术中,直流断路器是保证直流电网安全运行的核心设备,其可靠性直接决定了电网系统的可靠性,而压接型IGBT器件作为直流断路器中的核心器件,其性能和可靠性直接决定了直流断路器的分断能力以及工作的可靠性。直流断路器中IGBT器件的应用工况不同于其他设备如柔直换流阀中IGBT的应用工况。直流断路器主要关注的是IGBT器件在短时间内,耐受超过额定电流数倍的浪涌电流及分断这种浪涌电流的能力。

[0004] 被测IGBT需要在零电压的情况下进行开通,开通后电流近似垂直上升到额定电流,随后电流以一个缓慢的斜率上升到数倍额定电流后关断,IGBT器件关断时候电流迅速下降,同时被测器件两端电压缓慢上升到额定高电压。

[0005] 在如图1所示的被测IGBT器件波形中,T1为辅助器件开通时间;T2为被测器件开通电流上升时间,电流缓慢上升峰值为被测器件数倍额定电流;T3为电流关断时间,器件关断的同时电压开始上升,电压上升时间远大于电流关断时间,电压上升到器件连续运行情况下的最大允许关断电压。

[0006] 为了检测IGBT器件是否满足直流断路器所需的能力,需要设计一种检测回路,但这种特殊的检测回路在目前尚无明确的电路拓扑结构,常规IGBT器件的检测回路和设备无法针对性地检验IGBT器件对这种大浪涌电流的耐受能力和关断能力,因此也就无法检验该IGBT器件是否适用于直流断路器。

[0007] 因此,需要提供一种检测电路来满足现有技术的需要。

### 发明内容

[0008] 为了克服上述现有技术的不足,本发明提供本申请介绍一种用于IGBT浪涌电流的检测电路及其方法。

[0009] 检测电路,包括:充电回路和放电回路;

[0010] 充电回路包括:串联的高压充电单元、充电开关和储能电容;放电回路包括:串联的辅助IGBT、负载电感和放电开关;

[0011] 其中,充电开关和放电开关相连,高压充电单元设有分别与储能电容和与辅助IGBT相连的接口。

[0012] 辅助IGBT与避雷器支路、二极管与吸收电容组成的串联支路并联。吸收电容两端并联有电阻。负载电感与续流二极管并联。

[0013] 高压充电单元的正负极分别与充电开关的一端和与储能电容的一端连接;储能电容的另一端与充电开关的另一端连接。

[0014] 放电开关的一端与充电开关连接,另一端分别与负载电感的正极和续流二极管的负极连接;续流二极管的阳极和负载电感的负极分别与辅助IGBT的集电极、二极管的正极及避雷器连接;二极管的负极分别与吸收电容的正极和电阻的另一端连接。

[0015] 辅助IGBT的栅极连接控制信号。辅助IGBT的两端并联被测IGBT。

[0016] 上述检测电路的检测方法,包括如下步骤:

[0017] A. 在检测电路处于断开状态时,被测IGBT和放电回路中辅助IGBT的栅极接负电平;

[0018] B. 在高压充电单元取电后,闭合充电开关,储能电容充电;

[0019] C. 当储能电容的电压达到母线电压后,断开充电开关,闭合放电开关。

[0020] 步骤C包括:辅助IGBT的栅极接正电平导通后,辅助IGBT的发射极电流缓慢上升,到达预设时刻 $t_2$ 后,关断辅助IGBT的同时被测IGBT的栅极接正电平;

[0021] 当被测IGBT的发射极电流快速上升至 $t_3$ 时刻时,辅助IGBT的栅极电压变为低电平时,被测IGBT的发射极电流缓慢上升至 $t_4$ 时刻时,关断被测IGBT;

[0022] 当被测IGBT的发射极电流下降至零时,完成检测。

[0023] 与最接近的现有技术比,本发明提供的技术方案具有以下有益效果:

[0024] 1、本发明通过使用放电回路中的辅助IGBT,实现被测IGBT的零电压开通,且关断后被测IGBT两端产生高电压。

[0025] 2、本发明在被测IGBT两端并联RCD缓冲回路,可以获取被测IGBT两端电压的缓慢上升和电流迅速下降的检测效果。

[0026] 3、本发明通过辅助IGBT和被测IGBT的时序控制,实现电流迅速换流到被测器件后,满足可以按设定斜率上升的检测需求。

[0027] 4、本发明采用设置辅助IGBT和时序控制切换的方法,实现了检测被测IGBT耐受能力及分断浪涌电流的能力,为验证IGBT是否满足直流断路器这一特殊工况提供了一种切实可行的模拟方法。

## 附图说明

[0028] 图1为被测IGBT器件的电压电流波形示意图;

[0029] 图2为本发明的检测电路拓扑结构示意图;

[0030] 图3为本发明的检测电路的控制信号及其电压电流波形示意图。

## 具体实施方式

[0031] 下面结合说明书附图对本发明的技术方案做进一步详细说明。

[0032] 如图2所示,本发明检测电路结构组成部分有充电回路和放电回路,其中充电回路包括:高压充电单元U、储能电容C和充电开关S1,放电回路包括:放电开关S2、负载电感L、续流二极管D、辅助IGBT、吸收回路(二极管D1、吸收电容C1、缓冲电阻R、避雷器MOV)。

[0033] 检测电路与被测IGBT的连接方式为:高压充电单元U正极连接充电开关S1的a端,充电开关S1的b端连接放电开关S2的a端和储能电容的正极板,放电开关S2的b端连接负载

电感L的正极和续流二极管D的阴极,续流二极管D的阳极和负载电感L负极连接被测IGBT的集电极、辅助IGBT的集电极、二极管D1阳极和避雷器MOV的a端,二极管D1阴极连接吸收电容C1的正极板和电阻R的a端,被测IGBT的发射极、辅助IGBT的发射极、吸收电容C1的负极板、电阻R的b端和避雷器MOV的b端连接储能电容C和高压充电单元U的负极,被测IGBT和辅助IGBT栅极接控制信号。

[0034] 该检测电路控制时序为:试验开始前,开关S1和S2均断开,被测IGBT和辅助IGBT栅极加负电平,器件关断。高压充电单元U从380V交流电网取电后,闭合充电开关S1给储能电容C充电,电容两端达到母线电压后,断开充电开关S1,闭合放电开关S2,准备开始试验。

[0035] 如图3所示,在 $t_1$ 时刻,给辅助IGBT栅极加正电平,控制辅助IGBT导通;在 $t_2$ 时刻,给被测IGBT栅极加正电平,控制被测IGBT导通;在 $t_3$ 时刻,给辅助IGBT栅极加负电平,控制辅助IGBT关断;在 $t_4$ 时刻,给被测IGBT栅极加负电平,控制被测IGBT关断;在被测IGBT关断后,待器件电流下降至零,电压上升至稳定值后,检测完成。

[0036] 高压充电单元给电容充电,实验时由电容供电;因电流较大,电流分断瞬间会产生较大的电压过冲,需严格控制回路杂散电感,并通过并联吸收回路和避雷器抑制电压过冲保护器件,且避雷器也起到了钳位电压的作用。同时根据实际波形需求,在主回路中需加入一个电感L使器件开启后电流缓慢上升。

[0037] 被测器件续并联一个辅助IGBT,辅助IGBT首先导通,电流上升到一定值后关闭,同时控制门极信号开启被测IGBT,使被测IGBT的回路电流快速上升到一定值,在缓慢上升到数倍额定电流值后关断。通过换流使器件开通瞬间达到一个电流值 $I_{C1}$ ,然后电流开始缓慢上升,到达预设时间后,关断器件电流迅速下降,同时电压开始缓慢上升近似于软关断。

[0038] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制,所属领域的普通技术人员参照上述实施例依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者等同替换,这些未脱离本发明精神和范围的任何修改或者等同替换,均在申请待批的本发明的权利要求保护范围之内。

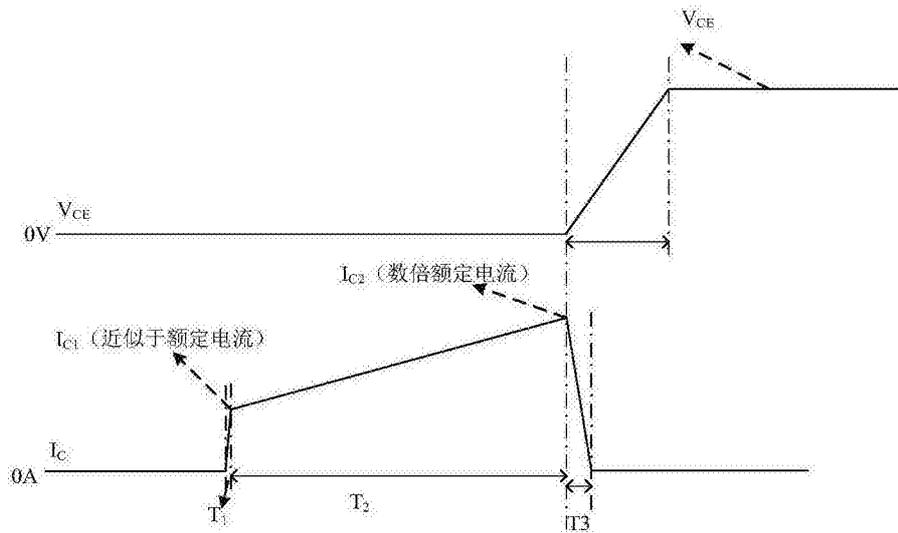


图1

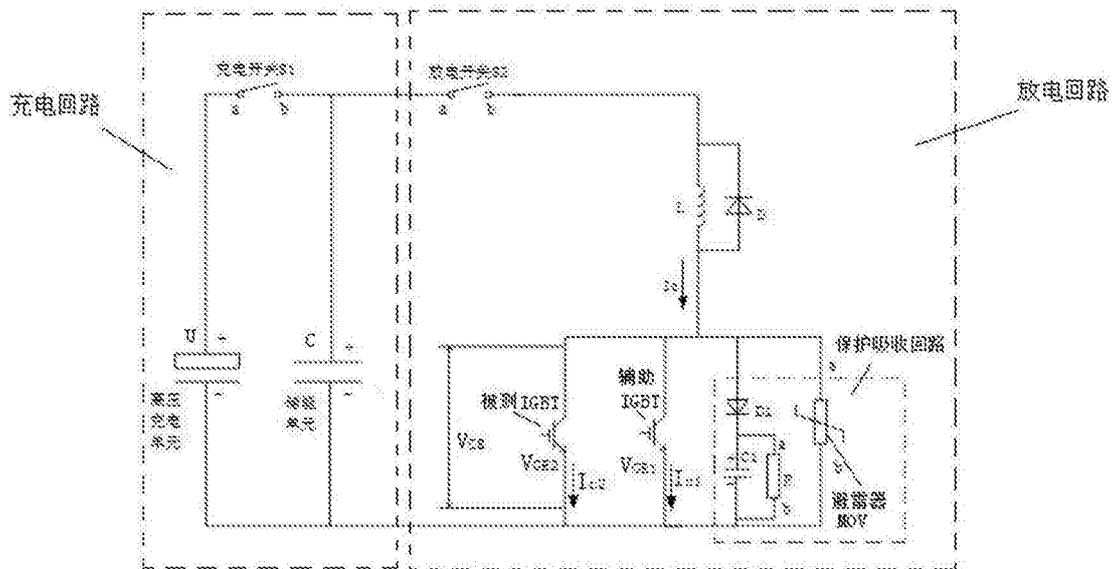


图2

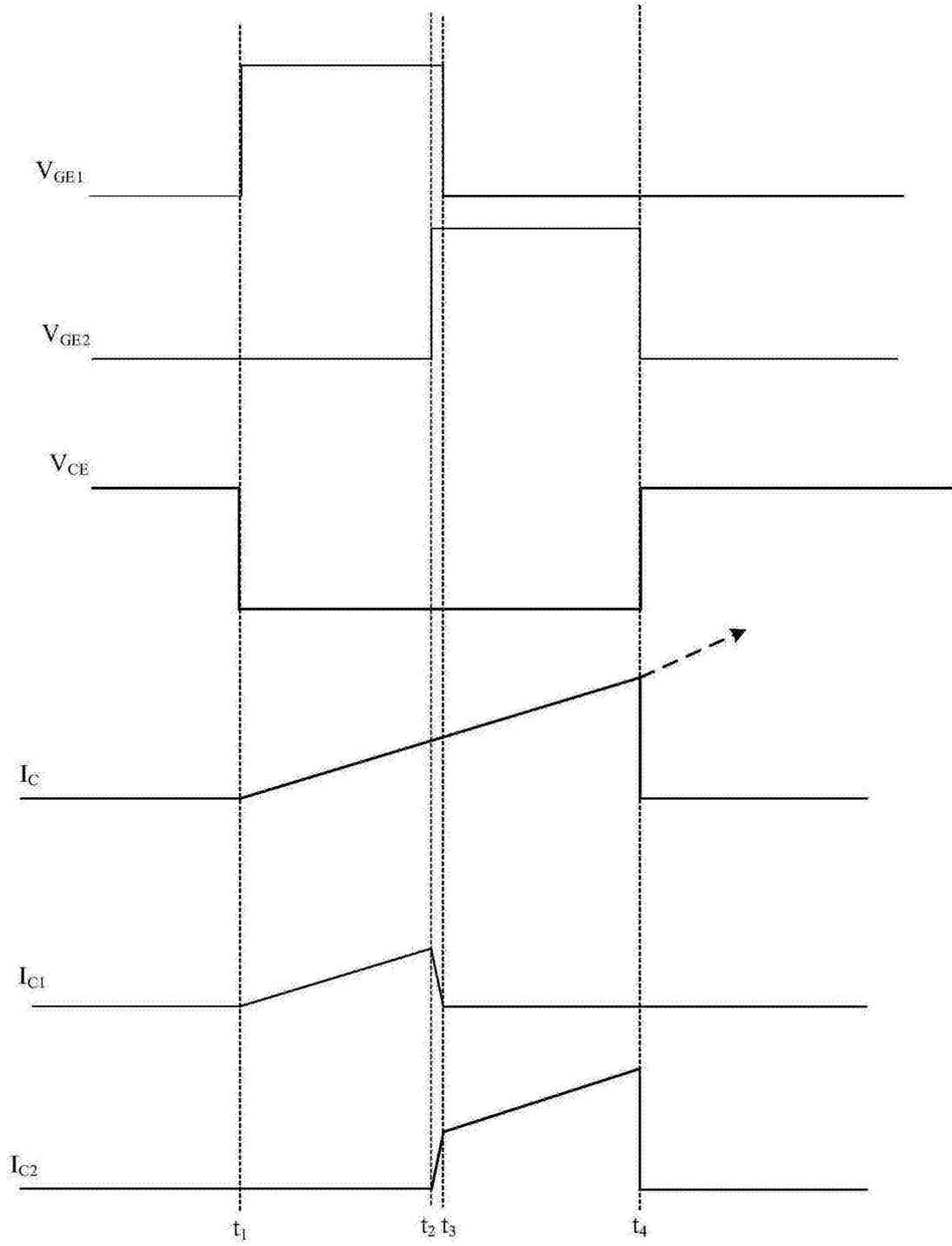


图3