



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 206920526 U

(45)授权公告日 2018.01.23

(21)申请号 201720411498.X

(22)申请日 2017.04.18

(73)专利权人 南方电网科学研究院有限责任公司

地址 510080 广东省广州市越秀区东风东路水均岗6、8号西塔13-20楼

专利权人 中国南方电网有限责任公司电网技术研究中心

(72)发明人 赵利刚 甄鸿越

(74)专利代理机构 北京中博世达专利商标代理有限公司 11274

代理人 申健

(51)Int.Cl.

G01R 31/00(2006.01)

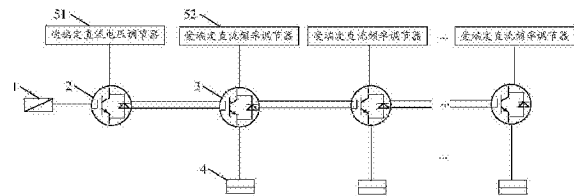
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54)实用新型名称

一种多端直流测试系统

(57)摘要

本实用新型提供了一种多端直流测试系统，涉及高压直流输电领域，可对多端直流输电单元的特性进行测试。该多端直流测试系统包括多端直流输电单元和调节单元；多端直流输电单元包括送端等值电源、送端VSC型换流站、i个受端VSC型换流站和i个受端等值电源；送端VSC型换流站输入端与送端等值电源相连，输出端与第1个受端VSC型换流站的输入端相连，第i个受端VSC型换流站输入端与第i-1个受端VSC型换流站的输出端相连，i个受端VSC型换流站输出端还与i个受端等值电源一一相连；调节单元与送端VSC型换流站和/或至少一个受端VSC型换流站相连。上述多端直流测试系统用于对多端直流输电单元的特性进行测试。



1. 一种多端直流测试系统,其特征在于,所述多端直流测试系统包括多端直流输电单元以及用于调整所述多端直流输电单元的运行参数的调节单元;

所述多端直流输电单元包括送端等值电源、送端VSC型换流站、 i 个受端VSC型换流站和 i 个受端等值电源;其中,所述送端VSC型换流站的输入端与所述送端等值电源相连,所述送端VSC型换流站的输出端与第1个受端VSC型换流站的输入端相连,第 i 个受端VSC型换流站的输入端与第 $i-1$ 个受端VSC型换流站的输出端相连, i 个受端VSC型换流站的输出端还与 i 个受端等值电源一一对应相连, $i \geq 2$;

所述调节单元与所述送端VSC型换流站和/或至少一个受端VSC型换流站相连。

2. 根据权利要求1所述的多端直流测试系统,其特征在于,所述调节单元包括送端定直流电压调节器和 i 个受端定直流功率调节器;

其中,所述送端定直流电压调节器与所述送端VSC型换流站相连,所述送端定直流电压调节器用于调整所述送端VSC型换流站的直流电压;

i 个所述受端定直流功率调节器分别与 i 个所述受端VSC型换流站一一对应相连,所述受端定直流功率调节器用于调整所对应的受端VSC型换流站的直流功率。

3. 根据权利要求1所述的多端直流测试系统,其特征在于,所述调节单元包括受端定直流电压调节器、送端定直流功率调节器和 $i-1$ 个受端定直流功率调节器;

其中,所述受端定直流电压调节器与第 n 个受端VSC型换流站相连,所述受端定直流电压调节器用于调整第 n 个受端VSC型换流站的直流电压, $n=1 \sim i$;

所述送端定直流功率调节器与所述送端VSC型换流站相连,所述送端定直流功率调节器用于调整所述送端VSC型换流站的直流功率;

$i-1$ 个所述受端定直流功率调节器分别与 i 个所述受端VSC型换流站中除第 n 个受端VSC型换流站外的其它受端VSC型换流站一一对应相连,所述受端定直流功率调节器用于调整所对应的受端VSC型换流站的直流功率。

4. 根据权利要求1所述的多端直流测试系统,其特征在于,所述调节单元包括送端控制模式调节器和/或至少一个受端控制模式调节器;

其中,所述送端控制模式调节器与所述送端VSC型换流站相连,所述送端控制模式调节器用于调整所述送端VSC型换流站的控制模式;

至少一个所述受端控制模式调节器分别与至少一个所述受端VSC型换流站一一对应相连,所述受端控制模式调节器用于调整所对应的受端VSC型换流站的控制模式。

5. 根据权利要求1所述的多端直流测试系统,其特征在于,

所述调节单元包括送端功率调节器和受端功率调节器;其中,所述送端功率调节器与所述送端VSC型换流站相连,所述送端功率调节器用于调整所述送端VSC型换流站的输送功率值;所述受端功率调节器与第1个受端VSC型换流站相连,所述受端功率调节器用于调整第1个受端VSC型换流站的输送功率值;

或,所述调节单元包括两个受端功率调节器;其中,第1个受端功率调节器与所述第 $i-1$ 个受端VSC型换流站相连,所述第1个受端功率调节器用于调整所述第 $i-1$ 个受端VSC型换流站的输送功率值;第2个受端功率调节器与所述第 i 个受端VSC型换流站相连,所述第2个受端功率调节器用于调整第 i 个受端VSC型换流站的输送功率值。

6. 根据权利要求1所述的多端直流测试系统,其特征在于,所述送端等值电源与所述送

端VSC型换流站之间通过交流线路相连,所述送端VSC型换流站与所述第1个受端VSC型换流站之间通过直流线路相连,所述第*i*个受端VSC型换流站与第*i*-1个受端VSC型换流站之间通过直流线路相连,各受端VSC型换流站与对应的受端等值电源之间通过交流线路相连。

7. 根据权利要求6所述的多端直流测试系统,其特征在于,所述调节单元包括至少一个阻抗调节器,所述阻抗调节器与所述送端等值电源与所述送端VSC型换流站之间的交流线路相连,和/或,所述阻抗调节器与所述受端VSC型换流站与对应的受端等值电源之间的交流线路相连,所述阻抗调节器用于调整与其相连的交流线路的阻抗值。

8. 根据权利要求1所述的多端直流测试系统,其特征在于,所述多端直流测试系统还包括送端直流保护装置和*i*个受端直流保护装置;

所述送端直流保护装置与所述送端VSC型换流站相连,所述送端直流保护装置用于对所述送端VSC型换流站进行闭锁保护;

*i*个所述受端直流保护装置分别与*i*个所述受端VSC型换流站一一对应相连,所述受端直流保护装置用于对所对应的受端VSC型换流站进行闭锁保护。

一种多端直流测试系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及高压直流输电领域,尤其涉及一种多端直流测试系统。

背景技术

[0002] 高压直流输电作为一种电能输送方式,在现代电力系统中得到了越来越广泛的应用。大区电网之间通过直流输电互联,有利于实现大区电网之间的非同步运行与隔离,能够克服容量过大的交流电力系统长距离互联所带来的稳定问题,进而改善大区电网的动态品质、以及提高大区电网的稳定性。传统的直流输电大多为双端系统,仅能实现点对点的直流功率传送,当多个交流系统间采用直流互联时,需要多条直流输电线路,这将极大增加投资成本和运行费用。在这种情况下,多端直流输电系统应运而生。

[0003] 目前来说,由于多端直流输电系统是一种较新的直流输电方式,那么对多端直流输电系统的特性进行深入的研究是非常有必要的。

实用新型内容

[0004] 本实用新型提供了一种多端直流测试系统,可对多端直流输电单元的特性进行测试。

[0005] 为达到上述目的,本实用新型采用如下技术方案:

[0006] 本实用新型提供了一种多端直流测试系统,所述多端直流测试系统包括多端直流输电单元以及用于调整所述多端直流输电单元的运行参数的调节单元;所述多端直流输电单元包括送端等值电源、送端VSC型换流站、 i 个受端VSC型换流站和 i 个受端等值电源;其中,所述送端VSC型换流站的输入端与所述送端等值电源相连,所述送端VSC型换流站的输出端与第1个受端VSC型换流站的输入端相连,第 i 个受端VSC型换流站的输入端与第 $i-1$ 个受端VSC型换流站的输出端相连, i 个受端VSC型换流站的输出端还与 i 个受端等值电源一一对应相连, $i \geq 2$;所述调节单元与所述送端VSC型换流站和/或至少一个受端VSC型换流站相连。

[0007] 在本实用新型所提供的多端直流测试系统中,多端直流输电单元具体包括用于实现直流输电的送端等值电源、送端VSC型换流站、 i 个受端VSC型换流站和 i 个受端等值电源,调节单元与送端VSC型换流站和/或至少一个受端VSC型换流站相连,这样就能够利用调节单元通过调整多端直流输电单元的运行参数,从而测试多端直流输电单元在不同运行参数下的特性,进而实现对多端直流输电单元进行深入的分析研究。

附图说明

[0008] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本实用新型的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其它的附图。

- [0009] 图1为本实用新型实施例所提供的多端直流测试系统的结构示意图一；
 [0010] 图2为本实用新型实施例所提供的多端直流测试系统的结构示意图二；
 [0011] 图3为本实用新型实施例所提供的多端直流测试系统的结构示意图三；
 [0012] 图4为本实用新型实施例所提供的多端直流测试系统的结构示意图四；
 [0013] 图5为本实用新型实施例所提供的多端直流测试系统的结构示意图五；
 [0014] 图6为本实用新型实施例所提供的多端直流测试系统的结构示意图六；
 [0015] 图7为本实用新型实施例所提供的多端直流测试系统的结构示意图七。

[0016] 附图标记说明：

- | | |
|-----------------------|----------------|
| [0017] 1-送端等值电源； | 2-送端VSC型换流站； |
| [0018] 3-受端VSC型换流站； | 4-受端等值电源； |
| [0019] 51-送端定直流电压调节器； | 52-受端定直流功率调节器； |
| [0020] 53-受端定直流电压调节器； | 54-送端定直流功率调节器； |
| [0021] 61-送端控制模式调节器； | 62-受端控制模式调节器； |
| [0022] 71-送端功率调节器； | 72-受端功率调节器； |
| [0023] 8-阻抗调节器； | 9-送端直流保护装置； |
| [0024] 10-受端直流保护装置。 | |

具体实施方式

[0025] 为使本实用新型的上述目的、特征和优点能够更加明显易懂，下面将结合本实用新型实施例中的附图，对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述。显然，所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动的前提下所获得的所有其它实施例，均属于本实用新型保护的范围。

[0026] 本实施例提供了一种多端直流测试系统，该多端直流测试系统包括多端直流输电单元以及用于调整多端直流输电单元的运行参数的调节单元。如图1所示，多端直流输电单元具体包括送端等值电源1、送端VSC型换流站2、 i 个受端VSC型换流站3和 i 个受端等值电源4。

[0027] 其中，送端VSC型换流站2的输入端与送端等值电源1相连，送端VSC型换流站2的输出端与第1个受端VSC型换流站3的输入端相连，第 i 个受端VSC型换流站3的输入端与第 $i-1$ 个受端VSC型换流站3的输出端相连， i 个受端VSC型换流站3的输出端还与 i 个受端等值电源4一一对应相连， $i \geq 2$ 。调节单元与送端VSC型换流站2和/或至少一个受端VSC型换流站3相连。

[0028] 在本实施例所提供的多端直流测试系统中，多端直流输电单元具体包括用于实现直流输电的送端等值电源1、送端VSC型换流站2、 i 个受端VSC型换流站3和 i 个受端等值电源4，调节单元与送端VSC型换流站2和/或至少一个受端VSC型换流站3相连，这样就能够利用调节单元通过调整多端直流输电单元的运行参数，从而测试多端直流输电单元在不同运行参数下的特性，进而实现对多端直流输电单元进行深入的分析研究。

[0029] 请再次参见图1，调节单元具体可包括送端定直流电压调节器51和 i 个受端定直流功率调节器52。

[0030] 其中,送端定直流电压调节器51与送端VSC型换流站2相连,送端定直流电压调节器51用于调整送端VSC型换流站2的直流电压。 i 个受端定直流功率调节器52分别与 i 个受端VSC型换流站3一一对应相连,受端定直流功率调节器52用于调整对应的受端VSC型换流站3的直流功率。

[0031] 当调节单元包括送端直流电压调节器51和 i 个受端定直流功率调节器52时,通过调整送端VSC型换流站2的直流电压,可以测试多端直流输电单元在送端VSC型换流站2具有不同直流电压下的稳态响应特性与暂态响应特性。

[0032] 如图2所示,调节单元具体可包括受端定直流电压调节器53、送端定直流功率调节器54和 $i-1$ 个受端定直流功率调节器52。

[0033] 其中,受端定直流电压调节器53与第 n 个受端VSC型换流站3相连,受端定直流电压调节器53用于调整第 n 个受端VSC型换流站3的直流电压, $n=1\sim i$ 。送端定直流功率调节器54与送端VSC型换流站2相连,送端定直流功率调节器54用于调整送端VSC型换流站2的直流功率。 $i-1$ 个受端定直流功率调节器52与 i 个受端VSC型换流站中除第 n 个受端VSC型换流站外的其它受端VSC型换流站3一一对应相连,受端定直流功率调节器52用于调整与其相连的受端VSC型换流站3的直流功率。

[0034] 当调节单元包括受端定直流电压调节器53、送端定直流功率调节器54和 $i-1$ 个受端定直流功率调节器52时,通过调整第 n 个受端VSC型换流站3的直流电压,可以测试多端直流输电单元在受端VSC型换流站3具有不同直流电压下的稳态响应特性与暂态响应特性。

[0035] 如图3所示,具体的,调节单元可包括送端控制模式调节器61和/或至少一个受端控制模式调节器62。

[0036] 其中,当调节单元包括送端控制模式调节器61时,送端控制模式调节器61与送端VSC型换流站2相连,送端控制模式调节器61用于调整送端VSC型换流站2的控制模式。当调节单元包括至少一个受端控制模式调节器62时,至少一个受端控制模式调节器62分别与至少一个受端VSC型换流站3一一对应相连,受端控制模式调节器62用于调整与其相连的受端VSC型换流站3的控制模式。

[0037] 当调节单元包括控制送端控制模式调节器61时,通过调整送端VSC型换流站2的控制模式,可以测试多端直流输电单元在送端VSC型换流站2具有不同控制模式下的稳态响应特性与暂态响应特性。当调节单元包括至少一个受端控制模式调节器62时,通过调整受端VSC型换流站3的控制模式,可以测试多端直流输电单元在受端VSC型换流站3具有不同控制模式下的稳态响应特性与暂态响应特性。

[0038] 如图4所示,调节单元可包括送端功率调节器71和受端功率调节器72,或者,如图5所示,调节单元可包括两个受端功率调节器72。

[0039] 当调节单元包括送端功率调节器71和受端功率调节器72时,送端功率调节器71与送端VSC型换流站2相连,送端功率调节器71用于调整送端VSC型换流站2的输送功率值。受端功率调节器72与第1个受端VSC型换流站3相连,受端功率调节器72用于调整第1个受端VSC型换流站3的输送功率值。

[0040] 当调节单元包括两个受端功率调节器72时,第一个受端功率调节器72与第 $i-1$ 个受端VSC型换流站3相连,第一个受端功率调节器72用于调整第 $i-1$ 个受端VSC型换流站3的输送功率值。第二个受端功率调节器72与第 i 个受端VSC型换流站3相连,第二个受端功率调

节器72用于调整第*i*个受端VSC型换流站3的输送功率值;其中, $i \geq 2$ 。

[0041] 当调节单元包括送端功率调节器71和受端功率调节器72时,通过调整送端VSC型换流站2与第1个受端VSC型换流站3的输送功率值,可以测试多端直流输电单元在不同的功率输送水平下的稳态特性。同样的,当调节单元包括两个受端功率调节器72时,通过调整第*i*-1个受端VSC型换流站3与第*i*个受端VSC型换流站3的输送功率值,也可以测试多端直流输电单元在不同的功率输送水平下的稳态特性。

[0042] 在本实施例所提供的多端直流测试系统中,送端等值电源1与送端VSC型换流站2之间通过交流线路相连,送端VSC型换流站2与第1个受端VSC型换流站3之间通过直流线路相连,第*i*个受端VSC型换流站3与第*i*-1个受端VSC型换流站3之间通过直流线路相连,各受端VSC型换流站3与对应的受端等值电源4之间通过交流线路相连。

[0043] 如图6所示,调节单元还可包括至少一个阻抗调节器8,阻抗调节器8与送端等值电源1与送端VSC型换流站2之间的交流线路相连,和/或,阻抗调节器8与受端VSC型换流站3与对应的受端等值电源4之间的交流线路相连,阻抗调节器8用于调整与其相连的交流线路的阻抗值。

[0044] 当调节单元包括阻抗调节器8时,通过调整交流线路的阻抗值,可以测试多端直流输电单元在不同交流强弱程度下的暂态响应特性。

[0045] 如图7所示,本实施例所提供的多端直流测试系统还包括送端直流保护装置9和*i*个受端直流保护装置10。

[0046] 送端直流保护装置9与送端VSC型换流站2相连,送端直流保护装置9用于对送端VSC型换流站2进行闭锁保护。*i*个受端直流保护装置10分别与*i*个受端VSC型换流站3一一对应相连,受端直流保护装置10用于对所对应的受端VSC型换流站3进行闭锁保护。

[0047] 当多端直流测试系统包括送端直流保护装置9和*i*个受端直流保护装置10时,可以测试送端直流保护装置9是否对送端VSC型换流站2执行了正确的闭锁保护操作,以及测试受端直流保护装置10是否对受端VSC型换流站3执行了正确的闭锁保护操作。

[0048] 需要说明的是,上述送端等值电源1、送端VSC型换流站2、受端VSC型换流站3、受端等值电源4、送端定直流电压调节器51、受端定直流功率调节器52、受端定直流电压调节器53、送端定直流功率调节器54、送端控制模式调节器61、受端控制模式调节器62、送端功率调节器71、受端功率调节器72、阻抗调节器8、送端直流保护装置9和受端直流保护装置10所实现的功能均为现有的送端等值电源1、送端VSC型换流站2、受端VSC型换流站3、受端等值电源4、送端定直流电压调节器51、受端定直流功率调节器52、受端定直流电压调节器53、送端定直流功率调节器54、送端控制模式调节器61、受端控制模式调节器62、送端功率调节器71、受端功率调节器72、阻抗调节器8、送端直流保护装置9和受端直流保护装置10所能实现的功能,本实用新型的改进之处在于改进上述各结构之间的连接关系,而采用何种方式连接,也是本领域技术人员可以根据现有知识想到的。

[0049] 以上所述仅为本实用新型的具体实施方式,但本实用新型的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本实用新型揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本实用新型的保护范围之内。因此,本实用新型的保护范围应以所述权利要求要求的保护范围为准。

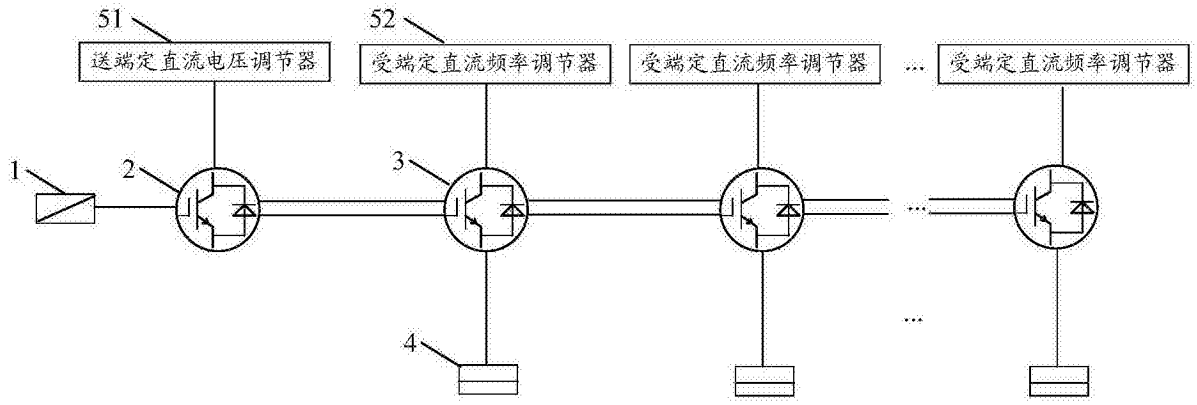


图1

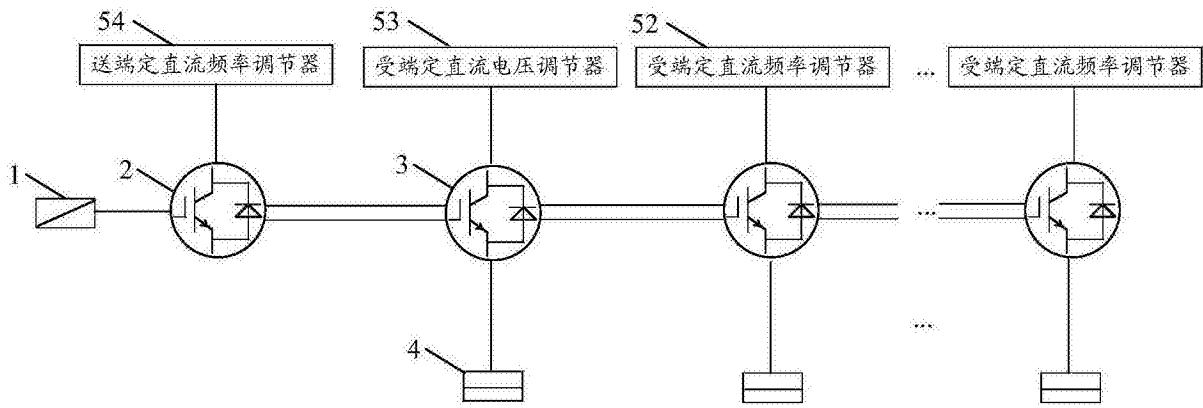


图2

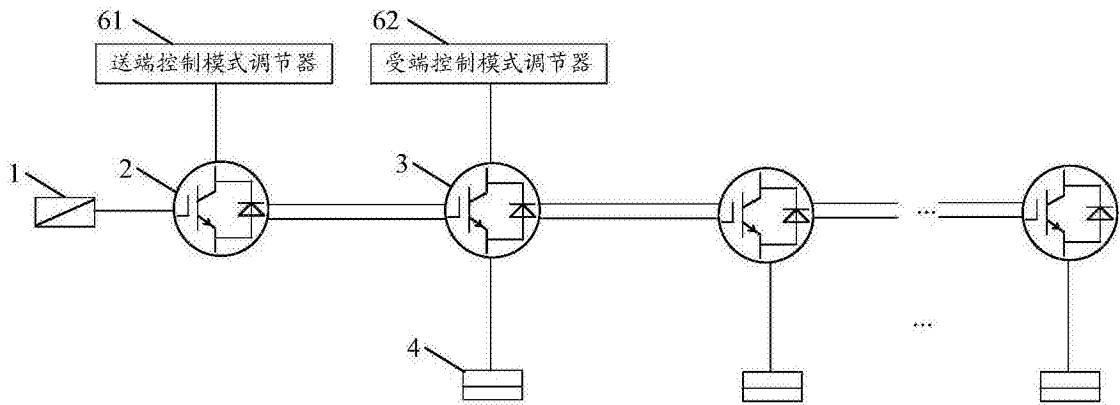


图3

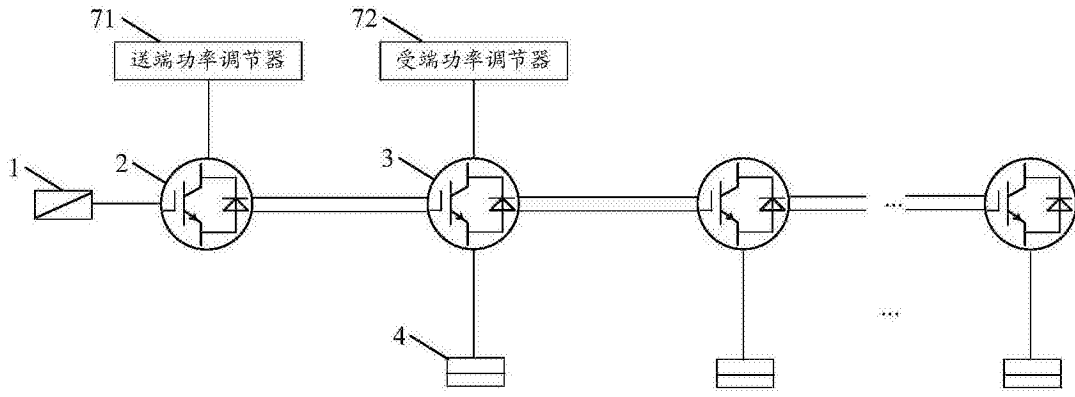


图4

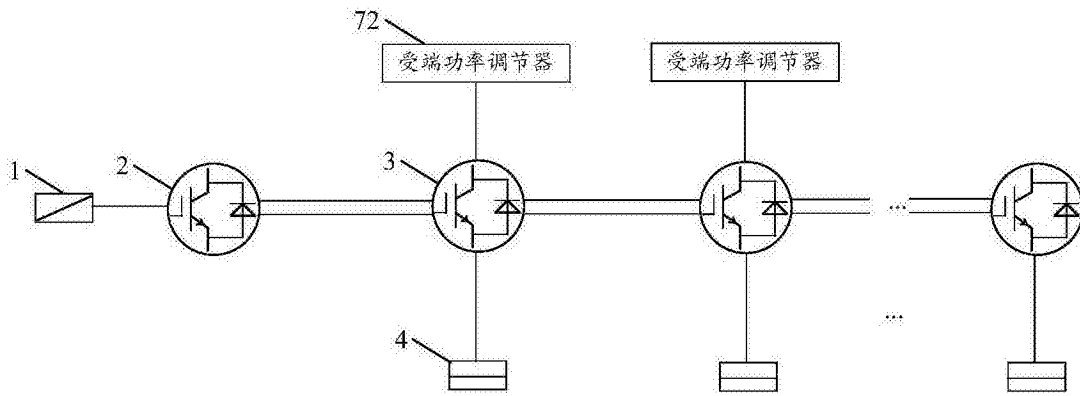


图5

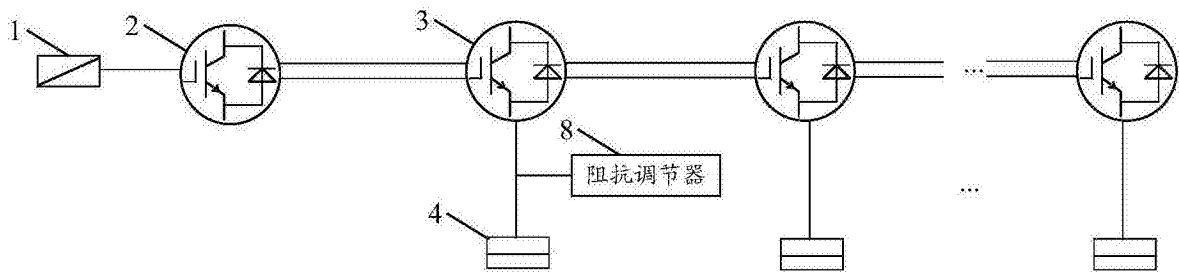


图6

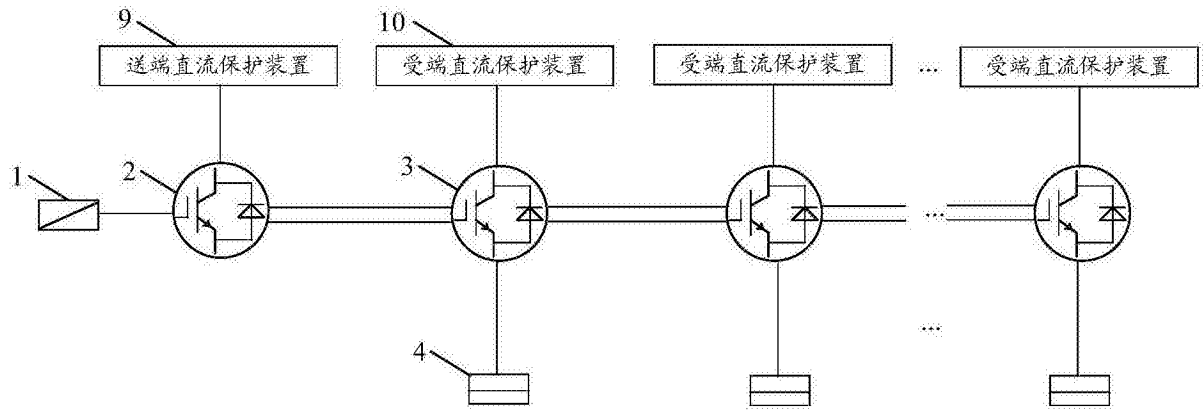


图7