



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104205544 A

(43) 申请公布日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201180076235. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2011. 11. 11

H02H 7/26 (2006. 01)

H02J 3/36 (2006. 01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2014. 07. 10

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2011/069943 2011. 11. 11

(87) PCT国际申请的公布数据

W02013/068046 EN 2013. 05. 16

(71) 申请人 ABB 技术有限公司

地址 瑞士苏黎世

(72) 发明人 B. 伯格伦 L-E. 朱林

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

代理人 叶晓勇 汤春龙

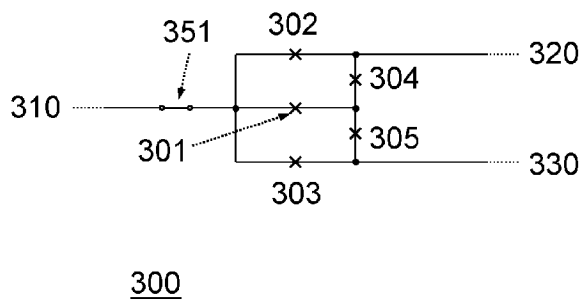
权利要求书3页 说明书10页 附图8页

(54) 发明名称

使用混合电路断路器的转换开关作为选择器开关

(57) 摘要

提供高压直流(HVDC)开关站(300)。该开关站设置用于使例如传输线、转换器或任何其他类型的HVDC设备的HVDC电网的三个或更多节段(310, 320, 330)互连。开关站包括至少一个主电路断路器(301)和至少四个转换开关(302-305)。设置该至少一个主电路断路器和至少四个转换开关以便能够单独切断HVDC配电网的至少三个节段中的任何一个。在本发明的实施例中,通常在直流(DC)混合电路断路器中包括的转换开关用作选择器开关,由此减少开关站中主断路器的数量。



1. 一种用于使直流 DC 配电网的至少三个节段互连的开关站,所述开关站包括:
至少一个主电路断路器,和
至少四个转换开关,

其中设置所述至少一个主电路断路器和所述至少四个转换开关以便能够单独切断所述 DC 配电网的所述至少三个节段中的任何一个。

2. 如权利要求 1 所述的开关站,其中设置所述至少一个主电路断路器和所述至少四个转换开关使得在所述至少四个转换开关中的至少两个转换开关同时断开的条件下,所述至少一个主电路断路器中的主电路断路器的断开促使所述 DC 配电网的所述至少三个节段中的一个从所述 DC 配电网的切断通过所述至少四个转换开关中的至少两个转换开关同时断开来确定。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的开关站,其包括四个转换开关,设置所述四个转换开关以便能够单独切断所述 DC 配电网的三个节段中的任何一个。

4. 如权利要求 3 所述的开关站,其中:

所述四个转换开关中的第一转换开关连接在所述 DC 配电网的所述三个节段中的第一节段与第二节段之间,

所述四个转换开关中的第二转换开关连接在所述 DC 配电网的所述三个节段中的所述第一节段与第三节段之间,

所述四个转换开关中的第三转换开关与第四转换开关的串联连接连接在所述 DC 配电网的所述第二节段与所述第三节段之间,以及

所述至少一个主电路断路器中的主电路断路器连接在所述 DC 配电网的所述第一节段与所述第三转换开关和所述第四转换开关之间的接点之间。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的开关站,其包括六个转换开关,设置所述六个转换开关以便能够单独切断所述 DC 配电网的四个节段中的任何一个。

6. 如权利要求 5 所述的开关站,其中:

所述六个转换开关中的第一转换开关连接在所述 DC 配电网的所述四个节段中的第一节段与第二节段之间,

所述六个转换开关中的第二转换开关连接在所述 DC 配电网的所述四个节段中的第三节段与第四节段之间,

所述六个转换开关中的第三转换开关与第四转换开关的串联连接连接在所述 DC 配电网的所述第一节段与所述第三节段之间,

所述六个转换开关中的第五转换开关与第六转换开关的串联连接连接在所述 DC 配电网的所述第二节段与所述第四节段之间,以及

所述至少一个主电路断路器中的主电路断路器连接在第一接点与第二接点之间,所述第一接点在所述第三转换开关与所述第四转换开关之间,所述第二接点在所述第五转换开关与所述第六转换开关之间。

7. 如权利要求 3 至 6 中任一项所述的开关站,其设置用于通过断开所述至少四个转换开关中的两个并且随后断开所述至少一个主电路断路器中的主电路断路器而切断所述 DC 配电网的至少三个节段中的任何一个。

8. 如权利要求 1 或 2 所述的开关站,其包括九个转换开关,设置所述九个转换开关以

便能够单独切断所述 DC 配电网的六个节段中的任何一个。

9. 如权利要求 8 所述的开关站,其中:

所述九个转换开关中的第一转换开关连接在所述 DC 配电网的所述六个节段中的第一节段与第二节段之间,

所述九个转换开关中的第二转换开关连接在所述 DC 配电网的所述六个节段中的第三节段与第四节段之间,

所述九个转换开关中的第三转换开关连接在所述 DC 配电网的所述六个节段中的第五节段与第六节段之间,

所述九个转换开关中的第四转换开关和第五转换开关的串联连接连接在所述 DC 配电网的所述第一节段与所述第三节段之间,

所述九个转换开关中的第六转换开关与第七转换开关的串联连接连接在所述 DC 配电网的所述第二节段与所述第四节段之间,

所述九个转换开关中的第八转换开关连接在所述第五节段与第一接点之间,所述第一接点在所述第四转换开关与所述第五转换开关之间,

所述九个转换开关中的第九转换开关连接在所述第六节段与第二接点之间,所述第二接点在所述第六开关与所述第七转换开关之间,以及

所述至少一个主电路断路器中的主电路断路器连接在所述第一接点与所述第二接点之间。

10. 如权利要求 8 或 9 的任一项所述的开关站,其设置用于通过断开所述九个转换开关中的三个并且随后断开所述至少一个主电路断路器中的一个主电路断路器而切断所述 DC 配电网的所述至少六个节段中的任何一个。

11. 如权利要求 1 至 10 中任一项所述的开关站,其进一步包括至少三个第一切断开关,所述 DC 配电网的所述至少三个节段各一个,其中所述至少三个第一切断开关设置用于使所述切断的节段与所述开关站电隔离。

12. 如权利要求 11 所述的开关站,其进一步包括第二切断开关,所述第二切断开关设置用于将所述至少一个主电路断路器中的至少一个主电路断路器和所述转换开关旁路。

13. 如权利要求 1 至 12 中任一项所述的开关站,其中所述至少一个主电路断路器中的至少一个包括串联连接的多个功率半导体开关元件。

14. 如权利要求 1 至 12 中任一项所述的开关站,其中所述转换开关包括串联连接的切断开关和辅助开关。

15. 如权利要求 1 或 2 所述的开关站,其包括至少两个主电路断路器和多个切断开关,所述多个切断开关设置用于至少使所述至少两个主电路断路器和所述至少四个转换开关中的至少一个与所述开关站立刻电隔离,其中设置所述至少两个主电路断路器和所述至少四个转换开关以便在所述至少两个主电路断路器和所述至少四个转换开关中的一个凭借所述多个切断开关而与所述开关站隔离时能够单独切断所述 DC 配电网的所述至少三个节段中的任何一个。

16. 一种开关站的方法,用于切断连接到所述开关站的直流 DC 配电网的至少三个节段中的任何一个,所述开关站包括:

至少一个主电路断路器,和

至少四个转换开关，

其中设置所述至少一个主电路断路器和所述至少四个转换开关以便能够单独切断所述 DC 配电网的所述至少三个节段中的任何一个，

所述方法包括：

断开所述至少四个转换开关中的至少两个，以及

断开所述至少一个主电路断路器中的主电路断路器。

17. 如权利要求 16 所述的方法，所述开关站进一步包括：

至少三个第一切断开关，所述 DC 配电网的所述至少三个节段各一个，

其中设置所述至少三个第一切断开关以便使切断的节段与所述开关站电隔离，

所述方法进一步包括：

断开所述切断的节段中相应的第一切断开关。

18. 如权利要求 17 所述的方法，其进一步包括：

重新闭合所述两个转换开关。

使用混合电路断路器的转换开关作为选择器开关

技术领域

[0001] 本发明大体上涉及高压直流(HVDC) 配电, 并且更具体地涉及 HVDC 开关站 (switchyard), 其包括 HVDC 混合电路断路器(hybrid circuit breaker)。

背景技术

[0002] 在 HVDC 电网中, 开关站用于使网络的若干节段互连。这样的开关站可配备有电路断路器, 其允许为了维修目的或为了隔离有故障节段而切断一个或若干网络节段。每个节段可例如包括 HVDC 传输线、转换器或任何其他类型的 HVDC 设备。例如, 开关站可使三个或更多 HVDC 传输线互连, 其中这些传输线中的每个可单独地从其他两个切断。

[0003] 由于在 HVDC 系统中快速上升的故障电流, 需要具有充分高的电流中断能力的直流(DC) 电路断路器。近来, 已经提出能够中断大的故障电流的 DC 混合电路断路器, 参见例如 WO 2011/057675。

[0004] DC 混合电路断路器典型地基于与转换开关并联连接的固态主断路器的组合, 即, 固态辅助断路器和机械切断开关的串联连接。混合电路断路器的主要操作是主断路器、辅助断路器和切断开关在正常操作期间闭合。如果接收跳闸信号, 则混合电路断路器试图通过首先断开辅助断路器而中断流过它的电流, 由此使流过辅助断路器和切断开关的电流换向到主断路器。随后, 断开切断开关用于切断辅助断路器, 并且最后断开主断路器, 从而导致电流从主电路断路器换向到与主断路器串联连接的电涌放电器。然而, DC 混合电路断路器是比较昂贵的, 主要是由于主断路器的设计。

发明内容

[0005] 本发明的目标是提供上文的技术和现有技术的更高效备选。

[0006] 更具体地, 本发明的目标是提供改进的 HVDC 开关站。

[0007] 本发明的这些和其他目标凭借具有在独立权利要求 1 中限定的特征的开关站以及凭借在独立权利要求 16 中限定的开关站的方法而实现。本发明的实施例由从属权利要求表征。

[0008] 根据本发明的第一方面, 提供用于使 DC 配电网的至少三个节段互连的开关站。该开关站包括至少一个主电路断路器和至少四个转换开关。设置该至少一个主电路断路器和该至少四个转换开关以便能够单独切断 DC 配电网的至少三个节段中的任何一个。

[0009] 根据本发明的第二方面, 提供开关站的方法, 用于切断连接到开关站的 DC 配电网的至少三个节段中的任何一个。该开关站包括至少一个主电路断路器和至少四个转换开关。设置该至少一个主电路断路器和该至少四个转换开关以便能够单独切断 DC 配电网的至少三个节段中的任何一个。方法包括断开至少四个转换开关中的两个, 并且随后断开至少一个主电路断路器中的主电路断路器。

[0010] 本发明利用在设置用于使 HVDC 网络的节段互连并且单独切断它们的开关站中转换开关(其通常包括在 DC 混合电路断路器中)可用作选择器开关这一认识。这样, 开关站中

主断路器的数量可减少。也就是说,例如,可使用单个主断路器和多个转换开关,来代替提供连接到开关站的每个节段(其中 DC 混合电路断路器设置用于使节段从开关站切断,其中每个 DC 混合电路断路器包括主断路器和转换开关)。设置至少一个主断路器和多个转换开关以便能够单独切断连接到开关站的网络节段中的一个或若干个。

[0011] 本发明的实施例因为主断路器的数量与现有技术的开关站相比可减少而是有利的。优选地,本发明的实施例仅包括单个主断路器。设想 DC 电路断路器的主断路器与在 DC 混合电路断路器中包括的转换开关相比是比较昂贵的,根据本发明的实施例的开关站可不如包括若干 DC 混合电路断路器的开关站昂贵,每个 DC 混合电路断路器包括主断路器和转换开关。

[0012] 根据本发明的实施例,设置至少一个主断路器和至少四个转换开关使得在该至少四个转换开关中的至少两个转换开关同时断开的条件下,至少一个主电路断路器中的主电路断路器的断开促使 DC 配电网的至少三个节段中的一个从 DC 配电网的切断通过至少四个转换开关中的至少两个转换开关同时断开来确定。

[0013] 根据本发明的实施例,开关站包括四个转换开关。设置这些转换开关以便能够单独切断 DC 配电网的三个节段中的任何一个。

[0014] 根据本发明的实施例,四个转换开关中的第一转换开关连接在 DC 配电网的三个节段中的第一节段与第二节段之间。四个转换开关中的第二转换开关连接在 DC 配电网的三个节段中的第一节段与第三节段之间。四个转换开关中的第三转换开关与第四转换开关的串联连接连接在 DC 配电网的第二节段与第三节段之间。至少一个主电路断路器中的主电路断路器连接在 DC 配电网的第一节段与第三转换开关和第四转换开关之间的接点之间。

[0015] 根据本发明的实施例,开关站包括六个转换开关。设置这些转换开关以便能够单独切断 DC 配电网的四个节段中的任何一个。

[0016] 根据本发明的实施例,六个转换开关中的第一转换开关连接在 DC 配电网的四个节段中的第一节段与第二节段之间。六个转换开关中的第二转换开关连接在 DC 配电网的四个节段中的第三节段与第四节段之间。六个转换开关中的第三转换开关与第四转换开关的串联连接连接在 DC 配电网的第一节段与第三节段之间。六个转换开关中的第五转换开关与第六转换开关的串联连接连接在 DC 配电网的第二节段与第四节段之间。至少一个主电路断路器中的主电路断路器连接在第一接点(第三转换开关和第四转换开关之间)与第二接点(第五转换开关与第六转换开关)之间。

[0017] 根据本发明的实施例,开关站设置用于切断 DC 配电网的至少三个节段中的任何一个。DC 配电网的节段可通过断开至少四个转换开关中的两个并且随后断开至少一个主电路断路器中的主电路断路器而切断。

[0018] 根据本发明的实施例,开关站包括九个转换开关。设置这些转换开关以便能够单独切断 DC 配电网的六个节段中的任何一个。

[0019] 根据本发明的实施例,九个转换开关中的第一转换开关连接在 DC 配电网的六个节段中的第一节段与第二节段之间。九个转换开关中的第二转换开关连接在 DC 配电网的六个节段中的第三节段与第四节段之间。九个转换开关中的第三转换开关连接在 DC 配电网的六个节段中的第五节段与第六节段之间。九个转换开关中的第四转换开关和第五转

换开关的串联连接连接在 DC 配电网的第一节段与第三节段之间。九个转换开关中的第六转换开关与第七转换开关的串联连接连接在 DC 配电网的第二节段与第四节段之间。九个转换开关中的第八转换开关连接在第五节段与第一接点(第四转换开关和第五转换开关之间)之间。九个转换开关中的第九转换开关连接在第六节段与第二接点(第六开关与第七转换开关之间)之间。至少一个主电路断路器中的主电路断路器连接在该第一接点与该第二接点之间。

[0020] 根据本发明的实施例,开关站设置用于切断 DC 配电网的至少六个节段中的任何一个。DC 配电网的节段可通过断开九个转换开关中的三个并且随后断开至少一个主电路断路器中的一个主电路断路器而切断。

[0021] 根据本发明的实施例,开关站进一步包括至少三个第一切断开关,DC 配电网的至少三个节段各一个。该至少三个第一切断开关设置用于使切断的节段与开关站电隔离(galvanically isolating)。为此,第一切断开关在正常操作期间闭合。在转换开关和至少一个主电路断路器中的一个主电路断路器已经断开以便切断 DC 配电网的三个节段中的一个之后,与切断的节段关联的第一切断开关断开。这因为 DC 配电网的节段可与开关站并且进而与 DC 配电网(在它已经凭借转换开关和主电路断路器而切断之后)电隔离而是有利的。

[0022] 根据本发明的实施例,重新闭合两个断开的转换开关。这因为开关站为下一个故障做准备而是有利的。为此,为了切断连接到开关站的 DC 配电网的有故障节段,可执行下列序列。首先,通过有故障节段的故障电流通过断开转换开关中的两个并且随后断开至少一个主电路断路器中的一个主电路断路器而清除。然后,有故障节段通过断开与有故障节段关联的第一切断开关而与开关站电隔离。通过断开第一切断开关,清除残余电流,其典型地是大约几安培。最后,再次闭合两个断开的转换开关,由此使开关站为下一个故障做准备。

[0023] 根据本发明的实施例,开关站进一步包括第二切断开关。这些第二切断开关设置用于将至少一个主电路断路器中的至少一个主电路断路器和转换开关旁路。为此,第二切断开关在正常操作期间断开并且可闭合以便将转换开关中的一个或多个若干个以及主电路断路器旁路。这因为主电路断路器和转换开关可为了维修目的被隔离而是有利的。

[0024] 根据本发明的实施例,至少一个主电路断路器中的至少一个包括多个功率半导体开关元件。这些功率半导体开关元件串联连接。

[0025] 根据本发明的实施例,转换开关包括切断开关和辅助开关。该切断开关与辅助开关串联连接。

[0026] 根据本发明的实施例,开关站包括至少两个主电路断路器和多个切断开关,其设置用于至少使至少两个主电路断路器和至少四个转换开关中的至少一个与开关站立刻电隔离。设置该至少两个主电路断路器和至少四个转换开关以便在至少两个主电路断路器和至少四个转换开关中的一个凭借多个切断开关而与开关站隔离时能够单独切断 DC 配电网的至少三个节段中的任何一个。这样的配置可在开关站操作中关于使开关站的单独节段从 HVDC 电网切断提供或实现增加的通用性和 / 或灵活性。

[0027] 即使本发明的优势在一些情况下已经参考根据本发明的第一方面的开关站的实施例描述,对应的推理适用于根据本发明的第二方面的方法的实施例。

[0028] 本发明的另外的目标、特征和优势将在研究下列详细公开、图和附上的权利要求时变得明显。本领域内技术人员认识到本发明的不同特征可以组合来形成除下面中描述的那些以外的实施例。

附图说明

[0029] 本发明的上面以及附加的目的、特征和优势将参考附图通过本发明的实施例的下列说明性而非限制性的详细描述而更好理解,其中:

- 图 1 示出 DC 混合电路断路器的实施例;
- 图 2 示出现有技术的 HVDC 开关站;
- 图 3 示出根据本发明的实施例的 HVDC 开关站;
- 图 4 示出根据本发明的另一个实施例的 HVDC 开关站;
- 图 5 示出根据本发明的另外的实施例的 HVDC 开关站;
- 图 6 示出根据本发明的再另一个实施例的 HVDC 开关站;
- 图 7 示出根据本发明的再另外的实施例的 HVDC 开关站;
- 图 8 示出 DC 混合电路断路器的备选实施例;
- 图 9 示出另一个现有技术的 HVDC 开关站;
- 图 10 示出根据本发明的实施例的 HVDC 开关站;
- 图 11 示出根据本发明的实施例的 HVDC 开关站。

[0030] 所有图是示意性的、不必按比例绘制并且一般仅示出为了阐述本发明所必需的部分,而其他部分可被省略或只被建议。

具体实施方式

[0031] 在图 1 中,图示 DC 混合电路断路器,如在 WO 2011/057675 中公开的。

[0032] 混合电路断路器 100 包括主断路器 110、快速切断开关即高速开关 120 和辅助断路器 130。切断开关 120 和辅助断路器 130 串联连接,并且切断开关 120 和辅助断路器 130 的串联连接与主断路器 110 并联连接。切断开关 120 和辅助断路器 130 的串联连接 160 经常称为转换开关。

[0033] 混合电路断路器 100 可在端子 101 和 102 处连接到外部电路,例如 HVDC 传输线。例如,为了在故障情况下或为了维修而使传输线从母线切断的目的,混合电路断路器 100 可用于使 HVDC 传输线连接到开关站。

[0034] 在下面,描述混合电路断路器 100 的主要操作。在正常操作期间,主断路器 110、切断开关 120 和辅助切断开关 130 闭合。如果跳闸信号由混合电路断路器 100 接收,则电路断路器 100 试图通过首先断开辅助断路器 130 而中断流过它的电流(即,从端子 101 到 102,或反之亦然),由此使流过辅助断路器 130 和切断开关 120 的电流换向到主断路器 110。随后,切断开关 120 断开用于切断辅助断路器 130,并且最后主断路器 110 断开,从而导致电流从主断路器 110 换向到主断路器 110 中包括的电涌放电器 140。电涌放电器 140 设立这样的电压,其对抗通过电涌放电器 140 的电流流动,由此使电流逐渐减小。设计电涌放电器 140 使得电流将逼近接近零的值。

[0035] 主断路器 110、切断开关 120 和辅助断路器 130 可基于不同类型的电路断路器技

术。例如,主断路器 110 和辅助断路器 130 可基于固态开关 150,即例如晶体管或晶闸管等功率半导体器件。主断路器 110 可例如基于固态开关 150,其包括绝缘栅双极晶体管(IGBT) 151 和与晶体管 151 反并联连接的二极管 152。辅助断路器 130 可基于相同或相似类型的功率半导体开关 150。为了实现更高的额定电压,主断路器 110 和辅助断路器 130 可包括串联连接的多个固态开关 150。此外,为了使额定电流增加,主断路器 110 和辅助断路器 130 可基于并联连接的功率半导体开关 150。切断开关 120 可例如基于机械开关。

[0036] 在图 2 中,图示现有技术的 HVDC 开关站。

[0037] 开关站 200 设置用于使 HVDC 电网(例如 HVDC 传输线、转换器或任何其他类型的 HVDC 设备)的三个节段 210、220 和 230 互连。开关站 200 包括母线 201 和三个 DC 混合电路断路器 211、221 和 231。每个 DC 混合电路断路器 211、221 和 231 包括主断路器 212 和转换开关 213(为了清楚起见,仅对于 DC 混合电路断路器 211 在图 2 中示出标号)。DC 混合电路断路器 211、221 和 231 设置用于使 HVDC 网络节段 210、220 和 230 分别连接到母线 201。

[0038] DC 混合电路断路器 211、221 和 231 中的每个可用于使它的关联网节段 210、220 和 230 从母线 201 并且进而从其他节段切断。例如,为了切断节段 220,为了维修目的或在节段 220 中的故障的情况下,DC 混合电路断路器 221 可断开,如在上文描述的。

[0039] 参考图 3,描述根据本发明的实施例的 HVDC 开关站。

[0040] 开关站 300 设置用于使 HVDC 电网(例如 HVDC 传输线、转换器或任何其他类型的 HVDC 设备)的三个节段 310、320 和 330 互连。开关站 300 包括主断路器 301 和四个转换开关 302-305。主断路器 301 和转换开关 302-305 可基于不同类型的电路断路器技术,如在上文参考图 1 论述的。例如,主断路器 301 可包括串联连接的多个功率半导体开关,并且每个转换开关 302-305 可包括串联连接的快速切断开关和辅助断路器。该辅助断路器进而可基于一个或若干个功率半导体开关。典型地,主断路器 301 比转换开关 302-305 中的任一个更昂贵。

[0041] 在下面,解释为了切断节段 310、320 和 330 中的任何一个而执行的序列。在正常操作期间,主断路器 301 和转换开关 302-305 闭合。为了切断节段 310,例如为了维修目的或由于节段 310 中的故障,转换开关 302 和 303 断开,并且随后主断路器 301 断开。对应地,为了切断节段 320,转换开关 302 和 305 断开,并且随后主断路器 301 断开。最后,为了切断节段 330,转换开关 303 和 304 断开,并且随后主断路器 301 断开。

[0042] 另外关于用于切断节段 302 的序列,一旦转换开关 302 和 305 断开,通过主断路器 301 和转换开关 304 的电流将减小并且最终达到接近零的值。当通过转换开关 304 的电流充分低时,转换开关 304 可断开并且转换开关 305 可再次闭合,在这之后使开关站 300 为下一个故障做准备。对应的推理适用于节段 330,但不是对于节段 310。也就是说,使开关站 300 复原使得它为下一个故障做准备可对于在主断路器与切断的节段之间具有转换开关的节段执行。

[0043] 开关站 300 包括切断开关 351,其设置用于使节段 310 与开关站 300 电隔离。这可在主断路器 301 和转换开关 302-305 已经完成它们的中断动作之后残余电流流过切断的节段的情况下是有利的。这样的残余电流可通过断开切断开关 351 而清除,切断的节段 310 通过该切断开关 351 而连接到开关站 300,切断开关 351 是可选的。

[0044] 备选地或可选地,与节段 310 连接到开关站 300 所通过的切断开关 351 的设置类

似,切断开关可设置在开关站中,节段 320 和 / 或节段 330 通过该切断开关而连接到开关站 300,该切断开关设置用于分别使节段 320 和 / 或节段 330 与开关站 300 电隔离。

[0045] 在图 4 中,图示根据本发明的另一个实施例的 HVDC 开关站。

[0046] 开关站 400 设置用于使 HVDC 电网(例如 HVDC 传输线、转换器或任何其他类型的 HVDC 设备)的三个节段 410、420 和 430 互连。开关站 400 包括主断路器 401 和六个转换开关 402-407。主断路器 401 和转换开关 402-407 可基于不同类型的电路断路器技术,如在上文参考图 1 论述的。例如,主断路器 401 可包括串联连接的多个功率半导体开关,并且每个转换开关 402-407 可包括串联连接的快速切断开关和辅助断路器。该辅助断路器进而可基于一个或若干个功率半导体开关。典型地,主断路器 401 比转换开关 402-407 中的任一个更昂贵。

[0047] 在下面,解释为了切断节段 410、420、430 和 440 中的任何一个而执行的序列。在正常操作期间,主断路器 401 和转换开关 402-407 闭合。为了切断节段 410,例如为了维修目的或由于节段 410 中的故障,转换开关 403 和 407 断开,并且随后主断路器 401 断开。对应地,为了切断节段 420,转换开关 402 和 406 断开,并且随后主断路器 401 断开。此外,为了切断节段 430,转换开关 405 和 406 断开,并且随后主断路器 401 断开。最后,为了切断节段 440,转换开关 404 和 407 断开,并且随后主断路器 401 断开。

[0048] 在开关站 400 中,在主断路器 401 与断开的节段之间总是存在转换开关,使得开关站 400 可为下一个故障做准备。例如,关于用于切断节段 420 的序列,一旦转换开关 402 和 406 断开,通过主断路器 401 和转换开关 403 的电流将减小并且最终达到接近零的值。当通过转换开关 403 的电流充分低时,转换开关 403 可断开并且转换开关 402 可再次闭合,在这之后使开关站 400 为下一个故障做准备。对应的推理适用于所有其他节段 410、430 和 440。

[0049] 根据本发明的 HVDC 开关站的另外的实施例在图 5 中图示。

[0050] 开关站 500 设置用于使 HVDC 电网(例如 HVDC 传输线、转换器或任何其他类型的 HVDC 设备)的三个节段 510、520、530、540、550 和 560 互连。开关站 500 包括主断路器 501 和九个转换开关 502-510。主断路器 501 和转换开关 502-510 可基于不同类型的电路断路器技术,如在上文参考图 1 论述的。例如,主断路器 501 可包括串联连接的多个功率半导体开关,并且每个转换开关 502-510 可包括串联连接的快速切断开关和辅助断路器。该辅助断路器进而可基于一个或若干个功率半导体开关。典型地,主断路器 501 比转换开关 502-510 中的任一个更昂贵。

[0051] 作为示例,图示为了切断节段 540 而执行的序列。在正常操作期间,主断路器 501 和转换开关 502-510 闭合。为了切断节段 510,例如为了维修目的或由于节段 540 中的故障,转换开关 504、505 和 510 断开,并且随后主断路器 501 断开。对应的序列适用于切断任何其他节段 510、520、530、550 和 560。

[0052] 备选地或可选地,与参考图 3 描述的切断开关或多个切断开关的设置类似,至少一个切断开关可设置在开关站 500 中,节段 510、520、530、540、550 和 / 或 560 通过该至少一个切断开关而连接到开关站 500,该至少一个切断开关设置用于分别使节段 510、520、530、540、550 和 / 或 560 与开关站 500 电隔离。

[0053] 参考图 6,图示本发明的再另外的实施例。

[0054] 开关站 600 与参考图 4 描述的开关 400 相似之处在于它包括主断路器 601 和六个

转换开关 602-607, 该开关站设置用于切断连接到它的节段 610、620、630 和 640 中的任何一个。开关站 600 进一步包括切断开关 651-654, 其设置用于分别使节段 610、620、630 和 640 与开关站 600 电隔离。如果在主断路器 601 和转换开关 602-607 已经完成它们的中断动作之后残余电流流过切断的节段, 则这是有利的。这样的残余电流可通过断开切断的节段连接到开关站 600 所通过的切断开关而清除。

[0055] 为此, 主断路器 601、转换开关 602-607 和切断开关 651-654 在正常操作期间闭合。如果例如节段 610 要响应于故障而切断, 执行下列序列。首先, 转换开关 603 和 607 断开, 并且随后主断路器 601 断开。然后, 在转换开关 603 和 607 以及主断路器 601 已经完成它们的中断动作后, 切断开关 651 断开以使节段 610 与开关站 600 电隔离, 由此清除任何残余电流。在节段 610 已经通过断开切断开关 651 而电隔离之后, 转换开关 603 和 607 以及主断路器 601 可再次闭合, 由此使开关站 600 为下一个故障做准备。对应的序列适用于切断任何其他节段 620、630 和 640。

[0056] 优选地, 常闭切断开关 651-654 应具有电流中断能力, 其足够高以便清除任何残余电流。典型地, 该残余电流相当小, 大约几安培, 并且取决于主断路器 601 的设计。

[0057] 与在图 6 中示出的切断开关 651-654 的设置类似, 切断开关 651-654 (例如在图 6 中示出的) 的设置还可在分别参考图 4 和 5 描述的开关站 400 和 500 中的任一个中提供。

[0058] 参考图 7, 图示本发明的再另外的实施例。

[0059] 开关站 700 与在上文描述的开关站 600 相似之处在于它包括主断路器 701、六个转换开关 702-707 和切断开关 751-754, 每个网络节段一个。开关站 700 进一步包括切断开关 755-758, 其设置用于将主断路器 701 和 / 或转换开关 702-707 旁路。如果主断路器 701 和 / 或转换开关 702-707 要为了维修目的而退出服务, 则这是有利的。

[0060] 为此, 在正常操作期间, 切断开关 751-754 闭合, 而切断开关 755-758 断开。为了使主断路器 701 和转换开关 702-707 隔离, 常断切断开关 755-758 闭合, 并且常闭切断开关 751-754 断开。此外, 在节段 710、720、730 和 740 中的一个 (例如, 节段 710) 切断的情况下, 主断路器 701 和转换开关 702-707 可为了维修通过闭合切断开关 756 和 757 并且然后断开切断开关 752-754 而隔离。

[0061] 作为用于允许维修主断路器和转换开关的备选技术方案, 本发明的实施例可提供有后备断路器和后备开关, 如本领域内已知的。

[0062] 另外参考图 7, 切断开关 751-754 还可用于使切断的节段与开关站 700 电隔离, 如参考图 6 描述的。

[0063] 还将意识到根据本发明的实施例的开关站可设置用于使切断的节段重新连接到开关站。例如, 考虑参考图 6 论述的开关站 600, 切断的节段 610 可通过首先断开转换开关 603 和 607、然后断开主断路器 601、闭合切断开关 651、闭合主断路器 601 并且最后闭合转换开关 603 和 607 而重新连接。

[0064] 即使包括设置用于使连接到开关站的网络节段电隔离的切断开关和 / 或包括设置用于为了维修目的而使开关站中包括的主断路器和转换开关隔离的切断开关的本发明的实施例已经图示为使 DC 配电网的四个节段互连, 可容易设想设置用于使三个或超过四个的网络节段互连的本发明的实施例。

[0065] 参考图 8, 图示在 WO 2011/057675 中描述的 DC 混合电路断路器的备选实施例。

[0066] DC 混合电路断路器 800 与参考图 1 描述的混合电路断路器 100 相似之处在于它包括主断路器 810、快速切断开关即高速开关 820 和辅助断路器 830。切断开关 820 和辅助断路器 830 串联连接,并且切断开关 820 和辅助断路器 830 的串联连接 860(即,转换开关)与主断路器 810 并联连接。混合电路断路器 800 可在端子 801 和 802 处连接到外部电路,例如 HVDC 传输线。例如,为了在故障的情况下或为了维修而使传输线从母线切断的目的,混合电路断路器 800 可用于使 HVDC 传输线连接到开关站。

[0067] 主断路器 810、切断开关 820 和辅助断路器 830 可基于不同类型的电路断路器技术,如参考图 1 论述的。特别地,为了实现更高的额定电压,主断路器 810 可包括串联连接的多个固态开关。而主断路器 110 图示为包括固态开关 150 的串联连接和与固态开关 150 的串联连接并联连接的单个电涌放电器 140,主断路器 810 采用分段化设计,其包括多个节段 850。为此,根据描绘的示例,每个节段 850 包括两个固态开关 851 和与这两个固态开关 851 并联连接的电涌放电器 852。这可因为本发明的实施例可用作限流设备而是有利的。为此,根据期望的混合断路器 800 的功能(即,用于中断故障电流或用于限制它),在主断路器 810 中包括的所有固态开关 850 或仅固态开关 850 的一部分断开。使用分段化设计因为可通过使用比需要的更多的节段以便实现期望的额定电压来提供冗余而进一步有利。

[0068] 在图 9 中,图示现有技术的开关站 900。

[0069] 开关站 900 设置用于使 HVDC 电网(例如 HVDC 传输线、转换器或任何其他类型的 HVDC 设备)的三个节段 910、920 和 930 互连。开关站 900 包括两个母线 901、902 以及六个 DC 混合电路断路器 911、921、931、941、951 和 961。每个 DC 混合电路断路器 911、921、931、941、951 和 961 包括主断路器 912 和转换开关 913(对于相应 DC 混合电路断路器 911、921、931、941、951 和 961 的主断路器和转换开关的标号在图 9 中仅对于 DC 混合电路断路器 911 示出)。

[0070] DC 混合电路断路器 911、931 和 951 设置用于分别使 HVDC 网络节段 910、920 和 930 连接到母线 901。

[0071] DC 混合电路断路器 921、941 和 961 设置用于分别使 HVDC 网络节段 910、920 和 930 连接到母线 902。

[0072] 现在参考图 10,示出有根据本发明的实施例的 HVDC 开关站 1000 的示意图。

[0073] 开关站 1000 设置用于使 HVDC 电网(例如 HVDC 传输线、转换器或任何其他类型的 HVDC 设备)的四个节段 1011、1021、1031 和 1041 互连。开关站 1000 包括两个主电路断路器 1001、1002 和八个转换开关 1004 至 1010。该主电路断路器 1001、1002 和转换开关 1003-1010 可基于不同类型的电路断路器技术,如在上文参考图 1 论述的。例如,主电路断路器 1001、1002 中的每个可包括串联连接的多个功率半导体开关,和/或每个转换开关 1003-1010 可包括串联连接的快速切断开关和辅助断路器。该辅助断路器进而可基于一个或若干个功率半导体开关。典型地,主电路断路器 1001、1002 比转换开关 1003-1010 中的任何一个更昂贵。

[0074] 开关站 1000 包括母线 1061-1064。

[0075] 开关站 1000 包括切断开关 1051-1059。仅一些切断开关由图 10 中的标号指示。切断开关 1051-1059 可例如用于维修目的。

[0076] 例如,切断开关 1055 和 1056 可设置用于使节段 1031 与开关站 1000 电隔离。这

在节段 1031 已经通过中断电路断路器中的一些的动作(在下面进一步论述)而切断之后残余电流流过切断的节段 1031 的情况下是有利的。这样的残余电流可通过断开切断的节段 1031 连接到开关站 1000 所通过的切断开关 1055、1056 而清除。

[0077] 在图 10 中图示的实施例可对于使转换开关或主电路断路器隔离(例如,在转换开关或主电路断路器分别为了维修目的或为了更换有故障部件而立刻退出服务的情况下)特别有利。这在下面参考操作 HVDC 开关站 1000 的一些示例进一步描述。

[0078] 例如,在节段 1031 要从 HVDC 电网切断的情况下,转换开关 1004 和 1005 可断开,并且随后主电路断路器 1002 可断开。这样,节段 1031 连接到母线 1063 但不连接到节段 1011、1021 和 1041 中的任一个。

[0079] 在备选方案中,在节段 1031 要从 HVDC 电网切断的情况下,转换开关 1003 和 1006 可断开,并且随后主电路断路器 1001 可断开。这样,节段 1031 连接到母线 1061 但不连接到节段 1011、1021 和 1041 中的任一个。

[0080] 在节段 1031 断开后,节段 1031 可通过断开切断开关 1055 和 1056 而电隔离。然后,转换开关 1004 和 1005 以及主电路断路器 1002 或转换开关 1003 和 1006 和主电路断路器 1001 可再次闭合,由此使开关站 1000 为可能的后续故障出现做准备。

[0081] 通过断开切断开关 1054 和 1055,可以对转换开关 1003 进行维修。在期望使节段 1031 从 HVDC 电网切断(例如,在节段 1031 中出现的故障必须被清除的情况下)的情况下,转换开关 1006 可断开并且随后主电路断路器 1001 可断开,由此节段 1031 变成从 HVDC 电网断开。

[0082] 在要对主电路断路器 1002 进行维修的情况下,切断开关 1057 可以闭合并且切断开关 1058 和 1059 可以断开。随后,在节段 1011、1021、1031 和 1041 中的一个要切断的情况下,主电路断路器 1001 可用于实行或促进节段 1011、1021、1031 和 1041 中的一个从 DC 电网的切断,例如采用在前面中描述的方式。

[0083] 相似地,在要对主电路断路器 1001 进行维修的情况下,切断开关 1051 可以闭合并且切断开关 1052 和 1053 可以断开。随后,在节段 1011、1021、1031 和 1041 中的一个要切断的情况下,主电路断路器 1002 可用于实行或促进节段 1011、1021、1031 和 1041 中的一个从 DC 电网的切断,例如采用在前面中描述的方式。

[0084] 在图 10 中图示的实施例已经在前面关于节段 1031 从 DC 电网的切断而描述。然而,相同或相似的操作原理类似地关于节段 1011、1021 或 1041 中的任何一个从 DC 电网的切断而适用。

[0085] 通过例如在图 10 中图示的等实施例,可促进或实现每次对转换开关 1003-1010 和主电路断路器 1001、1002 中的一个进行维修而不必打断整个开关站 1000 的操作。

[0086] 现在参考图 11,示出有根据本发明的实施例的 HVDC 开关站 1100 的示意图。

[0087] HVDC 开关站 1100 与参考图 4 描述的 HVDC 开关站 400 相似。

[0088] 开关站 1100 设置用于使 HVDC 电网(例如 HVDC 传输线、转换器或任何其他类型的 HVDC 设备)的四个节段 1110、1120、1130 和 1140 互连。开关站 1100 包括主电路断路器 1101 和八个转换开关 1102-1109。主电路断路器 1101 和转换开关 1102-1109 可基于不同类型的电路断路器技术,如在上文参考图 1 论述的。

[0089] 主电路断路器 1101 和转换开关 1102-1107 分别与在参考图 4 描述的开关站 400

中的部件 401 和 402-407 相似或相等,并且主电路断路器 1101 和转换开关 1102-1107 的操作分别与在参考图 4 描述的开关站 400 中的部件 401 和 402-407 的操作相似或相等。

[0090] 与参考图 4 描述的开关站 400 相比之下,开关站 1100 包括分别设置在节段 1110 与 1130 之间以及节段 1120 与 1140 之间的附加的转换开关 1108 和 1109。

[0091] 转换开关 1108 和 / 或转换开关 1109 的设置可在关于使开关站 1100 的单独节段从 HVDC 电网切断的开关站 1100 的操作中提供或实现增加的通用性和 / 或灵活性,这参考下列例示情景描述。在转换开关 1103 和 1106 断开的情况下,通过断开转换开关 1104 和 1107 并且随后断开主电路断路器 1101 而使节段 1140 从 HVDC 电网切断可是不可取和 / 或不可行的,因为在该情况下,节段 1130 将仅凭借转换开关 1104 而连接到开关站 1100,除非提供转换开关 1109 的设置。相似地,在转换开关 1105 和 1107 断开的情况下,通过断开转换开关 1102 和 1106 并且随后断开主电路断路器 1101 而使节段 1120 从 HVDC 电网切断可是不可取和 / 或不可行的,因为在该情况下,节段 1110 将仅凭借转换开关 1102 而连接到开关站 1100,除非提供转换开关 1108 的设置。

[0092] 现在参考图 5,如在图 11 中示出的转换开关 1108 和 / 或转换开关 1109 的设置可类似地适用于参考图 5 描述的开关站 500,以便提供与由在图 11 中示出的转换开关 1108 和 / 或转换开关 1109 的设置提供的相似或相同的功能。例如,开关站 500 可提供有设置在节段 510 与 550 之间的转换开关(与在图 11 中设置在节段 1110 与 1130 之间的转换开关 1108 类似),和 / 或设置在节段 520 与 560 之间的转换开关(与在图 11 中设置在节段 1120 与 1140 之间的转换开关 1109 类似)。

[0093] 本领域内技术人员认识到本发明绝不限于上文描述的实施例。相反地,许多修改和变化可能在附上的权利要求的范围内。例如,可容易设想设置用于使 HVDC 电网的许多节段互连的本发明的实施例。

[0094] 总的来说,提供 HVDC 开关站。该开关站设置用于使 HVDC 电网(例如 HVDC 传输线、转换器或任何其他类型的 HVDC 设备)的三个或更多节段互连。开关站包括至少一个主电路断路器和至少四个转换开关。设置该至少一个主电路断路器和该至少四个转换开关以便能够单独切断 HVDC 配电网的至少三个节段中的任何一个。在本发明的实施例中,通常在 DC 混合电路断路器中包括的转换开关用作选择器开关,由此减少开关站中主断路器的数量。

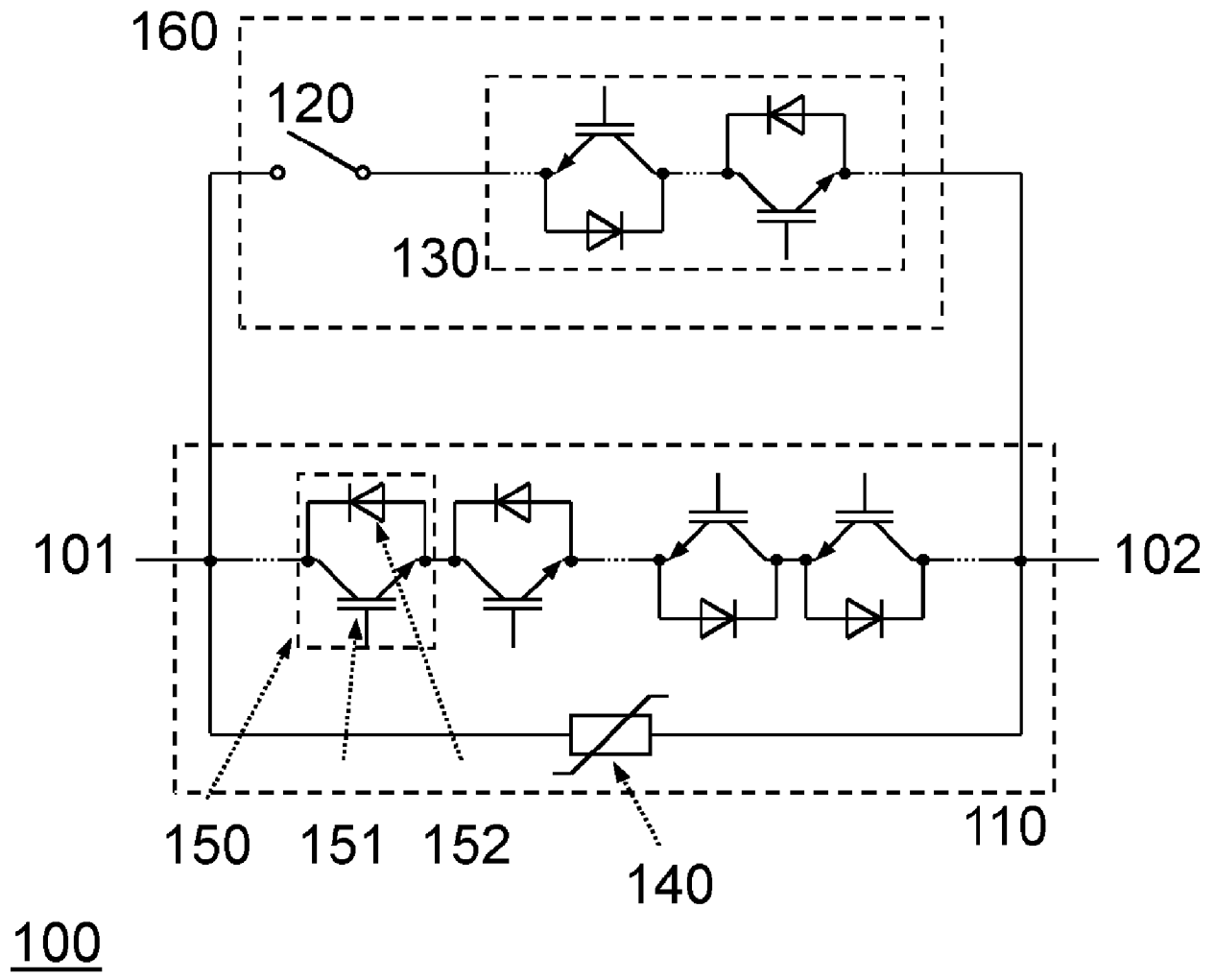


图 1

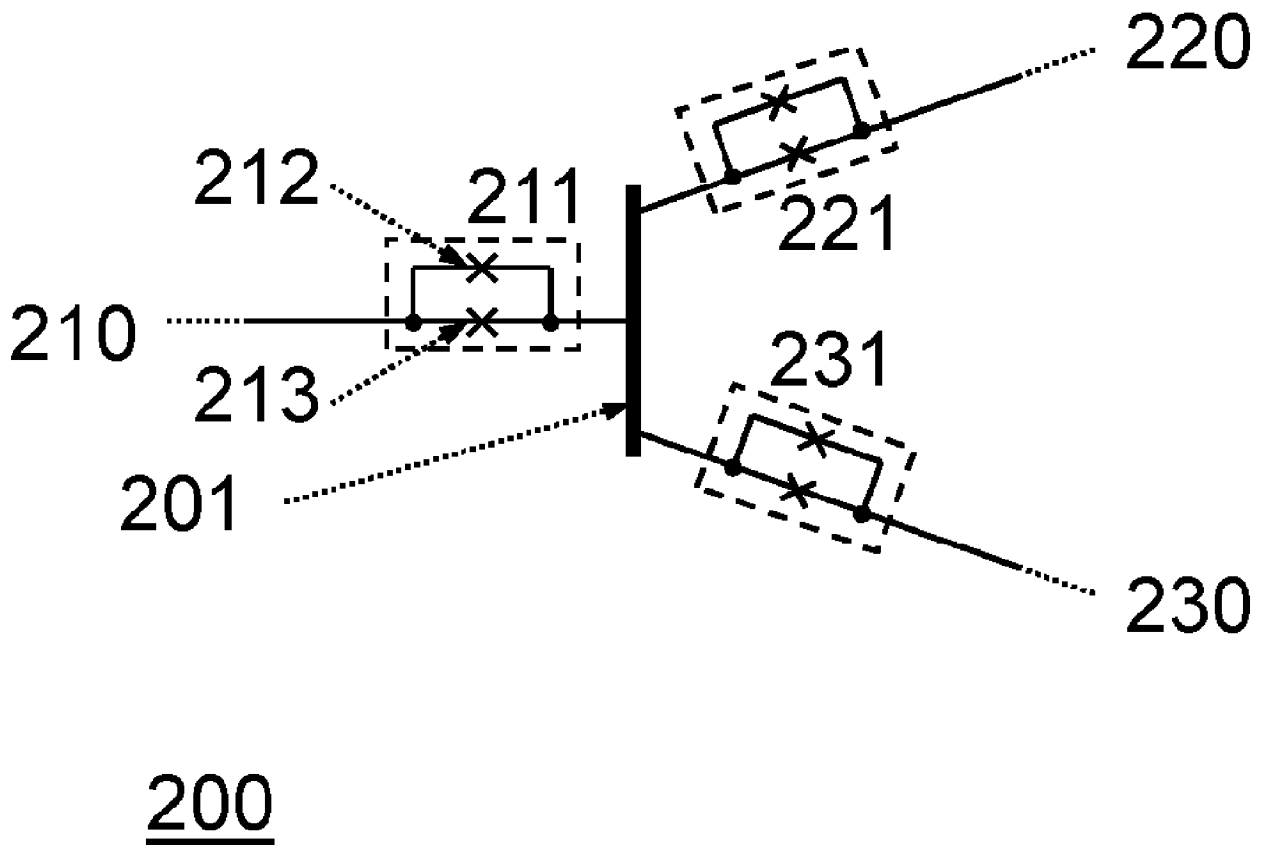


图 2

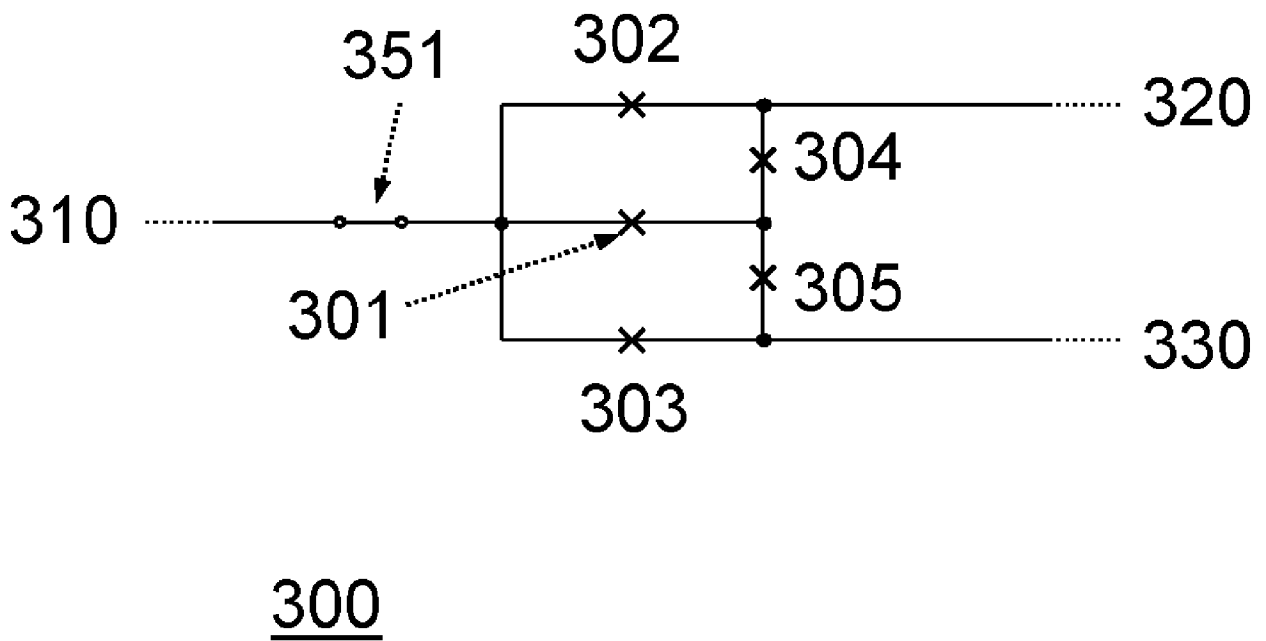


图 3

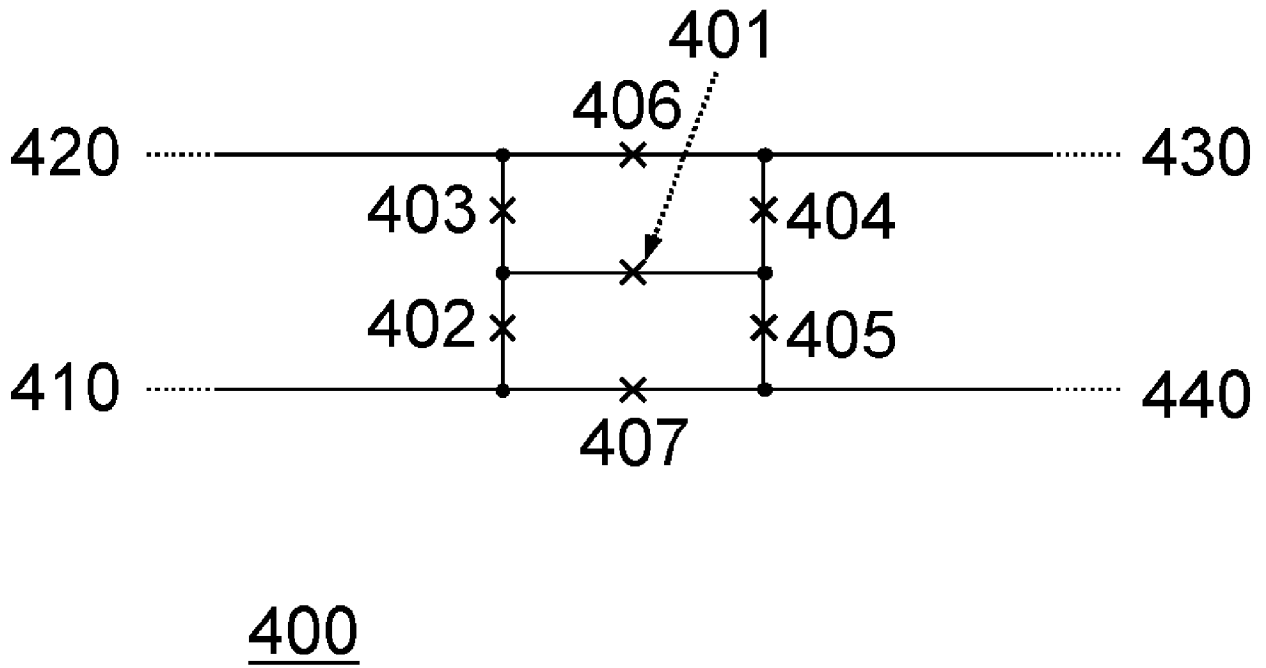


图 4

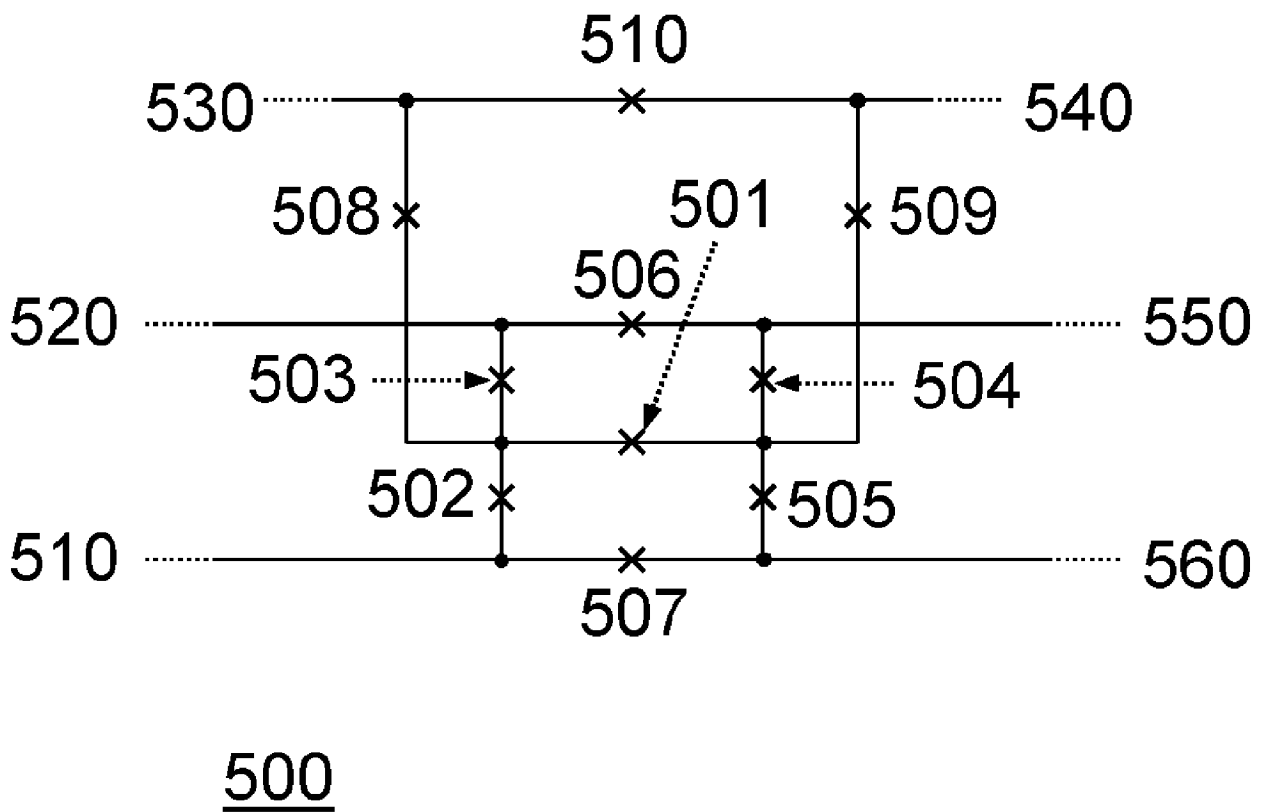


图 5

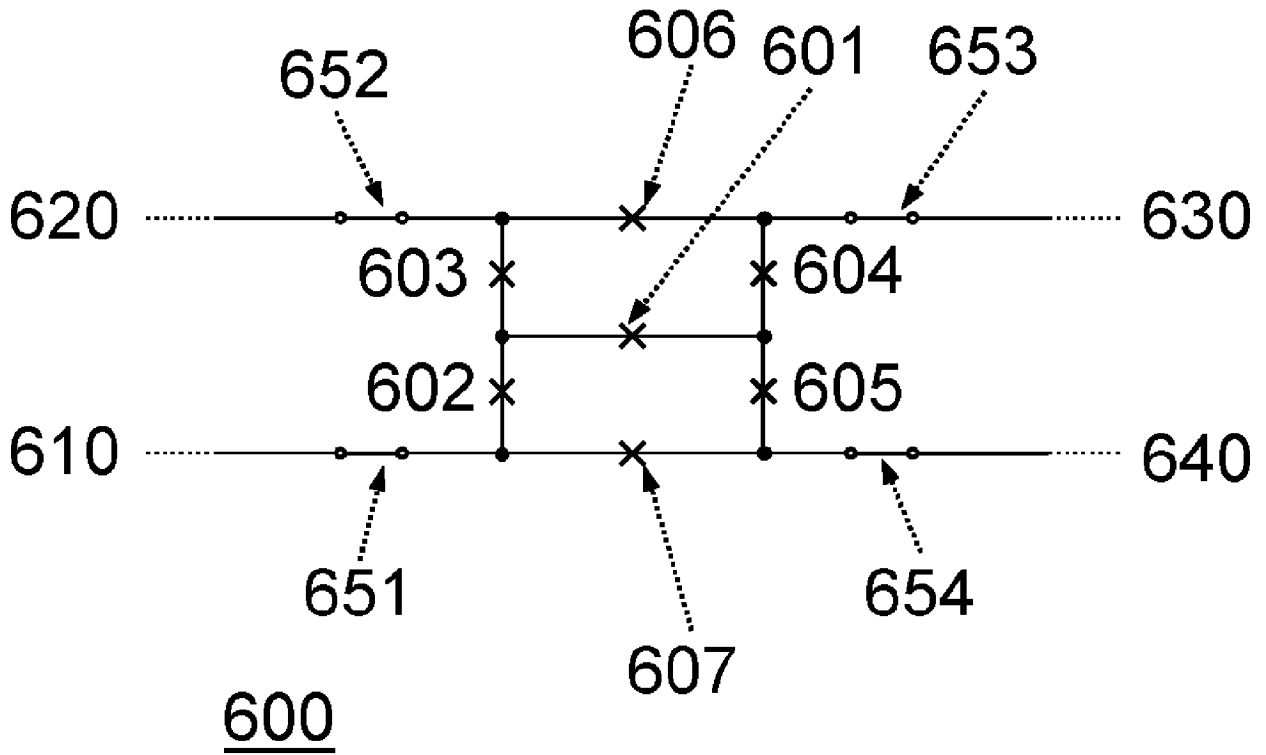


图 6

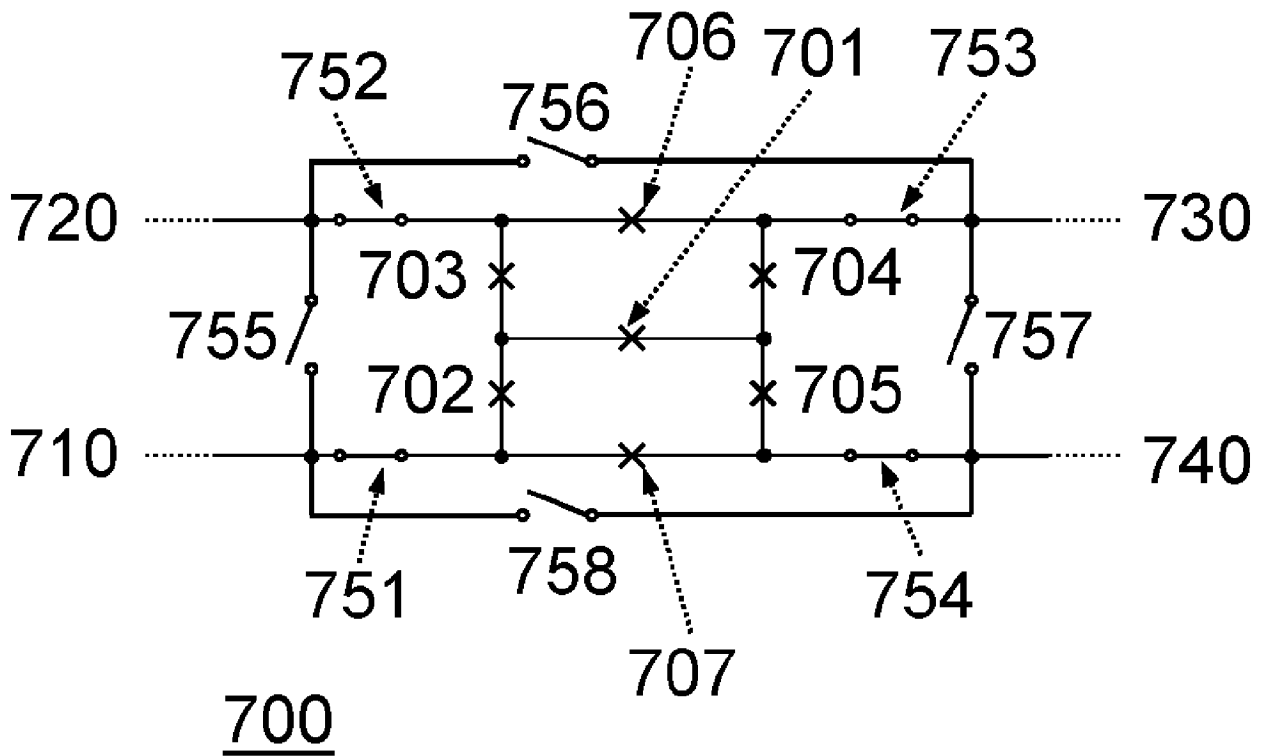


图 7

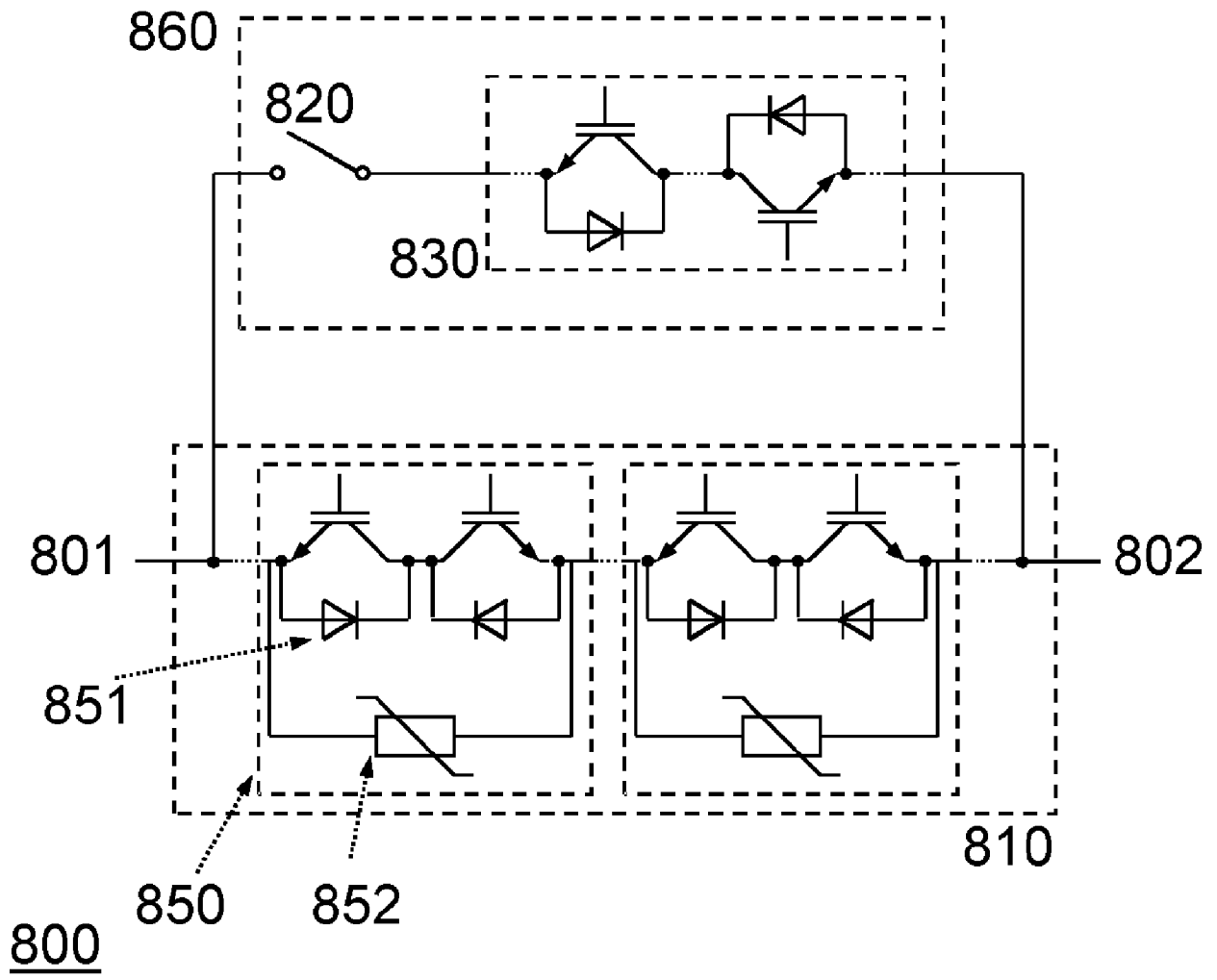
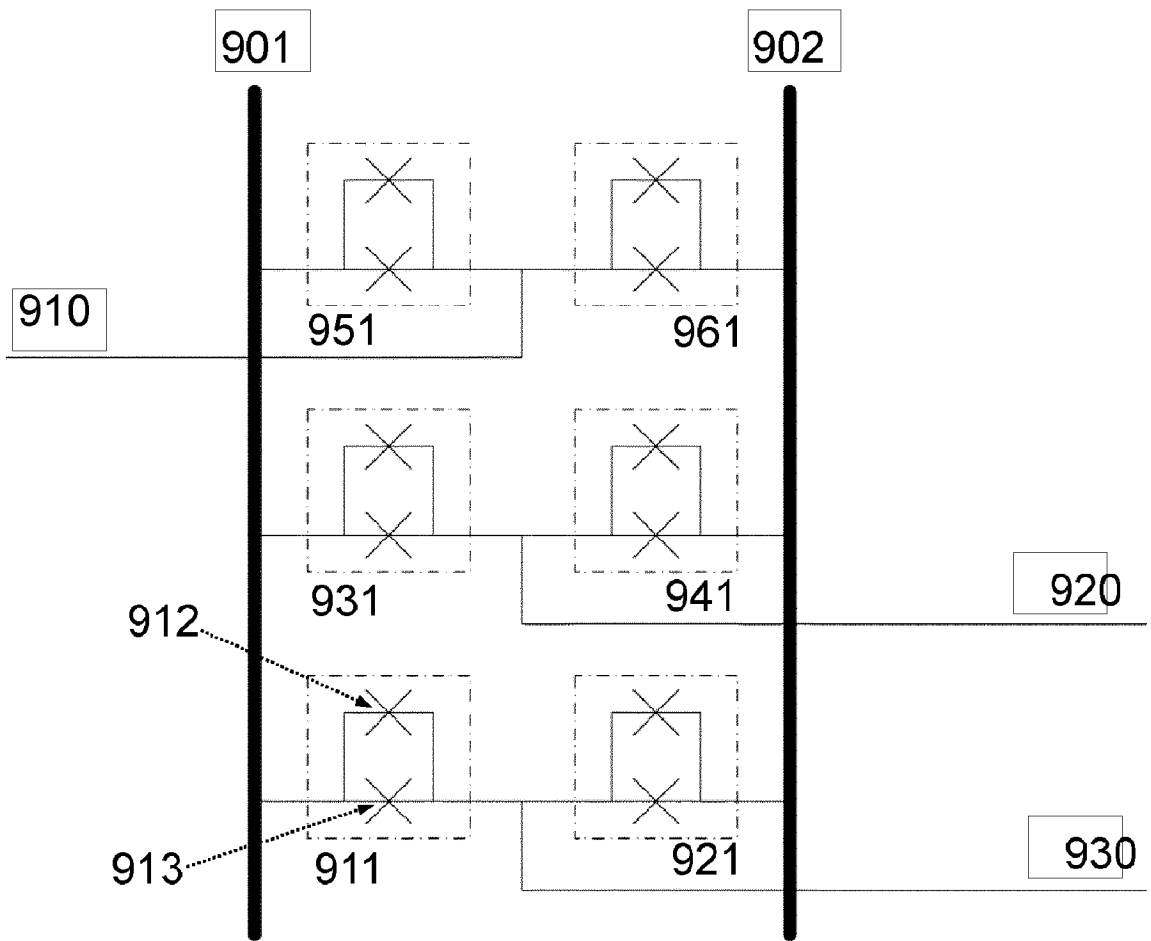


图 8



900

图 9

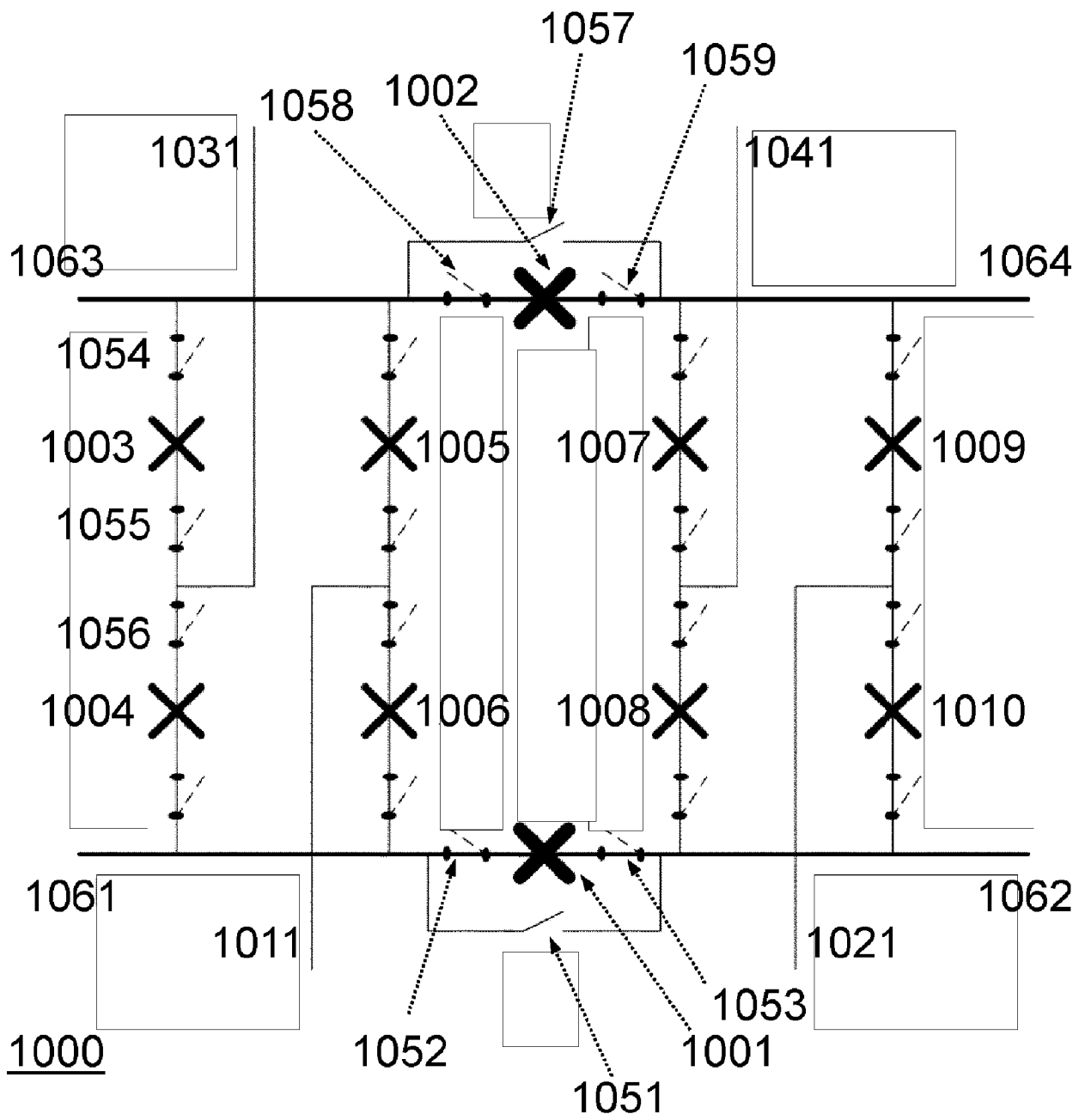


图 10

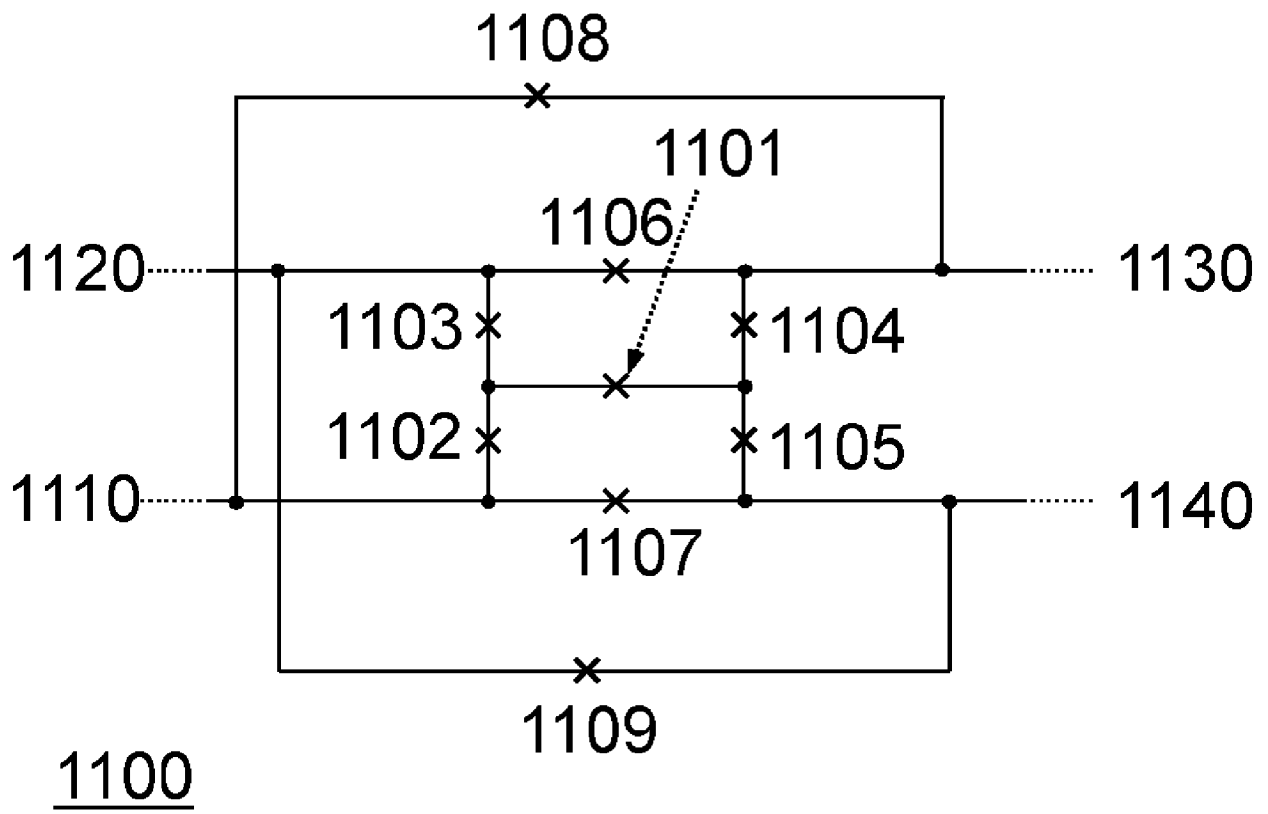


图 11