



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103158875 B

(45)授权公告日 2016.09.28

(21)申请号 201210542247.7

(22)申请日 2012.12.14

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 103158875 A

(43)申请公布日 2013.06.19

(30)优先权数据  
13/326919 2011.12.15 US

(73)专利权人 通用电气公司  
地址 美国纽约州

(72)发明人 C.西勒 S.P.罗萨多

(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 李浩

(51)Int.Cl.

B64D 27/24(2006.01)

(56)对比文件

US 2008150356 A1, 2008.06.26, 参见说明书第4、26-28段, 附图1、3.

US 2008150356 A1, 2008.06.26, 全文.

US 2008284249 A1, 2008.11.20, 全文.

CN 101847868 A, 2010.09.29, 全文.

US 5962929 A, 1999.10.05, 全文.

US 2008284249 A1, 2008.11.20, 参见说明书第8-49段, 附图1-9.

审查员 陈艳

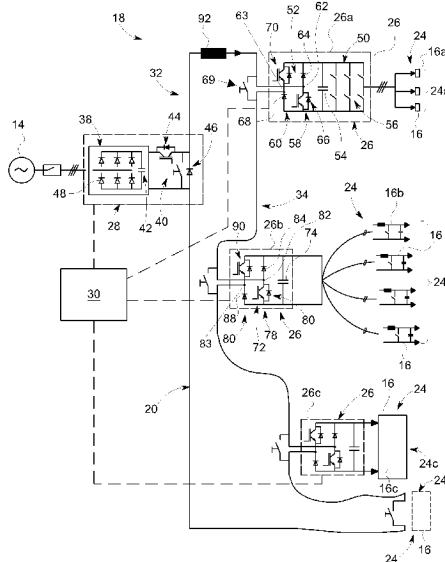
权利要求书2页 说明书10页 附图6页

(54)发明名称

电力分配系统和方法

(57)摘要

本发明的发明名称是“电力分配系统和方法”。提供一种用于飞行器的直流(DC)电力分配系统。该系统包括DC系统总线,配置为从电源运送电力到多个电负载。电负载运载于飞行器。DC系统总线包括负载侧。该系统包括在DC系统总线的负载侧串联电耦合到DC系统总线的多个电力变换器模块。电力变换器模块配置为电附连到电负载的对应子集。至少一个电力变换器模块配置为响应于故障而短路以便该至少一个电力变换器模块不向电负载的对应子集供应电力。



1. 一种用于飞行器的直流电力分配系统,所述系统包括:

直流系统总线,配置为从交流电源运送电力到多个电负载,所述电负载运载于所述飞行器,所述直流系统总线包括负载侧;

包括交流到直流变换器和直流到直流变换器的电源电力变换器模块,其中所述交流到直流变换器配置成将交流电力变换为直流电力,并且其中所述直流到直流变换器在所述直流系统总线的电源侧串联电耦合到所述直流系统总线并且电耦合到所述电源用于向所述直流系统总线供应直流电力;

多个负载电力变换器模块,在所述直流系统总线的所述负载侧串联电耦合到所述直流系统总线,所述负载电力变换器模块配置为电附连到所述电负载的对应子集,其中至少一个负载电力变换器模块配置为响应于故障而短路,以便所述至少一个负载电力变换器模块不供应电力给所述电负载的所述对应子集;以及

电耦合到所述直流系统总线的控制器,所述控制器配置为操作所述电源电力变换器模块的所述直流到直流变换器以将所述直流系统总线的电流维持在所命令的值。

2. 如权利要求1所述的直流电力分配系统,其中,所述至少一个负载电力变换器模块包括配置为短路所述至少一个负载电力变换器模块的直流到直流变换器,所述直流到直流变换器包括两个二极管-开关对和两个端子,所述端子配置为当所述二极管-开关对的两个开关都断开时供应电力给所述电负载的所述对应子集。

3. 如权利要求1所述的直流电力分配系统,其中,所述至少一个负载电力变换器模块包括配置为短路所述至少一个负载电力变换器模块的直流到直流变换器,所述直流到直流变换器包括至少一个开关和至少一个端子,所述至少一个端子配置为当所述至少一个开关断开时供应电力给所述电负载的所述对应子集。

4. 如权利要求1所述的直流电力分配系统,其中,所述至少一个负载电力变换器模块配置为响应于所述故障而短路,而不中断电流向所述电负载的所述对应子集的流动。

5. 如权利要求1所述的直流电力分配系统,其中,至少一个其它负载电力变换器模块配置为当所述至少一个负载电力变换器模块短路时供应电力给所述电负载的所述对应子集。

6. 如权利要求1所述的直流电力分配系统,其中,所述负载电力变换器模块包括配置为将直流电力变换为交流电力的至少一个直流到交流电力变换器模块,对应于所述至少一个直流到交流电力变换器模块的所述电负载的所述子集包括至少一个交流负载。

7. 一种飞行器,包括:

机身;

所述机身运载的电源;

所述机身运载的多个电负载;以及

如权利要求1所述的直流电力分配系统。

8. 如权利要求7所述的飞行器,其中,所述至少一个负载电力变换器模块包括配置为短路所述至少一个负载电力变换器模块的直流到直流变换器,所述直流到直流变换器包括两个二极管-开关对和两个端子,所述端子配置为当两个所述二极管-开关对的开关都断开时供应电力给所述电负载的所述对应子集。

9. 如权利要求7所述的飞行器,其中,所述至少一个负载电力变换器模块配置为响应于所述故障而短路,而不中断电流向所述电负载的所述对应子集的流动。

10. 如权利要求7所述的飞行器,其中,所述负载电力变换器模块包括配置为将直流电力转换为交流电力的至少一个直流到交流负载电力变换器模块,对应于所述至少一个直流到交流负载电力变换器模块的所述电负载的所述子集包括至少一个交流负载。

11. 如权利要求7所述的飞行器,其中所述电负载中的至少一个是直流负载。

12. 一种用于飞行器的直流电力分配系统,所述系统包括:

直流系统总线,配置为从电源运送电力到多个电负载,所述电负载运载于飞行器,所述直流系统总线包括负载侧;

包括交流到直流变换器和直流到直流变换器的电源电力变换器模块,其中所述交流到直流变换器配置成将交流电力转换为直流电力,并且其中所述直流到直流变换器在所述直流系统总线的电源侧串联电耦合到所述直流系统总线并且电耦合到所述电源用于向所述直流系统总线供应直流电力;

多个电力变换器模块,在所述直流系统总线的所述负载侧串联电耦合到所述直流系统总线,所述电力变换器模块配置为电附连到所述电负载的对应子集;以及

控制器,电耦合到所述直流系统总线,其中所述控制器配置为操作所述电源电力变换器模块的所述直流到直流变换器以将所述直流系统总线的电流维持在所命令的值。

13. 如权利要求12所述的直流电力分配系统,其中,所述控制器配置为响应于故障而控制至少一个电力变换器模块的电压而不是中断向所述电负载的所述对应子集的电流的供应。

14. 如权利要求12所述的直流电力分配系统,其中,所述控制器配置为响应于故障而不中断电流向所述电负载的所述对应子集的流动。

15. 如权利要求12所述的直流电力分配系统,其中,所述电力变换器模块是负载电力变换器模块,所述系统还包括电源电力变换器模块,所述电源电力变换器模块在所述直流系统总线的电源侧串联电耦合到所述直流系统总线,所述电源电力变换器模块配置为电耦合到所述电源用于向所述直流系统总线供应直流电力,其中所述电源电力变换器模块包括由所述控制器使用来将所述直流系统总线的电流维持在所命令的值的直流到直流变换器。

## 电力分配系统和方法

### 背景技术

[0001] 例如航空器、固定翼飞行器、电力升力飞行器以及旋翼机等许多类型的飞行器包括用于将电力分配给飞行器运载的各种电负载的电力分配系统。对由飞行器运载的电力分配系统所提供的电力的需求持续增加。增加的需求可能基于增加数量的电负载和/或由飞行器运载的电负载所消耗的电力量的增加。例如,电启动器-发电机、供电环境控制和增压系统、电动飞行控制、电引擎和飞行管理系统、以及电防结冰和除冰系统是近来相对添加的飞行器运载的电负载。新的电负载也已经添加到客机以增加舒适标准和/或给乘客提供更多娱乐和/或其它服务。此外,由于电负载变得更高档(例如包含更多特征和/或能力),所以电负载消耗更大的电力量。

[0002] 至少一些已知的飞行器包括将交流(AC)电力分配给飞行器运载的各种电负载的AC电力分配系统。然而,AC电力分配系统不是没有缺点。例如,飞行器运载的许多电负载(如果不是大多数)是配置为使用直流(DC)来操作的DC负载。因此,必须在每个DC负载处提供电力变换级以将由AC电力分配系统所提供的AC电力变换为可由DC负载使用的DC电力。然而,在每个DC负载处所提供的从AC电力变换到DC电力的电力变换级增加了电力分配系统的重量、大小以及部件的数量。此外,在每个DC负载处所提供的从AC电力变换到DC电力的电力变换级可能降低电力分配系统的可靠性和/或可维护性。

### 发明内容

[0003] 在一个实施例中,提供一种用于飞行器的直流(DC)电力分配系统。该系统包括DC系统总线,配置为从电源运送电力到多个电负载。电负载运载于飞行器。DC系统总线包括负载侧。该系统包括在DC系统总线的负载侧串联电耦合到DC系统总线的多个电力变换器模块。电力变换器模块配置为电附连到电负载的对应子集。至少一个电力变换器模块配置为响应于故障而短路,以便该至少一个电力变换器模块不供应电力给电负载的对应子集。

[0004] 在另一实施例中,一种飞行器包括机身、机身运载的电源、机身运载的多个电负载以及直流(DC)电力分配系统。DC电力分配系统包括具有电源侧和负载侧的DC系统总线。DC系统总线在电源侧电耦合到电源。多个电力变换器模块电附连到电负载的对应子集。电力变换器模块在负载侧串联电耦合到DC系统总线,用于从DC系统总线运送电力到电负载。至少一个电力变换器模块配置为响应于故障而短路,以便该至少一个电力变换器模块不供应电力给电负载的对应子集。

[0005] 在又一实施例中,提供一种用于飞行器的直流(DC)电力分配系统。该系统包括DC系统总线,配置为从电源运送电力到多个电负载。电负载运载于飞行器。DC系统总线具有负载侧。多个电力变换器模块在DC系统总线的负载侧串联电耦合到DC系统总线。电力变换器模块配置为电附连到电负载的对应子集。系统还包括控制器,电耦合到DC系统总线。控制器配置为将DC系统总线的电流维持在所命令的值(commanded value)。

### 附图说明

[0006] 图1是飞行器的一实施例的示意图。

[0007] 图2是图示图1中所示出的飞行器的直流(DC)电力分配系统的一实施例的电路图。

[0008] 图3是图示用于响应图2中所示出的DC电力分配系统中的故障的方法的一实施例的流程图。

[0009] 图4是图示用于与图2中所示出的系统一起使用的DC到DC变换器的另一实施例的电路图。

[0010] 图5是图示用于与图2中所示出的系统一起使用的DC到DC变换器的另一实施例的电路图。

[0011] 图6是图示图1中所示出的飞行器的DC电力分配系统的另一实施例的电路图。

[0012] 图7是图示图1中所示出的飞行器的DC电力分配系统的另一实施例的电路图。

### 具体实施方式

[0013] 在结合附图阅读时,将更好地理解某些实施例的以下详细描述。应该理解的是各实施例不限于附图中所示出的布置和手段。

[0014] 如本文所使用的,以单数叙述并冠以词语“一”的元件或步骤应该理解为不排除多个所述元件或步骤,除非明确地声明了这样的排除。此外,“一个实施例”的提及并不旨在解释为排除也并入所叙述的特征的附加的实施例的存在。此外,除非明确地相反地声明,“包括”或“具有”具有特定性质的元件或多个元件的实施例可包括不具有那个性质的附加的这样的元件。

[0015] 各实施例提供用于飞行器的直流(DC)电力分配系统。例如,DC电力分配系统和飞行器的各实施例包括配置为响应于故障而短路的电力变换器模块。此外,并且例如,DC电力分配系统和飞行器的各实施例包括配置为将DC系统总线的电流维持在所命令的值的控制器。各实施例的至少一个技术效果是占据更少空间的电力分配系统和/或具有减少的成本、减少的复杂性、减少的部件数量和/或增加的效率的电力分配系统。各实施例的至少一个其它技术效果是来自电力分配系统的一个或多个DC断路器的消除。

[0016] DC电力分配系统的各实施例可以在任何类型的飞行器中实现。本文相对于固定翼飞机描述和图示DC电力分配系统的实施例。然而,本文所描述和/或图示的DC电力分配系统的各实施例不限于固定翼飞机,而是本文所描述和/或图示的DC电力分配系统的各实施例可以与具有任何其它设计、结构、配置、布置和/或类似的任何其它类型的飞行器一起使用,除了其它的以外,还例如但不限于航空器、电力升力飞行器和/或旋翼机。

[0017] 图1是飞行器10的一实施例的示意图。在所图示的实施例中,飞行器10是固定翼客机。飞行器10包括机身12、电源14、多个电负载16以及DC电力分配系统18。电源14和电负载16运载于机身12。具体地,将电源14和电负载16安置于机身12上和/或机身12中的各种位点,以便电源14和电负载16在飞行器10的飞行期间由机身12运送。DC电力分配系统18包括配置为(例如,在操作上连接在电源14和电负载16之间)从电源14运送电力到电负载16的DC系统总线20。DC电力分配系统18的各实施例将在以下更详细地描述。

[0018] 电源14可以是任何类型的电源,例如发电装置或存储装置。在所图示的实施例中,电源14是与飞行器10的引擎22关联的涡轮发电机。除了其它以外,电源14的其它示例还作为发电装置,包括发电机和/或太阳能电池。除了其它以外,电源14的示例还作为存储装置,

包括燃料电池、电池组、飞轮和/或电容器。在所图示的实施例中,电源14是交流(AC)电源。备选地,电源14是DC电源。尽管示出为位于飞行器10的引擎22,但电源14可以位于沿着机身12的任何其它位点。此外,尽管仅示出一个,但飞行器10可包括任何数量的电源14。当飞行器10包括多个电源14时,每个电源14可以是任何类型的电源、可以位于沿着机身12的任何位点、可以是DC或AC电源、和/或可以或可以不在操作上连接到DC电力分配系统18用于供应电力给电负载16。

[0019] 图1中在沿着机身12的各位点示出电负载16的子集24。每个子集24可包括任何数量的电负载16。在一些实施例中,一个或多个子集24仅包括单个电负载16。当子集24包括两个或者更多电负载16时,子集24的所有电负载16可以是相同的类型,或子集16可包括两种或者更多不同类型的电负载16。

[0020] 在图1中示出的沿着机身12的子集24的位点和样式仅仅是举例。每个子集24可具有沿着机身12的任何其它位点并且子集24可以按相对于彼此的任何其它样式来布置。此外,仅用于说明性的目的,相同的子集24的电负载16在图1中示出为在沿着机身12的相同的位点分组在一起。相同的子集24的电负载16不需要位于沿着机身12的相同的位点。而是,每个电负载16可具有沿着机身12的任何位点,无论此位点是否是相同的或邻近于相同的子集24的一个或多个其它电负载16的位点。换句话说,电负载12不是基于电负载12的位点在子集24中分组在一起。而是,电负载16基于对电负载16的组(即,子集24)公共的DC电力分配系统18的对应电力变换器模块26(在图2中示出)而在子集24中分组在一起。飞行器10可包括任何数量的子集24。每个子集24中的电负载16可以相对于彼此串联、并联和/或其组合而电耦合到对应电力变换器模块26。电力变换器模块26在本文还可以被称为“负载电力变换器模块”。

[0021] 每个子集24的每个电负载16可以是任何类型的电负载。除了其它以外,电负载16的示例还包括飞行控制、航空电子设备、显示器、仪器、传感器、厨房烤箱、加热器、冷冻单元、照明、风扇、除冰和防结冰系统、引擎管理系统、飞行管理系统、启动器、启动器-发电机、环境控制、增压系统、娱乐系统、微波、武器系统和/或相机。每个子集24的每个电负载16可以是DC负载或AC负载。当子集24包括多个电负载16时,子集24的所有电负载16是DC负载或子集24的所有电负载16是AC负载。

[0022] 除了电负载16以外,飞行器10还可包括未在操作上连接到DC电力分配系统18的其它电负载(未示出)。例如,飞行器12可包括从电源14和/或从飞行器10运载的其它电源接收电力以将电力供应给这样的其它电负载的其它电力分配系统(未示出)。

[0023] 图2是图示DC电力分配系统18的一实施例的电路图。系统18包括DC系统总线20、电力变换器模块28以及一个或多个电力变换器模块26。系统18还可包括控制器30。DC系统总线20包括电源侧32和负载侧34。DC系统总线20在电源侧32电耦合到电源14,用于从电源14接收电力。具体地,DC系统总线20通过电力变换器模块28电耦合到电源14,该电力变换器模块28电耦合在电源14和DC系统总线20的电源侧32之间。电力变换器模块28串联电耦合到DC系统总线20,用于从电源14运送电力到DC系统总线20。

[0024] 电力变换器模块26在DC系统总线20的负载侧34串联电耦合到DC系统总线20。电力变换器模块26电附连到电负载16的对应子集24。换句话说,每个电力变换器模块26电耦合在DC系统总线20的负载侧34与电负载16的一个或多个对应子集24之间。电力变换器模块26

从DC系统总线20运送电力到对应子集24的电负载16。

[0025] 控制器30可以电耦合到DC系统总线20、电力变换器模块28和/或一个或多个电力变换器模块26,用于控制DC系统总线20、电力变换器模块28和/或一个或多个电力变换器模块26的操作。DC系统总线20和到DC系统总线20的串联形成了DC电流沿其流动的DC环。如将在以下更详细地描述的,控制器30可以配置为将DC环的电流维持在所命令的值。如也将在以下描述的,至少一个电力变换器模块26可以配置为响应于故障而短路以旁路向电负载16的对应子集24的电力供应。在一些实施例中,控制器30不是直接电耦合到一个或多个电力变换器模块26,而是通过电力变换器模块28和/或DC系统总线20电耦合到电力变换器模块26。

[0026] 在所图示的实施例中,如以上所描述的,电源14是AC电源。电力变换器模块28包括AC到DC变换器38和DC到DC变换器40。连接42(图示为电容器)将变换器38和40电耦合在一起。AC到DC变换器38电耦合到电源14并将从电源14接收的AC电力变换为DC电力。DC到DC变换器40电耦合到DC系统总线20的电源侧32,用于将由AC到DC变换器38变换的DC电力供应给DC系统总线20。

[0027] DC到DC变换器40在所图示的实施例中包括两个开关44和46。然而,在其它实施例中,DC到DC变换器40可额外地或备选地包括其它部件、配置和/或类似的。在所图示的实施例中,AC到DC变换器38包括多个二极管48。然而,AC到DC变换器38可额外地或备选地包括其它部件、配置和/或类似的。例如,AC到DC变换器38可包括一个或多个开关。

[0028] 在所图示的实施例中,由电源14供应给电力变换器模块28的电压是可变的,但是电力变换器模块28将大体上恒定的电压输送给DC系统总线20。备选地,由电源14供应的电压大体上是恒定的和/或电力变换器模块28将可变电电压输送给DC系统总线20。在一些实施例中,也可能是由电源14供应给电力变换器模块28的电压是可变的并且电力变换器模块28将可变电电压输送给DC系统总线20。电力变换器模块28在本文还可以被称为“电源电力变换器模块”。

[0029] 在所图示的实施例中,电负载16的四个子集24a-24d串联电耦合到DC系统总线20。然而,任何数量的子集24可以电耦合到DC系统总线20。子集24a-24c分别通过对应电力变换器模块26a-26c电耦合到DC系统总线20。在所图示的实施例中,子集24a包括作为AC负载的多个电负载16a,子集24b包括作为DC负载的多个电负载16b,以及子集24c包括作为DC负载的单个电负载16c。子集24a的电负载16a相对于彼此并联电耦合到对应电力变换器模块26a,而子集24b的电负载16b相对于彼此串联电耦合到对应电力变换器模块26b。子集24d表示可以串联电耦合到DC系统总线20的一个或多个其它(无论是AC或DC)电负载16。子集24d可以或不通过对应电力变换器模块(未示出)电耦合到DC系统总线20。

[0030] 电力变换器模块26a包括DC到AC变换器50和DC到DC变换器52。连接54(图示为电容器)将变换器50和52电耦合在一起。DC到AC变换器50将从DC系统总线20接收的DC电力变换为AC电力,用于由AC负载16a使用。在所图示的实施例中,DC到AC变换器50包括多个开关56。然而,DC到AC变换器50可额外地或备选地包括其它部件、配置和/或类似的。例如,DC到AC变换器50可包括一个或多个二极管(未示出)。

[0031] DC到DC变换器52用于在电负载16a的子集24a控制或调节电压。例如,DC到DC变换器52可适配或调整到电负载16a的子集24a的需要的电压。此外,如将在以下所描述的,DC到

DC变换器52可用于将电力变换器模块26a短路。在所图示的实施例中,DC到DC变换器52是桥式变换器。具体地,DC到DC变换器52包括两个二极管-开关对58和60以及两个端子62和63。二极管-开关对58包括二极管64和开关66,而二极管-开关对60包括二极管68和开关70。端子62和63配置为当两个开关66和70都打开时通过二极管64和68将电力供应到电负载16a的子集24a。在其它实施例中,DC到DC变换器52可额外地或备选地包括其它部件、配置和/或类似的。

[0032] 电力变换器模块26b包括DC到DC变换器72,其用于在电负载16b的子集24b控制或调节电压。例如,DC到DC变换器72可适配或调整到电负载16b的子集24b的需要的电压、和/或变换器72可用于将电力变换器模块26b短路。额外地或备选地,电力变换器模块26b在外部短路(例如,使用开关69)。在所图示的实施例中,DC到DC变换器72是桥式变换器,其包括两个二极管-开关对78和80以及两个端子82和83。DC到DC变换器72还包括连接74(图示为电容器)。二极管-开关对78和80具有相应二极管84和88以及相应开关86和90。端子82和83配置为当两个开关86和90都打开时通过二极管84和88将电力供应给电负载16b的子集24b。所图示的实施例以外或备选地,在其它实施例中DC到DC变换器72可包括其它部件、配置和/或类似的。

[0033] 电力变换器模块26c大体上类似于电力变换器模块26b,并且因此将不在本文更详细描述。

[0034] 如以上所描述的,控制器30可以配置为将沿着DC环流动的电流维持在所命令的值。换句话说,控制器30可以配置为将DC系统总线20的DC电流维持在所命令的值。当将沿着DC系统总线20流动的电流维持在所命令的值时,进入每个电力变换器模块26和从每个电力变换器模块26出来的电流的值近似与从电力变换器模块28供应的值相同。所命令的值可以是任何值。在一些实施例中,所命令的值是范围内的值。当所命令的值是范围并且将沿着DC系统总线20流动的电流维持在所命令的值时,如从电力变换器模块28供应的那样电流的值保持在范围内并且进入每个电力变换器模块26和从每个电力变换器模块26出来。所命令的值可以在系统18的操作周期期间和/或系统18的操作周期之间偶尔调整。

[0035] 所命令的值可以选择为用于由电负载16的子集24所使用的电力的量的合适的值。在一些实施例中,选择所命令的值为支持由电力变换器模块26的任何一个使用的最大电流值以供应所希望的电力的量给对应电负载16的最小需要。换句话说,在一些实施例中,所命令的值取决于电负载16的要求或需求。在一些实施例中,从系统18供应电力的电负载16选择为消耗相对类似的电力的量的负载,例如但不限于,彼此近似20%内或彼此的近似10%内。选择消耗相对类似的电力的量的负载可改进系统18的效率。例如,因为电力变换器模块26将操作于相对类似的状况,所以对于供应的电力的量和/或对于所希望的应用可以优化模块26。

[0036] 在所图示的实施例中,控制器30配置为使用电力变换器模块28将沿着DC系统总线20流动的电流维持在所命令的值。具体地,电力变换器模块28的DC到DC变换器40用于将DC系统总线20的电流维持在所命令的值。使用DC到DC变换器40,控制器30操作DC到DC变换器40的开关44和46以驱动DC系统总线20的电流到所命令的值。反馈环可用于使控制器30能确定所命令的值。

[0037] 至少一个电力变换器模块26可以配置为响应于故障而短路。当短路时,电力变换



器模块26不将电力供应给对应电负载16(即,电附连于特定电力变换器模块26的负载16)。例如,特定电力变换器模块26的DC到DC变换器(例如,变换器52或变换器72)可通过在特定电力变换器模块26的连接(例如,连接54或连接74)中提供短路来旁路向电负载16的对应子集24的电力供应。特定电力变换器模块26由此沿着DC系统总线20被旁路。可以通过将电压改变为零或任何标称值(例如但不限于,正或负近似270伏特或更低、或正或负近似700伏特或更低)来提供短路。

[0038] 在所图示的实施例中,特定电力变换器模块26的DC到DC变换器通过关闭其任一个开关(例如,开关66、70、86或90)来在连接中提供短路。然而,电力变换器模块26的每个DC到DC变换器(例如,变换器52和72)可额外地或备选地包括使DC到DC变换器能短路对应电力变换器模块26的任何其它部件、配置和/或类似的。控制器30可以配置为发送命令信号给电力变换器模块26的DC到DC变换器,用于控制其开关(例如,开关66、70、86或90)的操作。

[0039] 当特定电力变换器模块26如以上所描述地短路时,DC系统总线20的电流仍然供应到电负载16的对应子集24。在一些实施例中,当对应电力变换器模块26如以上所描述地短路时,DC系统总线20的电流可以仍然以所命令的值供应到电负载16的特定子集24。通过在故障发生时短路特定电力变换器模块26,控制器30响应于故障而不中断电流向对应于特定电力变换器模块26的电负载16的子集24流动。换句话说,控制器30配置为响应于故障而控制特定电力变换器模块26的电压,而不是中断向对应于特定电力变换器模块26的电负载16的子集24的电流供应。

[0040] 响应于故障而短路电力变换器模块26可启用一个或多个DC断路器(未示出)从系统18的消除。DC断路器可能相对昂贵的、可能是相对复杂的和/或可能具有可靠性问题。在一些实施例中,电力变换器模块26的DC到DC变换器的开关(例如,开关66、70、86或90)比DC断路器具有更少的电流中断能力。此外,在一些实施例中,沿着DC系统总线20流动的电流的所命令的值选择为足够低到使电力变换器模块26的DC到DC变换器的开关能短路对应电力变换器模块26的值。在其它实施例中,沿着DC系统总线20流动的电流的所命令的值不影响电力变换器模块26的DC到DC变换器的开关的短路对应电力变换器模块26的能力。在一些实施例中,电力变换器模块26的DC到DC变换器的开关的相对快速的动作使能在发生故障时系统18中的更好的选择性和/或保护动作的协调。

[0041] 当旁路一个或多个其它电力变换器模块26(在短路状况下)时,每个电力变换器模块26配置为独立地保持在操作中。换句话说,当一个或多个其它电力变换器模块26被短路时,一个或多个电力变换器模块26可供应电力到电负载16的对应子集24。当旁路一个或多个电力变换器模块26时,DC系统总线20的电压等于保持在操作中(即,没有被旁路)的电力变换器模块26的电压之和。控制器30可调整从电力变换器模块28所输送的电压以将DC系统总线20的电流维持在所命令的值。因此,可以通过适配DC系统总线20的电压来瞬时地、在线地和/或动态地适配传送到电负载16的电力的总量。

[0042] 个别地旁路一个或多个电力变换器模块26而不中断系统18的剩余部件的操作的能力使能系统18的更容易的维护。例如,通过个别地旁路一个或多个电力变换器模块26,可以将系统18的电力变换器模块26和/或其它部件取出,用于维护、修理和/或替换,而系统18的剩余部件保持在操作中。除了短路一个或多个电力变换器模块26以外或备选地,电力变换器模块28可以能够被短路以增强系统18的旁路能力。例如,可以短路电力变换器模块28

(例如,使用具有使能这样的短路的电路拓扑的模块28的DC到DC变换器)以旁路电负载16的所有子集24。

[0043] 由DC系统总线20形成的DC环和到其的串联耦合可以通过阻抗92接地,例如,以避免来自不接地(pole-to-earth)故障的中断。阻抗92可以具有充分的幅度以提供用于跨DC系统总线20的电压差的绝缘。

[0044] 尽管本文仅参考单个电源14来描述DC电力分配系统18,但是应理解,系统18可以电耦合到任何数量的电源用于从其接收电力。此外,系统18可包括电耦合在DC系统总线20和电源14之间的任何数量的电力变换器模块28用于从电源14运送电力到DC系统总线20。尽管仅示出一个控制器30,但是本文所描述的和/或图示的控制器30的功能、操作、动作和/或类似的可以由除了控制器30以外或作为控制器30的备选的一个或多个其它控制器来执行。例如,电力变换器模块28和/或一个或多个电力变换器模块26可包括控制器(未示出),该控制器执行本文所描述和/或图示的控制器30的一个或多个功能、操作、动作和/或类似的。

[0045] 图3是图示用于在DC电力分配系统18(在图2中示出)中响应故障的方法100的一实施例的流程图。在一些实施例中,方法100包括在102将DC系统总线20的电流维持在所命令的值。例如,控制器30可使用电力变换器模块的DC到DC变换器40(其所有在图2中示出)来将DC系统总线20的电流维持102在所命令的值。

[0046] 在104,方法100包括检测故障。例如,可以在电负载16中、在电力变换器模块26中和/或在系统18的任何其它部件中检测故障。故障可以是任何类型的故障,除了其它以外,还例如但不限于失灵和/或失效。控制器30可检测故障。一旦在104检测到故障,方法100包括通过在106旁路与该故障关联的电力变换器模块26来响应该故障。通过与故障关联,意味着故障发生在电力变换器模块26中和/或在对应电负载16中。在106旁路与故障关联的电力变换器模块26包括在106a短路与故障关联的电力变换器模块26。在一些实施例中,方法100包括在108调整从电力变换器模块28输送的电压以将DC系统总线20的电流维持在所命令的值。

[0047] 图4是图示用于在电力变换器模块26(在图2中示出)中使用的DC到DC变换器152的另一实施例的电路图。例如,可以使用DC到DC变换器152替换DC到DC变换器52(在图2中示出)或DC到DC变换器72(在图2中示出)。DC到DC变换器152用来在电负载16(在图1和2中示出)的对应子集24(在图1和2中示出)中控制或调节电压。例如,DC到DC变换器152可将电压适配到对应子集24的需要和/或变换器152可用于短路对应电力变换器模块26。

[0048] DC到DC变换器152包括两个开关186和190、两个端子182和183以及连接174(图示为电容器)。端子182和183配置为当两个开关186和190都打开时通过连接174供应电力到电负载16的对应子集24。DC到DC变换器152配置为通过闭合任一个开关186或190来短路对应电力变换器模块26。然而,除图示的实施例以外或备选地,DC到DC变换器152可包括使DC到DC变换器152能短路对应电力变换器模块26的任何其它部件、配置和/或类似的。

[0049] 图5是图示用于在电力变换器模块26(在图2中示出)中使用的DC到DC变换器252的另一实施例的电路图。DC到DC变换器252用来在电负载16(在图1和2中示出)的对应子集24(在图1和2中示出)中控制或调节电压。例如,DC到DC变换器252可将电压适配到对应子集24的需要。此外,并且例如,DC到DC变换器252可用于短路对应电力变换器模块26。

[0050] DC到DC变换器252包括二极管-开关对278、两个端子282和283以及连接274(图示

为电容器)。二极管-开关对278包括二极管284和开关286。端子282和283配置为当开关286打开时通过二极管284和连接274供应电力给电负载16的对应子集24。DC到DC变换器252配置为通过闭合开关286来短路对应电力变换器模块26。然而,除了图示的实施例以外或备选地,DC到DC变换器252可包括使DC到DC变换器252能短路对应电力变换器模块26的任何其它部件、配置和/或类似的。

[0051] 图6是图示DC电力分配系统318的另一实施例的电路图。系统318包括DC系统总线320、电力变换器模块328以及一个或多个电力变换器模块326。系统318还可包括控制器330。电力变换器模块328电耦合在电源14和DC系统总线320之间用于从电源14运送电力到DC系统总线320。电力变换器模块326串联电耦合到DC系统总线320。电力变换器模块326电附连到电负载16的对应子集24用于从DC系统总线320运送电力到对应子集24的电负载16。控制器330可以电耦合到DC系统总线320、电力变换器模块328和/或一个或多个电力变换器模块326用于控制其操作。DC系统总线320和到DC系统总线320的串联耦合形成DC电流沿着其流动的DC环。

[0052] 控制器330可以配置为将DC环的电流维持在所命令的值。至少一个电力变换器模块326可以配置为响应于故障而短路以旁路向电负载16的对应子集24的电力供应。

[0053] 电力变换器模块328包括AC到DC变换器338和DC到DC变换器340。连接342(图示为电容器)将变换器338和340电耦合在一起。AC到DC变换器338电耦合到电源14并将将从电源14接收的AC电力变换为DC电力。DC到DC变换器340电耦合到DC系统总线320,用于将由AC到DC变换器338变换的DC电力供应给DC系统总线320。

[0054] DC到DC变换器340是包括两个二极管-开关对358和360以及两个端子362和363的桥式变换器。二极管-开关对358包括二极管364和开关366,而二极管-开关对360包括二极管368和开关370。端子362和363配置为当两个开关366和370都打开时通过二极管364和368供应电力给DC系统总线320。

[0055] 在所图示的实施例中,由电源14供应给电力变换器模块328的电压是可变的,但是电力变换器模块328输送大体上恒定的电压给DC系统总线320。备选地,由电源14供应的电压是大体上是恒定的和/或电力变换器模块328输送可变的电压给DC系统总线320。在一些实施例中,也可能是由电源14供应给电力变换器模块328的电压是可变的并且电力变换器模块328输送可变的电压给DC系统总线320。电力变换器模块328在本文可以被称为“电源电力变换器模块”。

[0056] 在所图示的实施例中,电负载16的四个子集24e-24h串联电耦合到DC系统总线320。然而,任何数量的子集24可以电耦合到DC系统总线320。子集24e-24h分别通过对应电力变换器模块326e-326g电耦合到DC系统总线320。在所图示的实施例中,子集24e包括作为AC负载的单个电负载16e,子集24f包括作为AC负载的多个电负载16f,以及子集24g包括作为AC负载的单个电负载16g。子集24f的电负载16f相对于彼此并联电耦合到对应电力变换器模块326f。子集24h表示可串联电耦合到DC系统总线320的一个或多个其它(无论是AC或DC)电负载16。子集24h可以或不通过对应电力变换器模块(未示出)电耦合到DC系统总线320。

[0057] 图7是图示DC电力分配系统418的另一实施例的电路图。系统418包括DC系统总线420、电力变换器模块428以及一个或多个电力变换器模块426。系统418还可包括控制器

430。电力变换器模块428电耦合在电源14和DC系统总线420之间,用于从电源14运送电力到DC系统总线420。电力变换器模块426电耦合在DC系统总线420和电负载16的对应子集24之间,用于从DC系统总线420运送电力到电负载16。控制器430可以电耦合到DC系统总线420、电力变换器模块428和/或一个或多个电力变换器模块426用于控制其操作。DC系统总线420和到DC系统总线420的串联耦合形成DC电流沿着其流动的DC环。

[0058] 控制器430可以配置为将DC环的电流维持在所命令的值。至少一个电力变换器模块426可以配置为响应于故障而短路,以旁路向电负载16的对应子集24的电力供应。

[0059] 在所图示的实施例中,电负载16的四个子集24i-24l串联电耦合到DC系统总线420。然而,任何数量的子集24可以电耦合到DC系统总线420。子集24i-24k分别通过对应电力变换器模块426i-426k电耦合到DC系统总线420。在所图示的实施例中,子集24i包括作为AC负载的彼此并联电耦合到对应电力变换器模块426i的多个电负载16e。子集24k包括作为DC负载的单个电负载16k。子集24l表示可以串联电耦合到DC系统总线420的一个或多个其它(无论是AC或DC)电负载16。子集24l可以或不通过对应电力变换器模块(未示出)电耦合到DC系统总线420。

[0060] 子集24j包括作为DC负载的多个电负载16j。另一DC系统总线520电耦合在电力变换器模块426j和电负载16j的子集24j之间。电力变换器模块426j和子集24j的电负载16j串联电耦合到DC系统总线520。DC系统总线520和到DC系统总线520的串联耦合形成DC电流沿着其流动的DC环。在一些实施例中,电负载16j使用对应电力变换器模块(未示出)电耦合到DC系统总线520。一个或多个控制器(未示出)可以电耦合到DC系统总线520、电力变换器模块426j和/或电负载16j的一个或多个对应电力变换器模块。每个控制器可以是单独的部件或可以是电力变换器模块426j的部件和/或电负载16j的对应电力变换器模块的部件。控制器可以配置为将DC系统总线520的电流维持在所命令的值。额外地或备选地,控制器430可以配置为将DC系统总线520的电流维持在所命令的值。电负载16j的一个或多个对应电力变换器模块可以配置为响应于故障而短路。此外,在一些实施例中,每个电负载16j包括多个电负载。

[0061] 本文所描述和/或图示的每个开关(例如,开关56、66、70、86、90、186、190、286、366以及370)可以是任何类型的开关,除了其它以外,还例如但不限于栅极关断晶闸管(GTO)、绝缘栅双极晶体管(IGBT)和/或其它晶体管。本文所描述和/或图示的电力变换器模块(例如,电力变换器模块26、28以及328)可以是三相电力变换器,例如但不限于,两电平变换器、三电平变换器或两电平变换器和三电平变换器的组合。其它示例包含更多数量的电平。

[0062] 应该注意到各实施例可以以硬件、软件或其组合来实现。各实施例和/或部件,例如模块或其中的部件和控制器,也可实现为一个或多个计算机或处理器的一部分。计算机或处理器可包括计算装置、输入装置、显示单元以及例如用于访问因特网的接口。计算机或处理器可包括微处理器。微处理器可以连接到通信总线。计算机或处理器还可包括存储器。存储器可包括随机存取存储器(RAM)和只读存储器(ROM)。计算机或处理器还可包括存储装置,其可以是硬盘驱动或可移除存储驱动(例如固态驱动、光盘驱动等)。存储装置还可以是用于将计算机程序或其它指令装载进计算机或处理器的其它类似器件。

[0063] 如本文所使用的,术语“计算机”或“模块”可包括任何基于处理器的或基于微处理器的系统,包括使用微控制器、精简指令集计算机(RISC)、ASIC、逻辑电路以及能够执行本

文所描述的功能的任何其它电路或处理器的系统。以上示例仅是示范性的，并且因此不旨在以任何方式限制术语“计算机”的定义和/或意思。

[0064] 计算机或处理器执行存储于一个或多个存储元件的指令集，以便处理输入数据。存储元件还可如所希望或所需要地存储数据或其它信息。存储元件可以是信息源或处理机器中的物理存储器元件的形式。

[0065] 该指令集可包含指示计算机或处理器作为处理机器以执行具体操作(例如本发明的各实施例的方法和过程)的各命令。该指令集可以是软件程序的形式。软件可以是例如系统软件或应用软件等各种形式，并且其可实施为有形的和非暂时性的计算机可读介质。另外，软件可以是单独的程序或模块、更大程序中的程序模块或程序模块的一部分的集合的形式。软件还可包含以面向对象编程的形式的模块化编程。可以响应操作员命令、或响应以前的处理的结果、或响应另一处理机器作出的请求而进行通过处理机器的输入数据的处理。

[0066] 如本文所使用的，术语“软件”和“固件”是可互换的，并且包含存储在存储器用于由计算机执行的任何计算机程序，该存储器包括RAM存储器、ROM存储器、EPROM存储器、EEPROM存储器以及非易失性RAM(NVRAM)存储器。以上的存储器类型仅是示范性的，并且因此不限制作为可用于计算机程序的存储的存储器的类型。

[0067] 要理解，以上描述旨在是说明性的而不是限制性的。例如，以上描述的实施例(和/或其方面)可以彼此组合使用。此外，可以作出许多修改以将特定情况或材料适用于本发明的教导而不背离其范围。本文所描述的尺寸、材料的类型、各部件的方位以及各部件的数量和位置旨在定义某些实施例的参数，并且决不是限制而仅是示范性实施例。当回顾以上描述时，在权利要求的精神和范围内的许多其它实施例和修改对本领域技术人员将是明显的。因此，本发明的范围应该参考所附的权利要求连同赋予这样的权利要求的等效的完整范围来确定。在所附的权利要求中，术语“包含”和“在其中”用作相应术语“包括”和“其中”的简单英语等效。此外，在以下权利要求中，术语“第一”、“第二”以及“第三”等仅用作标记，而并不旨在对其对象施加数值要求。另外，以下权利要求的限定不是以器件加供能的格式书写并且不旨在基于35 U.S.C. §112第六段来解释，除非并且直到这样的权利要求限定使用后接没有另外的结构的功能声明的短语“器件用于”来表达。

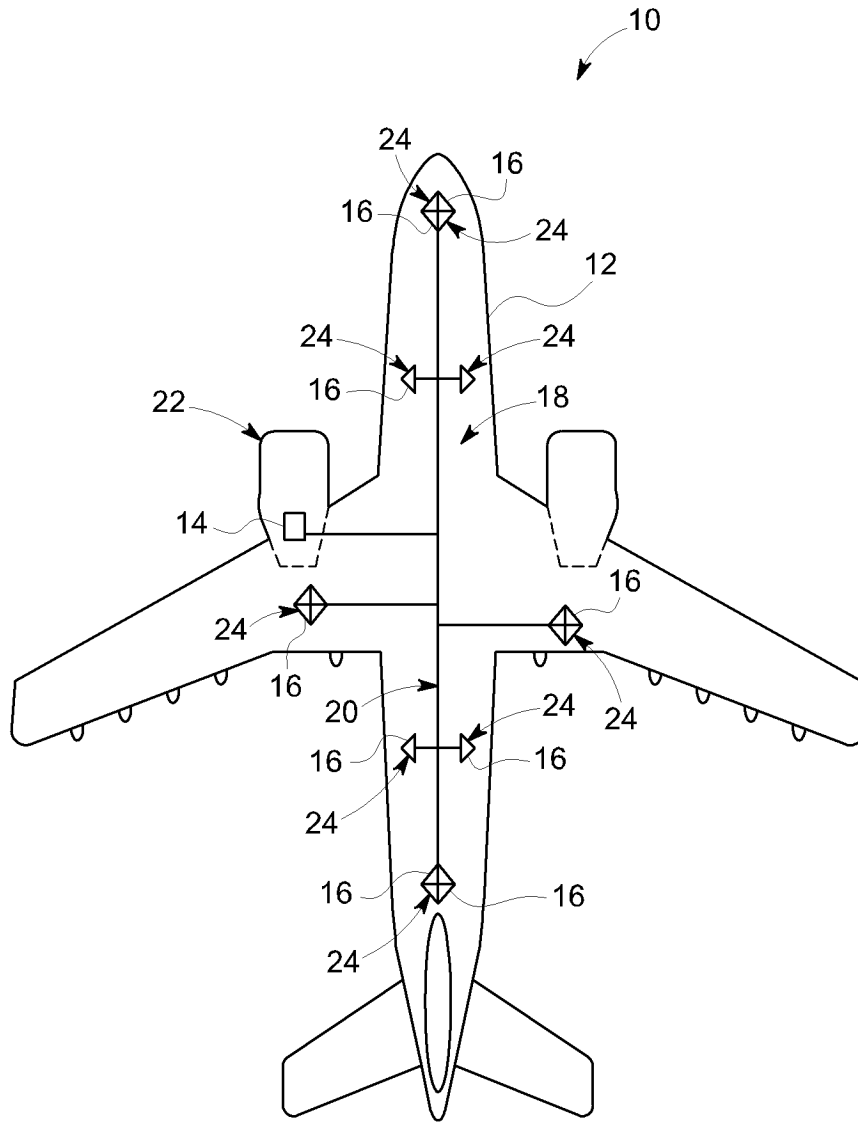


图 1

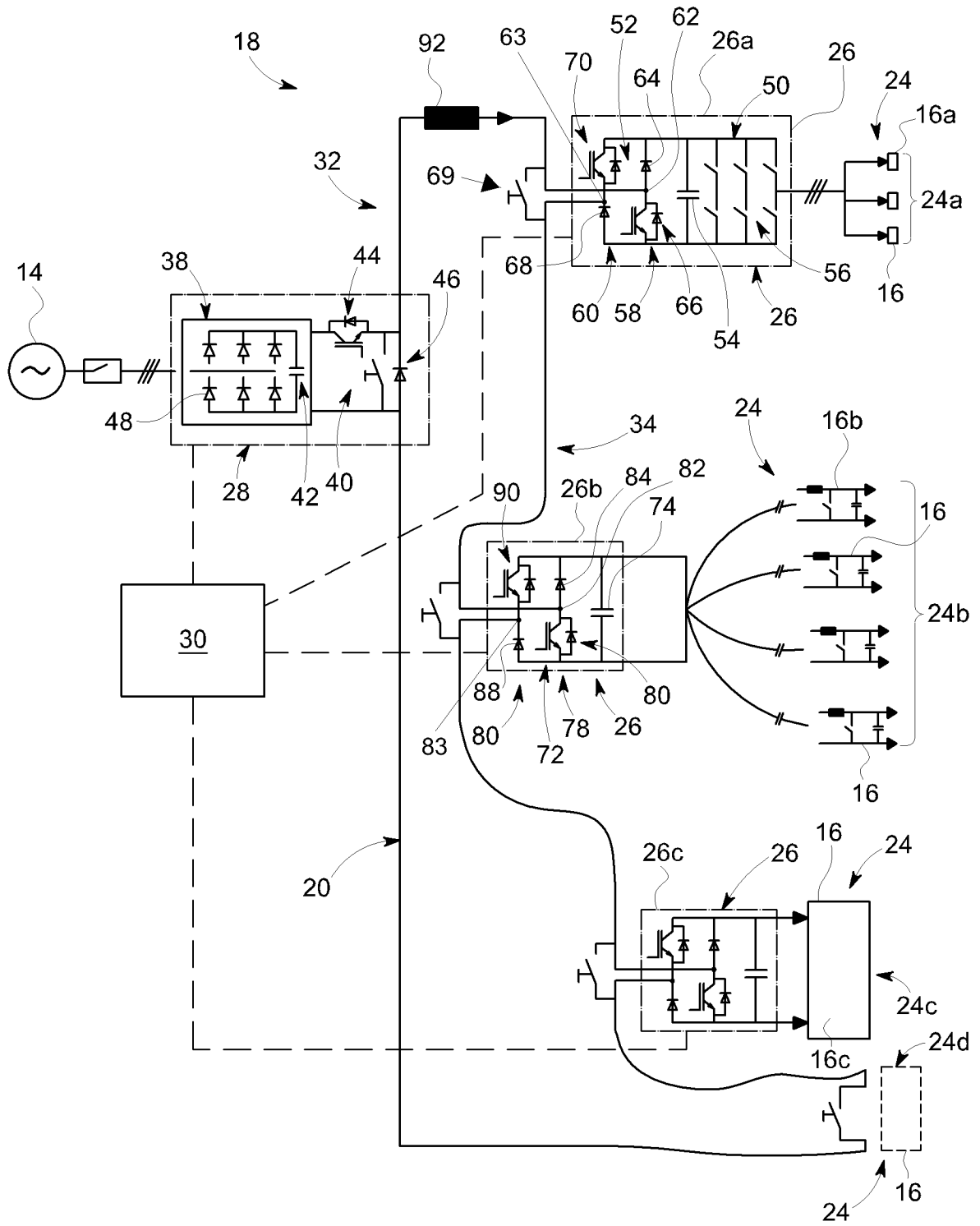


图 2

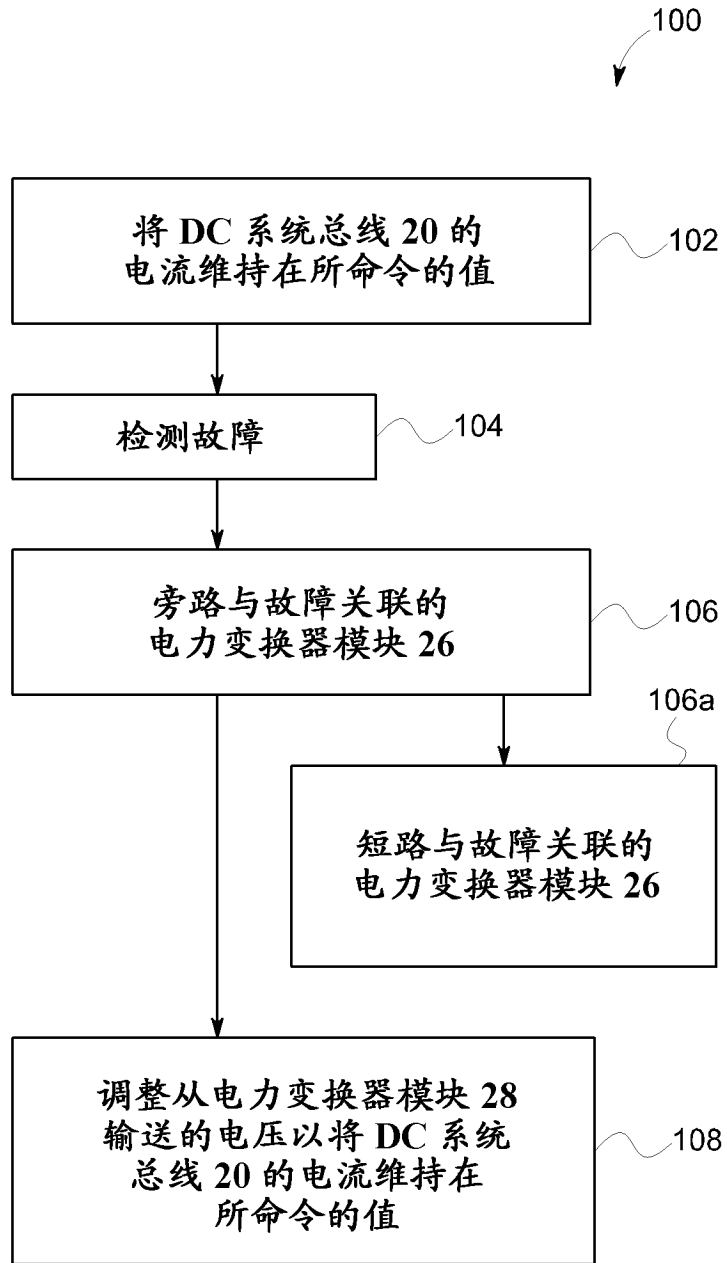


图 3



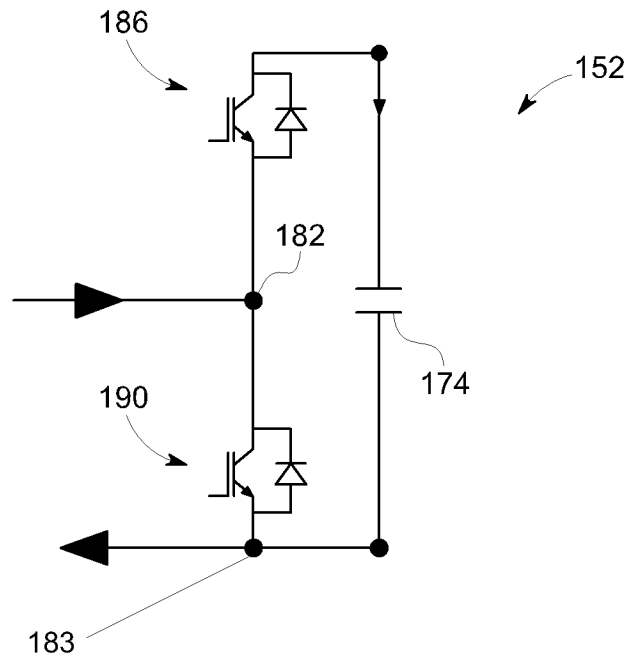


图 4

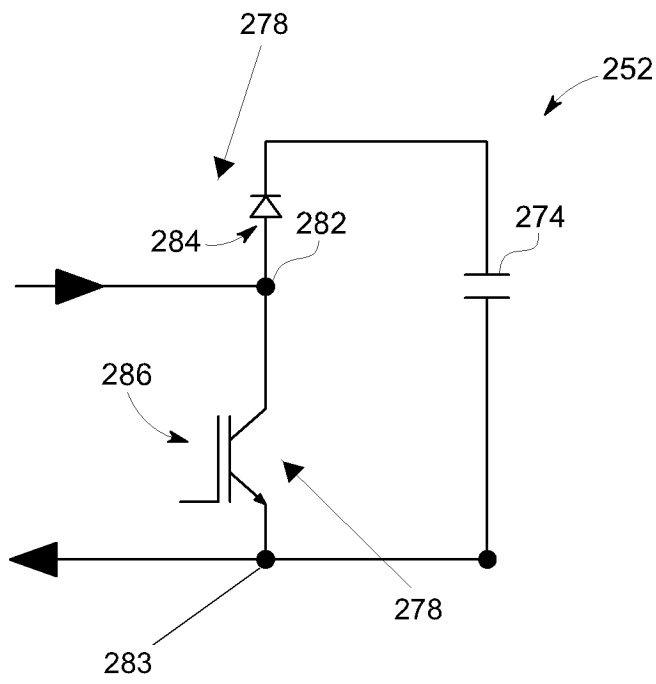


图 5

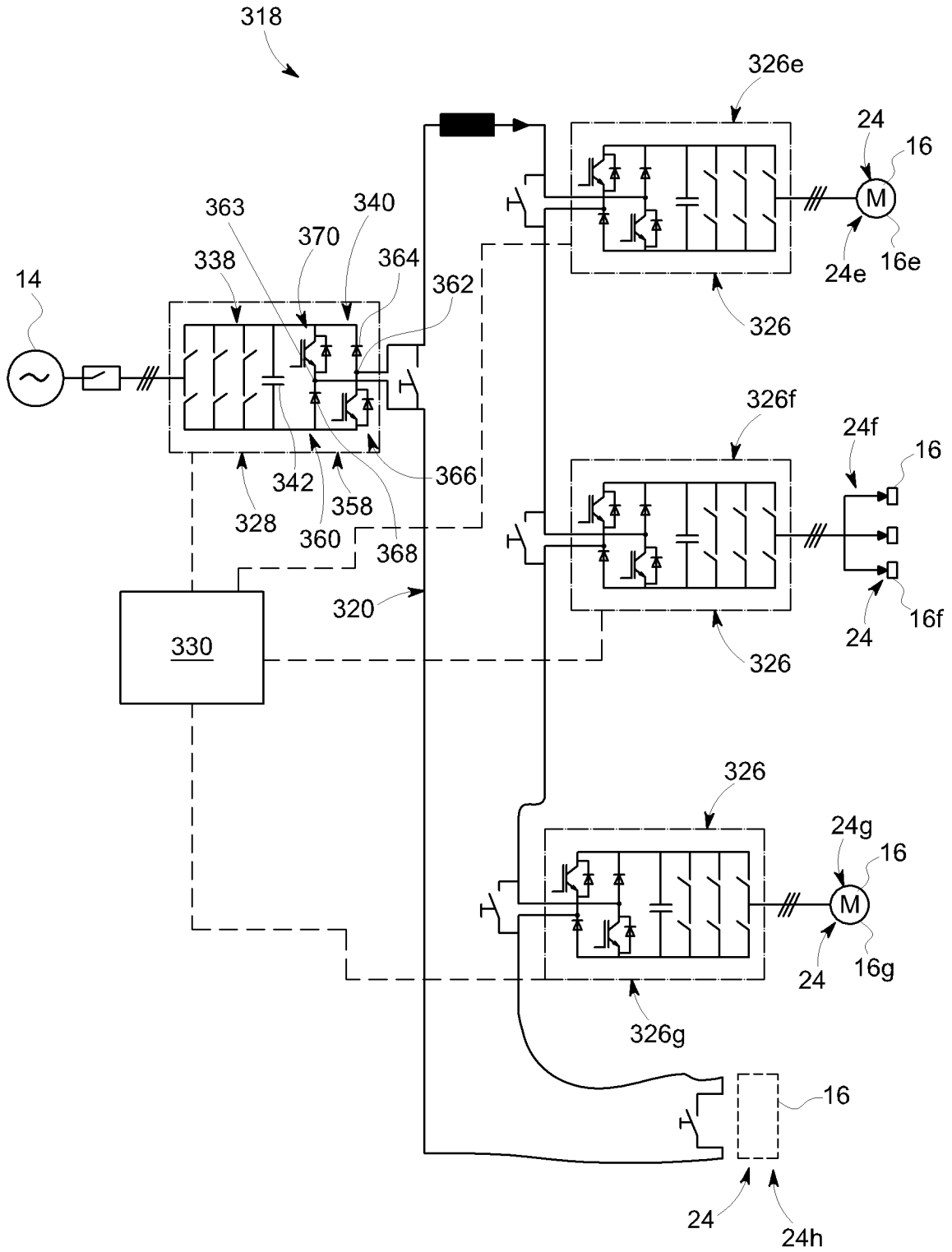


图 6

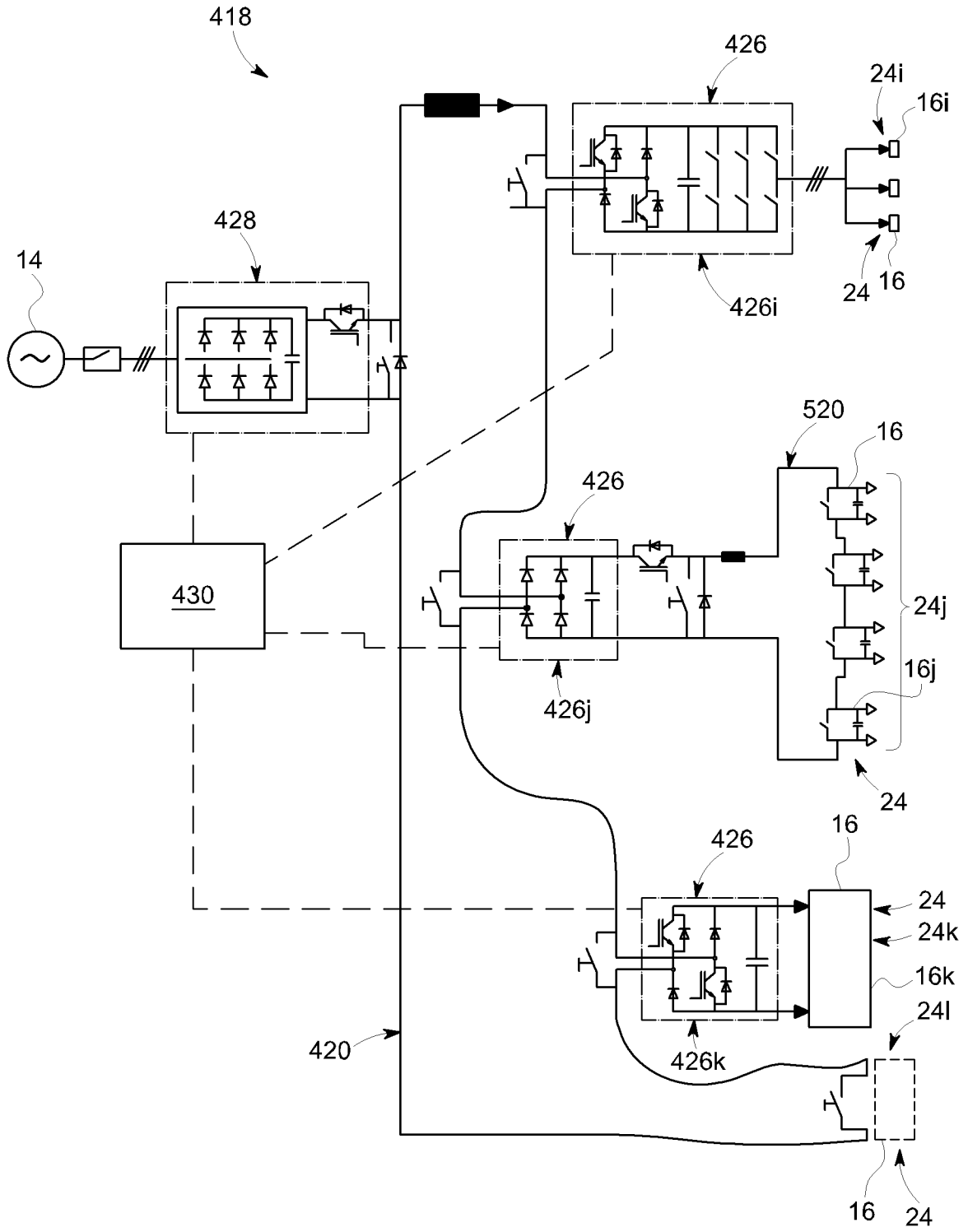


图 7