(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112527056 A
(43)申请公布日 2021.03.19

(21)申请号 202011308297.X

(22)申请日 2017.12.29

(30)优先权数据
15/395,323 2016.12.30 US
15/395,361 2016.12.30 US
15/395,756 2016.12.30 US

(62)分案原申请数据
201780074294.4 2017.12.29

(71)申请人 谷歌有限责任公司
地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 瓦伦·萨卡尔卡 乔提·萨斯特里 詹姆斯·肯尼迪 爱德华多·拉奥 克里斯托弗·格雷戈里·马隆 帕斯卡·卡姆

(74)专利代理机构 上海华诚知识产权代理有限公司 31300
代理人 肖华

(51)Int.Cl.
G06F 1/18(2006.01)
H05K 7/14(2006.01)

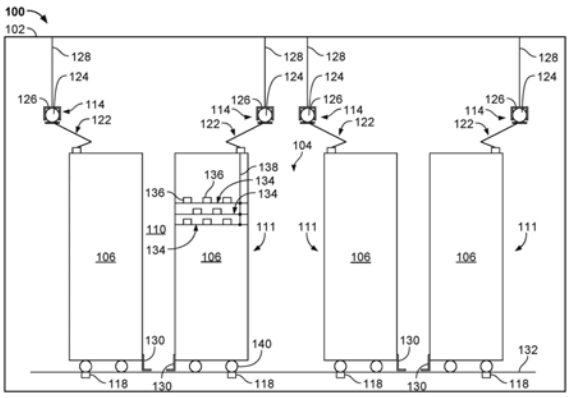
权利要求书2页 说明书23页 附图11页

(54)发明名称

向数据中心中的电子设备供电

(57)摘要

一种数据中心电力系统包括:电力导体,电力导体包括带电导体表面并且被配置为从电源通过数据中心的人员可居留工作空间输送直流(DC)电力;接地导体,接地导体被定位在人员可居留工作空间中并且与电力导体分离;第一电连接器,第一电连接器被配置为安装到支撑多个电子设备的数据中心机架,第一电连接器可移动以电接触电力导体的带电导体表面;以及第二电导体,第二电导体被定位在机架上并且被配置为与接地导体电接触。



CN 112527056 A

1.一种数据中心电力系统,其特征在于,包括:

电力导体,所述电力导体包括带电导体表面并且被配置为从电源通过数据中心的人员可居留工作空间输送直流(DC)电力;

接地导体,所述接地导体被定位在所述人员可居留工作空间中并且与所述电力导体分离;

第一电连接器,所述第一电连接器被配置为安装到支撑多个电子设备的数据中心机架,所述第一电连接器可移动以电接触所述电力导体的所述带电导体表面;

第二电导体,所述第二电导体被定位在所述机架上并且被配置为与所述接地导体电接触,

其中,所述带电导体表面的至少一部分暴露于所述人员可居留工作空间,

其中,所述带电导体表面包括被配置为安装到所述数据中心的地板的轨道,并且所述第一电连接器被配置为安装到所述数据中心机架的底部部分,以及

其中,所述带电导体表面包括平面导体表面。

2.根据权利要求1所述的数据中心电力系统,其特征在于,所述接地导体可嵌入所述数据中心的所述地板内。

3.根据权利要求1所述的数据中心电力系统,其特征在于,所述第一电连接器被偏置以移动远离所述数据中心机架,以电接触所述电力导体的所述带电导体表面。

4.根据权利要求3所述的数据中心电力系统,其特征在于,所述第一电连接器包括集电弓。

5.根据权利要求1所述的数据中心电力系统,其特征在于,所述电力导体包括第一电力导体,所述系统进一步包括第二电力导体,所述第二电力导体被配置为从所述电源通过所述数据中心的所述人员可居留工作空间输送DC电力,所述第二电力导体包括带电导体表面,其中,所述第一电连接器可移动以电接触所述第二电力导体的所述带电导体表面。

6.根据权利要求5所述的数据中心电力系统,其特征在于,所述第一电连接器可移动以同时地电接触所述第一电力导体和所述第二电力导体的所述带电导体表面。

7.一种向数据中心机架递送直流(DC)电力的方法,其特征在于,包括:

从数据中心电源向电力导体提供DC电力,所述电力导体延伸通过数据中心的人员可居留工作空间,其中,所述电力导体包括被安装到所述数据中心的地板的轨道导体;

将数据中心机架移动到所述人员可居留工作空间中所述电力导体附近的位置;

基于所述数据中心机架处于所述位置,移动被安装在所述数据中心机架上的第一电连接器以电接触所述电力导体的带电导体表面,其中,移动所述第一电连接器包括,移动所述第一电连接器远离所述数据中心机架的底部部分,以电接触所述轨道导体,所述轨道导体在所述数据中心机架下方,暴露于所述人员可居留工作空间并且延伸通过所述人员可居留工作空间;

基于所述数据中心机架处于所述位置,将被定位在所述人员可居留工作空间中并且与所述电力导体分离的接地导体与被定位在所述机架上的第二电导体电接触以完成电力电路;以及

基于完成的所述电力电路,从所述电力导体向由所述数据中心机架支撑的多个电子设备提供DC电力,

其中,所述带电导体表面包括平面导体表面。

8.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述接地导体被嵌入所述数据中心的所述地板内。

9.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,移动所述第一电连接器包括,偏置所述第一电连接器远离所述数据中心机架,以将所述电力导体的所述带电导体表面与偏置设备电接触。

10.根据权利要求9所述的方法,其特征在于,所述偏置设备包括集电弓。

11.根据权利要求7所述的方法,其特征在于,所述电力导体包括第一电力导体,所述方法进一步包括:

从所述数据中心电源向第二电力导体提供DC电力,所述第二电力导体延伸通过数据中心的所述人员可居留工作空间;以及

基于所述数据中心机架处于所述位置,移动所述第一电连接器以电接触所述第一电力导体或所述第二电力导体中的至少一个的带电导体表面。

向数据中心中的电子设备供电

本申请是2017年12月29日提交的，申请号为201780074294.4(PCT/US2017/069106)，发明名称为“向数据中心中的电子设备供电”的专利申请的分案申请。

技术领域

[0001] 本公开涉及用于向数据中心中的诸如服务器、网络设备和其他电子设备的电子设备供电的系统和方法。

背景技术

[0002] 规划、构建和部署到运转数据中心通常包括漫长的市场投放时间因素。缩短商业数据中心的市场投放时间可能是财务成功的重大业务驱动因素。在完工的数据中心大楼中进行机架和服务器部署是漫长市场投放时间的驱动因素之一。传统上，需要对数据中心信息技术(IT)架构、机架和服务器进行物理安装、电缆连接和通电。在机架和服务器的物理安装和供电期间可能存在机械和人为错误。

发明内容

[0003] 在一般实施方式中，一种数据中心电力系统包括：电力导体，电力导体包括带电导体表面并且被配置为从电源通过数据中心的人员可居留工作空间输送直流(DC)电力；接地导体，接地导体被定位在人员可居留工作空间中并且与电力导体分离；第一电连接器，第一电连接器被配置为安装到支撑多个电子设备的数据中心机架，第一电连接器可移动以电接触电力导体的带电导体表面；以及第二电导体，第二电导体被定位在机架上并且被配置为与接地导体电接触。

[0004] 在一般实施方式中，一种数据中心电力系统包括：限定内部体积的包围体；第一直流(DC)电力总线，第一DC电力总线被安装在内部体积中并且从包围体向外延伸以电耦接到主电源；第二DC电力总线，第二DC电力总线被安装在内部体积中并且从包围体向外延伸以电耦接到主电源；多个转换开关，多个转换开关被安装在内部体积中，每个转换开关被电耦接到第一DC电力总线或第二DC电力总线中的一个；以及多个DC电力导体，每个DC电力导体被电耦接到一对转换开关，一对转换开关包括被电耦接到第一DC电力总线的一个转换开关和被电耦接到第二DC电力总线的一个转换开关；每个DC电力导体被配置为电耦接到支撑多个电子设备的数据中心机架。

[0005] 在一般实施方式中，一种数据中心电力连接器包括：限定内部体积的导线管；以及至少一个导体，至少一个导体延伸通过导线管的内部体积，并且被配置为从数据中心的主电源向被安装在机架中的至少一个电子设备输送电力，机架被部署在数据中心的人员可居留工作空间中，并且在至少一个电子设备与数据中心控制系统之间输送数据。

[0006] 在与一般实施方式可组合的一方面中，带电导体表面的至少一部分暴露于人员可居留工作空间。

[0007] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，带电导体表面包括接触网导

体,并且第一电连接器被配置为安装到数据中心机架的顶部部分。

[0008] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,带电导体表面包括被配置为安装到数据中心的地板的轨道,并且第一电连接器被配置为安装到数据中心机架的底部部分。

[0009] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,接地导体可嵌入数据中心的地板内。

[0010] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,带电导体表面包括网状导体表面或平面导体表面。

[0011] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,网状导体表面或平面导体表面包括天花板结构的至少一部分,天花板结构至少部分地包围人员可居留工作空间。

[0012] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,网状导体表面包括被嵌入或附接到天花板结构的十字交叉电导体的网格,天花板结构至少部分地包围人员可居留工作空间。

[0013] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,第一电连接器被偏置以移动远离数据中心机架,以电接触电力导体的带电导体表面。

[0014] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,第一电连接器包括集电弓。

[0015] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,电力导体包括第一电力导体。

[0016] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括第二电力导体,第二电力导体被配置为从电源通过数据中心的人员可居留工作空间输送DC电力。

[0017] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,第二电力导体包括带电导体表面,并且第一电连接器可移动以电接触第二电力导体的带电导体表面。

[0018] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,第一电连接器可移动以同时地电接触第一电力导体和第二电力导体的带电导体表面。

[0019] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,多个转换开关中的至少一部分包括自动转换开关。

[0020] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,多个转换开关中的至少一部分包括熔断触点。

[0021] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,主电源通过电力转换器被电耦接到第一DC电力总线和第二DC电力总线。

[0022] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,主电源包括公用电网电源或备用电源中的至少一个。

[0023] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,备用电源包括发电机电源或可再生电源中的至少一个。

[0024] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,第一DC电力总线和第二DC电力总线在包围体中被彼此隔离。

[0025] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,至少一个导体包括直流(DC)电导体,DC电导体被配置为输送DC电力。

[0026] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,DC电力包括小于1000伏的电压的DC电力。

[0027] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，至少一个导体包括交流(AC)电导体，AC电导体被配置为输送小于600伏的电压的AC电力。

[0028] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，至少一个导体包括电力线通信导体。

[0029] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，电力线通信导体包括CAN总线、电力线上LIN总线(DC-LIN)、DC总线、LonWorks或者SAE J1772电力线通信导体中的一个。

[0030] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，至少一个导体包括被耦接在导线管中的双导体，其中双导体中的一个被配置为递送电力，并且双导体中的另一个被配置为传送数据。

[0031] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，数据包括至少一个电子设备的识别数据。

[0032] 在另一一般实施方式中，一种向数据中心机架递送直流(DC)电力的方法包括：从数据中心电源向电力导体提供DC电力，电力导体延伸通过数据中心的人员可居留工作空间；将数据中心机架移动到人员可居留工作空间中电力导体附近的位置；基于数据中心机架处于该位置，移动被安装在数据中心机架上的第一电连接器以电接触电力导体的带电导体表面；基于数据中心机架处于该位置，将被定位在人员可居留工作空间中并且与电力导体分离的接地导体与被定位在机架上的第二电导体电接触以完成电力电路；以及基于完成的电力电路，从电力导体向由数据中心机架支撑的多个电子设备提供DC电力。

[0033] 在与一般实施方式可组合的一方面中，电力导体包括接触网导体，并且移动第一电连接器包括，移动第一电连接器远离数据中心机架的顶部部分，以电接触接触网导体，接触网导体在数据中心机架的顶部部分上方，暴露于人员可居留工作空间并且延伸通过人员可居留工作空间。

[0034] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，电力导体包括被安装到数据中心的地板的轨道导体，并且移动第一电连接器包括，移动第一电连接器远离数据中心机架的底部部分，以电接触轨道导体，轨道导体在数据中心机架下方，暴露于人员可居留工作空间并且延伸通过人员可居留工作空间。

[0035] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，接地导体被嵌入数据中心的地板内。

[0036] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，带电导体表面包括网状导体表面或平面导体表面。

[0037] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，网状导体表面或平面导体表面包括天花板结构的至少一部分，天花板结构至少部分地包围人员可居留工作空间。

[0038] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，网状导体表面包括被嵌入或附接到天花板结构的十字交叉电导体的网格，天花板结构至少部分地包围人员可居留工作空间。

[0039] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括：移动第一电连接器包括，偏置第一电连接器远离数据中心机架，以将电力导体的带电导体表面与偏置设备电接触。

[0040] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，偏置设备包括集电弓。

[0041] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，电力导体包括第一电力导体。

[0042] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括：从数据中心电源向第二电力导体提供DC电力，第二电力导体延伸通过数据中心的人员可居留工作空间；以及基于数据中心机架处于该位置，移动第一电连接器以电接触第一电力导体或第二电力导体中的至少一个的带电导体表面。

[0043] 在另一一般实施方式中，一种向数据中心机架递送直流(DC)电力的方法包括：从主电源向被安装在包围体的内部体积中的第一DC电力总线提供DC电力；从主电源向被安装在包围体的内部体积中的第二DC电力总线提供DC电力；从第一DC电力总线向被安装在内部体积中的第一多个转换开关馈送DC电力；从第二DC电力总线向被安装在内部体积中的第二多个转换开关馈送DC电力，第二多个转换开关排除第一多个转换开关；(i)从第一多个转换开关中的一个，或(ii)从第二多个转换开关中的一个，向被电耦接到数据中心机架的DC电力导体供应DC电力，数据中心机架支撑多个电子设备；以及用供应的DC电力向多个电子设备供电。

[0044] 在与一般实施方式可组合的一方面中，多个转换开关中的每一个包括自动转换开关。

[0045] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，多个转换开关中的每一个包括熔断触点。

[0046] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，主电源包括交流(AC)电力，方法进一步包括在向第一DC电力总线和第二DC电力总线提供DC电力之前，将AC电力逆变为DC电力。

[0047] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，主电源包括公用电网电源或备用电源中的至少一个。

[0048] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括：通过电力转换器，将第一DC电力总线和第二DC电力总线电耦接到公用电网电源和备用电源。

[0049] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括：从公用电网检测主电力的损耗；以及基于检测到的损耗，从自公用电网向第一DC电力总线和第二DC电力总线提供DC电力切换到自备用电源向第一DC电力总线和第二DC电力总线提供DC电力。

[0050] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括：将第一DC电力总线或第二DC电力总线中的一个从主电源电解耦；对第一DC电力总线或第二DC电力总线中的一个进行维护；以及与进行维护同时地，通过各自的第一多个转换开关或第二多个转换开关，从第一DC电力总线或第二DC电力总线中的另一个向DC电力导体馈送DC电力。

[0051] 在另一一般实施方式中，一种数据中心电力连接系统包括：数据中心电力控制系统，数据中心电力控制系统被电耦接到数据中心的主电源；以及多个电力连接器，多个电力连接器被可通信地并且电气地耦接到数据中心电力控制系统，多个电力连接器中的每一个包括电力导体，电力导体被配置为：(i)从主电源向被安装在机架中的多个电子设备输送电力，机架被部署在数据中心的人员可居留工作空间中，以及(ii)在多个电子设备与数据中心电力控制系统之间输送数据。

[0052] 在与一般实施方式可组合的一方面中，数据中心电力控制系统包括：至少一个处理器；以及存储指令的至少一个存储器，指令在由至少一个处理器执行时使得至少一个处

理器进行操作，操作包括：通过电力导体从多个电子设备接收数据，数据包括与多个电子设备相关联的识别信息；以及至少部分地基于接收的识别信息来生成数据中心的至少一个虚拟模型。

[0053] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，识别信息包括多个电子设备中的特定的电子设备的名称、型号或序列号中的至少一个。

[0054] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，识别信息包括多个机架中的特定的机架的机架指示名称中的至少一个，多个机架支撑多个电子设备的至少一部分。

[0055] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，多个虚拟模型中的一个包括地理拓扑模型。

[0056] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，至少部分地基于接收的识别信息来生成数据中心的至少一个虚拟模型包括，通过以下来生成地理拓扑模型：对于多个机架中的每个机架，确定机架在人员可居留工作空间中的地理位置；至少部分地基于接收的识别信息，将多个电子设备的部分分配给机架；以及将确定的机架的地理位置分配给电子设备的分配的部分。

[0057] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，多个虚拟模型中的一个包括冷却拓扑模型。

[0058] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，至少部分地基于接收的识别信息来生成数据中心的至少一个虚拟模型包括，通过以下来生成冷却拓扑模型：对于多个机架中的每个机架，至少部分地基于接收的识别信息来确定机架在人员可居留工作空间中的地理位置；确定数据中心中的多个冷却域中与机架的地理位置相关联的冷却域；以及将机架分配给确定的冷却域，冷却域包括操作为冷却机架中所支撑的电子设备的至少一个冷却设备。

[0059] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，多个虚拟模型中的一个包括电力拓扑模型。

[0060] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，至少部分地基于接收的识别信息来生成数据中心的至少一个虚拟模型包括，通过以下来生成电力拓扑模型：对于多个机架中的每个机架，至少部分地基于接收的识别信息来确定机架在人员可居留工作空间中的地理位置；确定数据中心中的多个电力域中与机架的地理位置相关联的电力域；以及将机架分配给确定的电力域，电力域包括操作为向机架中所支撑的电子设备递送电力的至少一个电力设备。

[0061] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，多个虚拟模型中的一个包括网络拓扑模型。

[0062] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，至少部分地基于接收的识别信息来生成数据中心的至少一个虚拟模型包括，通过以下来生成网络拓扑模型：对于多个机架中的每个机架，至少部分地基于接收的识别信息来确定机架在人员可居留工作空间中的地理位置；确定数据中心中的多个网络域中与机架的地理位置相关联的网络域；以及将机架分配给确定的网络域，网络域包括操作为将机架中所支撑的电子设备可通信地耦接到数据中心的网络的至少一个网络设备。

[0063] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，接收的数据包括在第一时刻通

过电力导体从多个电子设备所接收的数据。

[0064] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，操作进一步包括：在第一时刻之后的第二时刻，通过电力导体从多个电子设备接收附加数据，附加数据包括与多个电子设备相关联的更新的识别信息；以及至少部分地基于接收的更新的识别信息来更新数据中心的至少一个虚拟模型。

[0065] 在另一一般实施方式中，一种数据中心电力系统包括：第一直流(DC)配电盘模块，第一DC配电盘模块包括：包围体，第一DC电力总线，第一DC电力总线被安装在包围体中并且从包围体向外延伸以电耦接到主电源，第二DC电力总线，第二DC电力总线被安装在包围体中并且从包围体向外延伸以电耦接到主电源，多个转换开关，多个转换开关被安装在包围体中，每个转换开关被电耦接到第一DC电力总线或第二DC电力总线中的一个，以及多个DC电力导体，每个DC电力导体被电耦接到一对转换开关，一对转换开关包括被电耦接到第一DC电力总线的一个转换开关和被电耦接到第二DC电力总线的一个转换开关；以及第一多个机架，第一多个机架包括多个电子设备，第一多个机架的至少一部分中的每一个被电耦接到第一DC配电盘模块的特定的DC电力导体。

[0066] 在与一般实施方式可组合的一方面中进一步包括第二DC配电盘模块，第二DC配电盘模块包括：包围体，第一DC电力总线，第一DC电力总线被安装在包围体中并且从包围体向外延伸以电耦接到主电源，第二DC电力总线，第二DC电力总线被安装在包围体中并且从包围体向外延伸以电耦接到主电源，多个转换开关，多个转换开关被安装在包围体中，每个转换开关被电耦接到第一DC电力总线或第二DC电力总线中的一个，以及多个DC电力导体，每个DC电力导体被电耦接到一对转换开关，一对转换开关包括被电耦接到第一DC电力总线的一个转换开关和被电耦接到第二DC电力总线的一个转换开关。

[0067] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，第二多个机架，第二多个机架包括多个电子设备，第二多个机架的至少一部分中的每一个被电耦接到第二DC配电盘模块的特定的DC电力导体。

[0068] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，第二多个机架的另一部分中的每一个被电耦接到第一DC配电盘模块的特定的DC电力导体，并且第一多个机架的另一部分中的每一个被电耦接到第二DC配电盘模块的特定的DC电力导体。

[0069] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，第二多个机架的一部分和第二多个机架的另一部分被定位在数据中心中的机架的多个排的分开的排中。

[0070] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，第一多个机架的一部分和第二多个机架的一部分被定位在机架的多个排的一个特定的排中。

[0071] 在另一一般实施方式中，一种用于向数据中心中的电子设备供电的方法包括：通过数据中心的电力控制系统将多个电力连接器电耦接到数据中心的电源；通过多个电力连接器的各自的导体从电源向数据中心中的多个电子设备递送电力；以及通过各自的导体从多个电子设备向电力控制系统传送数据。

[0072] 在与一般实施方式可组合的一方面中，电源包括直流(DC)电源，并且递送的电力包括DC电力。

[0073] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中，数据包括与多个电子设备相关联的识别信息。

[0074] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括:用电力控制系统的至少一个硬件处理器,至少部分地基于识别信息来生成数据中心的至少一个虚拟模型。

[0075] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,至少一个虚拟模型包括地理拓扑模型。

[0076] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括:确定多个机架中的每一个在人员可居留工作空间中的地理位置;至少部分地基于接收的识别信息,将多个电子设备的部分分配给每个机架;以及将确定的机架的地理位置分配给电子设备的分配的部分。

[0077] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,至少一个虚拟模型包括冷却拓扑模型。

[0078] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括:至少部分地基于识别信息来确定多个机架中的每一个在人员可居留工作空间中的地理位置;确定数据中心中的多个冷却域中与每个机架的地理位置相关联的冷却域;以及将机架分配给确定的冷却域,冷却域包括操作为冷却机架中所支撑的电子设备的至少一个冷却设备。

[0079] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,至少一个虚拟模型包括电力拓扑模型。

[0080] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括:至少部分地基于识别信息来确定多个机架中的每一个在人员可居留工作空间中的地理位置;确定数据中心中的多个电力域中与每个机架的地理位置相关联的电力域;以及将机架分配给确定的电力域,电力域包括操作为向机架中所支撑的电子设备递送电力的至少一个电力设备。

[0081] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,至少一个虚拟模型包括网络拓扑模型。

[0082] 与先前方面中的任何一个可组合的另一方面进一步包括:至少部分地基于识别信息来确定多个机架中的每一个在人员可居留工作空间中的地理位置;确定数据中心中的多个网络域中与每个机架的地理位置相关联的网络域;以及将机架分配给确定的网络域,网络域包括操作为将机架中所支撑的电子设备可通信地耦接到数据中心的网络的至少一个网络设备。

[0083] 在与先前方面中的任何一个可组合的另一方面中,电力连接器中的每一个包括:第一相应的导体,第一相应的导体被配置为从电源向数据中心中的多个电子设备的至少一部分递送电力,以及第二相应的导体,第二相应的导体被配置为从多个电子设备的一部分向电力控制系统传送数据。

[0084] 根据本公开的实施方式可以包括以下特征中的一个或多个。例如,根据本公开的实施方式可以相对于传统技术更有效地进行数据中心中的电子设备的部署、识别、清查和维护。此外,根据本公开的实施方式可以向数据中心中的电子设备提供更安全、更快捷并且更灵活的电力递送。另外,根据本公开的实施方式可以促进向数据中心中的电子设备递送电力的更大的冗余。

[0085] 在附图和下面的描述中阐述了在本公开中所描述的主题的一个或多个实施方式的细节。通过描述、附图和权利要求,主题的其它特征、方面和优点将变得显而易见。

附图说明

[0086] 图1A是数据中心电力系统的示例实施方式的俯视图的示意图。

[0087] 图1B是数据中心电力系统的另一示例实施方式的俯视图的示意图。

[0088] 图1C是数据中心电力系统的示例实施方式的侧视图的示意图。

[0089] 图1D是数据中心电力系统的另一示例实施方式的侧视图的示意图。

[0090] 图2A和2B分别是数据中心电力系统的另一示例实施方式的俯视图和侧视图的示意图。

[0091] 图3A是直流(DC)数据中心电力模块的示意图。

[0092] 图3B-3C是由一个或多个图3A的DC数据中心电力模块供电的具有机架的数据中心的示例实施方式的示意图。

[0093] 图4是包括控制系统的数据中心的示意图，该控制系统使用在一个或多个服务器机架之间转移电力和数据的数据中心电力连接器。

[0094] 图5是根据本公开的用于数据中心冷却系统的示例控制器的示意图。

具体实施方式

[0095] 本公开描述了诸如数据中心电力系统的系统、装置和方法的实施方式。在一些方面中，数据中心电力系统包括直流(DC)电力递送系统，该DC电力递送系统从一个或多个主电源(例如，通过一个或多个变压器和/或一个或多个整流器)向服务器机架供应DC电力，以向机架中所支撑的电力设备供电。在一些示例实施方式中，数据中心电力系统包括架空导体(overhead conductor)(例如，线路或母线)，诸如被安装在包围服务器机架的数据中心的工作空间内的接触网导体，其中返回路径(地线(ground))被提供在数据中心地板上或作为机架支撑结构的部分。在一些方面中，服务器机架可以包括电连接器，诸如使得机架能够被滚动到地板上、接地并且连接到架空导体的集电弓。这样的电力系统可以允许服务器机架具有可变尺寸(例如，高度、宽度或这两者)并且被安装在地板上的任何位置，从而实现部署的灵活性。

[0096] 在其他示例实施方式中，数据中心电力系统包括被铺设在与服务器机架相邻的数据中心地板上的安装到地板的导体(例如，轨道)。被安装在数据中心的地板上的配置包括安装到地板的导体(例如，轨道)和接地返回路径。服务器机架包括电连接器，诸如将机架电耦接到安装到地板的导体的集电器或导电鞋。安装到地板的导体被电连接到数据中心的主电源，以将DC电传导到服务器机架。

[0097] 在其他示例实施方式中，数据中心电力系统包括包含多个同时可维护的导体(例如，母线)的DC电力模块。每个DC电力模块电连接到特定的服务器机架，并且包括被直接地耦接到特定的服务器机架的转换开关，以从通过去往主电源的一条路径将电力递送到机架，切换(例如，手动地或自动地)为通过去往主电源的另一条分开的路径将电力递送到机架。因此，每个机架是从一个或多个主电源双源供电的，以在关闭事件中，例如路径为了维护或由于故障而被关闭，能够承担(enable)到服务器机架的电力路径的损失。

[0098] 在另一示例实施方式中，数据中心电力系统包括将服务器机架电耦接到主DC电源的DC电力连接器，该主DC电源将电力递送到服务器机架，并且将数据从机架传送到控制系统或者从控制系统传送到机架。控制系统从服务器机架接收数据，并且至少部分地基于接

收的数据虚拟地建模数据中心。在一些方面中，DC电力连接器包括互锁连接器，该互锁连接器不需要安装人员具有特定的训练/许可来用DC电力连接器将服务器机架电耦接到主电源。当被电耦接到服务器机架时，DC电力连接器还可以促进机架和连接器之间的通信，以在机架被供电之前实现电力握手(power handshake)。DC电力连接器从而促进到服务器机架的安全电力连接。

[0099] 图1A是数据中心电力系统100的示例实施方式的俯视图的示意图。通常，DC电力系统100操作为向数据中心建筑物102中的诸如服务器、处理器、存储器模块、网络设备的电子设备以及其他IT和数据处理设备提供电力。在一些方面中，被直接递送到电子设备的电力是来自主电力源的直流(DC)电力，该主电力源诸如是公用电网、来自发电机的当地电力、太阳能或风能电源、水力发电电源、核电源或其他形式的电源。在一些方面中，主电源提供交流(AC)电力，该AC电力在被递送到电子设备之前被转换成DC电力。在一些方面中，在被递送到电子设备之前，一个或多个变压器将主电源从中压电力(例如，13.5kVAC、4160VAC)变换成低压电力(例如，460VAC、230VAC)，然后变换成DC电力(例如，750VDC、1500VDC)。通过至少部分地暴露于数据中心建筑物102中的人员可居留工作空间104的导体，将DC电力递送到电子设备。

[0100] 在此处的某些讨论中，可以在公用或电网电力与本地或当地电力之间进行区分。除非另有说明，否则公用或电网电力是由公用事业公司通常向数个客户所提供的电力，并且其生成和控制由公用事业公司来处理。这样的公用电力也可以在距离数据中心设施很远的地方被生成。本地或当地电力大部分仅由在数据中心地点的设施来使用，并且受到数据中心地点的运营商而不是更广泛的公用事业公司的控制。当地电力通常可以包括在与数据中心场相同的地产处或者在设施附近的发电场(例如，大型发动机驱动的发电机、燃料电池或太阳能电池)，发电场具有到设施的本质上专用的电力连接(例如，数据中心签订合同以从附近的风电场购买一定量的电力，并且电力连接被形成为直接通过场并且到数据中心地点，而不通过通用公用电网的情况)。

[0101] 如图1A中所示，多个数据中心机架106被布置在数据中心建筑物102的人员可居留工作空间104中。在一些方面中，机架106在物理上通过提供用于要被放置在其中的设备的结构，以及在电力上通过从主电源向设备提供电力(例如，通过整流器、变压器或这两者)，来支撑电子设备。通常，每个示出的机架106(也被称为“服务器机架”)可以是数据中心建筑物102内的数个服务器机架中的一个，该数据中心建筑物102可以包括包含各种安装到机架的计算机系统的服务器场或协同定位设施。每个服务器机架106可以限定在服务器机架106内以有序且重复的方式被布置的多个插槽(slot)，并且每个插槽是机架中相对应的服务器机架子组件134(如图1C-1D中所示)可以被放置和移除的空间。例如，服务器机架子组件可以被支撑在轨道上，该轨道从机架106的相对侧突出，并且可以限定插槽的位置。另外，虽然多个服务器机架子组件134被示为安装在机架106内，但是也可能仅有单个服务器机架子组件。

[0102] 如图1C-1D中所示，插槽和服务器机架子组件134可以用示出的水平布置(相对于重力)来取向。可选择地，插槽和服务器机架子组件134可以垂直取向(相对于重力)。在插槽水平取向的情况下，它们可以被垂直地堆叠在机架106中，并且在插槽垂直取向的情况下，它们可以被水平地堆叠在机架106中。

[0103] 例如,作为较大数据中心的部分的服务器机架106可以提供数据处理和存储能力。在操作中,数据中心可以被连接到网络,并且可以接收和响应来自网络的各种请求,以检索、处理和/或存储数据。在操作中,例如,服务器机架106通常便于用由请求服务的用户的网页浏览器应用所生成的用户界面通过网络进行信息通信,该服务由在数据中心中的计算机上运行的应用来提供。例如,服务器机架106可以向正在使用网页浏览器的用户提供或帮助提供对因特网或万维网上的网站的访问。

[0104] 服务器机架子组件134可以是可以被安装在服务器机架中的各种结构中的一种。例如,在一些实施方式中,服务器机架子组件134可以是可滑动地被插入到服务器机架106中的“托盘”或托盘组件。术语“托盘”不限于任何特定的布置,而是应用于主板或者用于将主板支撑在机架结构中的位置中的附属于主板的其他相对平坦的结构。在一些实施方式中,服务器机架子组件134可以是服务器机箱或服务器容器(例如,服务器盒)。在一些实施方式中,服务器机架子组件134可以是硬盘驱动器笼。

[0105] 每个服务器机架子组件134可以包括框架或笼,被支撑在框架上的例如主板的印刷电路板,以及被安装在印刷电路板上的例如处理器或存储器的一个或多个电子设备136。电子设备136可以包括例如处理器、存储器、硬盘驱动器、网络交换机或其他IT组件。诸如冷却设备、风扇、不间断电源(UPS)(例如,电池模块)的其他附属件可以被安装到服务器机架子组件134(或者以其他方式被安装到机架106)。

[0106] 如图1A-1B中所示,数据中心机架106的一个或多个排108被布置在数据中心建筑物102中。通常,如图1A-1B中所示,多个DC导体组件114与排108平行地(在该示例中)延伸通过人员可居留工作空间104。在这些示例中,DC导体组件114与服务器机架106的排108平行地延伸,其中每个排108具有被定位在机架106的前侧111附近或与机架106的前侧111相邻的相应DC导体组件114。每个DC导体组件114包括至少一个带电导体,该至少一个带电导体从被电耦接到主电源(例如,通过一个或多个变压器和整流器)的主DC电力支路116递送DC电力。

[0107] 如图1A-1B中进一步所示,多个接地导体118也与排108平行地(在该示例中)延伸通过人员可居留工作空间104。在这些示例中,接地导体118与服务器机架106的排108平行地延伸,其中每个排108具有被定位在机架106附近的相应接地导体118。每个接地导体118为由DC导体组件114所递送的DC电力提供到“大地”或地面的低阻抗路径。

[0108] 具体地,相对于图1A,数据中心冷却系统包括冷却单元112,该冷却单元112被定位在服务器机架106的相邻排108之间的暖空气通道110中。通常,每个冷却单元112包括一个或多个冷却旋管(cooling coil)(例如,基于水、液体或制冷剂的旋管)以及被安装在冷却单元112的顶端的一个或多个风扇,此处被示为六个风扇。在该示例中,冷却单元112被定位在服务器机架106的相邻排108之间,即,在暖空气通道110内。在操作中,冷却单元112将冷却气流109循环通过机架106的前侧111(例如,朝向人员可居留工作空间104敞开)。冷却气流109从机架106中的电子设备136接收热量,并且将气流109加热为进入暖空气通道110的热气流107。热气流107被吸入冷却单元112(例如,通过风扇),并且通过一个或多个冷却旋管被冷却(例如,通过冷冻液、冷凝器水、制冷剂或者诸如珀耳帖冷却器的由电力驱动的冷却器的流)。冷气流被循环(例如,通过风扇)回到与机架106的前侧111相邻的人员可居留工作空间104中。

[0109] 在一些方面中，冷却单元112可以被流体地耦接到冷却液体的源，诸如是致冷器设备、一个或多个蒸发冷却单元(例如，冷却塔)、一个或多个冷凝单元(例如，在直接膨胀冷却的情况下)、冷却液体的自然源(例如，湖泊、海洋、河流或其他自然水体)或其组合。在一些方面中，冷却单元112可以是独立的基于制冷剂的(DX)冷却单元，该冷却单元被流体地耦接到位于数据中心建筑物102外部的一个或多个冷凝单元(例如，通常被已知为“CRAC”单元)。

[0110] 虽然图1A将冷却单元112示为安装到地板(例如，被支撑在图1C-1D中所示的数据中心地板132上)，但是冷却单元112可以是安装在天花板上或者以其他方式被悬挂在成品地板(例如，厚板、活动地板或其他)上方。如图1A中所示，特定的冷却单元112可以被定位为冷却一个或多个排108内的特定数量的机架106。在一些方面中，冷却单元112可以被设计或定位在排108之间以用于冗余操作，例如如果特定单元112失效，则与特定单元112相邻的冷却单元112可以具有足够的冷却能力(例如，气流、旋管大小)。

[0111] 具体地，相对于图1B，替代的数据中心冷却系统包括冷却单元120，该冷却单元120被定位在冷却通道113的端部以及机架106的排108之间。通常，每个冷却单元120包括一个或多个冷却旋管(例如，基于水、液体或制冷剂的旋管)以及一个或多个风扇(例如，被安装为沿着冷却通道113纵向循环冷却气流119)。在该示例中，冷却单元120被定位在服务器机架106的相邻排108之间，使得冷却气流11沿着通道113行进并且通过机架106的敞开的前侧111。冷却气流119从机架106中的电子设备136接收热量，并且将气流119加热为循环回到单元120的返回气流入口的热气流121。热气流121被吸入冷却单元120(例如，通过风扇)，并且通过一个或多个冷却旋管被冷却(例如，通过冷冻液、冷凝器水、制冷剂或者诸如珀耳帖冷却器的电力驱动的冷却器的流)。冷气流被循环(例如，通过风扇)回到与通道113中的机架106的前侧111相邻的人员可居留工作空间104中。

[0112] 在一些方面中，冷却单元120可以被流体地(fluidly)耦接到冷却液体的源，诸如是致冷器设备、一个或多个蒸发冷却单元(例如，冷却塔)、一个或多个冷凝单元(例如，在直接膨胀冷却的情况下)、冷却液体的自然源(例如，湖泊、海洋、河流或其他自然水体)或其组合。在一些方面中，冷却单元120可以是独立的基于制冷剂的(DX)冷却单元，该冷却单元被流体地耦接到位于数据中心建筑物102外部的一个或多个冷凝单元(例如，通常被已知为“CRAC”单元)。

[0113] 虽然图1B将冷却单元120示为安装到地板(例如，被支撑在图1C-1D中所示的数据中心地板132上)，但是冷却单元120可以是安装在天花板上或者以其他方式被悬挂在成品地板(例如，厚板、活动地板或其他)上方。如图1B中所示，特定的冷却单元120可以被定位为冷却相邻排108内的特定数量的机架106。在一些方面中，虽然未示出，但是如图1B中所示的那些，例如为了冗余或附加的冷却能力，可以有被定位在通道113的相对端部上的附加的冷却单元120。例如，在冷却单元120被安装在每个通道113的每个端部的情况下，每个特定的冷却单元120可以负责冷却两个相邻排内的大约一半的机架106(即，最接近该特定单元120的一半)。但是，如果在一个端部的冷却单元120失效，则在相同通道113的另一个端部的冷却单元120可以具有足够的能力(例如，气流和旋管能力)来冷却两个相邻排108内的所有机架106。

[0114] 转到图1C，该图示出了图1A或图1B中所示的数据中心电力系统100的示例实施方式的侧视图。在图1C中所示的系统100的实施方式中，DC导体组件114被支撑(例如，通过数

据中心建筑物102的天花板或其他架空结构)，使得DC导体组件114被悬挂在机架106的排108的顶部上方。在该示例中，DC导体组件114可以形成接触网电力导体，机架106中的电子设备136被电连接到该接触网电力导体。作为接触网电力系统，DC导体组件114可以是刚性(例如，母线)或半刚性(例如，电缆)导体，在图1C中被示为导体表面124，该导体表面124用护罩(shroud)126(或其他非导电性屏障)至少部分地覆盖在人员可居留工作空间104内，并且由吊架128来悬挂(例如，从天花板或机架106的顶部上方的其他结构)。

[0115] 在该示例中，当由主电源(例如，DC电力)供电时，导体表面124可以是将电(例如，中压或低压)输送到机架106的带电导体。例如，在一些方面中，导体表面124可以输送DC电力(例如，750VDC、1000VDC)。在其他方面中，导体表面124可以输送中压DC电力(例如，1000VDC以下的电压)，该中压DC电力可以在机架106处被进一步变压成低压电力以服务电子设备136。

[0116] 如图1C的示例中所示，每个机架106(或者特定的排108内的机架106的至少一部分)可以通过电连接器122电耦接到导体表面124，该电连接器122被安装到(一个或多个)机架106并且通过连接器138被电耦接到服务器托盘子组件134中的电子设备136。例如，电连接器122可以是包括一个或多个连接臂的集电弓(或集电器)，该一个或多个连接臂被偏置(例如，弹簧加载、液压操作、电气操作或以其他方式)以推动连接器122与导体表面124电接触。在一些方面中，连接臂可以由操作人员推动以与导体表面124电接触。

[0117] 在一些方面中，当机架106被移动到操作位置中时，集电弓可以被释放或推动以与导体表面124电接触。例如，当机架106被部署在人员可居留工作空间104内并且被部署到特定的排108中时，机架106可以抵靠被附接或耦接到地板132的止动件(stop)130。止动件130可以被定位为例如在人员可居留工作空间104内延伸的线性构件(例如，角铁或其他)，以限定排108的放置。因此，每个机架106的部署可以简单地包括抵靠止动件130地移动(例如，滚动)机架106(具有已经被安装并且电耦接到电连接器122的电子设备136)，从而确保机架106被正确地定位在排108内，以电耦接到DC导体组件114，并且电耦接到接地导体118。

[0118] 如该示例中所示，接地导体118包括被嵌入在地板132(例如，厚板、活动地板或其他支撑表面)内的导体，并且具有暴露于人员可居留工作空间104的导体的至少一部分。因此，当被移动到抵靠止动件130的位置中时，机架106可以通过导电脚轮140(或者被电连接到机架106的其他导电构件)电耦接到接地导体118。在替代的实施方式中，接地导体118可以被安装在地板132上方，使得机架106(例如，机架106的导电构件)之间的接触在地板平面上方。

[0119] 在操作中，每个机架106可以被移动到特定的排108内的位置中。机架106可以已经包括被安装在机架106内的服务器托盘子组件134上并且被电连接到电连接器122的电子设备136。一旦机架106被移动(例如，滚动)到操作位置中，例如抵靠止动件130并且被电连接到接地导体118，电连接器122就可以被推动或以其他方式被移动以与导体表面124电连接。在一些方面中，一旦机架106被接地到接地导体118，电连接器122就可以仅被(例如，自动地而没有人为干预或者由操作人员来干预)推动以电连接。然后，电力(例如，DC电力)可以通过导体表面124，通过电连接器122，被递送到机架106中的电子设备136。

[0120] 在替代的实施例中，DC导体组件114可以被定位在除了机架106的排108上方之外的位置。虽然在机架106上方(并且不在人员可居留工作空间104中的行走区域内)可能是优

选的，但是在一些方面中，例如，DC导体组件114可以被安装为在地板132和机架106顶部之间(或者在机架106上方且在暖空气通道110内)的高度处延伸通过暖空气通道110。

[0121] 转到图1D，该图示出了图1A或图1B中所示的数据中心电力系统100的示例实施方式的另一侧视图。在图1D中所示的系统100的实施方式中，DC导体组件114被安装到数据中心建筑物102的地板132，使得DC导体组件114被定位并且纵向延伸通过数据中心建筑物102靠近机架106的排108的底部。在该示例中，DC导体组件114可以形成轨道电力导体，机架106中的电子设备136被电连接到该轨道电力导体。作为轨道电力系统，DC导体组件114可以是刚性结构构件，作为暴露于人员可居留工作空间104的导体。虽然未在图1D中示出，但是轨道导体114的至少一部分可以被覆盖或遮蔽，使得仅轨道导体114的顶部表面可以暴露于人员可居留工作空间104。

[0122] 在该示例中，当由主电源(例如，DC电力)供电时，轨道导体114可以是将电(例如，中压或低压)输送到机架106的带电导体。例如，在一些方面中，轨道导体114可以输送DC电力(例如，750VDC、1000VDC)。在其他方面中，轨道导体114可以输送中压DC电力(例如，1000VDC以下的电压)，该中压DC电力可以在机架106处被进一步变压成低压电力以服务电子设备136。

[0123] 如图1D的示例中所示，每个机架106(或者特定的排108内的机架106的至少一部分)可以通过电连接器122电耦接到轨道导体114，在该示例中，该电连接器122被安装到(一个或多个)机架106的底部并且通过连接器138被电耦接到服务器托盘子组件134中的电子设备136。例如，在该示例中，电连接器122可以是包括一个或多个连接臂的集电器/导电鞋，该一个或多个连接臂被偏置(例如，弹簧加载或以其他方式)以推动连接器122与轨道导体114电接触。

[0124] 在一些方面中，当机架106被移动到操作位置中时(例如，在安装轨道导体114之前或者在止动件130和轨道导体114之间)，集电器/导电鞋可以被释放或者推动以与轨道导体114电接触。在该示例中，轨道导体114被示为邻近机架106的前侧111地延伸。在替代的实施方式中，轨道导体114可以邻近机架106的与前侧111相对的后侧地延伸通过人员可居留工作空间104，诸如在暖空气通道110内。

[0125] 例如，当机架106被部署在人员可居留工作空间104内并且被部署到特定的排108中时，机架106可以抵靠被附接或耦接到地板132的止动件130。止动件130可以被定位为例如在人员可居留工作空间104内延伸的线性构件(例如，角铁或其他)，以限定排108的放置。因此，每个机架106的部署可以简单地包括抵靠止动件130地移动(例如，滚动)机架106(具有已经被安装并且电耦接到电连接器122的电子设备136)，从而确保机架106被正确地定位在排108内，以电耦接到轨道导体114，并且电耦接到接地导体118。

[0126] 如该示例中所示，接地导体118包括被嵌入在地板132(例如，厚板、活动地板或其他支撑表面)内的导体，并且具有暴露于人员可居留工作空间104的导体的至少一部分。因此，当被移动到抵靠止动件130的位置中时，机架106可以通过导电脚轮140(或者被电连接到机架106的其他导电构件)电耦接到接地导体118。

[0127] 在操作中，每个机架106可以被移动到特定的排108内的位置中。机架106可以已经包括被安装在机架106内的服务器托盘子组件134上并且被电连接到电连接器122的电子设备136。一旦机架106被移动(例如，滚动)到操作位置中，例如抵靠止动件130并且被电连接

到接地导体118,电连接器122就可以被推动或以其他方式被移动以与轨道导体114电连接。在一些方面中,一旦机架106被接地到接地导体118,电连接器122就可以仅被(例如,自动地而没有人为干预或者由操作人员来干预)推动以电连接。然后,电力(例如,DC电力)可以通过轨道导体114,通过电连接器122,被递送到机架106中的电子设备136。当然,在一些方面中,电连接器122可以被同时或基本上同时(例如,在数秒内或更短时间内)地推动或以其他方式移动以与多个(例如,两个或多个)轨道导体114(或导体表面124)电连接。

[0128] 图2A和图2B分别是数据中心电力系统200的另一示例实施方式的俯视图和侧视图的示意图。通常,DC电力系统200操作为向诸如服务器、处理器、存储器模块、网络设备的电子设备以及数据中心建筑物202中的其他IT和数据处理设备提供电力。在一些方面中,被直接递送到电子设备的电力是来自主电力源的直流(DC)电力,该主电力源诸如是公用电网、发电机、太阳能或风能电源、水力发电电源、核电源或其他形式的电源。在一些方面中,主电源提供交流(AC)电力,该AC电力在被递送到电子设备之前被逆变成DC电力。在一些方面中,在被递送到电子设备之前,一个或多个变压器将主电源从中压电力(例如,13.5kVAC、4160VAC)变换成低压电力(例如,460VAC、230VAC),并且变换成DC电力(例如,750VDC、1000VDC)。通过至少部分地暴露于数据中心建筑物202中的人员可居留工作空间204的导体,DC电力被递送到电子设备。

[0129] 如图2A中所示,多个数据中心机架208被布置在数据中心建筑物202的人员可居留工作空间204中。在一些方面中,机架208在物理上通过提供用于要被放置在其中的设备的结构,并且在电气上通过从主电源向设备提供电力(例如,通过整流器或电力转换器、变压器或这两者),来支撑电子设备。通常,每个示出的机架208(也被称为“服务器机架”)可以是数据中心建筑物202内的数个服务器机架中的一个,该数据中心建筑物102可以包括包含各种机架安装式计算机系统的服务器场或协同定位设施。每个服务器机架208可以限定在服务器机架208内以有序且重复的方式被布置的多个插槽,并且每个插槽是机架中相对应的服务器机架子组件218(如图2B中所示)可以被放置和移除的空间。例如,服务器机架子组件可以被支撑在轨道上,该轨道从机架208的相对侧突出,并且可以限定插槽的位置。另外,虽然多个服务器机架子组件218被示为安装在机架208内,但是也可能仅有单个服务器机架子组件。

[0130] 如图2B中所示,插槽和服务器机架子组件218可以用示出的水平布置(相对于重力)来取向。可选择地,插槽和服务器机架子组件218可以垂直取向(相对于重力)。在插槽水平取向的情况下,它们可以被垂直地堆叠在机架208中,并且在插槽垂直取向的情况下,它们可以被水平地堆叠在机架208中。

[0131] 例如,作为较大数据中心的部分的服务器机架208可以提供数据处理和存储能力。在操作中,数据中心可以被连接到网络,并且可以接收和响应来自网络的各种请求,以检索、处理和/或存储数据。在操作中,例如,服务器机架208通常便于用由请求服务的用户的网页浏览器应用所生成的用户界面通过网络进行信息通信,该服务由在数据中心中的计算机上运行的应用来提供。例如,服务器机架208可以向正在使用网页浏览器的用户提供或帮助提供对因特网或万维网上的网站的访问。

[0132] 服务器机架子组件218可以是可以被安装在服务器机架中的各种结构中的一种。例如,在一些实施方式中,服务器机架子组件218可以是可滑动地被插入到服务器机架208

中的“托盘”或托盘组件。术语“托盘”不限于任何特定的布置，而是应用于主板或者用于将主板支撑在机架结构中的位置中的附属于主板的其他相对平坦的结构。在一些实施方式中，服务器机架子组件218可以是服务器机箱或服务器容器(例如，服务器盒)。在一些实施方式中，服务器机架子组件218可以是硬盘驱动器笼。

[0133] 每个服务器机架子组件218可以包括框架或笼，被支撑在框架上的例如主板的印刷电路板，以及被安装在印刷电路板上的例如处理器或存储器的一个或多个电子设备220。电子设备220可以包括例如处理器、存储器、硬盘驱动器、网络交换机或其他IT组件。诸如冷却设备、风扇、不间断电源(UPS)(例如，电池模块)的其他附属件可以被安装到服务器机架子组件218(或者以其他方式被安装到机架208)。

[0134] 如图2A-2B中所示，数据中心机架106被布置在数据中心建筑物202中且在机架208的组206中。通常，如图2A-2B中所示，DC导体组件210被平面地定位在人员可居留工作空间204中且在机架208的组206上方。如所示地，每个机架208的组206可以是圆形布置。在其他方面中，机架208的组206可以是除了圆形之外的非线性的(例如，不是成排的)布置。

[0135] 在该示例中，DC导体组件210包括在平面方向上延伸通过人员可居留工作空间204且在服务器机架208的组206上方的导体表面211。DC导体组件210包括与平面组件210十字交叉的多个带电(live)导体212和214，该多个带电导体212和214(例如，通过一个或多个变压器和整流器)递送来自主DC电源的DC电力。例如，如图2A中所示，带电导体212和214在各自的正交方向上延伸通过人员可居留工作空间204。在一些方面中，带电导体212和214可以向组件210的平面表面211递送电力(例如，DC电力)，从而电激励平面表面211以变为导电表面。

[0136] 如图2B中进一步所示，多个接地导体226也延伸通过人员可居留工作空间204。在该示例中，接地导体226以并联放置延伸通过数据中心建筑物202的地板228。每个接地导体226为由DC导体组件210所递送的DC电力提供到“大地”或地面(或者替代地，到高阻抗或稳固地接地的系统)的低阻抗路径。

[0137] 虽然在图2A中未示出，但是数据中心建筑物202还可以包括数据中心冷却系统。例如，数据中心冷却系统可以分别地与图1A和图1B中所示的系统112或120相似或相同。在其他方面中，数据中心冷却系统可以包括使用冷冻液、直接膨胀式制冷剂、蒸发冷却或者其他方式的传统的架空冷却系统或者传统的地板下冷却系统。

[0138] 转到图2B，该图示出了图2A中所示的数据中心电力系统200的示例实施方式的侧视图。在图2B中所示的系统200的实施方式中，DC导体组件210被支撑(例如，通过数据中心建筑物102的天花板或其他架空结构)，使得DC导体组件210(以及向导体表面211电力供电的十字交叉导体212和214)被悬挂在机架208的组206的顶部上方。

[0139] 在该示例中，当通过导体212和214由主电源(例如，DC电力)供电时，导体表面211可以是将电(例如，中压或低压)输送到机架208的带电导电表面。例如，在一些方面中，导体表面211可以输送DC电力(例如，750VDC或者1000VDC以下的其他电压)。在其他方面中，导体表面211可以输送DC电压电力，该DC电压电力可以在机架208处被进一步变压成另一电压电力以服务电子设备218。

[0140] 如图2B的示例中所示，每个机架208(或者特定的组206内的机架208的至少一部分)可以通过电连接器216电耦接到导体表面211，该电连接器216被安装到一个或多个机架

208并且通过连接器222被电耦接到服务器托盘子组件218中的电子设备220。例如，电连接器216可以是包括一个或多个连接臂的集电弓，该一个或多个连接臂被偏置(例如，弹簧加载或以其他方式)以推动连接器216与导体表面211电接触。

[0141] 在一些方面中，当机架208被移动到操作位置中时，集电弓可以被释放或推动以与导体表面211电接触。例如，当机架208被部署在人员可居留工作空间104内并且被部署到特定的组206中时。虽然图2B未示出诸如图1C-1D中所示的止动件130的机架止动件，但是类似的止动件或引导设备可以被用来将机架208正确地定位在组206中。在其他方面中，操作员可以将特定的机架208移动到组206中而不用止动件或引导设备。例如，因为导体表面211可以在人员可居留工作空间204的所有或大部分区域上且在机架208上方提供导电表面211，所以机架208可以不需要被放置在人员可居留工作空间204内的特定位置中。

[0142] 如该示例中所示，每个接地导体226包括被嵌入在地板228(例如，厚板、活动地板或其他支撑表面)内的导体，并且具有暴露于人员可居留工作空间204的导体的至少一部分。因此，当被移动到位置中时，机架208可以通过导电脚轮224(或者被电连接到机架208的其他导电构件)电耦接到接地导体226。

[0143] 在操作中，每个机架208可以被移动到特定的组206内的位置中(或者，甚至在人员可居留工作空间204中的随机的、未分组的位置处)。机架208可以已经包括被安装在机架208内的服务器托盘子组件218上并且被电连接到电连接器216的电子设备220。一旦机架208被移动(例如，滚动)到操作位置中，例如被电连接到接地导体226，电连接器216就可以被推动或以其他方式被移动以与导体表面211电连接。在一些方面中，一旦机架208被接地到接地导体226，电连接器216就可以仅被(例如，自动地而没有人为干预或者由操作人员来干预)推动以电连接。然后，电力(例如，DC电力)可以通过导体表面211，通过电连接器216，被递送到机架208中的电子设备220。

[0144] 图3A是直流(DC)数据中心电力模块300(“DC电力模块300”)的示意图。通常，DC电力模块300将多个数据中心机架或服务器机架电耦接到去往数据中心主电源(或多个数据中心主电源)的多条电力路径。此外，DC电力模块300可以为数据中心中的每个服务器机架提供可开关(例如，手动地或自动地)的电源，从而确保任何特定的机架通过多条电源路径被连接到一个或多个主电源，以用于冗余。因此，如果来自主电源的特定的路径变为从服务器机架电解耦(例如，通过故障或以其他方式)，则冗余路径可用于要被递送到服务器机架的电力。

[0145] 如图3A中所示，DC电力模块300包括包围多个转换开关320的壳体302(例如，包围体、柜子或其他)。在一些方面中，DC电力模块300可以包括一定数量的转换开关320，该转换开关320的数量多于(例如，两倍于)特定的服务器机架的组(例如，排、排的部分、非线性的组或其他方式)内的服务器机架的数量。每个转换开关320可以是自动转换开关或手动转换开关。例如，每个转换开关320可以控制将电力(例如，DC电力)从一条电源路径递送到特定的服务器机架。

[0146] 如图3A中所示，每个转换开关320通过主(或第一)电力连接316被耦接到主(或第一)DC电力总线304，或者通过辅(或第二)电力连接318被耦接到辅(或第二)DC电力总线306。通常，主电力总线304和辅电力总线306可以包括总线汇流条(例如，铜总线汇流条)。主DC电力总线304在壳体302外部(并且可能在数据中心建筑物的外部)被电耦接到主变换器

314。辅DC电力总线306在壳体302外部(并且可能在数据中心建筑物的外部)被电耦接到辅变换器312。在一些方面中,主DC电力总线304和辅DC电力总线306在壳体302内被隔离(例如,物理地、电力地或这两者)。

[0147] 通常,每个变换器312和314从一个或多个主电源(308和310)接收电力,并且将调整后的电力递送到相应的DC电力总线304和306。例如,在一些方面中,主电源可以是公用电网电源308和备用发电机电源310。独立于公用电网电源308和发电机电源310的其他主电源可以包括例如太阳能电源、风能电源、核电源、天然气或煤炭电源等。

[0148] 由变换器312和314所递送的调整后的电力可以从AC电力被调整为DC电力。例如,主电源308和310可以生成AC电力,并且变换器312和314可以将AC电力逆变为DC电力以递送到DC电力模块130。此外,主电源可以生成中压电力(例如,13.5kV)或者向变换器312和314递送中压电力。变换器312和314(也用作变压器)可以将高压电力变压为低压电力(例如,在200V与5000V之间),或者甚至变压为DC电力(例如,小于1000VDC)。因此,变换器312和314中的每个可以代表电力变换器(例如,从AC到DC)或者作为电力变换器和变压器。

[0149] 如该示例中所示,每对转换开关320连接到单个电导体322,该单个电导体322延伸到壳体302的外部以电耦接到数据中心中的(在数十、数百或者甚至数千个机架中间的)特定的服务器机架。因此,在DC电力模块300的该示例实施方式中,每个服务器机架被电耦接到特定的转换开关对,并且通过特定的转换开关对接收电力(例如,DC电力)。

[0150] 在一些方面中,DC电力总线304和306提供单独地可维护的总线汇流条,该单独地可维护的总线汇流条确保即使总线304或306中的一个失去功能,DC电力也从DC电力模块300被递送到服务器机架。例如,在一些情况下,电力总线304或306中的一个可能由于维护或维修而失去功能。在这样的情况下,电力总线304和306中的每个可以是单独地可维护的,而总线304或306中的另一个(未被维护的)可以将DC电力递送到转换开关320。

[0151] 图3B-3C是具有由图3A的一个或多个DC数据中心电力模块300所供电的机架358的数据中心350的示例实施方式的示意图。例如,在图3A的示例数据中心350中,该数据中心350包括限定人员可居留工作空间354的数据中心建筑物352,有两个DC电力模块300,其中每个模块300服务于数据中心350中的服务器机架358的特定限定的部分。在该示例中,特定的部分包括被定位在两个相邻排356中的机架358。因此,在该示例中,有唯一且独立的DC电力模块300,通过其向机架358的两个排356提供电力(例如,DC电力)。

[0152] 可选择地,在一些示例配置中,机架358的单个排356可以由特定的DC电力模块300(例如,排358与DC电力模块300为1比1的比例)服务(例如,接收DC电力)。在一些其他示例配置中,机架358的单个排356可以由两个或多个DC电力模块300(例如,排358与DC电力模块300为1比n的比例,其中n＞1)服务(例如,接收DC电力)。在一些其他示例配置中,机架358的两个或多个排356可以由单个DC电力模块300(例如,排358与DC电力模块300为n比1的比例,其中n＞1)服务(例如,接收DC电力)。当然,在一些示例实施方式中,数个机架358可以以非线性的布置(例如,诸如集群或其他布置)被分组,并且一个或多个DC电力模块300可以服务于机架158的特定的一个或多个组。

[0153] 转到图3B,在该图的示例数据中心350中,有两个DC电力模块300,其中每个模块300服务于多个排356中的一个或多个机架358。在该示例中,DC电力模块300中的一个服务于以该示例布置所示的每个排356中的数个机架358。例如,如所示地,机架358的每个排356

的部分360由每个DC电力模块300服务。因此，如果在故障或以其他方式不能从特定的DC电力模块300递送电力(例如，DC电力)的情况下，则对于机架358的整个排356不会丢失电力(以及因此不会丢失操作)。在这样的布置中，实现了电力递送的多样性，使得服务器机架358的单个排(或非线性的分组)不会由单个DC电力模块300的丢失而致使无法操作。

[0154] 图4是包括电力控制系统406的数据中心400的示意图，该电力控制系统406使用在一个或多个服务器机架410与电力控制系统406之间转移电力和数据的一个或多个数据中心电力连接器412。基于转移的数据，例如，电力控制系统406可以生成数据中心400的一个或多个虚拟模型。在一些方面中，虚拟模型可以在进行任务时提供更高的效率(例如，成本、时间、人力和其他)，该任务诸如是：服务器机架410和在机架410中所支撑的一个或多个电子设备的清查；地理上识别数据中心400的人员可居留工作空间404内的服务器机架410和在机架410中所支撑的一个或多个电子设备；识别数据中心400的网络拓扑404内的服务器机架410和在机架410中所支撑的一个或多个电子设备；识别数据中心400的冷却拓扑内的服务器机架410和在机架410中所支撑的一个或多个电子设备；以及识别数据中心400的电力拓扑内的服务器机架410和在机架410中所支撑的一个或多个电子设备；以及其他任务。

[0155] 图4中的数据中心400的示意图在诸如电力递送结构、冷却结构和网络结构的未示出的特定的结构中被简化。因此，图4中的数据中心400的示例实施方式可以用以下系统来实现：例如，图1A-1D、2A-2B和3A-3C中的任何一个中所示的DC电力系统，以及包括用于向服务器机架中的电子设备递送DC电力的DC电力递送系统、冷却服务器机架中的电子设备的冷却系统和适当地将电子设备通信地耦接到诸如局域网(“LAN”)、广域网(“WAN”)、对等网络(具有自组或静态构件)、网格计算基础设施和互联网的一个或多个网络的网络系统的其他电力、冷却或网络系统。示例电力控制系统406(例如，通过一个或多个整流器和变压器)被电耦接到主电源408。

[0156] 如所示地，电力控制系统406通过电力连接器412被可通信地并且电力地耦接到服务器机架410。在一些方面中，电力控制系统406可以是基于控制器的电力递送系统，例如，向服务器机架410递送DC电力的基于微处理器的电力递送系统。例如，电力连接器406可以是基于控制器的数据中心电力模块300。电力连接器406还可以是数据中心电力系统100或数据中心电力系统200的至少一部分。因此，在一些方面中，电力连接器412可以被用来将服务器机架410连接到一个或多个DC电力模块300、DC电力导体114或DC导体组件210。

[0157] 每个电力连接器412可以将AC或DC电力递送到一个或多个服务器机架410，以向电子设备(例如，处理器、存储器、网络装备、诸如风扇的冷却设备以及其他)供电。每个电力连接器412还可以在服务器机架(例如，电子设备之间)和控制系统406之间传送数据。例如，在一些方面中，每个电力连接器412包括同时地传送数据以及AC或DC电力的电力线通信(PLC)导体。PLC导体可以是宽带或窄带PLC导体并且递送数字信息以及DC电力。例如，PLC导体可以是诸如CAN总线、电力线上LIN总线(DC-LIN)、DC总线以及LonWorks的数个标准DC PLC导体中的一个。作为进一步的示例，作为DC PLC导体，电力连接器412可以利用PLC的SAE J1772标准。

[0158] 如先前所描述的，每个电力连接器412可以包括传送电力和数据的单个导体。可选择地，每个电力连接器412包括被耦接在单个护套或导线管内的两个导体。例如，导体中的一个可以传送数据而导体中的另一个可以传送电力。

[0159] 在操作中，在用电力连接器412将电力控制系统406电连接到服务器机架410之后，DC电力通过电力连接器412被递送到服务器机架410以向电子设备供电。在将电力连接器406可通信地并且电气地耦接到服务器机架410时，电力连接器406可以启动机架410与电力连接器406之间的数据传送以生成一个或多个虚拟模型。例如，一旦被连接，电力连接器406就可以通过电力连接器412轮询服务器机架412(或以其他方式从服务器机架412请求信息)。请求的信息可以包括例如关于相应的服务器机架410和在服务器机架上所支撑的电子设备的“身份”信息，诸如是每个相应的服务器机架410中的每个电子设备(例如，处理器、存储器、交换机或其他)的名称、型号或序列号，服务器机架名称或标示，以及其他识别信息。这样的请求或轮询可以周期地被进行、仅在数据中心400中安装服务器机架之后被进行一次、每当服务器机架或者甚至服务器机架内的电子设备移动或更换时被进行、或者以其他方式被进行。

[0160] 一旦识别信息被传达到电力连接器406，电力连接器406就可以构造或完成数据中心400的一个或多个虚拟模型。一个示例虚拟模型可以是地理拓扑模型。例如，电力连接器406可以将每个服务器机架410并且甚至每个服务器机架410内的每个电子设备的识别信息与数据中心建筑物402的人员可居留工作空间404内的特定的地理位置相关联。在一些方面中，电力连接器406可以使用GPS或其他地理关联技术来将识别信息与特定的地理位置相关联。在其他方面中，在部署服务器机架410之前，电力连接器406可以包括或存储数据中心400的“空白”地理拓扑，该“空白”地理拓扑包括服务器机架410的建议的位置，但是不包括将特定的服务器机架410与建议的位置相关联(例如，以排、以组或以其他方式)的任何识别信息。因此，接收的识别信息可以被输入到建议的位置中以生成地理拓扑虚拟模型。在一些方面中，可以使用生成的地理模型，使得获知特定的服务器机架410和服务器机架410内的各个组件的特定的位置。因此，如果例如组件失效或故障，则该组件可以被高效地定位在数据中心400(该数据中心400可能包括数百、数千或数万个这样的组件)内。

[0161] 另一示例虚拟模型可以是网络拓扑模型。例如，在部署服务器机架410之前，电力连接器406可以包括或存储数据中心400的“空白”网络拓扑，该“空白”网络拓扑包括服务器机架410的建议的网络域。每个网络域可以限定被可通信地耦接在数据中心400内的公共网络上的数个服务器机架410(以及在这样的机架410上所支撑的电子设备)。“空白”网络拓扑可以不包括将特定的服务器机架410与建议的网络域相关联(例如，该建议的网络域由机架排、机架组或以其他方式来限定)的任何识别信息。因此，接收的识别信息可以被输入到建议的域中以生成网络拓扑虚拟模型。在一些方面中，可以使用生成的网络模型，使得可以获知包括特定的服务器机架410和服务器机架410内的各个组件的特定的网络域。因此，如果例如网络域失效或故障，则在失效的域内的特定的机架410或那些机架410内的电子设备可以例如被重路由到另一域。

[0162] 另一示例虚拟模型可以是冷却拓扑模型。例如，在部署服务器机架410之前，电力连接器406可以包括或存储数据中心400的“空白”冷却拓扑，该“空白”冷却拓扑包括服务器机架410的建议的冷却域。每个冷却域可以限定由数据中心400内的特定的冷却单元(例如，风扇盘管单元、CRAC单元、冷冻器、诸如冷却塔的蒸发冷却单元、风扇、泵、热泵、冷凝单元或其他)所冷却的数个服务器机架410(以及在这样的机架410上所支撑的电子设备)。“空白”冷却拓扑可以不包括将特定的服务器机架410与建议的冷却域相关联(例如，该建议的冷却

域由机架排、机架组或以其他方式来限定)的任何识别信息。因此,接收的识别信息可以被输入到建议的域中以生成冷却拓扑虚拟模型。在一些方面中,可以使用生成的冷却模型,使得可以获知包括特定的服务器机架410和服务器机架410内的各个组件的特定的冷却域。因此,如果例如冷却域失效或故障(例如,通过这样的域的一个或多个冷却单元失效),则在失效的域内的特定的机架410或那些机架410内的电子设备可以例如被移动到另一冷却域,或者另一冷却域可以被调整(例如,用增加的气流或其他冷却流体流)以冷却失效的域内的机架410。另外,在一些方面中,冷却拓扑可以被用来确定冷却域内的一个或多个冷却单元的失效。例如,基于特定的服务器机架410的感测参数(例如,温度或其他),诸如是特定的机架410中的电子设备的温度、离开特定的机架410(例如,到邻近机架410的暖空气通道中)的气流的温度或者其他参数,电力连接器406可以确定服务于特定的服务器机架410所位于的冷却域的一个或多个冷却单元已经失效或者以其他方式失去功能。因此,可以进行对失效的一个或多个冷却单元的维护或更换。

[0163] 另一示例虚拟模型可以是电力拓扑模型。例如,在部署服务器机架410之前,电力连接器406可以包括或存储数据中心400的“空白”电力拓扑,该“空白”电力拓扑包括服务器机架410的建议的电力域。每个电力域可以限定被电力地耦接在数据中心400内的公共电力域上的数个服务器机架410(以及在这样的机架410上所支撑的电子设备)。在一些方面中,电力域可以被限定为一个或多个服务器机架410、电子设备或其他耗电设备(例如,冷却或照明)的组,该耗电设备从数据中心电力系统的特定电力导体、数据中心电力系统的特定DC电力模块、数据中心电力系统的特定变压器、数据中心电力系统的特定整流器、数据中心电力系统的特定电源或者数据中心电力系统的这样的组件的组合接收电力。“空白”电力拓扑可以不包括将特定的服务器机架410与建议的电力域相关联的任何识别信息。因此,接收的识别信息可以被输入到建议的域中以生成电力拓扑虚拟模型,并且将部署的服务器机架410(以及相关联的电子设备)与建议的电力域中的至少一个进行链接。在一些方面中,可以使用生成的电力模型,使得可以获知包括特定的服务器机架410和服务器机架410内的各个组件的特定的电力域。因此,如果例如电力域(例如,作为这样的域的部分的电力组件)失效或故障,则在失效的域内的特定的机架410或那些机架410内的电子设备可以例如接收从另一电力域所重路由的电力。

[0164] 可以基于例如更新的识别信息来周期地(例如,不时地、在被禁止的时间段、实时动态地或以其他方式)更新示例虚拟模型中的一个或多个。例如,电力连接器406可以启动或被轮询在机架410和电力连接器406之间要被传送的识别信息。这可以周期地(例如,每周一次、每月一次、每天一次或以其他方式)发生。这也可以动态地发生,诸如是当由数据中心操作员启动时、当一个或多个电子设备或服务器机架被调整(例如,物理地或虚拟地)时或以其他方式。可以用随后的(例如,在服务器机架410或数据中心的初始启动之后)数据传送来更新关于相应的服务器机架410和在服务器机架上所支撑的电子设备的识别信息。一旦识别出识别信息被更新,就可以用新的识别信息来更新生成的虚拟模型。

[0165] 生成描述的虚拟模型可以提供优于用于在数据中心内定位服务器机架和/或电子设备的常规技术的多个优点。例如,常规技术可以包括使操作人员可视地检查和记录每个服务器机架(数据中心中的数十、数百或数千个机架)的各个位置。这样的视觉检查和记录充满了错误和不完整性,这些错误和不完整性用根据本公开的生成的虚拟模型被减少或消

除。例如,因为由电力控制系统406自动地进行服务器机架特定的识别信息和电子设备特定的识别信息的识别和记录,所以生成的虚拟模型可以更准确。此外,由电力控制系统406进行的服务器机架特定的识别信息和电子设备特定的识别信息的这样的识别和记录可以在任何时间被启动和完成,以及比常规技术更容易地多次被启动和完成,诸如是每当服务器机架或电子设备移动、移除或更换时。另外,特定的数据中心基础设施设备(例如,冷却单元、电力递送部件、网络部件)的更换可以不影响生成的虚拟模型。另外,描述的虚拟模型可以提供服务器机架和/或电子设备的动态或实时状态,用于冷却需求、电力需求、资产诊断和管理以及数据中心地板的动态映射。

[0166] 图5是诸如电力控制系统406的数据中心电力系统的示例控制器500(或控制系统)的示意图。例如,控制器500可以与数据中心电力系统可通信地耦接,或者作为数据中心电力系统的部分,该数据中心电力系统包括诸如电力连接器412的一个或多个电力连接器,以向支撑电子设备的一个或多个机架提供电力。

[0167] 控制器500旨在包括各种形式的数字计算机,诸如是印刷电路板(PCB)、处理器、数字电路或者作为媒介物(vehicle)的部分的其他形式。另外,系统可以包括便携式存储介质,诸如是通用串行总线(USB)闪存驱动器。例如,USB闪存驱动器可以存储操作系统和其他应用。USB闪存驱动器可以包括输入/输出组件,诸如是无线发射器或可以被插入到另一计算设备的USB端口中的USB连接器。

[0168] 控制器500包括处理器510、存储器520、存储设备530和输入/输出设备540。组件510、520、530和540中的每一个使用系统总线550被互连。处理器510能够处理用于在控制器500内执行的指令。可以使用数个架构中的任何一个来设计处理器。例如,处理器510可以是CISC(复杂指令集计算机)处理器、RISC(精简指令集计算机)处理器或者MISC(最小指令集计算机)处理器。

[0169] 在一个实施方式中,处理器510是单线程处理器。在另一个实施方式中,处理器510是多线程处理器。处理器510能够处理被存储在存储器520中或存储设备530上的指令,以在输入/输出设备540上显示用户界面的图形信息。

[0170] 存储器520存储控制器500内的信息。在一个实施方式中,存储器520是计算机可读介质。在一个实施方式中,存储器520是易失性存储器单元。在另一个实施方式中,存储器520是非易失性存储单元。

[0171] 存储设备530能够为控制器500提供大容量存储。在一个实施方式中,存储设备530是计算机可读介质。在各种不同的实施方式中,存储设备530可以是软盘设备、硬盘设备、光盘设备或者磁带设备。

[0172] 输入/输出设备540为控制器500提供输入/输出操作。在一个实施方式中,输入/输出设备540包括键盘和/或定点设备。在另一个实施方式中,输入/输出设备540包括用于显示图形用户界面的显示单元。

[0173] 描述的特征可以以数字电子电路来实现,或者以计算机硬件、固件、软件或它们的组合来实现。装置可以以被有形地实施在信息载体中的计算机程序产品来实现,该计算机程序产品例如被有形地实施在由可编程处理器执行的机器可读存储设备中;并且方法步骤可以由执行指令程序的可编程处理器来进行,以通过对输入数据进行操作并且生成输出来进行描述的实施方式的功能。描述的特征可以有利地以在可编程系统上可执行的一个或多

个计算机程序来实现，该可编程系统包括至少一个可编程处理器，该可编程处理器被耦接以从数据存储系统接收数据和指令并且向数据存储系统传送数据和指令，至少一个输入设备，以及至少一个输出设备。计算机程序是可以在计算机中被直接或间接地使用以进行某个活动或带来某个结果的指令集。计算机程序可以以任何形式的编程语言来编写，包括编译或解释语言，并且其可以以任何形式被部署，包括作为独立的程序或者作为模块、组件、子例程或适合在计算环境中使用的其他单元。

[0174] 例如，用于执行指令程序的适合的处理器包括通用和专用微处理器，以及任何种类的计算机的唯一处理器或多个处理器中的一个处理器。通常，处理器将从只读存储器或随机存取存储器或这两者接收指令和数据。计算机的必要元件是用于执行指令的处理器以及用于存储指令和数据的一个或多个存储器。通常，计算机还将包括用于存储数据文件的一个或多个大容量存储设备，或者可操作地被耦接以与用于存储数据文件的一个或多个大容量存储设备进行通信；这样的设备包括磁盘，诸如内部硬盘和可移动磁盘；磁光盘；以及光盘。适用于有形地实施计算机程序指令和数据的存储设备包括所有形式的非易失性存储器，例如包括半导体存储器设备，诸如EPROM、EEPROM和闪速存储器设备；磁盘，诸如内部硬盘和可移动磁盘；磁光盘；以及CD-ROM和DVD-ROM盘。处理器和存储器可以通过ASIC(专用集成电路)来补充，或者被合并到ASIC(专用集成电路)中。

[0175] 为了提供与用户的交互，特征可以被实现在计算机上，该计算机具有用于向用户显示信息的诸如CRT(阴极射线管)或LCD(液晶显示器)监视器的显示设备，以及用户可以向计算机提供输入的键盘和诸如鼠标或轨迹球的指示设备。另外，这样的活动可以经由触摸屏平板显示器和其他适当的机制来实现。

[0176] 特征可以在控制系统中被实现，该控制系统包括诸如数据服务器的后端组件，或者包括诸如应用服务器或因特网服务器的中间件组件，或者包括诸如具有图形用户界面或因特网浏览器的客户端计算机的前端组件，或者包括它们的任何组合。系统的组件可以通过诸如通信网络的任何形式或介质的数字数据通信来连接。通信网络的示例包括局域网(“LAN”)、广域网(“WAN”)、对等网络(具有自组织或静态成员)、网格计算基础设施以及因特网。

[0177] 虽然本说明书包含许多具体的实施方式细节，但是这些不应该被解释为对任何发明或可能被要求保护的范围的限制，而是作为特定于特定发明的特定实施方式的特征的描述。在本说明书中在单独实施方式的情境中所描述的某些特征也可以在单个实施方式中被组合实现。相反地，在单个实施方式的情境中所描述的各种特征也可以在多个实施方式中被单独地或以任何合适的子组合来实现。此外，虽然特征可以在上面被描述为以某些组合起作用并且甚至被最初要求如此，但是来自要求保护的组合的一个或多个特征在一些情况下可以从组合中被去除，并且要求保护的组合可以针对子组合或子组合的变型。

[0178] 类似地，虽然在附图中以特定顺序示出了操作，但是这不应该被理解为要求以示出的特定顺序或按顺序进行这样的操作，或者进行所有示出的操作，以实现期望的结果。在某些情况下，多任务以及并行处理可能是有利的。此外，上面所描述的实施方式中的各种系统组件的分离不应该被理解为在所有实施方式中要求这样的分离，并且应该理解的是，描述的程序组件和系统通常可以被一起集成在单个软件产品中或者被封装到多个软件产品中。

[0179] 已经描述了数个实施方式。然而，将理解的是，在不脱离本公开的精神和范围的情况下，可以作出各种修改。例如，此处所描述的示例操作、方法或处理可以包括比所描述的更多的步骤或更少的步骤。此外，这样的示例操作、方法或处理中的步骤可以以与附图中所描述或示出的不同的顺序来进行。因此，其他实施方式在以下权利要求的范围内。

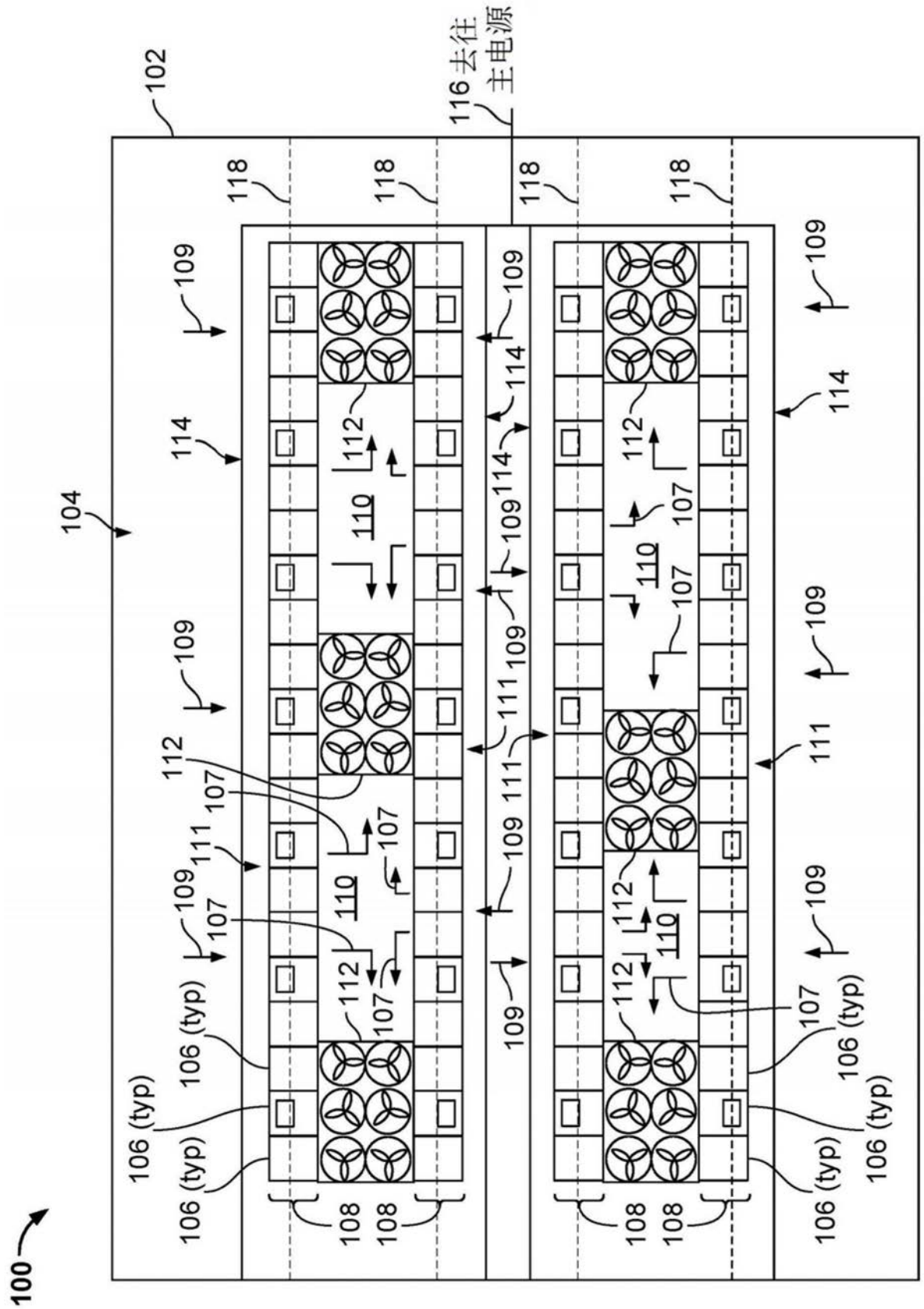


图1A

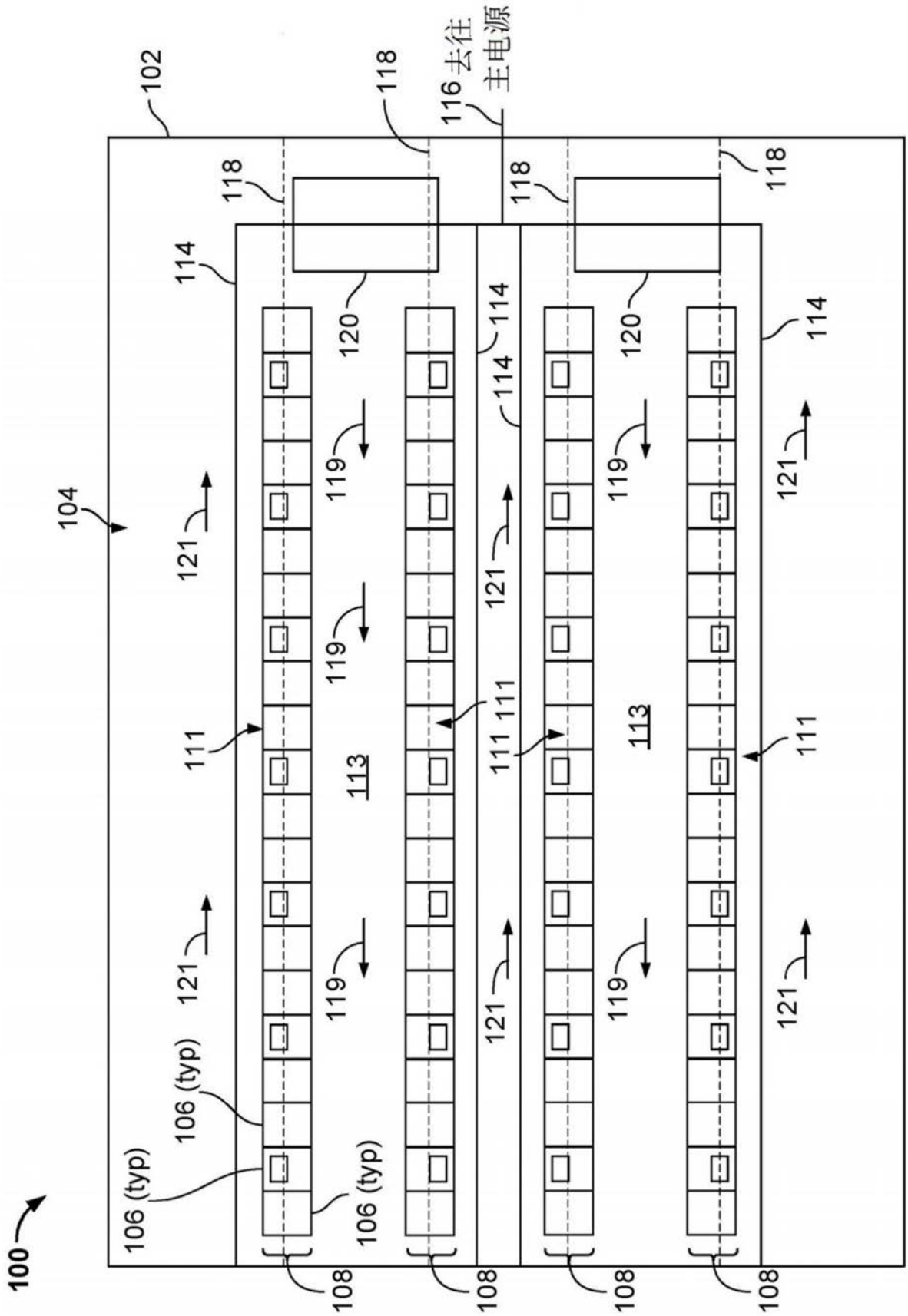

100
102
104
106 (typ)
106 (typ)
106 (typ)
108
111
113
114
116
118
119
120
121
去往主电源

图1B

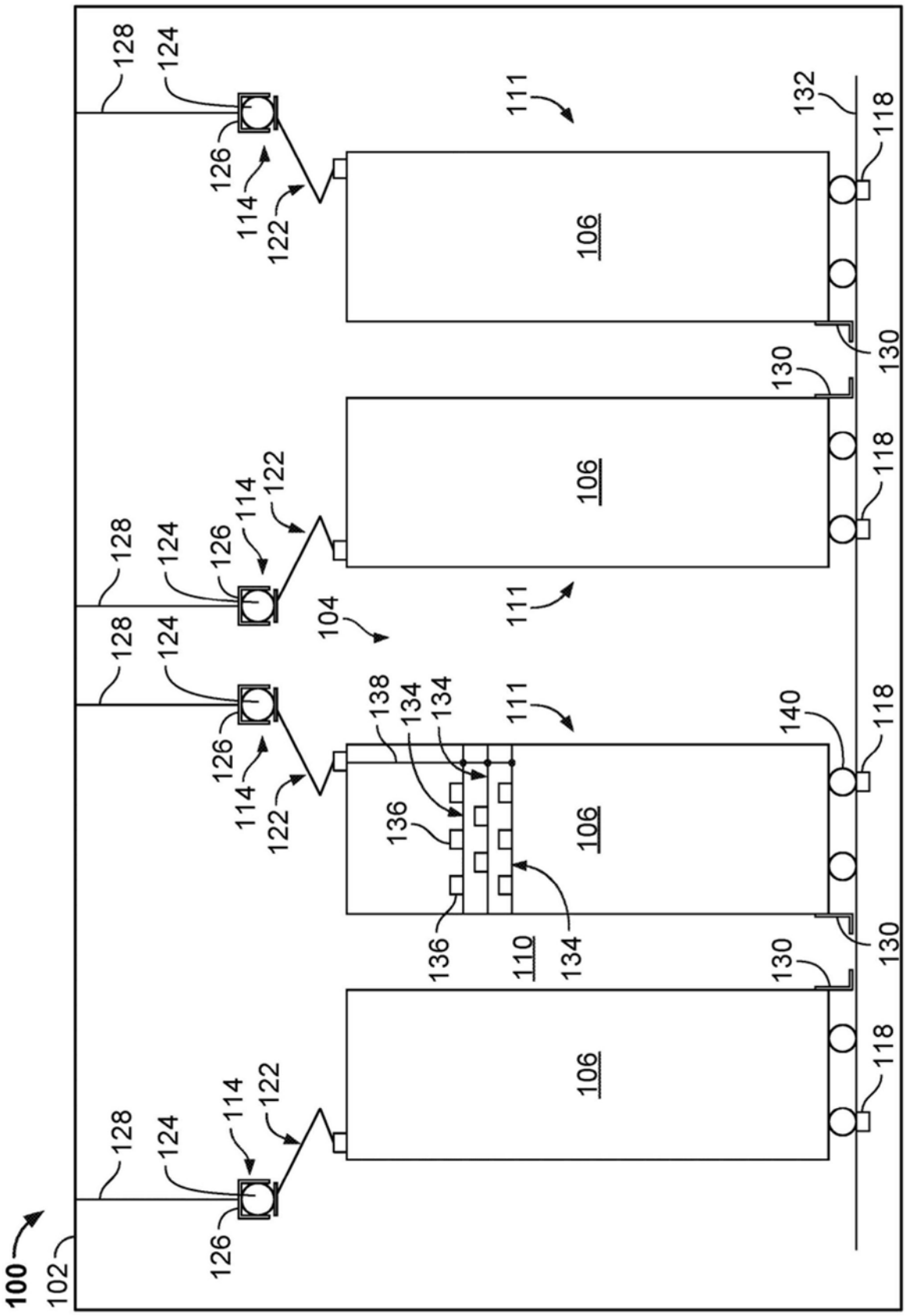

100
102
104
106
110
111
114
118
122
124
126
128
130
132
134
136
138
140

图1C

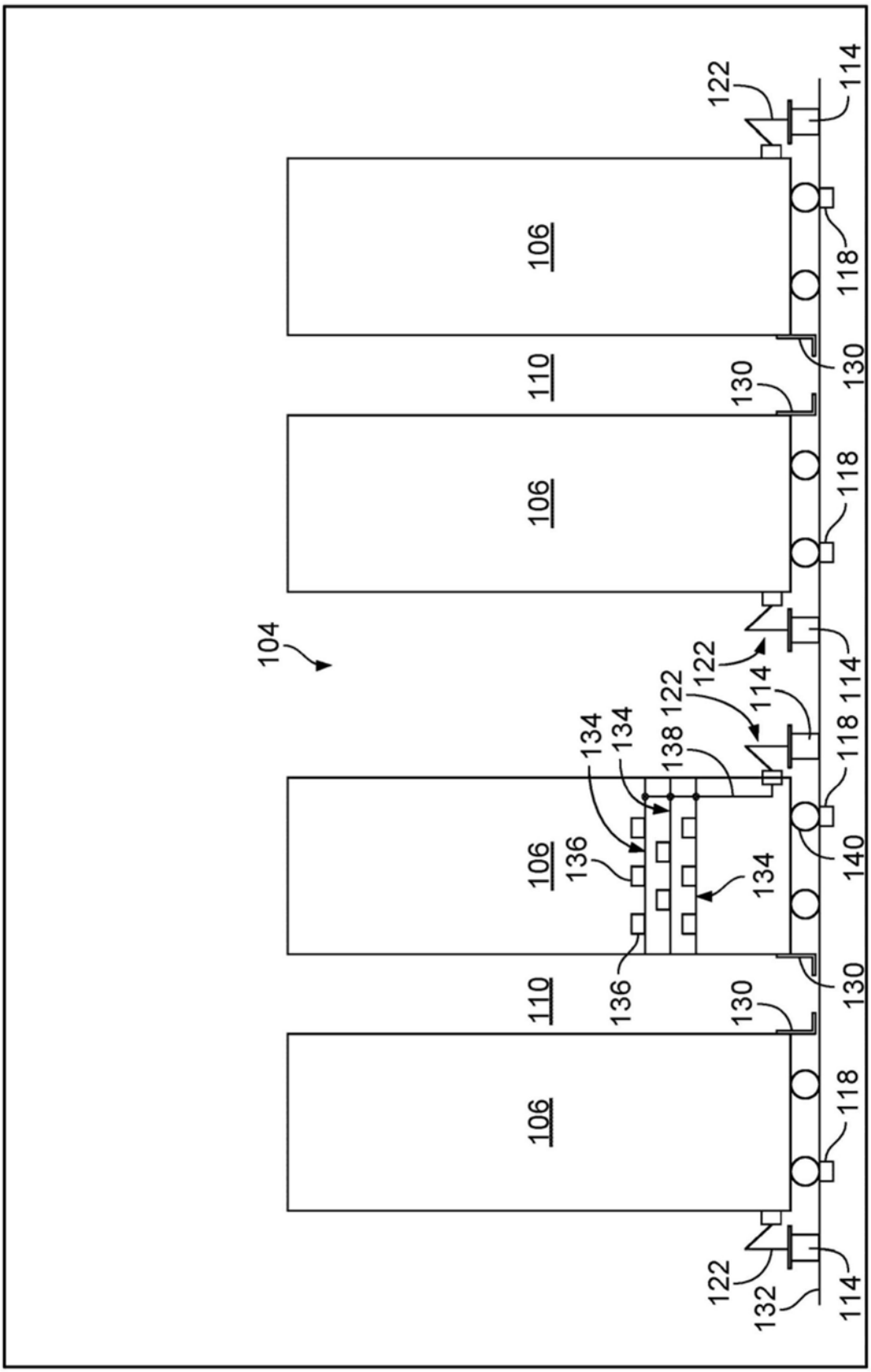


图1D

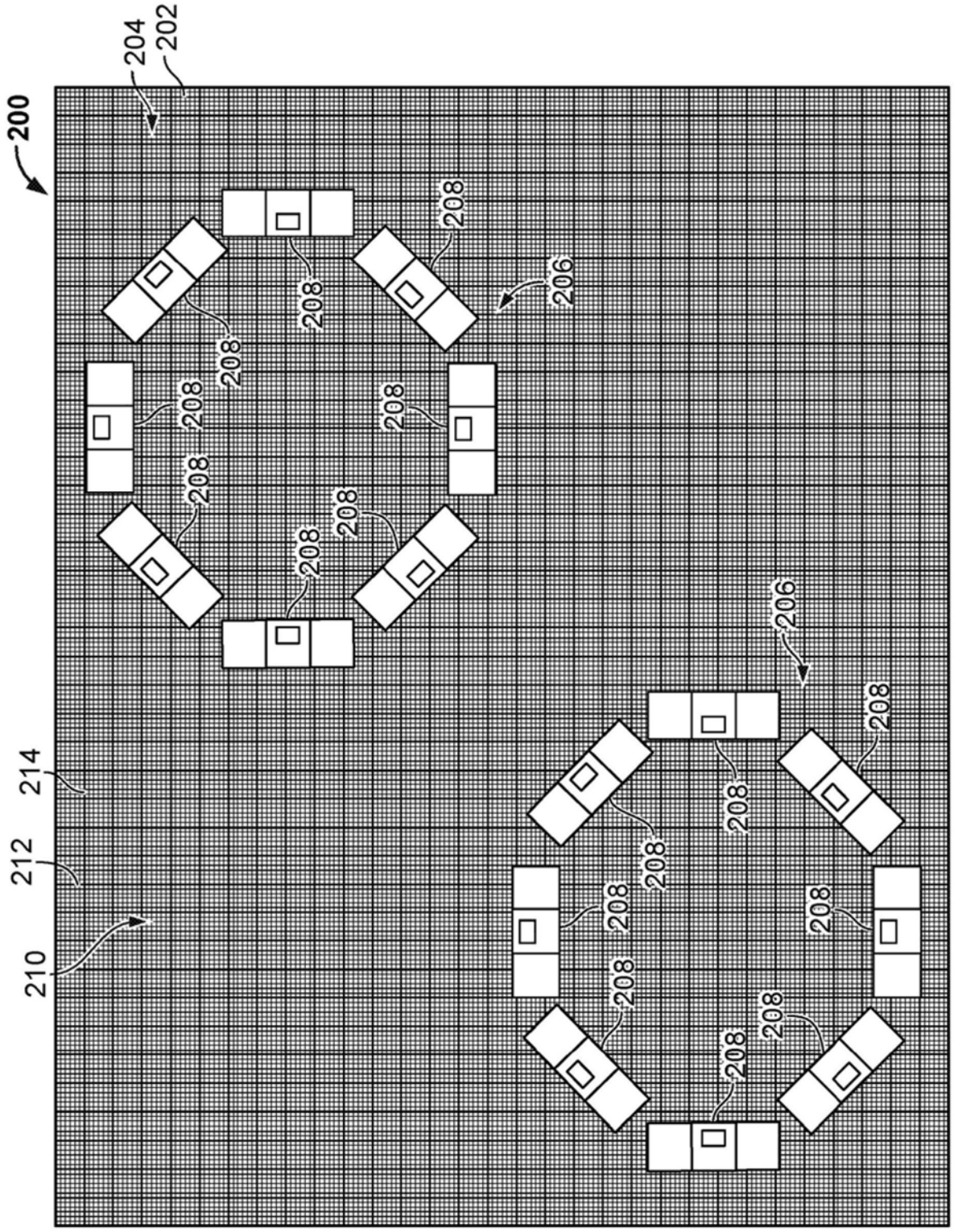


图2A

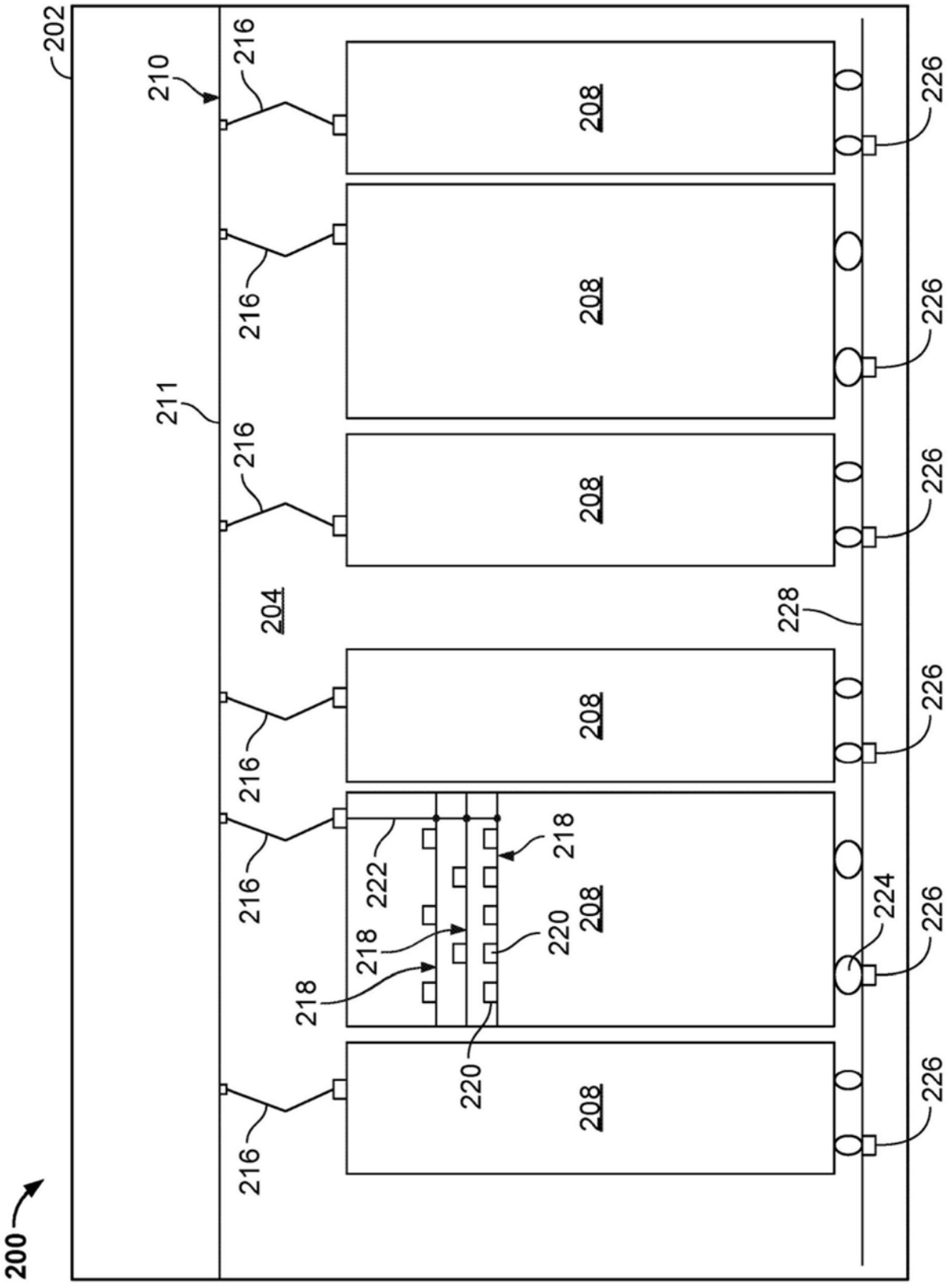


图2B

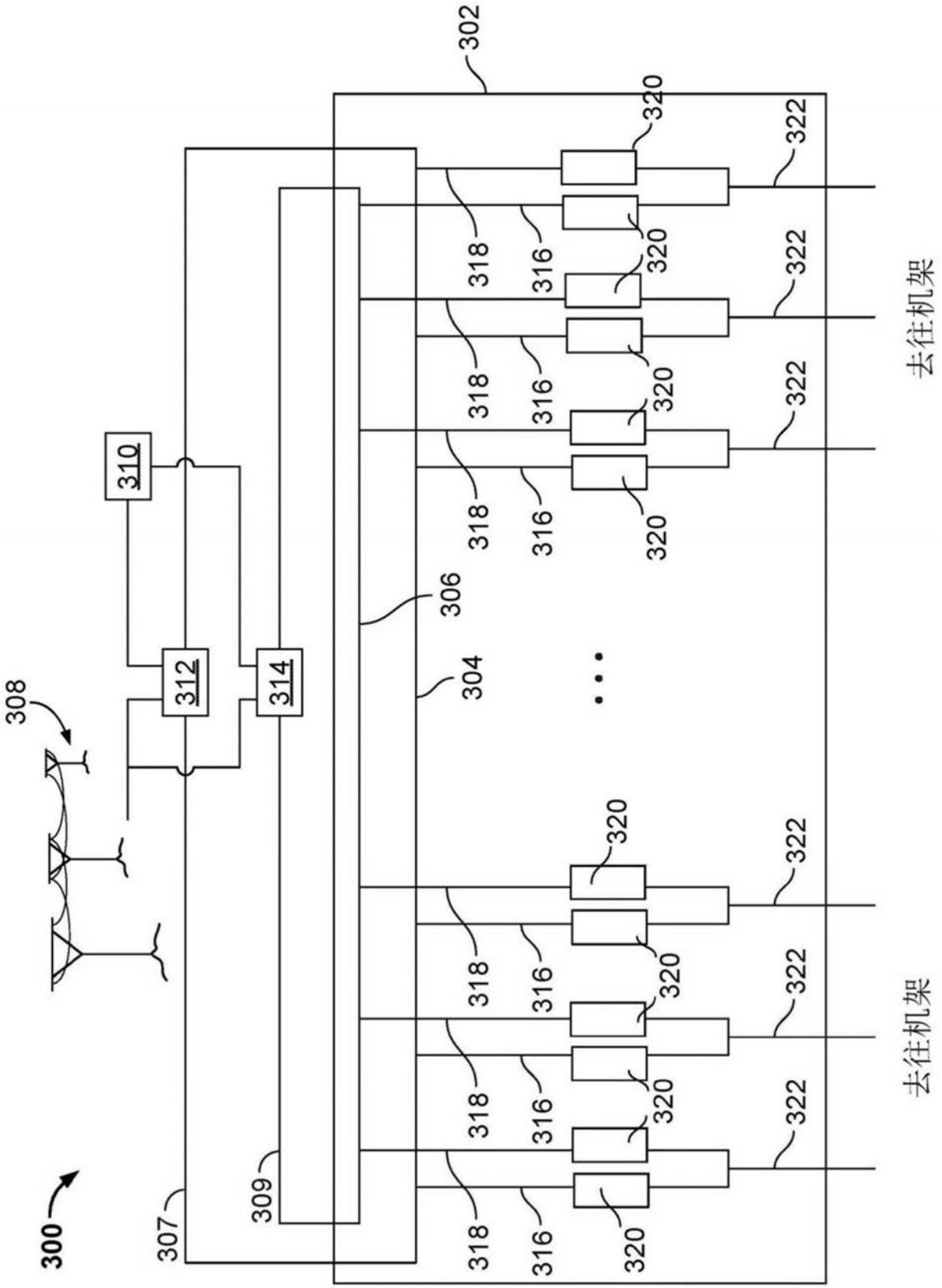

300
302
304
306
307
308
309
310
312
314
316
318
320
322
去往机架
去往机架

图3A

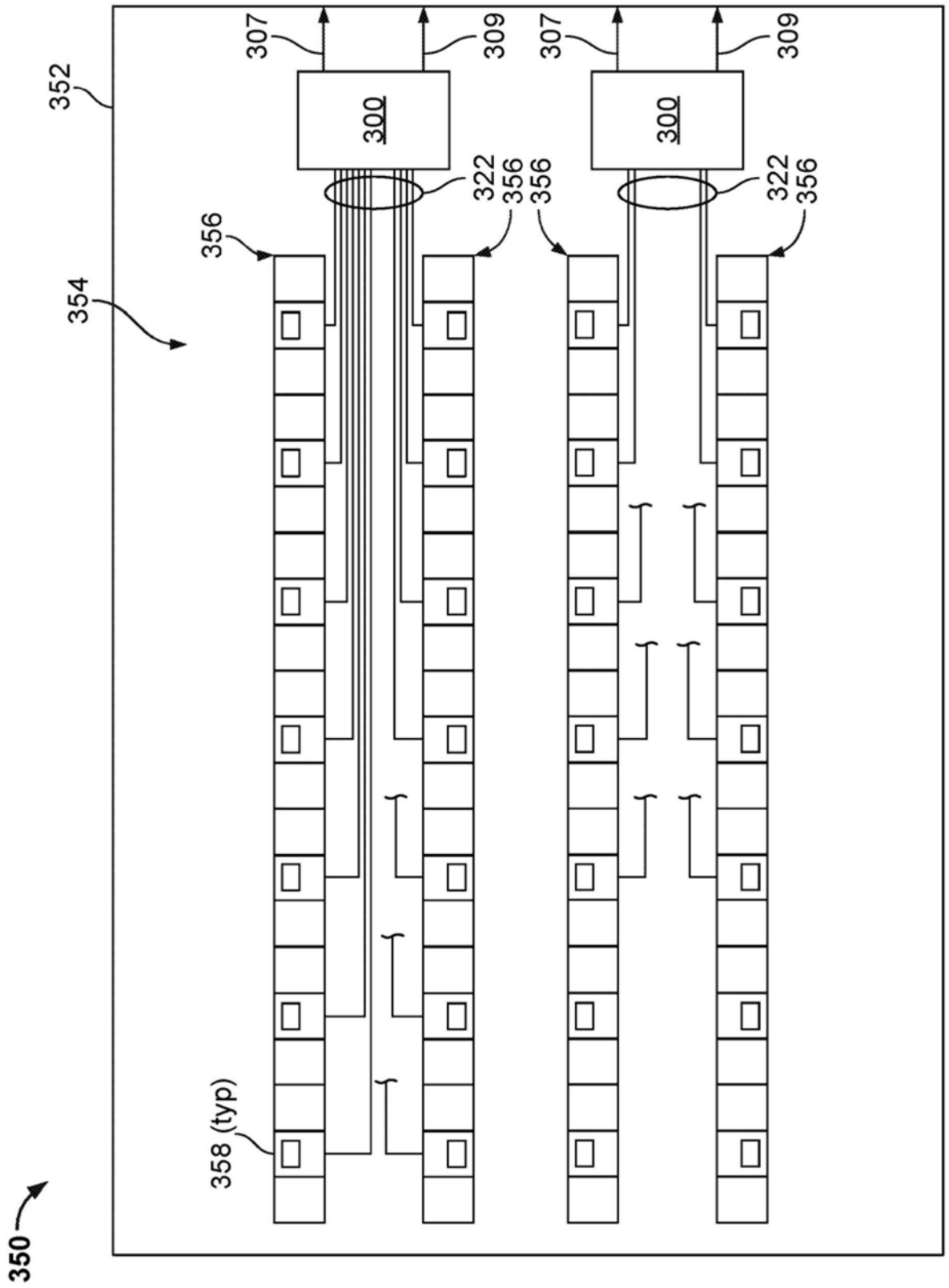

352
307
309
307
309
300
300
322
356
356
322
356
356
354
358 (typ)
350

图3B

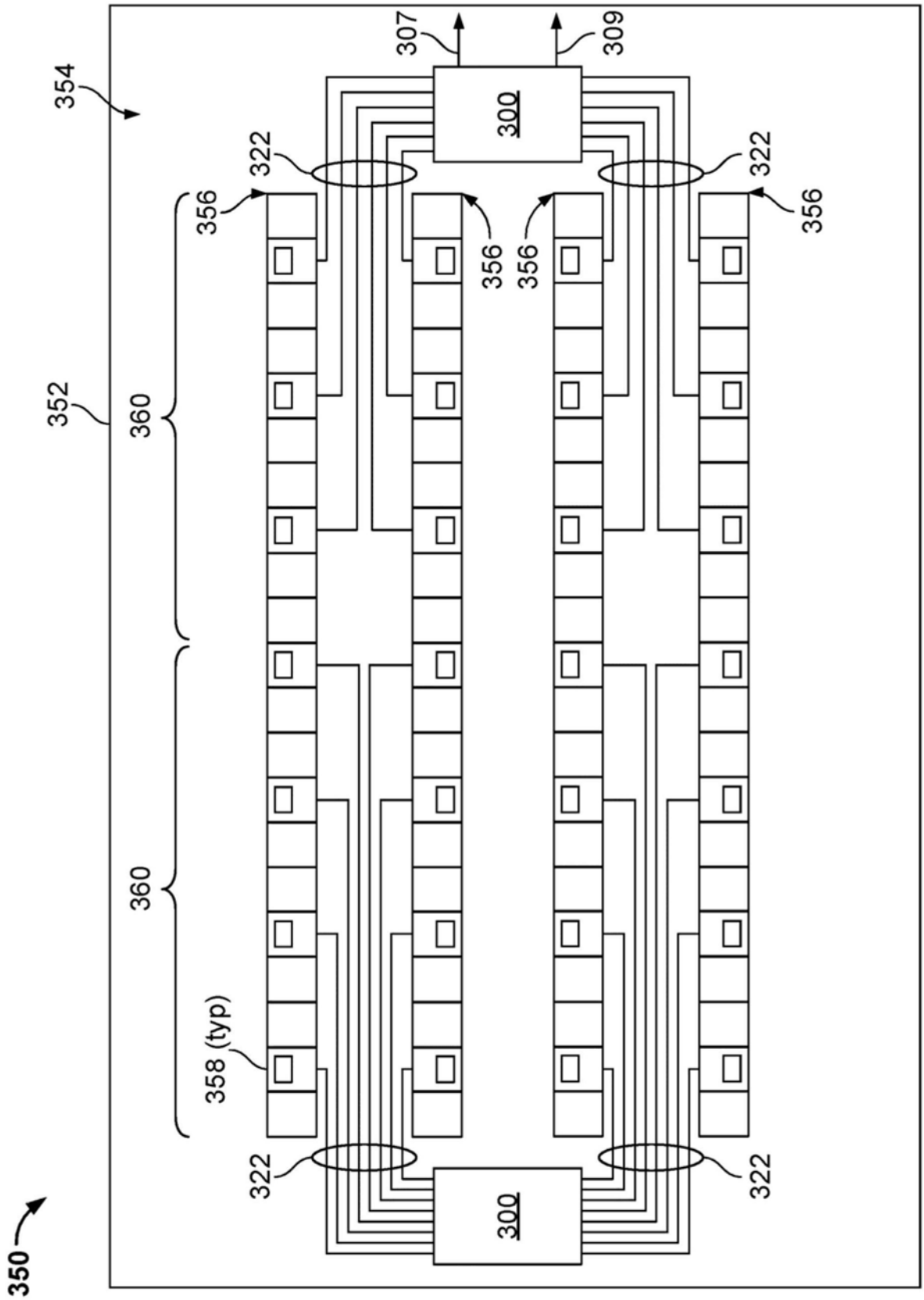

307
309
354
300
322
322
356
356
356
356
352
360
360
358 (typ)
322
322
300
350

图3C

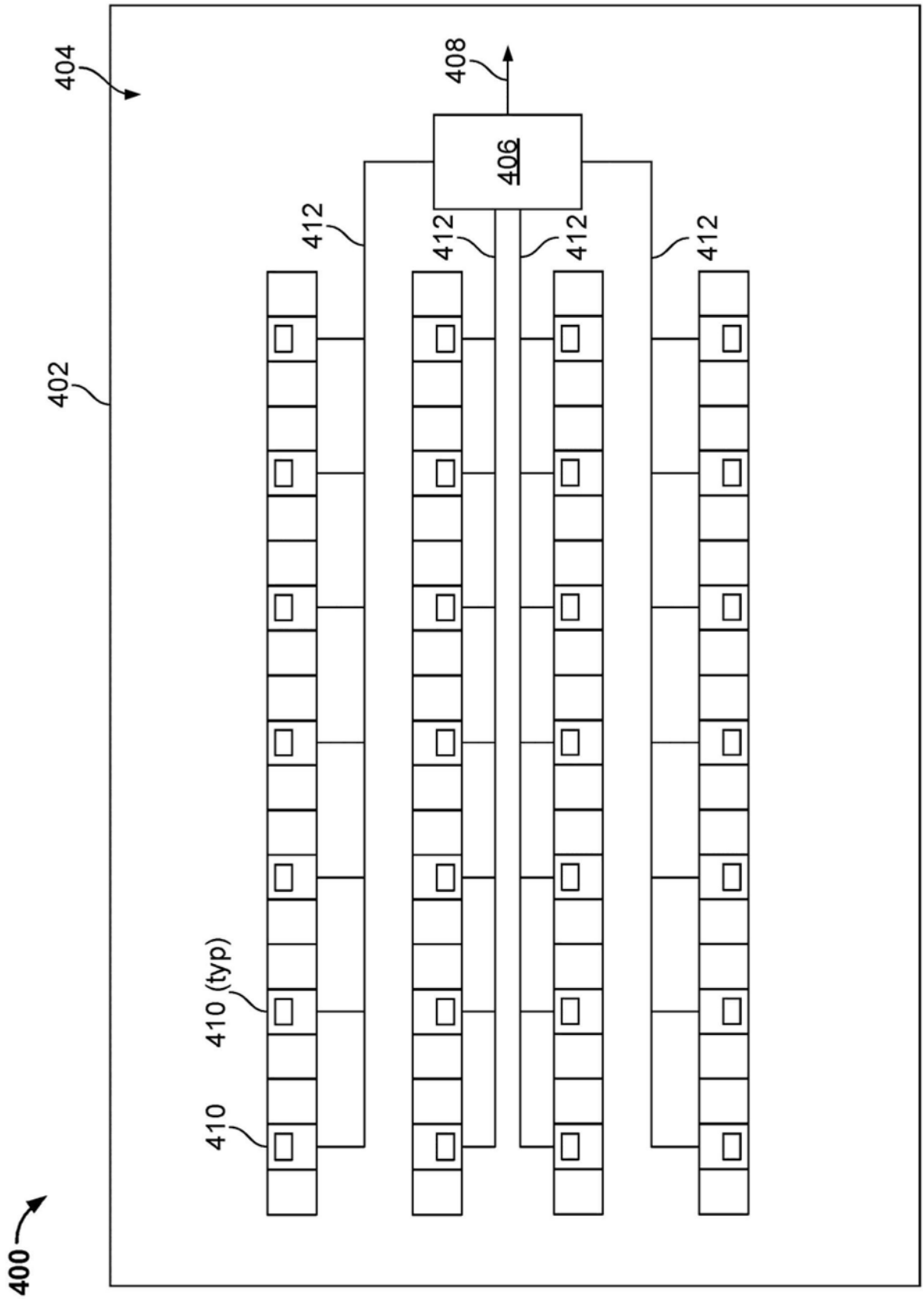


图4

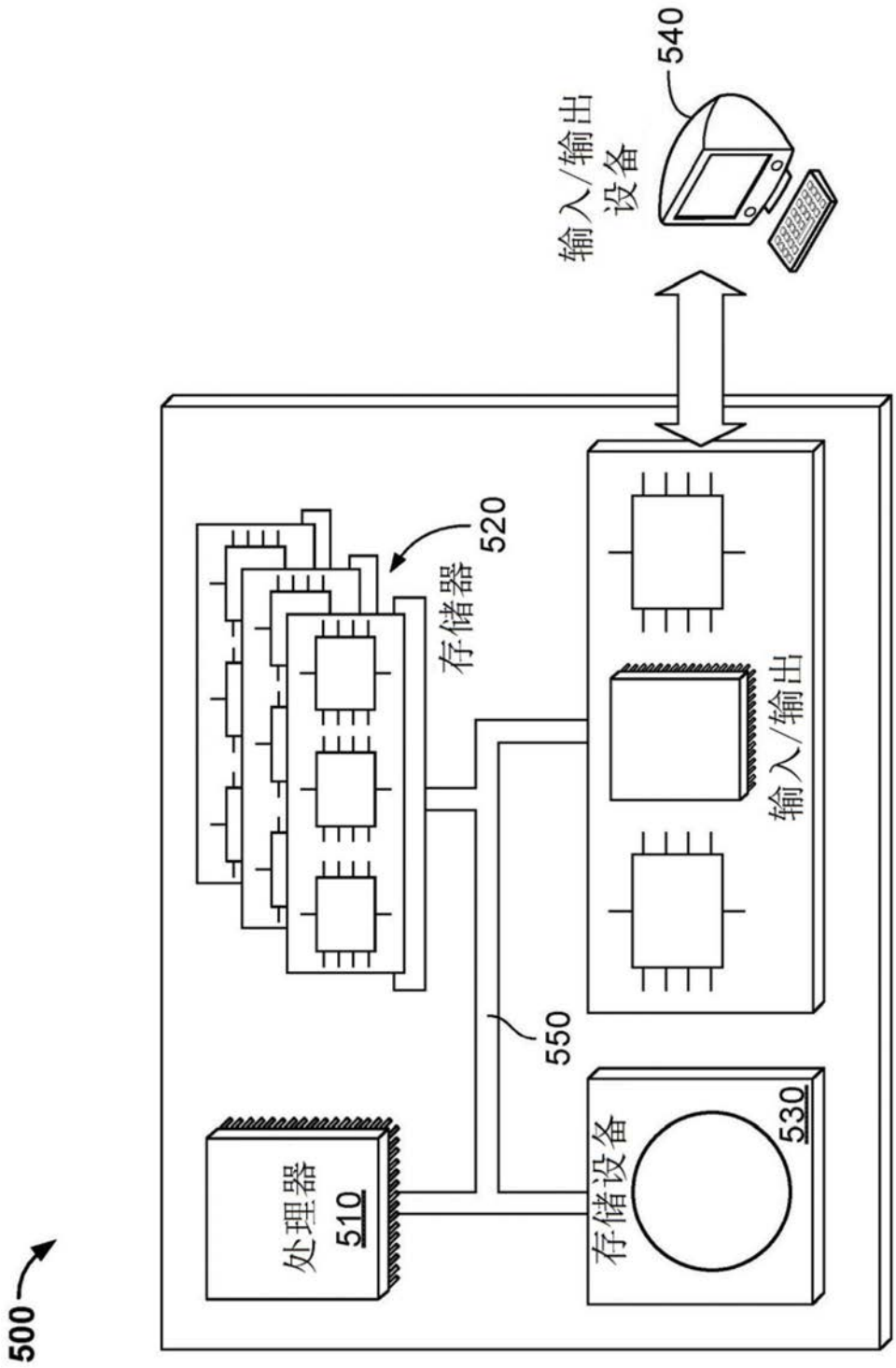


图5