



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103004047 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 27

(21) 申请号 201180035002. 9

(22) 申请日 2011. 07. 20

(30) 优先权数据

61/365, 982 2010. 07. 20 US

13/185, 549 2011. 07. 19 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 01. 16

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2011/044611 2011. 07. 20

(87) PCT申请的公布数据

W02012/012486 EN 2012. 01. 26

(71) 申请人 西门子工业公司

地址 美国佐治亚州

(72) 发明人 J. 德波尔

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 谢强

(51) Int. Cl.

H02H 1/00 (2006. 01)

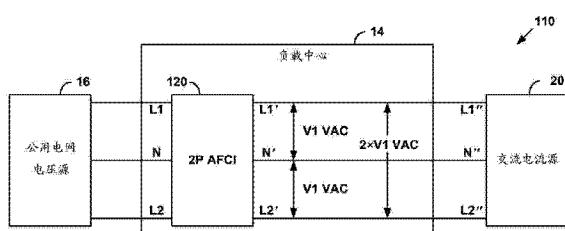
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 8 页

(54) 发明名称

为分布式发电电源提供电弧故障和 / 或接地  
故障保护用的系统及方法

(57) 摘要

本发明提供了一种系统，包括：电弧故障断路器 AFCI (12)，其具有线路侧端子 (L、N、G) 和负载侧端子 (L'、N'、G')，其中，线路侧端子联结至电压源 (16')，和联结至负载侧端子的电流源 (20) 以回馈到电弧故障断路器。



1. 一种系统，包括：

电弧故障断路器（“AFCI”），具有线路侧端子和负载侧端子，其中，将所述线路侧端子联结至电压源；以及

电流源，其联结至所述负载侧端子以回馈到所述 AFCI。

2. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述 AFCI 包括：

开关，联结在所述线路侧端子与所述负载侧端子之间；

致动器，联结至所述开关；以及

电弧故障检测电路，联结至所述致动器，

其中：

如果所述电弧故障检测电路检测到所述负载侧端子上的电弧故障，所述电弧故障检测电路促使所述致动器使所述开关开路，以使所述线路侧端子与所述负载侧端子断开；以及

所述致动器被适配为在全负载下工作约 500 毫秒而没有故障。

3. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述 AFCI 包括单极 AFCI。

4. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述 AFCI 包括双极 AFCI。

5. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述电压源包括公用电网电压源。

6. 根据权利要求 5 所述的系统，其中，所述电流源包括如果所述公用电网电压源电压下降到低于预定值则使所述电流源与所述公用电网电压源断开所用的电路。

7. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述线路侧端子包括线路端子、中性端子、以及接地端子。

8. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述线路侧端子包括第一线路端子、第二线路端子、中性端子、以及接地端子。

9. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述电流源包括一个或多个光伏系统、风力涡轮机系统、水力发电系统、以及电流源发电机。

10. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述电流源包括具有串式逆变器的光伏系统。

11. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述电流源包括具有多个微逆变器的光伏系统。

12. 根据权利要求 1 所述的系统，其中，所述电流源包括用于将所述电流源与所述公用电网电压源相位同步的电路。

13. 一种方法包括：

提供包括线路侧端子和负载侧端子的电弧故障断路器（“AFCI”），其中，将所述线路侧端子联结至电压源；以及

将电流源联结至所述负载侧端子以回馈到所述 AFCI。

14. 根据权利要求 13 所述的方法，其中，所述 AFCI 包括：

开关，联结在所述线路侧端子与所述负载侧端子之间；

致动器，联结至所述开关；以及

电弧故障检测电路，联结至所述致动器，

其中：

如果所述电弧故障检测电路在所述负载侧端子上检测到电弧故障，所述电弧故障检测电路促使所述致动器使所述开关开路，以使所述线路侧端子与所述负载侧端子断开；以及

所述致动器被适配为在全负载下工作约 500 毫秒而没有故障。

15. 根据权利要求 13 的方法, 其中, 所述 AFCI 包括单极 AFCI。

16. 根据权利要求 13 的方法, 其中, 所述 AFCI 包括双极 AFCI。

17. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中, 所述电压源包括公用电网电压源。

18. 根据权利要求 17 所述的方法, 其中, 所述电流源包括如果所述公用电网电压源电压下降到低于预定值则使所述电流源与所述公用电网电压源断开所用的电路。

19. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中, 所述线路侧端子包括线路端子、中性端子、以及接地端子。

20. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中, 所述线路侧端子包括第一线路端子、第二线路端子、中性端子、以及接地端子。

21. 根据权利要求 13 的方法, 其中, 所述电流源包括一个或多个光伏系统、风力涡轮机系统、水力发电系统、以及电流源发电机。

22. 如权利要求 13 所述的方法, 其中, 所述电流源包括具有串式逆变器的光伏系统。

23. 根据权利要求 13 所述的方法, 其中, 所述电流源包括具有多个微逆变器的光伏系统。

24. 根据权利要求 13 所述的方法, 其特征在于, 所述电流源包括用于将所述电流源与所述公用电网电压源相位同步的电路。

25. 一种光伏系统, 包括 :

电弧故障断路器(AFCI “), 其包括线路侧端子和负载侧端子, 其中, 将所述线路侧端子联结至电压源; 以及

逆变器, 联结至所述负载侧端子以回馈到所述 AFCI。

26. 根据权利要求 25 所述的系统, 其中, 所述 AFCI 包括 :

开关, 联结在所述线路侧端子与所述负载侧端子之间;

致动器, 联结至所述开关; 以及

电弧故障检测电路, 联结至所述致动器,

其中 :

如果所述电弧故障检测电路在所述负载侧端子上检测到电弧故障, 所述电弧故障检测电路促使所述致动器使所述开关开路, 以使所述线路侧端子与所述负载侧端子断开; 以及

所述致动器被适配为在全负载下工作约 500 毫秒而没有故障。

27. 根据权利要求 25 所述的系统, 其中, 所述 AFCI 包括单极 AFCI。

28. 根据权利要求 25 所述的系统, 其中, 所述 AFCI 包括双极 AFCI。

29. 根据权利要求 25 所述的系统, 其中, 所述电压源包括公用电网电压源。

30. 根据权利要求 29 所述的系统, 其中, 所述电流源包括如果所述公用电网电压源电压下降到低于预定值则使所述电流源与所述公用电网电压源断开所用的电路。

31. 根据权利要求 25 的系统, 其中, 所述线路侧端子包括线路端子、中性端子、以及接地端子。

32. 根据权利要求 25 的系统, 其中, 所述线路侧端子包括第一线路端子、第二线路端子、中性端子、以及接地端子。

33. 根据权利要求 25 所述的系统, 其中, 所述逆变器包括串式逆变器。

34. 根据权利要求 25 所述的系统, 其中, 所述逆变器包括多个微逆变器。
35. 根据权利要求 25 所述的系统, 其中, 所述逆变器包括用于将所述逆变器的输出与所述公用电网电压源相位同步所用的电路。

## 为分布式发电电源提供电弧故障和 / 或接地故障保护用的 系统及方法

[0001] 交叉引用

[0002] 本申请要求 2010 年 7 月 20 日提交的、序号为 61/365,982 的美国临时专利申请的权益，该申请的全部内容在此以引用方式并入本文。

### 技术领域

[0003] 本申请一般涉及为分布式发电电源提供电弧故障和 / 或接地故障保护用的系统及方法。

### 背景技术

[0004] 近年来，上涨的公用工程费用以及不断增加的由利用矿物燃料导致的对于环境危害的忧虑已经刺激了替代能源诸如太阳能、风能、水电能源方面增强兴趣。另外，随着替代能源的成本降低、以及随着更多公用电网提供连接有“净计量”程序的电网，该程序允许系统拥有者将剩余电力回馈给公用电网，替代能源的使用已经增加。

[0005] 在常规住宅净计量太阳能系统中，使用一个或多个光伏电池板将太阳能转换为直流电流，以及一个或多个逆变器将直流电流转换成与公用电网所提供电压信号的幅值、相位和频率同步的交流电流。在大多数装置中，然后，典型通过回馈到一个或多个常规断路器将所产生的交流信号送入家用配电系统(例如，断路器配电盘(circuir breaker panel))。

[0006] 常规断路器典型为电 - 机械装置，其提供过载及短路保护，但不提供电弧故障或接地故障保护。结果，在逆变器与家用配电系统之间延伸的线路得不到针对电弧故障的保护，而是能遭受这种故障。

[0007] 一些先前周知的分布式发电电源在电源处或靠近电源处已经包括电弧故障和 / 或接地故障保护，这些保护典型位于建筑物顶部或在远离配电盘的其他部位。然而，这种电源典型远程方式安置，经常处于恶劣天气环境中，并不总是容易或者方便接近。结果，这种远程安置的电弧故障和 / 或接地故障保护装置难以复位、维护以及更换。

[0008] 据此，期望用于分布式发电电源的改进的电弧故障和 / 或接地故障保护。

### 发明内容

[0009] 在本发明的第一方面，提供了一种系统，包括：(1) 电弧故障断路器，具有线路侧端子和负载侧端子，其中将线路侧端子联结至电压源；以及(2) 电流源，联结至负载侧端子以回馈到电弧故障断路器。

[0010] 在本发明的第二方面，提供了一种方法，该方法包括：(1) 提供具有线路侧端子和负载侧端子的电弧故障断路器，其中，将线路侧端子联结至电压源；以及(2) 将电流源联结至负载侧端予以回馈到电弧故障断路器。

[0011] 在本发明的第三方面，提供了一种光伏系统，包括：(1) 电弧故障断路器，具有线路侧端子和负载侧端子，其中，将线路侧端子联结至电压源；以及(2) 逆变器，联结至负载

侧端子以回馈到电弧故障断路器。

[0012] 根据下文具体描述、所附权利要求、以及附图，本发明的其它特征和方面将更加清楚。

## 附图说明

[0013] 根据下文结合附图进行详细描述，可以更好地理解本发明的特点，所有附图中相同附图标记表示相同组成部分，以及，附图中：

- [0014] 图 1 是先前周知的包括电弧故障断路装置的系统的方框图；
- [0015] 图 2 是根据本发明的示例性的回馈的电弧故障断路系统的方框图；
- [0016] 图 3 是根据本发明的示例性的回馈的电弧故障断路系统的更具体框图；
- [0017] 图 4A 是根据本发明的可选示例性回馈的电弧故障断路系统的方框图；
- [0018] 图 4B 是根据本发明的另一个可选示例性回馈的电弧故障断路系统的方框图；
- [0019] 图 4C 是根据本发明的另一可选示例性回馈的电弧故障断路系统的方框图；
- [0020] 图 5 是适合在根据本发明的系统中使用的示例性的电弧故障断路装置的方框图；
- [0021] 图 6A 是包括根据本发明的回馈的电弧故障断路装置的示例性光伏系统的方框图；以及
- [0022] 图 6B 是包括根据本发明的回馈的电弧故障断路装置的可选示例性光伏系统的方框图。

## 具体实施方式

[0023] 根据本发明的系统和方法回馈电弧故障断路器，以提供电弧故障(和 / 或接地故障)保护，用于分布式发电电源，诸如光伏系统、风力发电系统、水力发电系统、发电机、或其他类似的分布发电电源。

[0024] 电弧故障断路器(“AFCI”)是一种电气装置，设计成防止因损坏或劣化的电气线路中的电弧故障而引起火灾。在居所中，被刺破、挤压、退化、受损、或其他方式损坏的线路中可能会导致这种损坏。为了防止这种损坏的线路导致可能引发火灾的电弧，现代电气规程普遍要求住宅单元卧室中馈电出线的所有电路中配置 AFCI 断路器。

[0025] 例如，图 1 示出包括 AFCI 断路器的先前周知系统的示例。特别地，系统 10 包括安装于负载中心 14 如断路器配电盘中的 AFCI 断路器 12。为了简单起见，AFCI 断路器 12 将被称为“AFCI12”。在图示的示例中，AFCI12 是单极 AFCI 断路器。本领域普通技术人员应当理解，AFCI12 可选地可以是双极 AFCI 断路器。

[0026] AFCI12 包括“线路侧”端子 L、N、G、以及“负载侧”端子 L'、N'、G'。通过负载中心 14 中的常规连接，将 AFCI12 的线路侧端子 L、N、G 连接至公用电网电压源 16 的线路端子、中性端子、和接地端子，以及，将负载侧端子 L'、N'、G' 连接至负载 18 的线路端子、中性端子、和接地端子。公用电网电压源 16 典型由公用电网供应商提供。负载 18 典型是通向一个或多个电气出线(electrical outlets)的电气分支布线。

[0027] 在正常操作中，负荷侧端子 L'、N'、G' 经由常闭开关(未示出)连接至线路侧端子 L、N、G。就此而言，负载 18 通常联结至公用电网电压源 16。如下文具体描述，AFCI12 包括设计成检测负载侧端子 L'、N'、G' 上电弧故障的电路。如果检测到电弧故障，AFCI12 中的

致动器(未示出)致动该开关,以使负载侧端子 L'、N'、G' 与线路侧端子 L、N、G 断开,因此,断电该电路,并且,减少潜在火灾。因此,在图 1 中,负载侧端予以阴影线示出,以表明这些端子受到针对电弧故障的保护。

[0028] 有些 AFCI 装置,通常被称为“双重功能 AFCI/GFCI 装置,还包括检测接地故障的电路。在这种装置中,如果检测到接地故障,AFCI 装置中的致动器致动该开关,以使负载侧端子 L'、N'、G' 与线路侧端子 L、N、G 断开。因此,这种 AFCI 装置提供负载侧端子 L'、N'、G' 的电弧故障保护和接地故障保护二者。

[0029] 根据本发明,使用 AFCI 提供电弧故障(和 / 或接地故障)保护,用于分布式发电电源,诸如光伏系统、风力发电系统、水力发电系统、发电机、或者其他类似的分布式发电电源。特别地,如下文具体描述,通过使用分布式发电电源回馈 AFCI,可以使用 AFCI 来提供用于分布式发电电源的电弧故障保护(和 / 或接地故障)。

[0030] 参照图 2,描述根据本发明的第一示例系统。特别地,示例系统 100 包括安装在负载中心 14 中的 AFCI12, AFCI12 的线路侧端子 L、N、G 连接至交流电压源 16' 的线路端子、中性端子、接地端子,而负载侧端子 L'、N'、G' 连接至交流电流源 20 的线路端子(L'')、中性端子(N'')、接地端子(G'')。就此而言,交流电流源 20 回馈到 AFCI12。

[0031] AFCI12 可以是任何常规的 AFCI 断路器,如由美国纽约州纽约市西门子工业公司制造的 Q120AFC 电弧故障断流断路器。

[0032] 交流电压源 16' 可以是公用电网电压源,诸如图 1 的公用电网电压源 16。可选择地,交流电压源 16' 可以是任何其他类似的交流电压源,如电压源发生器。为了简单起见,交流电压源 16' 假定为公用电网电压源。

[0033] 交流电流源 20 可以是分布式发电电源,诸如光伏系统、风力发电系统、水力发电系统、发电机、或者其他作用如交流电流源的任何其他类似的分布式发电电源。

[0034] 虽然 AFCI12 示为安装在负载中心 14(例如,建筑物或家里的断路器配电盘)中,本领域普通技术人员将会理解,AFCI12 可选择地可以安装在其他位置,如电气子配电盘、组合仪表插座 / 负载中心、交流接线盒、交流断开开关、或者建筑物或家内外的其他类似位置。

[0035] 如上所述,AFCl12 可以是单极 AFCl 断路器(“1PAFCl”),或双极 AFCl 断路器(“2P AFCl”)。现在,参照图 3,描述根据本发明的示例 2P AFCl 系统。特别地,系统 110 包括安装在负荷中心 14 中的 2PAFCl120,并且具有线路侧端子 L1、N、L2、以及负载侧端子 L1'、N'、L2'。为简单起见,接地端子未示出。

[0036] AFCl120 可以是任何常规的 AFCl 断路器,如由美国纽约州纽约市西门子工业公司制造的 Q120AFC 电弧故障断流断路器。

[0037] 将线路侧端子 L1、N、L2 连接至公用电网电压源 16 的线路 1 端子、中性端子、线路 2 端子,并且将负载侧端子 L1'、N'、L2' 连接至交流电流源 20 的线路 1 端子(L'')、中性端子(N'')、线路 2 端子(L2'')。在此示例中,公用电网电压源 16 和交流电流源 20 是分相电源,具有 L1' 与中性点之间的 V1VAC、L2' 与中性点之间的 V1VAC、以及 L1' 与 L2' 之间的 2×V1VAC。交流电流源 20 可以是光伏系统、风力发电系统、水力发电系统、发电机、或者其他如分相交流电流源那样作用的任何其他类似的分布式发电电源。

[0038] 例如,如图 4A 所示,示例系统 110a 包括光伏系统 20a,其为如适合美国使用的 240V/120V 分相系统。可选择地,如图 4B 所示,示例系统 110b 包括风力涡轮机系统 20b,其

为如适合在欧洲使用的 460V/230V 分相系统。图 4C 示出又一示例系统 110c，包括电流源发电机 20c，其为 240V/120V 分相系统。

[0039] 本领域普通技术人员应当理解，根据本发明的系统可选择地可以包括一个以上的分布式发电电源 20，它们联结至一个或多个 AFCI 断路器 12/120。例如，在单一负载中心 14 中，光伏系统 20a 可以联结至 2P AFCI120，而风力涡轮机系统 20b 可以联结至 1P AFCI12。此外，大量可再生能源系统可能有足够安培容量，要求多个光伏系统与多个 AFCI 断路器联结，以防止任何一根电线过载。

[0040] 现在参照图 5，说明示例 AFCI120。AFCI120 包括电弧故障检测电路 30、致动器 32、以及开关 34a 和 34b。将电弧故障检测电路 30 联结至负载侧端子 L1'、N'、L2'，并且包括设计成检测端子 L1' 和 L2' 上的电弧故障的信号特征的一个或多个电路。虽然在图 5 中未示出，但电弧故障检测电路 30 也可以包括设计成检测 L1' 与地线之间、以及 L2' 与地线之间的接地故障的一个或多个电路。

[0041] 将电弧故障检测电路 30 联结至致动器 32，致动器 32 又联结至开关 34a 和 34b。开关 34a 和 34b 是常闭的，因而，将负载侧端子 L1' 和 L2' 分别联结至线路侧端子 L1 和 L2。如果电弧故障检测电路 30 检测到端子 L1'、N'、L2' 上的电弧故障(和 / 或接地故障)，电弧故障检测电路 30 促使致动器 32 使开关 34a 和 34b 开路，以使负载侧端子 L1' 和 L2' 分别与线路侧端子 L1 和 L2 断开。

[0042] 致动器 32 可以是螺线管、电磁铁、电动机、磁性致动断路器组件、或其他类似装置，可以用来响应于来自电弧故障检测电路 30 指示电弧故障(和 / 或接地故障)发生的信号使开关 34a 和 34b 开路。

[0043] 设计用于净计量应用的分布式发电电源通常包括这样的电路，如果公用电网电压下降到低于预定值，该电路使分布式发电电源与公用电网电压断开，这种电路有时称为“反孤岛”电路。这是一种安全措施，以防止在电网供电故障的情况下分布式发电电源驱动公用电网电力线路(并潜在地伤害公用电网工人)。通常要求在失去公用电网电源电压之后的规定时间内(例如，在约 50 毫秒与约 1500 毫秒之间)发生断开，并且依赖于系统频率和安培数。

[0044] 因此，如果图 5 中的线路侧端子 L1、N、L2 联结至公用电网电压源，而负载侧端子 L1'、N、L2' 联结至交流电流源 20 的 L1''、N''、L2'' 端子，如果电弧故障检测电路 30 检测到端子 L1' 或 L2' 上的电弧故障(和 / 或接地故障)，致动器 32 将促使开关 34a 和 34b 使公用电网供电与交流电流源 20 断开。这又触发交流电流源 20 中的反孤岛电路，以使交流电流源 20 与 AFCI120 的负载侧端子 L1'、N、L2' 断开。

[0045] 然而，在断开发生之前，致动器 32 保持在满负荷通电状态。因此，为了防止对 AFCI120 的损坏，致动器 32 应当能在全负载下工作，直至交流电流源 20 中的反孤岛电路断开交流电流源 20 与 AFCI120 的负载侧端子 L1'、N、L2'。例如，致动器 32 应当能在全负载下操作 250 毫秒至约 1500 毫秒而没有故障，并且应使其与分布式发电电源的断开时间适当匹配。

[0046] 作为使螺线管能在全负载下操作的可选方法，同样可行的是对给致动器的信号进行脉冲宽度调制，将驱动电力从全波整流切换至半波整流，或者，用时间有限方波使能致动器。

[0047] 如上所述,根据本发明的系统和方法可以与多种不同分布式发电电源如光伏系统一起使用。现在参照图 6A 和图 6B,说明根据本发明的两个示例光伏系统。

[0048] 图 6A 图示示例系统 110a1,其包括安装在断路器配电盘 14 中的 AFCI120,具有回馈到 AFCI120 的光伏系统 20a1。光伏系统 20a1 包括多个光伏电池板 42<sub>1</sub>、42<sub>2</sub>、…、42<sub>N</sub>,各联结至对应微逆变器 44<sub>1</sub>、44<sub>2</sub>、…、44<sub>N</sub>。各微逆变器 44<sub>1</sub>、44<sub>2</sub>、…、44<sub>N</sub> 将由对应光伏电池板 42<sub>1</sub>、42<sub>2</sub>、…、42<sub>N</sub> 提供的直流电流转换成交流电流,在接线盒 46 进行合并。光伏电池板 42<sub>1</sub>、42<sub>2</sub>、…、42<sub>N</sub>、微逆变器 44<sub>1</sub>、44<sub>2</sub>、…、44<sub>N</sub> 以及接线盒 46 可以位于远程位置(例如,在房顶上)。

[0049] 接线盒 46 的输出端馈入到可以安装于建筑物或家的外部的交流断开开关 48。交流断开开关 48 的输出回馈到 AFCI120。如图 6A 所示,AFCI120 给阴影线所示的导体提供电弧故障保护(和 / 或接地故障)。

[0050] 现在参照 6B,说明根据本发明的可选光伏发电系统。特别地,图 6B 图示一种示例系统 110a2,其包括安装在断路器配电盘 14 中的 AFCI120,具有回馈到 AFCI120 的光伏系统 20a2。

[0051] 光伏系统 20a2 包括多个光伏电池板 42<sub>1</sub>、42<sub>2</sub>、…、42<sub>N</sub>,各自联结至合并器 52。合并器 52 合并由光伏电池板 42<sub>1</sub>、42<sub>2</sub>、…、42<sub>N</sub> 提供的直流电流,并且将合并后的直流信号经由直流断开开关 54 联结至串式逆变器(string inverter)56,其将直流输入信号转换成交流电流。光伏电池板 42<sub>1</sub>、42<sub>2</sub>、…、42<sub>N</sub>、合并器 52、直流断开开关 54、以及串式逆变器 56 可以位于远程位置(例如,在房顶上)。

[0052] 串式逆变器 56 的输出馈入到可以安装在建筑物或家的外部的交流断开开关 48。交流断开开关 48 的输出回馈到 AFCI120。如图 6B 所示,AFCI120 给阴影线所示的导体提供电弧故障保护(和 / 或接地故障)。

[0053] 以上仅仅说明了本发明的原理,本领域普通技术人员可以进行各种修改而不脱离本发明的范围及精神。

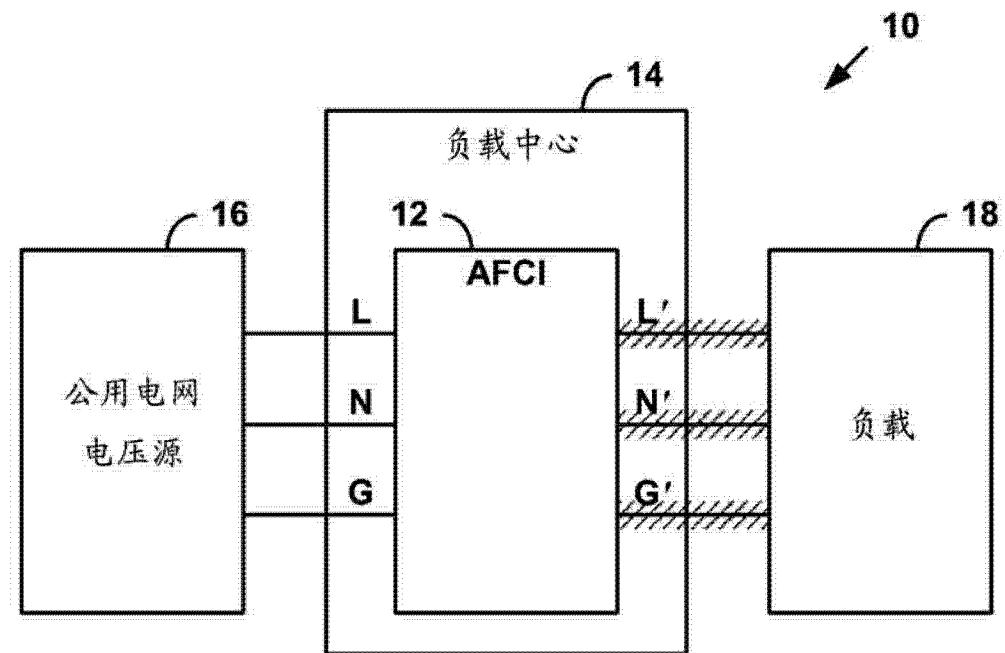


图 1(现有技术)

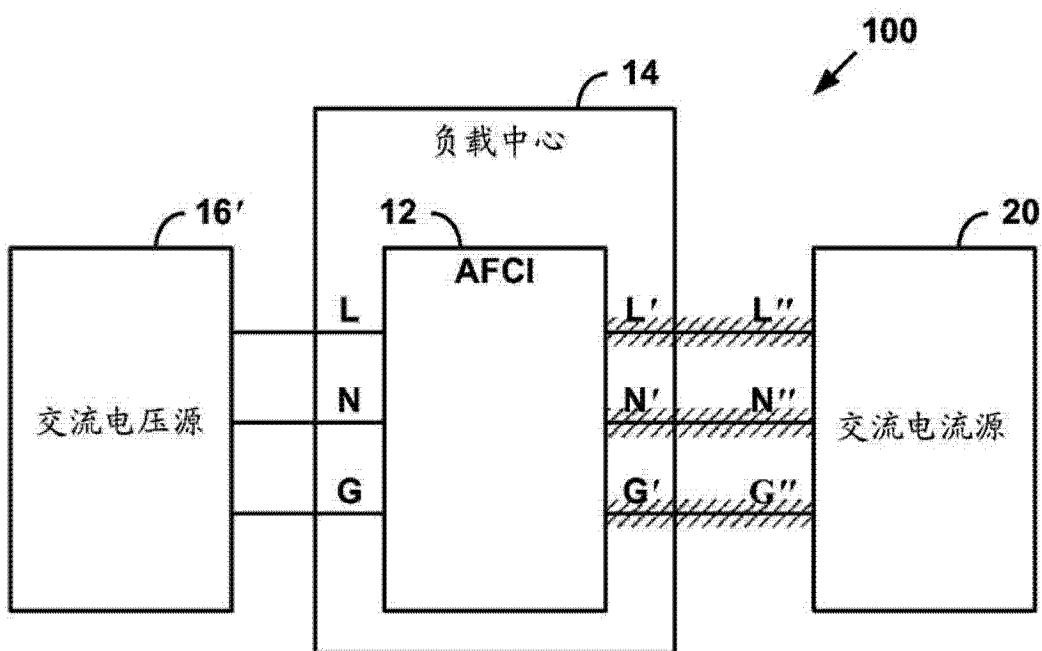


图 2

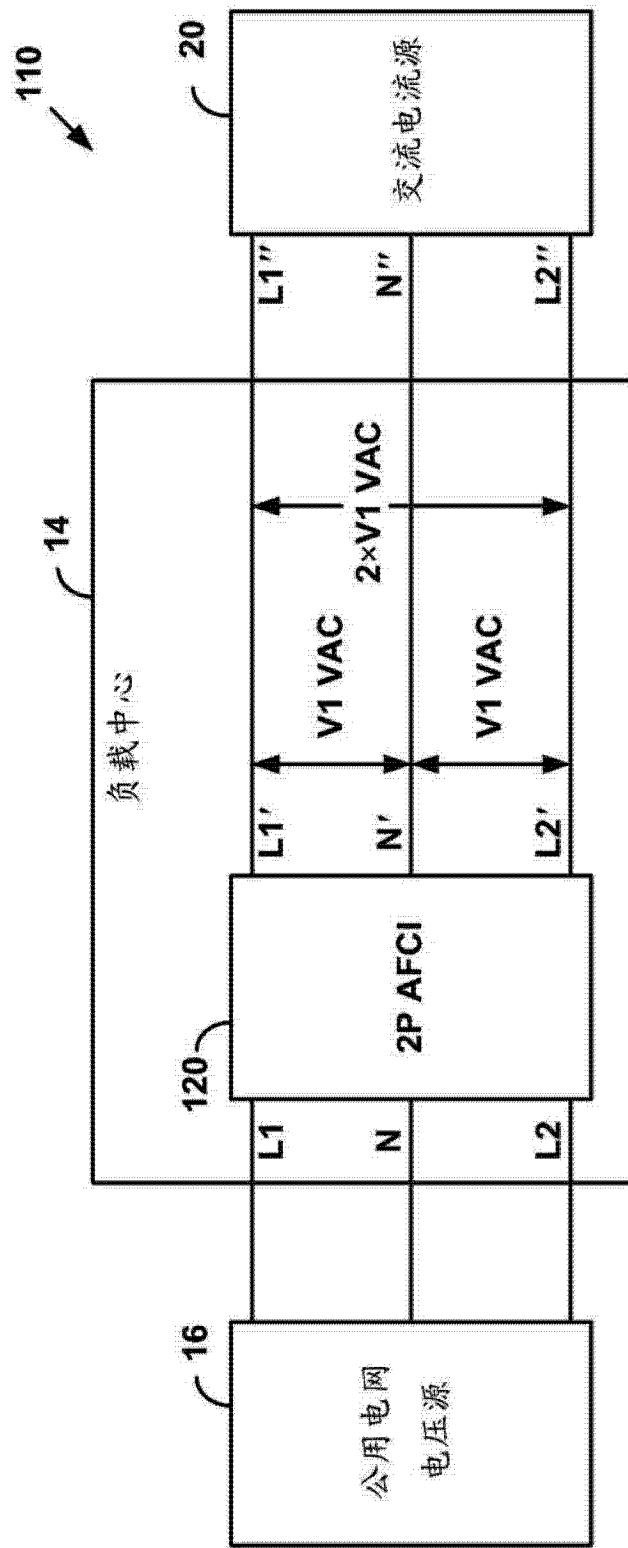


图 3

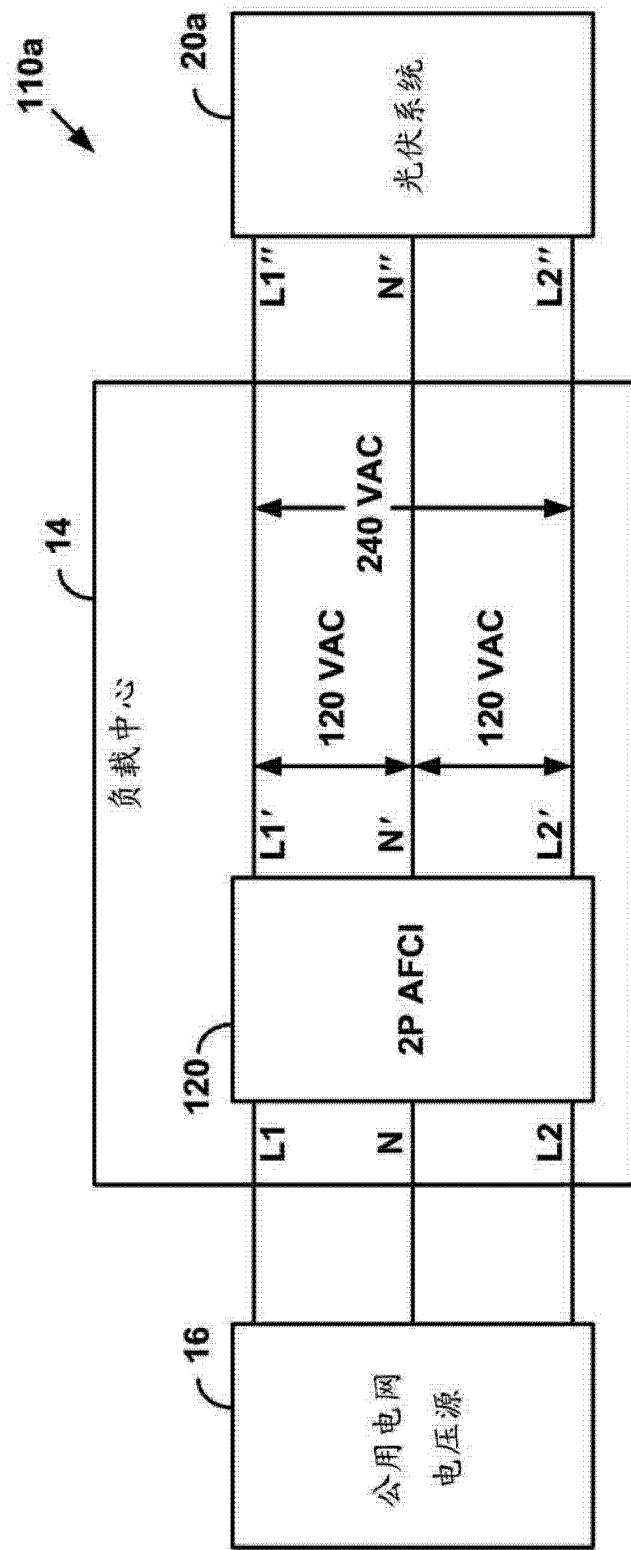


图 4A

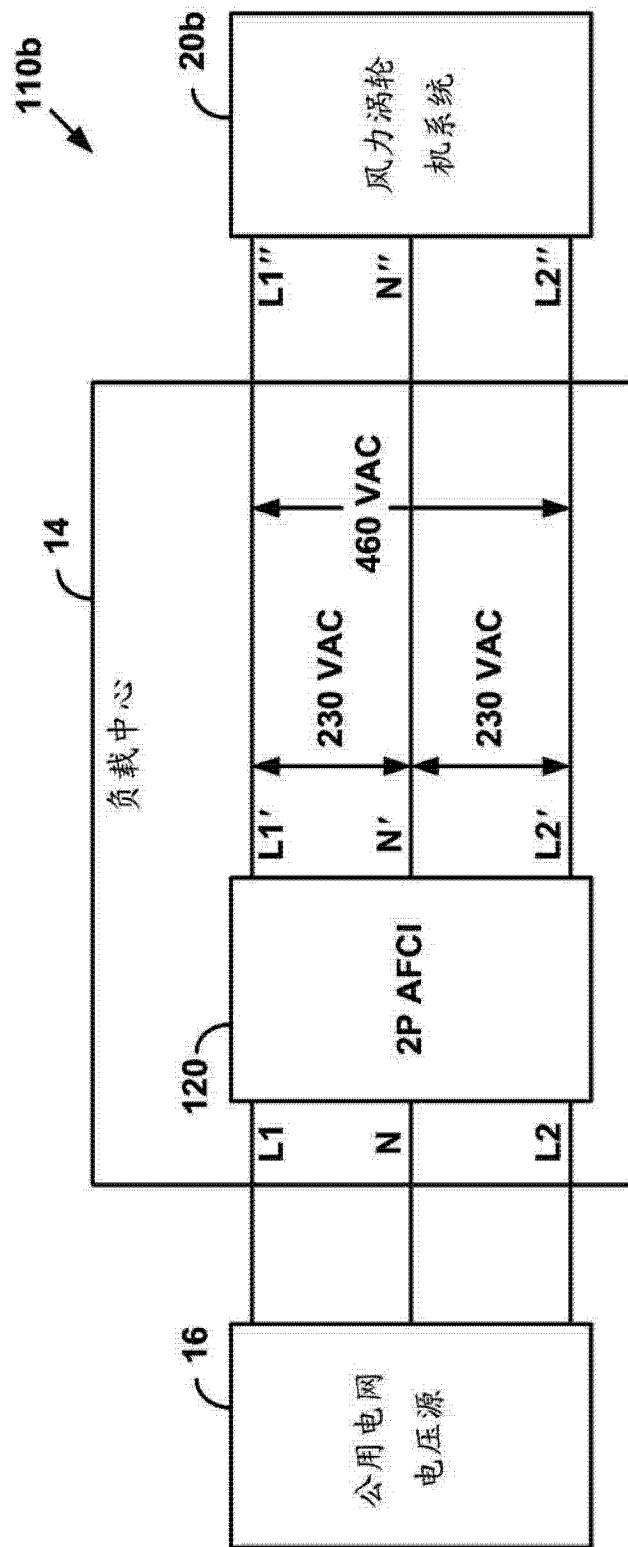


图 4B

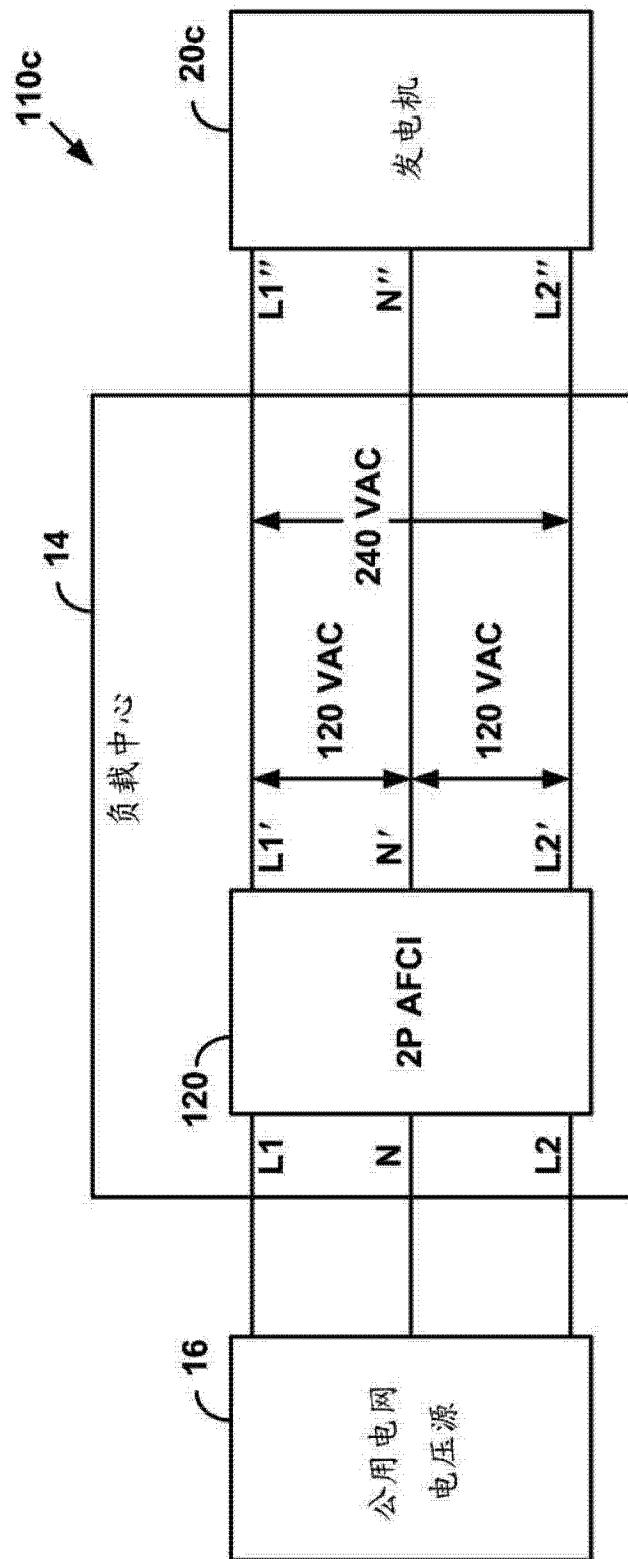


图 4C

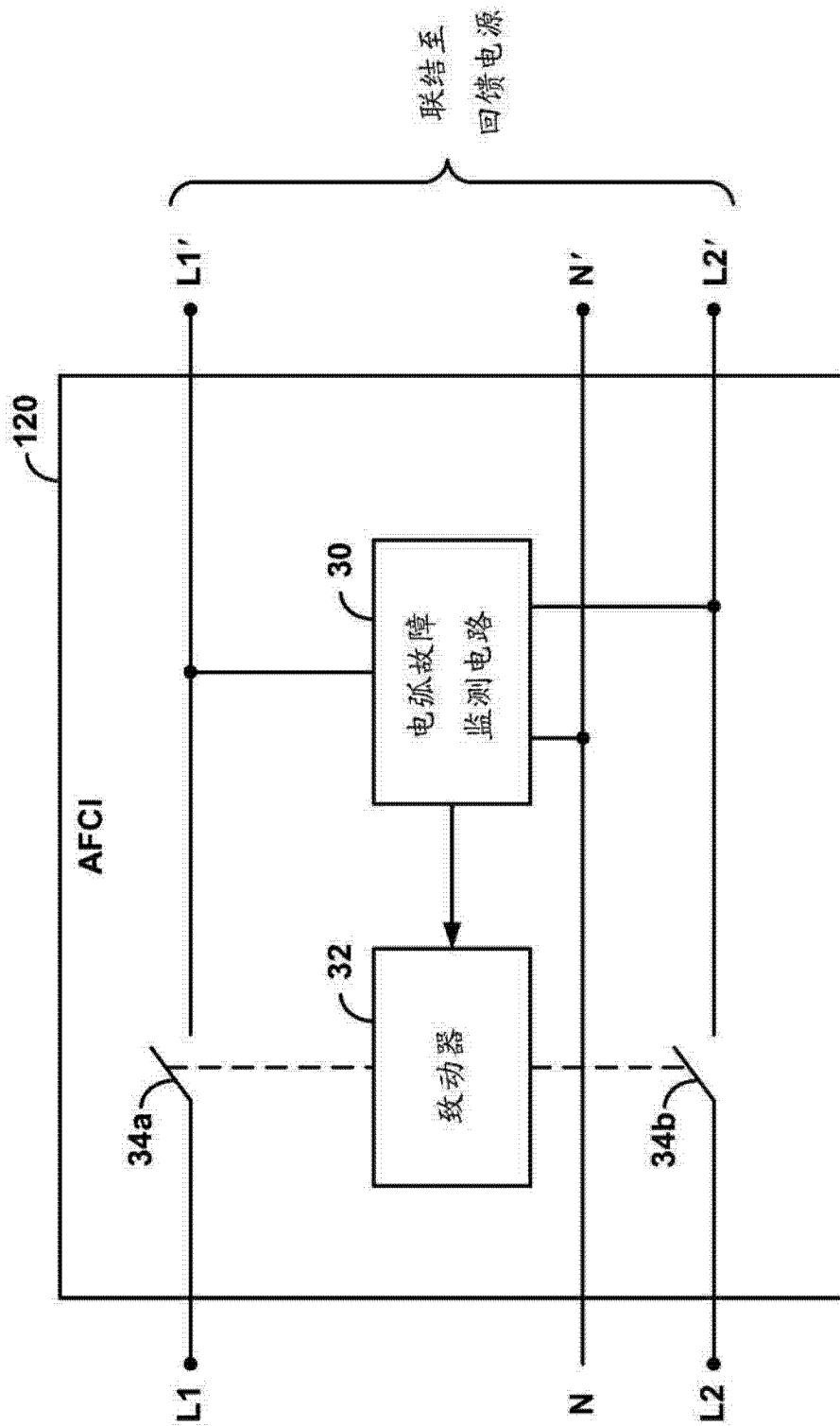


图 5

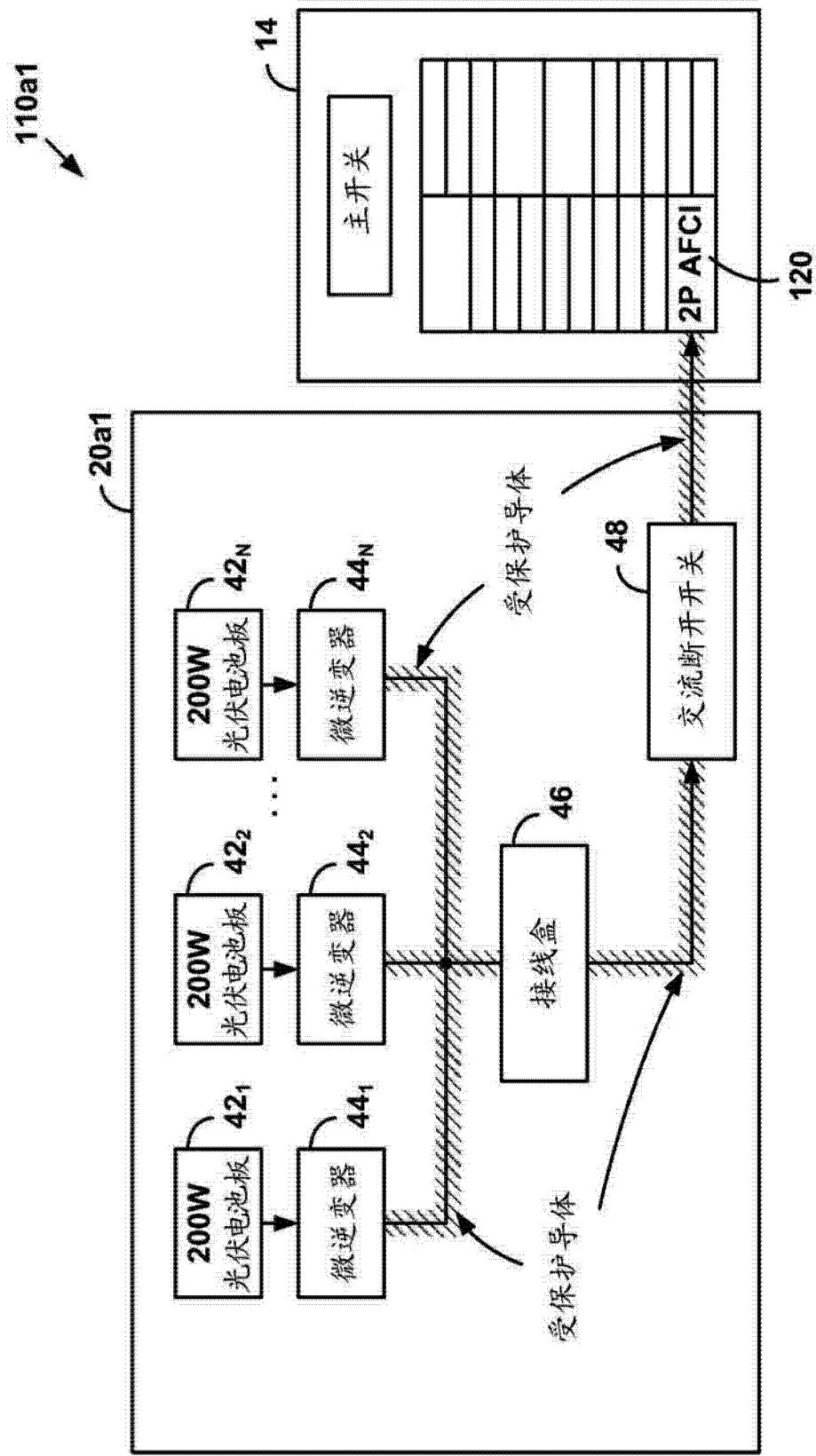


图 6A

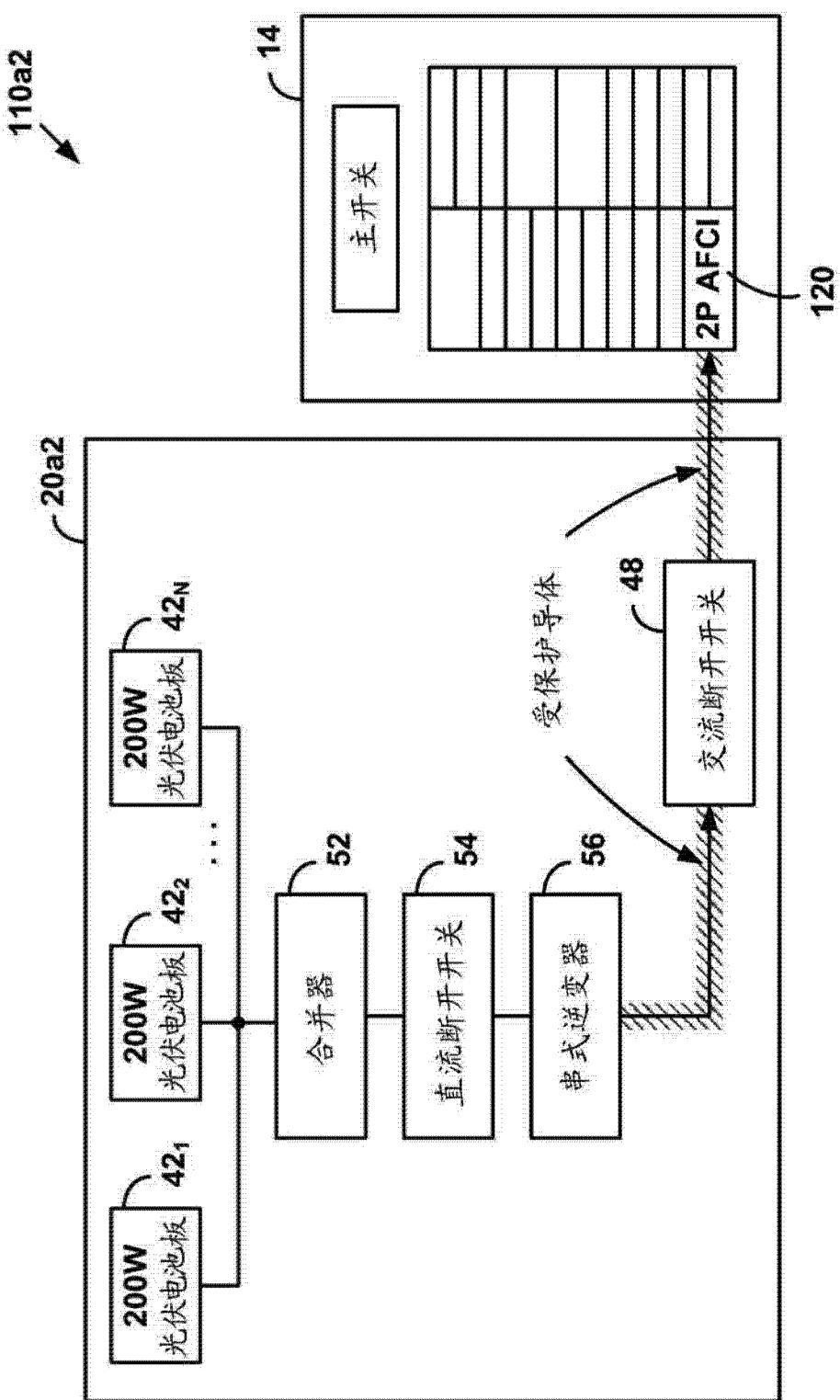


图 6B