



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104272465 B

(45)授权公告日 2017.03.22

(21)申请号 201380018678.6

(22)申请日 2013.03.30

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 104272465 A

(43)申请公布日 2015.01.07

(30)优先权数据  
61/617,771 2012.03.30 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2014.09.30

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/IL2013/050291 2013.03.30

(87)PCT国际申请的公布数据  
W02013/144963 EN 2013.10.03

(73)专利权人 索拉瓦特有限公司

地址 以色列艾凡耶胡达

(72)发明人 鲍里斯·瓦特马凯尔 加比·帕斯

(74)专利代理机构 北京金信知识产权代理有限公司 11225

代理人 黄威 董领逊

(51)Int.Cl.  
H01L 31/02(2006.01)

(56)对比文件  
WO 2011/089607 A1,2011.07.28,  
CN 101924150 A,2010.12.22,  
US 5637155 A,1997.06.10,  
US 2009/0183760 A1,2009.07.23,

审查员 刘东

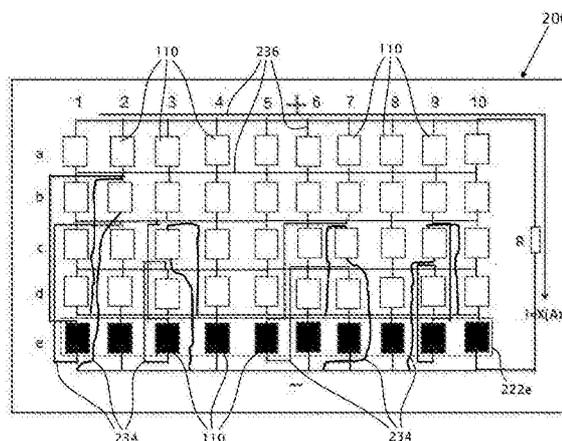
权利要求书4页 说明书16页 附图26页

## (54)发明名称

用于发电的太阳能电池阵列模块系统

## (57)摘要

一种模块式太阳能电池板系统,其能使太阳能模块的发电量最大化,被配置于,在所述的太阳能电池处于部分阴暗或光线遮挡的条件下,最大化多个太阳能电池的发电量。所述模块式太阳能电池板系统包括:十字交叉网络结构阵列,其中所述太阳能电池经常受到至少部分的阴暗的影响,并且,其中本发明提供了创新的结构,其最小化由阴暗造成的损害。



1. 一种太阳能发电系统,其用于向期望的应用提供运行电力并且用于最小化由水平光线阻挡所造成的电力降级,所述系统包含物理上水平布置的至少一个太阳能电池阵列模块,其中所述至少一个太阳能电池阵列模块包括:

多个太阳能电池,其物理地以 $N \times M$ 矩阵结构排列,作为物理上的电池布局结构,

其中预配置的数量 $M$ 个所述太阳能电池串联电连接,以形成串联单元串,所述串联单元串便于产生第一输出电压级;

其中预配置的数量 $N$ 个所述串联单元串并联电连接以形成所述太阳能电池的阵列,所述太阳能电池的所述阵列便于产生第一输出功率级;

其中在每一所述串联单元串中,一个所述串联单元串的至少一个选定太阳能电池还与其他所有串联单元串中各自的太阳能电池并联电连接,以形成平面的、电互连的电交叉 $N \times M$ 太阳能电池矩阵阵列;以及

其中,所述电互连的电交叉 $N \times M$ 太阳能电池矩阵阵列中的至少两个太阳能电池不与所述太阳能电池的 $N \times M$ 物理矩阵结构中的相应的太阳能电池重叠;以及

将至少一个高效DC/DC电力变压器电连接于所述交叉太阳能电池矩阵阵列,当所述第一输出电压级不足以满足所需应用的工作电压级要求时,所述DC/DC电力变压器被配置为将所述第一输出电压级提升到比所述第一输出电压级更高的第二输出电压级。

2. 根据权利要求1所述的太阳能发电系统,其中所述的物理电池布局结构包含:将至少一个所述太阳能电池与处于另一串联单元串中且处于不同的所述物理矩阵的行中的另一个太阳能电池至少交换位置一次,并且对于包含所述两个已交换的太阳能电池的所有电池,保持电交叉矩阵的连通性,以使所述电交叉 $N \times M$ 太阳能电池矩阵阵列不与所述太阳能电池的 $N \times M$ 物理矩阵结构内的相应的太阳能电池重叠。

3. 根据权利要求1所述的太阳能发电系统,其中当 $N = M \times 2$ 时,所述太阳能电池的 $N \times M$ 物理矩阵结构包括两个 $N/2 \times M$ 矩阵:左矩阵(340)和右矩阵(342),其中所述太阳能电池被布置成垂直串,

其中所述左矩阵的太阳能电池被布置成使得所述左矩阵的所述太阳能电池形成矩阵,所述矩阵关于平面的电交叉矩阵阵列逆时针旋转 $90^\circ$ ,并由此,所述垂直串物理上成为水平串;

其中所述右矩阵的太阳能电池被布置成使得所述右矩阵的所述太阳能电池形成矩阵,所述矩阵关于所述平面的电交叉矩阵阵列顺时针旋转 $90^\circ$ ,由此,所述垂直串物理上成为水平串;以及

其中所述太阳能电池相互连接以使每个新的水平串的“+”极与所述DC/DC电力变压器的“+”输入端电连接,并且每个所述太阳能电池的“-”极与所述DC/DC电力变压器的“-”输入端连接。

4. 根据权利要求1所述的太阳能发电系统,其中当 $N = M \times 2$ 时,所述太阳能电池的 $N \times M$ 物理矩阵结构包括两个 $N/2 \times M$ 矩阵:左矩阵(340)和右矩阵(342),其中所述太阳能电池被排布成垂直串,

其中所述左矩阵的太阳能电池被布置以使所述左矩阵的所述太阳能电池形成矩阵,所述矩阵关于所述平面的电交叉矩阵阵列顺时针旋转 $90^\circ$ ,并由此,所述垂直串物理上成为水平串;

其中所述右矩阵的太阳能电池被布置以使所述右矩阵的所述太阳能电池形成矩阵,所述矩阵关于所述平面的电十字交叉矩阵阵列逆时针旋转 $90^{\circ}$ ,由此,所述垂直串物理上成为水平串;以及

其中所述太阳能电池相互连接以使每个新的水平串的“+”极与所述DC/DC电力变压器的“+”输入端电连接,并且每个所述太阳能电池的“-”极与所述DC/DC电力变压器的“-”输入端连接。

5. 根据权利要求1所述的太阳能发电系统,其中所述太阳能电池的 $N \times M$ 物理矩阵结构包括两个相等的矩阵:左矩阵(602)和右矩阵(604),而重新排布,其中所述太阳能电池被排布成垂直串,

其中所述左矩阵的太阳能电池被独立顺时针旋转 $90^{\circ}$ ,且其中所述已旋转的太阳能电池的每一行都电互连成新的水平串;

其中所述右矩阵的太阳能电池被独立逆时针旋转 $90^{\circ}$ ,且其中所述已旋转的太阳能电池的每一行都电互连为新的水平串;以及

其中将所述太阳能电池相互连接使得每一个所述新的水平串的“+”极与所述DC/DC电力变压器的“+”输入端电连接,并且每一个所述太阳能电池的“-”极与所述DC/DC电力变压器的“-”输入端连接,从而形成所述的物理上的电池布局结构,使得至少一行的所述太阳能电池的至少一部分上的光线阻挡而引起的电力降级最小化。

6. 根据权利要求1所述的太阳能发电系统,其中所述太阳能电池的 $N \times M$ 物理矩阵结构包括两个相等的矩阵:左矩阵(602)和右矩阵(604),而重新排布,其中所述太阳能电池被排布成垂直串,

其中所述左矩阵的太阳能电池独立地逆时针旋转 $90^{\circ}$ ,且其中所述已旋转的太阳能电池的每一行都将电互连为新的水平串;

其中所述右矩阵的太阳能电池独立地顺时针旋转 $90^{\circ}$ ,且其中所述已旋转的太阳能电池的每一行都将电互连为新的水平串;以及

其中将所述太阳能电池相互连接使得每一个所述新的水平串的“+”极与所述DC/DC电力变压器的“+”输入端电连接,并且每一个所述太阳能电池的“-”极与所述DC/DC电力变压器的“-”输入端连接,从而形成所述的物理上的电池布局结构,使得至少一行的所述太阳能电池的至少一部分上的光线阻挡而引起的电力降级最小化。

7. 根据权利要求1所述的太阳能发电系统,其中所述电力变压器是从主要由以下部件构成的组中选择的:至少一个DC/DC电力变换器、至少一个DC/DC变压器、与至少一个DC/DC变压器集成的至少一个DC/DC电力变换器,或其组合。

8. 根据权利要求7中所述的太阳能发电系统,其中所述至少一个太阳能电池阵列模块进一步包括:多个高效率DC/DC变压器和/或多个DC/DC电力变换器和/或其组合,其输出端相互并联连接,并且电连接于所述太阳能电池的十字交叉矩阵阵列,其中每一个所述至少两个高效率DC/DC变压器和/或DC/DC电力变换器被配置为提供期望的明显更高的系统输出电压。

9. 根据权利要求7所述的太阳能发电系统,其中所述至少一个的太阳能电池阵列模块,其进一步包括:k个高效率DC/DC电力变换器,其输出端相互并联连接,且电连接到所述太阳能电池的十字交叉矩阵阵列,其中所述k个高效率DC/DC电力变换器中每一个的占空比为 $T/$

k, T是所述k个高效率DC/DC电力变换器中的每一个的开关周期, 因而由所述k个高效率DC/DC变压器中的每一个产生的电流脉冲在每个周期中是时间上级联的, 并且集成到一起以产生DC输入电流。

10. 根据权利要求9所述的太阳能发电系统, 其中所述电流脉冲具有一些交迭, 其中所述交迭大于等于零。

11. 根据权利要求7所述的太阳能发电系统, 其中所述至少一个太阳能电池阵列模块, 其作为一个经过调节的太阳能电池阵列模块(1500), 进一步包括: 附加DC/DC变换器(1360, 1460, 1560), 其具有可控的输出电压; 模块调节子系统, 所述模块调节子系统包含模块处理器(1590); 以及电压监测器(1580), 其用于监测所述至少一个太阳能电池阵列模块的输出功率级,

其中所述附加DC/DC变换器包括控制器(1562);

其中所述模块处理器与所述电压监测器保持通信流, 从而获取当前的输出功率级;

其中所述模块处理器与所述控制器保持通信流, 从而基于所述当前输出功率级来控制所述输出功率级; 以及

其中所述附加DC/DC变换器与所述至少一个的高效率DC/DC电力变压器/变换器组合, 从而在不同光照、温度和其他条件下提供太阳能模块的最大功率输出, 以及最大化太阳能模块的发电量。

12. 根据权利要求11所述的太阳能发电系统, 进一步包含处理器(1590)和电压表(1580), 其用于监测所述输出电压的恒定级,

其中所述附加DC/DC变换器包括控制器(1562);

其中所述处理器与所述电压表保持通信流, 从而获取当前输出电压的功率级; 以及

其中所述模块处理器与所述控制器保持通信流, 从而基于所述当前输出电压的功率级, 来控制所述输出电压的恒定级。

13. 根据权利要求12所述的太阳能发电系统, 其作为经调节的太阳能发电系统(1800), 进一步包括12a中央控制系统(1890), 其具有中央控制器(1870),

其中所述经调节的太阳能发电系统包括被布置于至少一串经调节的太阳能电池阵列模块中的多个太阳能电池阵列模块;

其中所述中央控制器可操作地控制所述模块处理器, 从而控制各自的太阳能模块的串的最大功率输出; 以及

其中所述中央控制系统的所述中央控制器监视并控制各所述至少一串经调节的太阳能电池阵列模块的输出电压, 从而在不同光照、温度和其他条件下, 提供所述至少一串经调节的太阳能电池阵列模块的最大功率输出。

14. 根据权利要求13所述的太阳能发电系统, 其中预配置数量的所述经调节的太阳能电池阵列模块串联电连接, 以形成太阳能电池阵列模块的串, 其中所述太阳能电池阵列模块产生第三输出电压级。

15. 根据权利要求14所述的太阳能发电系统, 其中所述第三输出电压级足够符合期望的应用操作电压级的要求。

16. 根据权利要求14所述的太阳能发电系统, 其中预配置数量的所述太阳能电池阵列模块的串并联电连接, 以形成太阳能电池阵列模块的阵列, 其中所述太阳能电池阵列模块

的阵列产生第四输出功率级。

17. 根据权利要求16所述的太阳能发电系统,其中所述第四输出功率级足够符合期望的应用操作功率级的要求。

18. 根据权利要求7所述的太阳能发电系统,其中所述DC/DC电力变压器/变换器包括高速MOSFET晶体管或其他合适类型的高速开关晶体管。

## 用于发电的太阳能电池阵列模块系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于发电的太阳能电池阵列模块系统,且更具体地,涉及一种有助于使太阳能模块中的发电量最大化的太阳能阵列模块系统,其被配置为减少光线遮挡以及使相互连接成矩阵结构的多个太阳能电池的发电量最大化。

### 背景技术

[0002] 光伏电池已被广泛应用于各种各样的应用中以产生便捷的电力。通常地,单个太阳能电池可产生0.5V左右的输出电压,而多个太阳能电池,以硅基的为代表,通常被串联起来以产生更高的电压级。太阳能电池阵列中,太阳能电池通常为相互连接的,其如提交于2011年1月23日的序列号为W0/2011/089607的公开的PCT专利申请所描述的,该申请与本申请为同一发明人且共有,其全部内容通过引用合并于此。

[0003] 太阳能电池阵列,其具有交叉网络结构,典型地具体实施在单个太阳能模块中,其中每个太阳能电池阵列模块包括多个太阳能电池。所述太阳能模块通常被倾斜以面向太阳,并随太阳的轨迹转动。然而,在黎明与黄昏时,太阳的角度非常低,因而一个模块会投射阴影到与其相邻的模块的一部分上,典型地为太阳能电池阵列模块的更下排的电池上。光线也可能由于灰尘或雪而被阻挡或遮蔽,同样较典型地发生在太阳能电池阵列模块的更下排的电池近处。因此,光线遮挡造成模块中的发电量的大量减少。

[0004] 太阳能电池阵列模块通常是太阳能电池系统的一部分,所述太阳能电池系统包括被布置成阵列的结构的多个太阳能电池阵列模块。现参照图1所示的现有技术的太阳能电池阵列模块100中的倾斜式太阳能模块的几何结构,其倾角为 $\beta$ 。在此例中,太阳能电池阵列模块100a和100b被布置于一个基本水平的平面上,其中,对于太阳而言,太阳能电池阵列模块100a被定位于太阳能电池阵列模块100b之前。当太阳以倾角 $\alpha$ 高于地平线时,太阳能电池阵列模块100a长为 $l$ ,投射在地面上的阴影位移为 $d$ ,没有阴影投射于太阳能电池阵列模块100b上。但是,当太阳处于比 $\alpha$ 更低的倾角时,设为 $\alpha_2$ ,太阳能电池阵列模块100a同样将阴影投射于太阳能电池阵列模块100b的下部区域上。在此示例中,太阳能电池阵列模块100a将阴影投射于太阳能电池阵列模块100b的定界在 $P_0$ 与 $P_2$ 之间的区域之上,此时只有布置于 $P_2$ 与 $P_1$ 之间的太阳能电池可产生电能。

[0005] 同样参照图2,示意性地图示了一个水平放置的太阳能电池阵列模块100的示例,其包含太阳能电池110的交叉网络。在此示例中,太阳能电池阵列模块100包括50个太阳能电池110,被排列成10列(“串”1至10)130和5行(a至e)120,其中每列包含5个太阳能电池110,基于内部互连132连接而形成行120。如果,举例而言,所有50个太阳能电池110被照射,太阳能电池阵列模块100在负载 $R$ 上产生180W的功率,以总电流为 $I_{\max}$  (A)的 $I$ 。不幸地是,这种放置下的交叉网络并不能解决光线遮挡问题。当太阳能电池110处于电池中特定的行而被遮盖或因其他原因处于阴影中时,其因此不具有电活性,其中处于所述行的每个电池实际上阻碍了在太阳能电池阵列110上各自列(电池串)120中的电传输,因此降低了所能产生的能量的量。

[0006] 所述“十字交叉”实现涉及相同发明人做出的先前描述的发明,其公开于序列号为WO/2011/089607的公开的PCT专利申请中,其全部内容通过引用合并于此,恰似在此完整描述一样。“十字交叉”实现是一种电布线结构,其电池间的电互连是根据一个互连所有相邻电池的规则网格格式样所确定的。相反地,当前主张的发明所涉及到的电互连均非必须根据规则网格格式样来确定。

[0007] 然而,在先前描述的发明的布置中的十字交叉网络并未解决光线遮挡问题。当电池的特定行中的太阳能电池110被遮蔽或因其他原因处于阴影中时,会因此不具有电活性,其中处于所述行的每个电池实际上阻碍了在太阳能电池110上各自列(电池串)120中的电传输,因此降低了所能产生的能量的量。

[0008] 举例而言,如图3a所示,当所有处于示例太阳能电池阵列模块100中的行122中的太阳能电池110,例如最底行122e,仅作为示例,其被完全遮挡(也就是说,到达行122e的太阳能电池110的光线被遮挡),电池110中每个串中的电流为0A,因为不能形成完整的电流回路。尽管十字交叉结构意味着太阳能电池110分别并联到分别邻近的串中的太阳能电池110,由于行122e中的相应的太阳能电池110阻断了电路,由被照射到的太阳能电池110产生的电流并没有到达负载R的通路。图3示意性地图示了太阳能电池阵列模块100的一种变形,其中太阳能电池阵列模块100工作于没有光线遮挡的条件下。电流I流过太阳能电池110的串112。然而,当如最底行122e的行122中的太阳能电池110被完全遮挡,如图3c所示,被遮挡的电池110截断了电流I的流通。

## 发明内容

[0009] 鉴于现有技术中存在的上述问题,因此有一种需求,并且其能有助于具有一种或更多种太阳能电池110间相互连通的结构,其位于一个具有十字交叉网络结构的太阳能电池阵列模块之中,其中这样的结构能有助于使太阳能电池阵列模块的发电量最大化,在所述太阳能电池阵列模块中,有一行或更多行的太阳能电池故障,所述太阳能电池阵列模块水平放置。如此被削减的性能可能是由于在一行或更多行中的太阳能电池的故障及/或到达太阳能电池中一行或更多行的光线被遮挡所造成的。

[0010] 根据至少一些本发明的实施例,提供了一种太阳能电池阵列模块,其包括向期望应用提供运行电能的太阳能发电系统以及为最小化由常见的水平面光线遮挡所造成的电能降级,所述系统包括至少一个太阳能电池阵列模块,其物理大体水平放置。

[0011] 所述至少一个的太阳能电池阵列模块包括:多个太阳能电池,其物理地以 $N \times M$ 矩阵结构排列,以及至少一个高效DC/DC电力变压器,其电连接于太阳能电池的十字交叉矩阵阵列,所述DC/DC电力变压器被配置为将第一输出电压级提升到比第一输出电压级更高的第二输出电压级,其中所述第一输出电压级不足以满足期望应用的工作电压级的需求。

[0012] 预配置的数量(M)个所述太阳能电池电性上串联以形成串联单元串,所述串联单元串便于产生第一输出电压级。预配置的数量(N)个串联单元串是并联电连接以形成所述太阳能电池的阵列,所述太阳能电池的阵列便于产生第一输出电压级。

[0013] 在每一串联单元串中,一个所述串联单元串的至少一个被选择的太阳能电池也与其他所有串联单元串中各自的太阳能电池并联电连接,以形成平面,所述平面与电十字交叉 $N \times M$ 太阳能电池矩阵阵列电互连。

[0014] 本发明的一个方面是提供一种太阳能系统,其中 $N \times M$ 太阳能电池电十字交叉矩阵阵列中的至少两个太阳能电池不与所述 $N \times M$ 矩阵太阳能电池的物理配置中的相应的太阳能电池重叠。

[0015] 根据至少一些的本发明的实施例,所述的物理电池布局配置包含:将至少一个所述太阳能电池与另一个太阳能电池至少交换位置一次,使其处于另一串联单元串中且处于不同的所述物理矩阵的行中,并且对于包含两个已交换的太阳能电池的所有电池,保持电路十字交叉矩阵的联通性,以使所述 $N \times M$ 太阳能电池电路十字交叉矩阵阵列不与各自的所述 $N \times M$ 矩阵太阳能电池的物理配置内的相应的太阳能电池重叠。

[0016] 根据至少一些的本发明的实施例,当 $N = M * 2$ 时,所述 $N \times M$ 矩阵太阳能电池的所述物理配置通过将物理矩阵细分为两个 $N/2 \times M$ 矩阵:左矩阵和右矩阵,而重新排布,其中所述太阳能电池被成垂直的串。所述左矩阵的太阳能电池是通过这样的方法被放置以形成矩阵:该矩阵关于所述电路十字交叉矩阵阵列平面逆时针旋转 $90^\circ$ ,并由此,所述垂直的串物理上成为水平的串。所述右矩阵的太阳能电池是通过这样的方法被放置以形成矩阵:该矩阵关于所述电路十字交叉矩阵阵列平面顺时针旋转 $90^\circ$ ,由此,所述垂直的串物理上成为水平的串。相互连接所述太阳能电池以使每个所述新的串的“+”极与所述DC/DC电力变压器的“+”输入端电连接,并且每个所述新的串的“-”极与所述DC/DC电力变压器的“-”输入端连接。

[0017] 根据其他一些本发明的实施例,当 $N = M * 2$ 时,所述 $N \times M$ 矩阵太阳能电池的物理结构通过将物理矩阵细分为两个 $N/2 \times M$ 矩阵:左矩阵和右矩阵,而被重新排布,其中所述太阳能电池被排布成垂直的串。所述左矩阵的太阳能电池是通过这样的方法被放置以形成矩阵:该矩阵关于所述电路十字交叉矩阵阵列平面顺时针旋转 $90^\circ$ ,并由此,所述垂直的串物理上成为水平的串。所述右矩阵的太阳能电池是通过这样的方法被放置以形成矩阵:该矩阵关于所述电路十字交叉矩阵阵列平面逆时针旋转 $90^\circ$ ,由此,所述垂直的串物理上成为水平的串。相互连接所述太阳能电池以使每个所述新的串的“+”极与所述DC/DC电能转换器的“+”输入端电连接,并且每个所述新的串的“-”极与所述DC/DC电力变压器的“-”输入端连接。

[0018] 根据至少一些的本发明的实施例,所述 $N \times M$ 矩阵太阳能电池的物理结构通过将物理矩阵细分为两个大体相等的矩阵:左矩阵和右矩阵,而被重新排布,其中所述太阳能电池被排布成垂直的串。每个所述左矩阵的太阳能电池被单独地顺时针旋转 $90^\circ$ ,其中旋转后的每一行太阳能电池都电互连成新的水平的串;每个所述右矩阵的太阳能电池被单独地逆时针旋转 $90^\circ$ ,其中旋转后的每一行太阳能电池都电互连成新的水平的串。相互连接所述太阳能电池以使每个所述新的串的“+”极与所述DC/DC电力变压器的“+”输入端电连接,并且每个所述太阳能电池的“-”极与所述DC/DC电力变压器的“-”输入端连接,从而形成电池物理布局结构,使得至少一行的所述太阳能电池的多数位置上的光线阻挡而引起的电力降级最小化。

[0019] 根据其他一些本发明的实施例,所述 $N \times M$ 矩阵太阳能电池的物理结构通过将物理矩阵细分为两个大体相等的矩阵:左矩阵和右矩阵,而重新排布,其中所述太阳能电池被排布成垂直的串。每个所述左矩阵的太阳能电池被单独地逆时针旋转 $90^\circ$ ,其中旋转后的每一行太阳能电池都电连接成新的水平的串;每个所述右矩阵的太阳能电池被单独地顺时针旋

转90°，其中旋转后的每一行太阳能电池都电互连成新的水平的串。相互连接所述太阳能电池以使每个所述新的串的“+”极与所述DC/DC电力变压器的“+”连线连接，并且每个所述新的串的“-”极与所述DC/DC电力变压器的“-”连线连接，从而形成电池物理布局结构，使得至少一行的所述太阳能电池的多数位置上的光线阻挡而引起的电力降级最小化。

[0020] 所述电力变压器从包含主要由以下部件构成的组中选择的：至少一个DC/DC电力变换器、至少一个DC/DC变压器、至少一个的集成了至少一个DC/DC变压器上的电力变换器，或其组合。

[0021] 所述至少一个太阳能电池阵列模块进一步包括：多个高效能DC/DC变压器和/或DC/DC电力变换器和/或其组合，其输出端相互并联连接，并且电连接到所述太阳能电池的十字交叉矩阵阵列或任何其他类型的太阳能电池十字交叉矩阵阵列，其中所述至少两个高效DC/DC变压器和/或DC/DC电力变换器中每一个被配置为提供期望的明显更高的系统输出电压。

[0022] 所述至少一个的太阳能电池阵列模块进一步包括：k个DC/DC电力变换器，其输出端相互并联连接，且电连接于所述太阳能电池的十字交叉矩阵阵列或其他任意类型的太阳能电池十字交叉矩阵阵列，其中所述k个高效DC/DC电力变换器中每一个的占空比为T/k，T是k个高效DC/DC电力变换器中每一个的开关周期，如此，由k个高效DC/DC电力变换器中的每一个产生的电流脉冲在每个周期中是时间上级联的，并且集成以产生大体直流输入电流。

[0023] 任选地及优选地，所述电流脉冲具有些许交迭，其中所述交迭为零或更大。所述交迭有助于提高变压器的效率及降低损耗。可选地，可以在没有交迭，甚至在电流脉冲间有平滑间隔的情况下运行。

[0024] 所述至少一个的太阳能电池阵列模块，其作为一个已调整的太阳能电池阵列模块，进一步包括：附加DC/DC变压器，其具有可控的输出电压；模块调节子系统，所述模块调节子系统包含模块处理器；以及电压监测器，其用于监测至少一个太阳能电池阵列模块的输出功率级，其中所述附加DC/DC变换器包括控制器。

[0025] 所述模块处理器与所述电压监测器保持通信流，从而获取当前的输出功率级，且模块处理器也与所述控制器保持通信流，从而基于所述当前输出功率级来控制所述输出功率级。所述附加DC/DC变换器与至少一个高效DC/DC电力变压器/变换器组合，从而在不同光照、温度和其他条件下为太阳能模块提供最大功率输出，以及最大化太阳能模块的发电量。

[0026] 所述太阳能发电系统可以进一步包括：处理器和电压表，其用于监测输出电压的恒定电压级，其中所述附加DC/DC变换器包括控制器。所述处理器与所述电压表保持通信流，从而获取当前输出电压的功率级，并且所述模块处理器与所述控制器保持通信流，从而基于所述当前输出电压的功率级，控制所述输出电压的恒定级。

[0027] 所述太阳能发电系统，其作为已调整的太阳能发电系统，进一步包括：中央控制系统，其具有中央控制器。所述已调整的太阳能发电系统包括：布置于至少一串已调整的太阳能电池阵列模块中的多个太阳能电池阵列模块。所述中央控制器可操作地控制所述模块控制器以控制各自的太阳能模块的串的最大功率输出。所述中央控制系统的所述中央控制器也监视并控制所述至少一个已调整的太阳能电池阵列模块的串中的每一个的输出电压，以在不同光照、温度和其他条件下，提供至少一串已调节的太阳能电池阵列模块的最大功率

输出。

[0028] 预配置数量的所述已调整的太阳能电池阵列模块可以串联连接,以形成太阳能电池阵列模块的串,其中所述太阳能电池阵列模块产生第三输出电压级。

[0029] 所述第三输出电压级大体上足够符合期望的应用操作电压级的需求。

[0030] 预配置数量的太阳能模块的串并联电连接,以形成太阳能电池阵列模块的阵列,其中所述太阳能电池阵列模块的阵列产生第四输出功率级。

[0031] 所述第四输出功率级大体上足够符合期望的应用操作功率级的要求。

[0032] 所述DC/DC电力变压器/变换器包括高速MOSFE晶体T管或其他合适种类的高速开关晶体管。

[0033] 本发明的一方面是提供一个包含多个太阳能阵列模块的太阳能系统,其工作在自己的最大功率点(MPP)以使发电量最大化。

[0034] 本发明的一个方面是提供一种太阳能系统,其包括:多个太阳能电池阵列模块,其工作在系统MPP上且每个太阳能系统的串都具有相同的电压以使发电量最大化。

[0035] 应注意的是,在本公开中,本发明是利用文字及相关图示所描述的。公式只是作为对技术人员可能的帮助,并应当不被认为是以任何方式限制本发明。多种其他的等式可由本领域的技术人员使用。

## 附图说明

[0036] 结合附图及下文给出的详细描述可以完全理解本发明,但这些仅用于图示及示例,因此并不在任何方面限制本发明的范围,其中:

[0037] 图1(现有技术)是图示了太阳能系统中倾斜的太阳能电池阵列模块的几何结构示意图,倾斜的角度为 $\beta$ ,其中第一个太阳能电池阵列模块投射阴影于第二个太阳能电池阵列模块的部分上;

[0038] 图2(现有技术)是图示了太阳能电池阵列模块的示例的示意图,其包括太阳能电池的十字交叉网络;

[0039] 图3a(现有技术)是图示了图2中所示的太阳能电池阵列模块的示意性结构图,其中电池的较低行中的太阳能电池被遮盖,因而光线被减少或没有到达其上;

[0040] 图3b(现有技术)是图示了图2所示的太阳能电池阵列模块的变型例的示意性结构图;

[0041] 图3c(现有技术)图示了如图3b所示的示意性结构图,其中电池中较低行的太阳能电池被遮挡,因此光线被减少或没有到达其上,所以大量地减少了太阳能电池阵列模块系统的发电量;

[0042] 图4是太阳能电池阵列模块的示意性图示,其中所述太阳能电池被照射且部分遮挡,如图3所示,并且其中,根据本发明的实施例,所述太阳能电池以电互连配置,使电流绕过故障的太阳能电池;

[0043] 图5(现有技术)是图示了太阳能电池阵列模块的示例的示意图,包括在 $5 \times 10$ 的太阳能电池矩阵中的太阳能电池十字交叉网络;

[0044] 图6是根据本发明的实施例的太阳能电池阵列模块的示意图,其中太阳能电池电性上等同于图5中的示例性十字交叉矩阵结构,然而,所述太阳能电池被配置为旋转结构;

[0045] 图7(现有技术)是图示了太阳能电池阵列模块的示例的示意图,包括在 $6 \times 12$ 的太阳能电池矩阵中的太阳能电池十字交叉网络;

[0046] 图8是根据本发明的实施例的太阳能电池阵列模块的示意图,其中太阳能电池电性上等同于图7所示的示例性十字交叉矩阵结构,然而,所述太阳能电池被配置为旋转结构;

[0047] 图9(现有技术)是图示了太阳能电池阵列模块的示例的示意图,包括在 $6 \times 10$ 的太阳能电池矩阵中的太阳能电池十字交叉网络;

[0048] 图10是根据本发明的实施例的太阳能电池阵列模块的示意图,其中所述电池电性上等同于图9中所示的示例性十字交叉矩阵结构,然而,所述太阳能电池被配置为旋转结构;

[0049] 图11(现有技术)是图示了太阳能电池阵列模块的示例的示意图,包括太阳能电池的十字交叉网络以及变换器,变换器连接到太阳能电池阵列的引出端;

[0050] 图12是图示了太阳能电池阵列模块的示例的示意图,包括太阳能电池十字交叉网络和 $n$ 个变换器和/或 $n$ 个DC/DC变压器,其连接到所述太阳能电池阵列的引出端,根据本发明的变型例,所述变换器将输入电压电平转换到明显更高的输出电压电平;

[0051] 图13(现有技术)是电能变换器或DC/DC变压器的开关时间的图示,其与太阳能电池阵列模块相结合,在有效恒定值且仅小于 $50\%/50\%$ 的占空比下工作;

[0052] 图14是根据本发明的实施例的4个电能变换器或4个DC/DC变压器的开关时间的图示,其与太阳能电池阵列模块相结合,在 $25\%/75\%$ 的占空比下工作;

[0053] 图15(现有技术)是典型的太阳能电池阵列模块在不同电池温度及不同辐照度级别下的电流-电压特性,其包括最大功率点调节区域的电压范围;

[0054] 图16(现有技术)图示了太阳能电池阵列系统的示例的示意图,其具有多个模块,其中每一个模块都包括太阳能电池的十字交叉网络和 $n$ 个变换器和/或 $n$ 个DC/DC变压器,其连接到太阳能电池阵列的引出端,其中该系统包括DC/AC逆变器;

[0055] 图17是图示了太阳能电池阵列模块的第一示例的示意图,包括太阳能电池的十字交叉网络的阵列和一个主DC/DC变压器或几个DC/DC变压器(未图示),或主变换器或几个主变换器(未图示),其连接到太阳能电池阵列的引出端,以及附加变换器或几个变换器(未图示),其中输入是自主DC/DC变压器或变换器的输出所馈送的。所述附加变换器的输出与一个/多个主DC/DC变压器或一个/多个变换器的输出相串联;

[0056] 图18是图示了的太阳能电池阵列模块的第二示例的示意图,包括太阳能电池的十字交叉网络的阵列和主DC/DC变压器或几个DC/DC变压器(未图示),或主变换器或几个主变换器(未图示),以及附加变换器或几个附加变换器(未图示),其输入连接到太阳能电池阵列的引出端,并且其输出与一个/多个主DC/DC变压器或一个/多个变换器相串联;

[0057] 图19是图示了太阳能电池阵列模块的示例的示意图,包括太阳能电池的十字交叉网络的阵列和一个/多个主DC/DC变压器或一个/多个主变换器,以及一个/多个附加变换器,变换器的输出电压/电流表,微处理器,通过借助附加变换器电压参考的控制器改变模块的输出电压,以达到太阳能电池阵列模块的MPP;

[0058] 图20(现有技术)是图示了一个太阳能电池阵列系统的示例的示意图,其具有多个太阳能电池阵列模块串。每个串都具有不同的电压( $V_m \cdots V_n$ );

[0059] 图21是图示了太阳能电池阵列模块的示例的示意图,包括一个太阳能电池的十字交叉网络的阵列和一个/多个主DC/DC变压器或一个/多个主变换器,以及一个/多个附加变换器,变换器的输出电压/电流表,微处理器,发送器和接收器,用于向总系统中央控制器(CC)发送来自太阳能电池阵列模块的测量数据,及将CC的命令发送至每个太阳能电池阵列模块以调节输出电压;

[0060] 图22是图示了太阳能电池阵列系统的示例的示意图,其具有多个太阳能电池阵列模块串。每个太阳能电池阵列模块(具有连接在十字交叉网络中的太阳能电池阵列)具有MPP/电压调节子系统。每个串都具有相同的电压( $V_m=V_n$ )。中央系统控制器(CC)借助接收器接收关于每个太阳能电池阵列模块的电压、电流和输出功率的测量数据,并且CC借助发送器将输出用于电压调节的指令发送至每个太阳能电池阵列模块;

[0061] 图23是图示了太阳能电池阵列常规模块的示例的示意图,包括变换器和串联的太阳能电池阵列,当变换器的输入连接到太阳能电池阵列的引出端且其输出与模块的输出串联并输出,如此所述模块的输出电压是太阳能电池和变换器电压的和。此外还图示了变换器和太阳能电池阵列模块输出电压/电流表,微处理器,发送器和接收器,其用于自太阳能电池阵列模块向总太阳能电池阵列系统的中央控制器(CC)发送测量数据,及将用于输出电压调节的CC指令发送至每个太阳能电池阵列模块;

[0062] 图24是图示了常规太阳能电池阵列模块(包括串联的太阳能电池阵列)系统的示例的示意图,其具有太阳能电池阵列模块的多个串。每个太阳能电池阵列模块具有MPP/电压调节子系统。每个串具有相同的电压( $V_m=V_n$ )。中央系统控制器(CC)借助接收器接收关于每个太阳能电池阵列模块电压、电流和输出功率的测量数据,且CC借助发送器将用于输出电压调节的指令发送至每个太阳能电池阵列模块。

### 具体实施方式

[0063] 参照描述了本发明具体实例的附图,下文中对此发明的表述将更加完整。应注意的是,不同种类的电连接、变换器、变压器、太阳能电池等是可选择地基于之前说明的PCT申请号为W0/2011/089607的教导,以确保完整的、授权公开需求。然而,本发明可能包含多个不同的形式,且不应理解为被本文陈列的实施例所限制;当然,既然已经给出了这些实例,本文将会详尽且完整地阐述这些实施例,并向本领域的技术人员完整地说明本发明的范围。

[0064] 除非特别定义,本文所采用的科技术语具有其被本发明所属领域的技术人员所惯常理解的意义。此处给提出的方法和示例仅为说明使用,并不意味着加以限制。

[0065] 现参照图4,示意性地图示了太阳能电池阵列模块200的示例,根据本发明的变型例,其中所有的太阳能电池都电互连在十字交叉矩阵结构中,以使电流绕过故障的太阳能电池。互相连接太阳能电池的行与列的这种方法在领域中被知晓;然而,图4所示的示例性实例的太阳能电池阵列200特征在于多个太阳能电池,其中至少有一个太阳能电池与另一个太阳能电池交换了物理上的位置,并跳过至少一列或至少一行,优选为其组合,没有改变具有十字交叉矩阵结构的电互连。换句话说,太阳能电池阵列模块200包括:至少一个的第一太阳能电池,其电连接于至少一个的第二太阳能电池上,其中所述至少一个的第一及第二太阳能电池物理上并不位于邻近的行或列,而是优选地,在不改变十字交叉矩阵互连结

构的条件下下位于不相邻的行与不相邻的列上。

[0066] 根据本发明,图4图示了太阳能电池阵列模块200,其包含多个被布局成阵列的太阳能电池100,特征在于多行的太阳能电池110,在此非限制性的示例中以行a-e标记,以及多列或多串的太阳能电池110,在此非限制性的示例中以串1-10标记。在图4所示的示例中,太阳能电池阵列模块200包括:被光照射的太阳能电池110的行222a-d及被完全遮挡的行222e。然而,根据本发明的实施例,太阳能电池110在结构中电互连,因此允许电流绕过未发电的太阳能电池110,如行222e中的太阳能电池。行222e中的太阳能电池110可能任选地被遮挡或遮蔽,并/或可能任选地因其他原因而故障。当行222e中的一个或更多的太阳能电池110被遮蔽,由于行222e中的一个或更多的太阳能电池110被分流,在不改变所述十字交叉矩阵的互连结构的情况下,所述被遮挡的或因其他原因故障的太阳能电池110物理上的行将不会使电路断开。

[0067] 在图4所示的非限制性示例中,太阳能电池110阵列中的五个物理行(标记为“a”、“b”...“e”)以及十个物理列或串(标记为“1”、“2”...“10”)以如下顺序电互连:

[0068] 串1:1a,1b,1c,1d和2b;

[0069] 串2:2a,1e,2c,2d和2e;

[0070] 串3:3a,3b,3e,3d和3c;

[0071] 串4:4a,4b,4c,4d和4e;

[0072] 串5:5a,5b,5c,5d和7c;

[0073] 串6:6a,6b,6c,6d和6e;

[0074] 串7:7a,7b,5e,7d和7e;

[0075] 串8:8a,8b,8c,8d和8e;

[0076] 串9:9a,9b,9e,9d和9c;

[0077] 串10:10a,10b,10c,10d和10e。

[0078] 因此,经由太阳能电池1b和太阳能电池3b-10b绕过故障的(或被遮挡的)太阳能电池1e;经由太阳能电池2b和太阳能电池3c,7c,9c绕过不正常工作的太阳能电池2e;经由太阳能电池1c,2c和/或太阳能电池4c,5c,6c,8c,10c绕过故障的太阳能电池3e;经由太阳能电池2b,3c和太阳能电池7c,9c绕过故障的太阳能电池4e;经由太阳能电池1c,2c,4c,5c,6c和太阳能电池8c,10c绕过故障的太阳能电池5e;经由太阳能电池2b,3c和太阳能电池7c,9c绕过故障的太阳能电池6e;经由太阳能电池2b,3c,7c,和太阳能电池9c绕过故障的太阳能电池7e;经由太阳能电池2b,3c,7c和太阳能电池9c绕过故障的太阳能电池8e;经由太阳能电池1c,2c,4c,5c,6c,8c,10c绕过故障的太阳能电池9e;经由太阳能电池2b,3c,7c,9c绕过故障的太阳能电池10e。再次说明,故障是指一个或几个特定的太阳能电池110上的光线被遮挡的情况,因此所述一个或几个电池110无法产生电流。

[0079] 为了明确,故障可选地且优选地指一个或几个特定的太阳能电池110上的光线被遮挡且因此所述一个或几个电池110无法产生电流的情况。

[0080] 因此,根据至少一些实例,每一行和/或每一列中的至少一个太阳能电池是与另一非相邻行和/或列的至少一个太阳能电池互相连接并且不改变十字交叉矩阵互相连接的基本结构。优选地,在每一行和/或每一列中的多个太阳能电池都是如此互相连接的。更优选地,在每一行和/或每一列中的多个太阳能电池都是如此互相连接的。最优选地,在每一行

和每一列中的多个太阳能电池都是如此互相连接的。仅示例说明,也许至少有20%的太阳能电池110相互连接;优选地有至少50%的太阳能电池互相连接。

[0081] 根据图4的示例,由在行a-d中的太阳能电池110所产生的相当大部分的电力被利用,这是因为太阳能电池2b,3c,7c和9c在物理上位于被充分照射的行且远离光线被遮挡的底部行122e,且不改变十字交叉矩阵互连。这使得电路维持运作并保持电流I的流动。太阳能电池1e,3e,5e和9e在物理上位于光线被遮挡的底部行122e,因此无法产生电能和电流,但是分流的电互连使得剩下的电路保持运作并保持电流I的流动,这是因为所述电池的十字交叉矩阵互连并未改变。

[0082] 应注意的是,由于被照射的太阳能电池及上述分流的电互连,流经负载R的电流比最大电流小,但大于0A,其大小基于运作的分流太阳能电池110的数量。虽然被分流,更多数量的运作的分流太阳能电池110使太阳能电池阵列模块200产生了更大的发电量。

[0083] 因此,太阳能电池100的原始的物理 $5 \times 10$ 阵列以及阵列100的电十字交叉结构在太阳能电池阵列模块200中被保持。

[0084] 图4图示了一种根据本发明实例的多个方面的可选组合,其特征在于在物理上直接相邻(或邻近)的电池110之间至少有一个电互连,以及在物理上没有直接相邻(或邻近)的电池110之间至少有一个电互连。然而,所述太阳能电池阵列模块的电十字交叉结构被保持。

[0085] 本发明的一方面是提供太阳能电池阵列模块中太阳能电池110的另一种物理电池布局结构。参照图5,其图示了太阳能电池阵列模块300的示例的示意图,包括太阳能电池100的十字交叉网络,被配置成典型的 $5 \times 10$ 电池矩阵,具有电池串1-10和行322a-e。在此例中,列的数量是行的两倍。每一个电池100与邻近的行和邻近的列上的电池相连。同时参照图6,其为根据至少一些本发明实例的太阳能电池阵列模块400的示意图,其中,太阳能电池110的互连电性上等同于图5所示的示例性的十字交叉矩阵结构,然而,根据本发明的实例,所述太阳能电池110的串被放置为旋转结构。通过“旋转结构”,意味着太阳能电池110的串的块在被维持的物理矩阵中实质上被转动到一个新的逻辑位置,从而至少一部分的所述逻辑位置,例如,仅作为非限制性的示例,至少50%的太阳能电池110改变了。然而,不是改变而是保持了它们的电性结构。

[0086] 注意到太阳能电池110的串的已旋转结构,假设太阳能电池阵列模块300的物理矩阵沿着所示的虚拟的线348被再分成两个大体对称的区块,第一区块340,包含太阳能电池的串6-10,以及第二区块342,包含太阳能电池的串1-5。假设第一区块340关于虚拟的轴345在341方向上旋转 $90^\circ$ ,第二区块342关于虚拟的轴345在343方向上旋转 $90^\circ$ ,直到太阳能电池阵列模块300的边缘346和347相邻布置。在图5中所示以及本领域已知的所描述的第一区块340及第二区块342的虚拟旋转被具体实施为太阳能电池阵列模块400中,其如图6所示,并具体实施本发明的至少一些方面。图5所示的在垂直方位的太阳能电池的串1-5,现示于图6中且具有水平方位;图5所示的垂直方位的太阳能电池的串6-10,现示于图6中且具有水平方位。

[0087] 图6图示了太阳能电池阵列模块400,其包含多个被排列成上述关于虚拟轴的变换后的太阳能电池110的物理阵列。所述虚拟轴是图5所示的轴345,其代表物理阵列的第一种结构。图6所示的第二种结构的阵列配置是由电池110的每一行的一部分(在此非限制性示

例中,50%或一半)对称地绕虚拟轴345旋转来确定的,但未改变电池110间的多个电性连436(其中为了清晰,仅一部分被图示)。所述多个电互连436包含每个所示太阳能电池110到多个(先前物理上的)相邻的电池110的多个电互连。可选地,所有先前物理相邻的电池110在先前描述的十字交叉实现中被如此互相连接。

[0088] 因此,初始的物理上的 $5 \times 10$ 阵列的太阳能电池110和阵列300的电十字交叉结构被维持在太阳能电池阵列模块400中。然而,与阵列300相比较,其电路被再配置,成为两个区块,每一个区块包括太阳能电池110的十字交叉矩阵:

[0089]  $5 \times 10 = 2 * (5 * 5)$ 。

[0090] 应注意的是,太阳能模块的电极(“+”和“-”)可能被反接,如下文所述的情况:第一区块340关于轴345(其被放置于垂线348的上侧)反向旋转 $180^\circ$ 到方向341,以及第二区块342关于轴345(其被放置于垂线348的上侧)反向旋转 $180^\circ$ 到方向343,直到太阳能电池阵列模块300的边缘346和347被邻近布置。

[0091] 应进一步注意的是,如图6所示,为了获得更大的功率输出,所述模块可能被配置成水平或垂直放置而没有限制,但优先地将电池串1-5和6-10配置成水平放置。

[0092] 图6中的模块400还包括变换器450,如图所示,其优先地设为一个/多个DC-DC变压器,因为其更高的效率而具有恒定的50%/50%的占空比,与图5中所示的仅仅包括变换器350的当前技术的配置不同。可选地,可使用一个/多个DC-DC变压器和变换器的组合。

[0093] 图7和图8图示了另一种配置对,其在图7中展示了当前技术的配置而在图8中展示了通过改变电池110的逻辑结构而获得的本发明的一个实施例。

[0094] 同样地,图7是示意性地图示了太阳能电池阵列模块700的示例,其包含太阳能电池110的十字交叉网络,被配置成 $6 \times 12$ 电池矩阵,具有电池串1-12及行a-f。在此例中,列的数量两倍于行的数量。图8是太阳能电池阵列模块800的示意图,其中太阳能电池110的互连电性上等同于图7所示的示例性十字交叉矩阵结构,然而,根据本发明的变型实施例,太阳能电池110的串被布置为逻辑上的旋转结构。图7和图8图示了如上描述的分别与图5和图6相关的类似原理。再次说明,与当前技术的仅以变换器为特征的配置所不同,图8中的太阳能电池阵列模块800以变换器850也可以优选且无限制地是一个/多个DC-DC变压器为特征。可选地,可使用一个/多个DC-DC变压器和变换器。

[0095] 应进一步注意的是,如图8所示,为了获得更大的功率输出,所述模块可能被配置成水平或垂直放置,而没有限制,但水平模块放置时,最好将串1-6和7-12配置成水平放置,如先前所描述的。

[0096] 因此,初始的物理上的 $5 \times 10$ 阵列的太阳能电池110和阵列700的电十字交叉结构被维持在太阳能电池阵列模块800中。然而,电性上的,所述阵列被重新配置成两个电池矩阵区块:

[0097]  $6 * 12 = 2 * (6 * 6)$ 。

[0098] 应注意的是,太阳能模块的电极(“+”和“-”)可被反接。

[0099] 图9是示意性地图示了太阳能电池阵列模块500的示例,其包含太阳能电池110的十字交叉网络,被配置成 $6 \times 10$ 电池矩阵,具有电池串1至10及行522a至f。再次说明,对于图5和图7,在十字交叉矩阵结构中,其各自的太阳能电池110被如此放置,使得其电连接到邻近的行和邻近的列上的电池。

[0100] 图10是太阳能电池阵列模块600的示意图,其中太阳能电池110的相互连接在电性上等价于图9所示的示例性的十字交叉矩阵结构,然而,根据本发明的其他变型实例,太阳能电池110的串被放置成逻辑上的旋转结构。

[0101] 在图9所示的示意性图示中,太阳能电池110的阵列包括 $N \times M$ 个太阳能电池110,其中 $N$ 是列数, $M$ 是行数。所述阵列(500)沿着 $N$ 轴被再分为两个对称的区块。在图10所示的示例性实例中, $N=10$ 且 $M=6$ ,意味着在此例的阵列中太阳能电池110的 $N \times M$ 阵列的数量为60。

[0102] 所述阵列(500)被细分成两个对称的区块,其根据:

$$[0103] \quad N \times M = \frac{N}{2} * M * 2$$

[0104] 及图9和图10中具体的示例:

$$[0105] \quad 10 \times 6 = \frac{10}{2} * 6 * 2 = 2 * (5 * 6)$$

[0106] 因此,所述电路结构包括两个包含30个太阳能电池110的矩阵,每一个为: $2 * (5 * 6)$ ,矩阵602,其包括列1-5和行a-f;以及矩阵604,其包括列6-10和行a-f。而后,单独的太阳能电池110旋转 $90^\circ$ (相对于图9中的电池位置),从而每个太阳能电池110的(+)电极连接到变换器650的(+)连线,且每个太阳能电池的(-)电极连接到变换器650的(-)连线。

[0107] 从而,在太阳能电池阵列模块600中维持初始的阵列500的 $6 \times 10$ 物理阵列配置。然而,电路被重新配置并且太阳能电池110的十字交叉矩阵互相连接配置也被保持。

[0108] 再次说明,太阳能电池110是优选地通过电互连636连接,其中为了清晰,仅小部分被图示;此外,优选的电互连636与图9所示的相同,即使电池100的至少一部分(此例中为一半)改变了物理上的位置。再次说明,与仅有一个变换器的当前技术的配置相反,太阳能电池阵列模块600的特征在于,变换器650也可优选地为一个/多个DC-DC变压器。

[0109] 应注意的是,面板上的电极(“+”和“-”)可被反接,其中个别的太阳能电池110的极性同样通过重新布局而以 $180^\circ$ 度交换。

[0110] 应进一步注意的是,两个矩阵602和604中各自的行和列可被交换。

[0111] 典型地,太阳能电池阵列模块的配置是根据适应于电路输出需要、地形特征、地理位置、太阳能电池阵列模块的倾斜角、经济上的考虑及其他考虑因素而选择的。所述模块的倾斜角涉及面板相对地面的角度。

[0112] 图6、图8和图10所示的模块仅起到示例的作用,并没有限制。然而,本发明中的模块中所有的太阳能电池110都被配置成十字交叉网络结构。

[0113] 应注意的是,太阳能电池阵列模块400和800图示为水平放置,此时当太阳能电池阵列模块的底部一行/多行被遮挡的情况下,所述被遮挡的太阳能电池110无法产生电能。然而,其余的太阳能电池100继续产生电能并提供电能到连接的一个/多个变换器或变压器的输入端。举例而言,当太阳能电池阵列模块600的底部一行/多行被遮挡时,仅有被遮挡的太阳能电池110,即电池串1和10(图6)以及电池串6和12(图8)不产生任何电能。因此,图6中10条电池串中的8条及图8中的12条电池串中的10条继续运作并产生约为满负荷下的太阳

能电池模块80%的电能。

[0114] 应进一步注意的是,太阳能电池阵列模块600图示为水平放置,此时当太阳能电池阵列模块的底部一行/多行被遮挡的情况下,所述被遮挡的太阳能电池110无法产生电能。然而,其余的太阳能电池110继续产生电能并提供电能到连接的一个/多个变换器或变压器的输入端。举例而言,当太阳能电池阵列模块600的底部一行/多行被遮挡时,仅有被遮挡的太阳能电池110,即电池行f不产生任何电能。因此,6条电池串中的5条继续运作并产生约为满负荷下的太阳能电池模块80%的电能。

[0115] 根据本发明的至少一些实例,太阳能电池阵列式可选地连接到一个或多个变换器的输入端,如DC/DC变换器(升压器),一个或多个变压器,如DC/DC变压器,组合的变换器/DC/DC变压器等,如几个先前的描述所示,其特征在于,一个升压变换器,一个步进变换器(参照图11和图12)或任何其他变换器拓扑结构,其能够使太阳能电池阵列(具有十字交叉网路配置)的输入的电压级转换到明显更高的输出电压级,由于输出功率很高,为获得更高的效率,将会需要大量的变换器和/变压器。

[0116] 图11(现有技术,图示于先前描述的申请号为W0/2011/089607的PCT专利申请中)是图示了太阳能电池阵列模块900的示例的示意图,其包含太阳能电池110的十字交叉网络,变换器950,其连接于太阳能电池110阵列的引出端,该变换器950将输入电压级转换到明显更高的输出电压级,例如从3V到30伏特。图12是图示了太阳能电池阵列模块1000的示例的示意图,其包含太阳能电池110的十字交叉网络,n个DC/DC变压器或n个变换器1050,其连接到太阳能电池110阵列的引出端,该变换器1050将输入电压级转换到明显更高的输出电压级。如前所述,太阳能电池110的电连接被排布在本发明的阵列中的一个中。

[0117] 图13图示了电力变换器与此处所描述的太阳能电池阵列模块相结合工作的开关时间的图表;这样电力变换器会选择性地运作,如申请号为W0/2011/089607的PCT专利申请所描述。太阳能电池阵列包括连接成十字交叉结构的太阳能电池。运作在恒定频率的开关DC/DC变压器的运作占空比为恒定的,且任选地、优选地略少于50%(接近50%,仅作为示例,例如48%或49%,或49.9%中任何值,或其他的介于48%及略低于50%间的值,或介于49%及略低于50%间的值,诸如高达49.9%以及略低于50%以及更高些,等等)。相似地,开关DC/DC变压器是基于推挽式拓扑结构,并因此其各自协同工作在恒定及接近50%的开关周期的占空比下,及共同形成工作在50%/50%占空比下的脉冲。

[0118] 在本发明的变型例中,与图6、图8、图10及其他网络的太阳能电池阵列相结合,图13详述了电力变换器的开关时间,图示了MOSFET晶体管(或其他种类的晶体管)上的控制电压与时间735的关系,其中电力变换器可为一个/多个开关DC/DC变压器,一个/多个升压变换器或其他类型的电力转换拓扑结构,其运作在占空比50%/50%下。MOSFET晶体管(或其他任何合适的晶体管)的开启时间741在图13中接近50%,仅作为示例,例如48%或49%,或49.9%或更多。MOSFET晶体管的关闭时间742在图13中也接近50%。因此,所述MOSFET晶体管的运作占空比是恒定的且仅略低于50%(接近50%,例如48%或49%,或49.9%或更多中任一者,正如先前描述的),其中所述占空比定义为:

[0119] 占空比 = 开启时间(741) / T(731)

[0120] “休眠”时间743,其涉及到开启和关闭的时间段,是在介于一个MOSFET晶体管的开关时间从开启到关闭以及另一个MOSFET晶体管的开关时间从关闭到开启之间的极度小的

时间间隔,以防止两个MOSFET晶体管同时导通。仅作为非限制性示例,休眠时间743是可选地介于0%到2%中的任何值,优选地介于0.01%到1%。同样的考虑适用于“休眠”时间744,且其可选地具有较休眠时间743更大的值。变压器中通过的电流仅仅被极小的“休眠”时间间隔743和744打断。所述电力变换器是DC/DC变压器,具有小输入电压及高输出电压(仅作为示例,3V的输入电压及36V的输出电压)。因为电流开关时间非常接近于100%(仅示例, $t_{on}=49.9\%$ 以及 $t_{off}=49.9\%$ ),非常小的电流中断发生于“休眠”时间间隔743和744中,极大地减小了电力变换器输入和输出电路上的波动。也就是说,每个开关周期内流动的电流基本以DC电流为主,这样极大地减小了波动。

[0121] 在本发明的变型例中,使用了多个DC/DC变压器或升压变换器或其组合,或其他类型的电能转换拓扑结构,在大体小于50%/50%的占空比下工作。然而,通过共同运作,能够达到的占空比仅略小于50%或者甚至超过50%,但伴随一个小的交迭,仅示例,脉冲之间0.1-1微秒的工作频率为50KHz的交迭。例如,如先前描述,可选地配置四个推挽式变换器,其具有至少25%/75%的占空比。可选地,变换器的脉冲间可有一些交迭。仅作为另一非限制性示例,所述变压器或变换器可选地包括三个推挽式变换器,各具有至少33.4%/66.6%的占空比。再次说明,可选地,可能有一些交迭介于三个变换器的脉冲之间。

[0122] 同样地,可使用任意数量的推挽式变换器。然而,在所有情况下,根据同步定时,变换器的电路操作具有一些相移。图14是实例的四个电力变换器开关时间的图表,其与太阳能电池阵列模块相结合,在25%/75%的占空比下工作,且没有交迭。

[0123] 如图15所示的典型的现有技术阵列,太阳能电池阵列系统的发电量受到电池的温度、系统负载以及辐照度所影响。图15描述了太阳能模块的两个图表:图1110是不同电池温度下的电流-电压特性,及图1120是不同辐照度下的电流-电压特性。在各幅图中,随着电压升高,电流基本保持稳定,直到在某一特定的电压级时发生大幅下降,形成膝形曲线。膝形曲线的拐点是最大功率点(MPP)。例如,在辐照度为 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 时,所述MPP标记于点1122(近似于28V);而当温度处于 $25^\circ\text{C}$ 时,所述MPP被标记于1112(近似于25V)。因此,如果辐照度和/或温度改变,则MPP和输出功率也随之改变。如果辐照度和/或温度改变到比最优值更小,则输出功率降低。

[0124] 为了解决由辐照度(也就是说,到达太阳能电池的光线)和/或温度条件变化而导致的MPP变化所引起的发电量损失的问题,使用一个具有MPP跟踪器的DC/AC逆变器,如图16所示。图16是图示了太阳能阵列系统1200的示例的示意图,其具有比如 $n*k$ 个太阳能阵列模块900,各包含太阳能电池110的十字交叉网络,被配置成技术领域内所知的电池连接到相邻的行和列的形式,并且其中所述系统包括一个DC/AC逆变器1250。然而,此方案适合于太阳能电池系统级别而非太阳能电池模块级别。因此,所述方案并不能使得每个太阳能电池阵列模块都运作于各自的MPP上,否则能在整个系统层面提供更大的效率。

[0125] 本发明的一方面是提供一种系统和方法,其能够使得每个太阳能电池阵列模块都运作于各自最具效率的MPP上。参照图17和图18,各自示意性地图示了示例的太阳能电池阵列模块1300和1400,其各自包含太阳能电池的十字交叉网络的阵列(分别为1310和1410)。如前所述,每个太阳能电池阵列模块(1300和1400)可根据以下内容可选地被表征:图3中的本领域已知的十字交叉电配置,附加的和/或可选择的图4中的电互连234,图6中的旋转物理结构(或于此所示的任何相关的结构)或其组合。

[0126] 根据本发明的变型例,太阳能电池阵列模块1300包括一对DC/DC变压器/变换器(分别是1350和1360,以及1450和1460),连接于太阳能电池阵列的引出端,其中变换器(分别是1350和1360,以及1450和1460)将输入电压电平转换到明显更高的输出电压电平,同时维持输出功率大体上处于太阳能电池阵列(分别是1310和1410)的MPP上。阵列1310和1410各自可根据以下内容可选地被表征,图3中的本领域已知的交叉交叉电结构,附加的和/或可选择的如图4、图6、图8和图10(或与此所示任意相关的结构)的具有旋转物理放置的交叉交叉电路结构或其组合。为避免疑虑,阵列1310和1410可以不相同。

[0127] 太阳能电池阵列模块1300包括极高效的DC/DC变压器或变换器1350,其将输入电压级转换到明显更高的输出电压级。可有多多个DC/DC变压器或变换器(未图示)。所述电压变换自输入点处的大电流低电压级高效且低损耗地进行。输出电压不具有规律性(根据图13)因而无法追踪MPP。为了检测太阳能电池阵列模块输出的MPP,需要改变太阳能电池阵列模块的输出电压,从而能够在太阳能电池中获得预配置的电压级并因此达到MPP。例如,由于光线条件的改变(也就是说,到达的光线减少)从1000瓦特每平方米降为800瓦特每平方米,电池面板所产生的电流随之下降,这样需要降低电压(例如,28V)以重回电池面板的MPP。在如此情况下,使用带有稳压器的变换器比DC/DC变压器会更大降低效率及增加损耗。

[0128] 增加另一变换器1360,其具有可变输出电压,其因此与主DC/DC变压器/变换器1350的恒定输出电压组合,以支持期望的输出电压,以使得太阳能电池阵列模块1300工作在大致MPP处,尽管太阳能电池阵列模块1300产生了部分变化的输出电压。为了使效率不足最小化,预配置了主DC/DC变压器/变换器1350以提供太阳能电池阵列1300的输出功率的大部分,并且预配置了第二变换器1360以提供太阳能电池阵列模块1300的输出功率的小部分。

[0129] 示例:

[0130] 太阳能电池阵列模块1410的输出功率是300瓦特;

[0131] 主DC/DC变压器/变换器1450的输出电压是30伏特(U4);

[0132] 第二变换器1460的输出电压是3伏特(U3);

[0133] 主DC/DC变压器/变换器1450的效率额定为96%;

[0134] 第二变换器1460的效率仅额定为85%。

[0135] 因此,太阳能电池阵列模块1300的输出电压是U4+U3,即:33V。

[0136] 总输出功率的计算方法如下:

$$\begin{array}{r}
 (300W*30V) * 0.96 \quad + \quad (300W*3V) * 0.85 \\
 \hline
 \qquad \qquad \qquad 33V \qquad \qquad \qquad 33V \qquad \qquad \qquad = 285W
 \end{array}$$

[0138] 太阳能电池阵列模块1400的效率的计算方法如下:

$$\begin{array}{r}
 285W * 100 \\
 \hline
 300W \qquad \qquad \qquad = 95\%
 \end{array}$$

[0140] 因此,总效率仅降低了1%。

[0141] 在被描述过的示例中,电压调节范围是在0至10%。回溯参照图15,例证了当温度

在25℃至75℃之间波动时的影响,三条曲线的拐点位于24V至28V之间。当温度为50℃时,拐点位于26V。在辐照度图中,五条曲线的拐点位于26V至29V之间。因此,调节范围是±5%。因此,调节范围是±10%。在本例中,覆盖了所有辐照度和温度的变化范围。

[0142] 应注意的是,第二变换器1360或1460各自从主DC/DC变压器/变换器1350的输出电压接入,如图17所示,或直接从太阳能电池阵列模块1410的输出电压接入,如图18所示。

[0143] 应进一步注意的是,电压调节的范围并不被限制于0至10%,而可以是0至100%。

[0144] 应进一步注意的是,调节可由两(2)个附加变换器或事实上任何合适数量的变换器实现。

[0145] 应进一步注意的是,系统级的调节仍能够由一个DC/AC逆变器执行(参见图16)。

[0146] 参照图19,其图示了太阳能电池阵列模块1500的示例的示意图。太阳能电池阵列模块1500包括太阳能电池1510的交叉网络阵列。如前所述,每一个太阳能电池阵列模块1500是根据如下可选地被表征:如图3的本领域已知的交叉电结构,如附加的和/或可选择的图4中的电互连234,如图6的旋转物理结构(或与此所示的任何相关的结构)或其组合。

[0147] 太阳能电池阵列1500还包括:主DC/DC变压器或主变换器1550,和附加变换器1560,其转换输出电压/电流表1580。微处理器1590通过附加变换器1560上的控制器1562的电压参考改变太阳能电池阵列1510的输出电压,以此来达到模块的MPP。如前所述,每一个太阳能电池阵列模块1500是根据如下可选地被表征:如图3的本领域已知的交叉电配置,如附加的和/或可选择的图4中的电互连234,如图6的旋转物理结构(或与此所示的任何相关的结构)或其组合。

[0148] 每个太阳能电池阵列模块1500包括电路1580以测量太阳能电池阵列模块1500的输出电流和电压。测量结果由微处理器1590获得,微处理器1590持续计算模块的功率。微处理器1590与附加变换器1560上的控制器1562可操作地耦合,并且可因此改变控制器1562的参考电压,并因此也改变附加变换器1560和太阳能电池阵列模块1500的输出电压,以此达到太阳能电池阵列模块1500的MPP。

[0149] 图20(现有技术)是图示了太阳能电池阵列模块1600的示例的示意图,其具有多串太阳能电池阵列模块900。典型地,每串太阳能电池阵列模块900,根据各个单独的太阳能电池阵列模块900所累积的电压而具有不同的输出电压( $V_m \cdots V_n$ )。太阳能电池阵列模块900的串的并行电连接造成系统的电力损失。

[0150] 图21是图示了太阳能电池阵列模块1700的示例的示意图,其包含太阳能电池1710的交叉网络的阵列,如前所述其是可选地被表征的,主DC/DC变压器或主变换器1750,附加变换器1760,输出电压/电流表1780和微处理器1790。这与太阳能电池阵列模块1500的各个组件相似。然而,太阳能电池阵列1700包含便于与通用太阳能电池中央控制系统1890通信的组件,从而可以干预每个太阳能电池阵列模块1700的控制,并将改变太阳能电池阵列模块1700的输出电压。每个单独的太阳能电池阵列模块1700进一步包括用于将自输出电压/电流表1780得到的测量数据发送至中央控制系统1890的中央控制器1870的发送器1782,以及用于自中央控制器1870接收控制指令的接收器1772。

[0151] 同时参照图22,其为图示了太阳能电池阵列系统1800的示例的示意图,其具有太阳能电池阵列模块1700的多个串1840(每一个都具有连接成交叉网络的太阳能电池的

阵列,并如前所述地是可选地被表征的)。每个太阳能电池阵列模块1700都具有MPP/电压调节的内部控制子系统。中央控制系统1890具有中央控制器(CC)1870,其用于接收关于太阳能电池阵列模块1700的每一个串1840的电压测量数据,及每一个太阳能电池阵列模块1770的电压、电流和输出功率。通过接收器1874接收来自太阳能电池阵列模块1700的数据后,执行所需计算从而得到调节指令,中央控制器(CC)1870通过发送器1872发送所述的调节指令至每个太阳能电池阵列模块1700,以得到期望的输出电压。作为此电压调节的结果是,太阳能电池阵列模块1700的每一个串都具有相同的输出电压( $V_m = V_n$ )。

[0152] 应注意的是,中央控制系统1890可以通过无线或有线的通信途径与每个太阳能电池阵列模块1700进行通信。

[0153] 应进一步注意的是,系统级的调节仍然能够通过DC/AC逆变器(未图示)或任何前述的实施例来执行。

[0154] 图23是图示了太阳能电池阵列模块1900的示例的示意图,其包含串联的太阳能电池1910的阵列,附加变换器1960,输出电压/电流表1980和微处理器1990。太阳能电池阵列模块1900包括便于与通用中央太阳能电池控制系统2090通信的组件,并可干预每个单独太阳能电池阵列模块1900的控制,并且将改变太阳能电池阵列模块1900的输出电压。每个单独的太阳能电池阵列模块1900进一步包括用于将自输出电压/电流表1980得到的测量数据发送至中央控制系统2090的中央控制器2070的发送器1982,以及用于自中央控制器2070接收控制指令的接收器1972。

[0155] 同时参照图24,其为图示了太阳能电池阵列系统2000的示例的示意图,其具有太阳能电池阵列模块1900的多个串2040(每一个都具有串联的太阳能电池阵列,未图示)。每个太阳能电池阵列模块1900都具有MPP/电压调节的内部控制子系统。中央控制系统2090具有中央控制器(CC)2070,其用于接收关于太阳能电池阵列模块1900的每一个串2040的电压测量数据,及每一个太阳能电池阵列模块1900的电压、电流和输出功率。通过接收器2074接收来自太阳能电池阵列模块1900的数据后,执行所需计算从而得到调节指令,中央控制器(CC)2070通过发送器2072发送所述的调节指令至每个太阳能电池阵列模块1900,以得到期望的输出电压。作为此电压调节的结果是,太阳能电池阵列模块1900的每一个串都具有相同的输出电压( $V_m = V_n$ )。

[0156] 应注意的是,中央控制系统2090可以通过无线或有线的通信途径与每个太阳能电池阵列模块1900进行通信

[0157] 应进一步注意的是,系统级的调节仍然能够通过DC/AC逆变器(未图示)或任何前述的实施例来执行。

[0158] 本发明已通过多个实施例和示例所描述,应意识到同样的实施例和示例可以通过许多方式变化。而这样的变型并不被视作离开本发明的精神和范围,并且预期所有这样的修改都将被本领域的技术人员所想到。

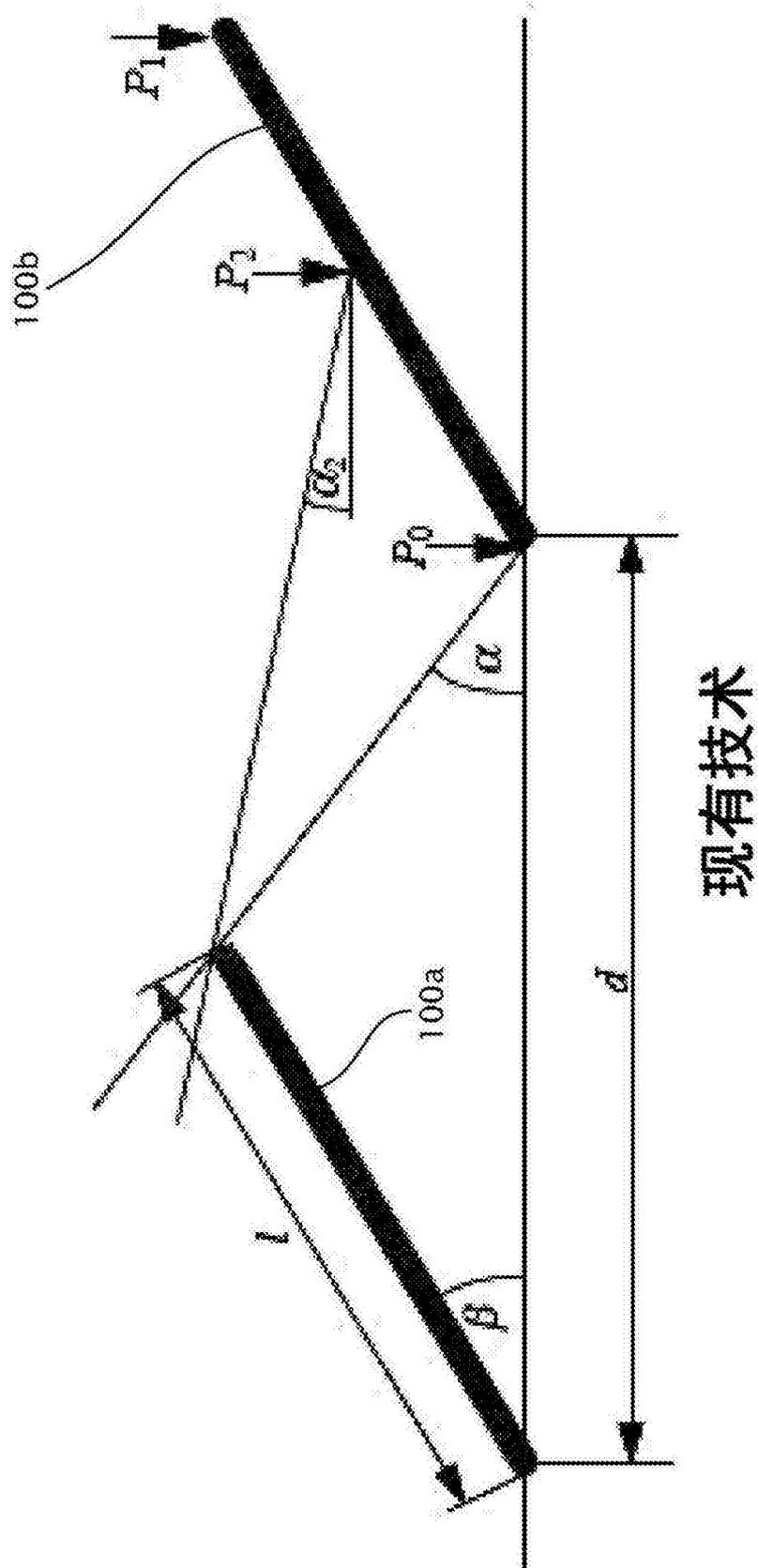
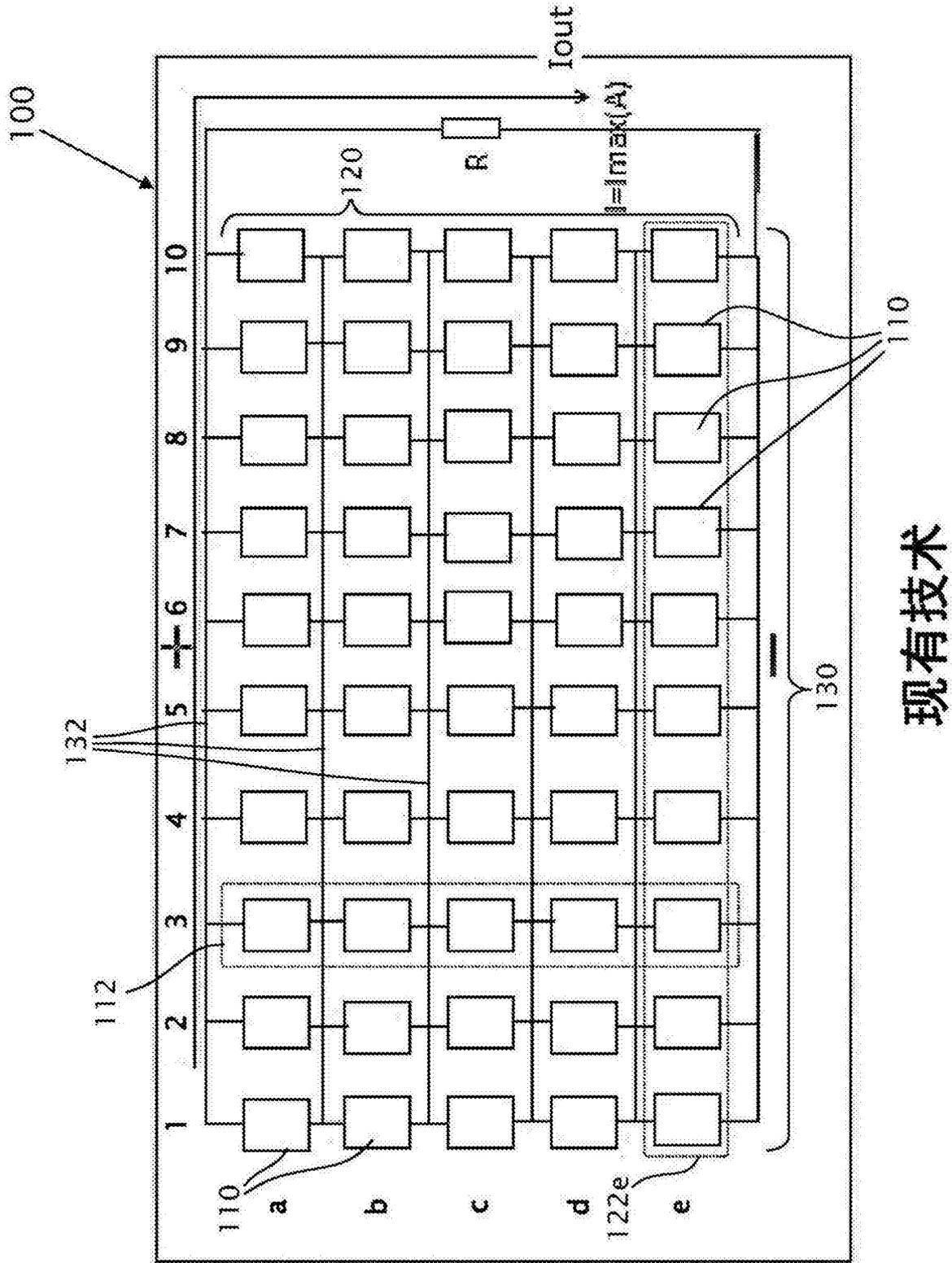


图1



现有技术

图2

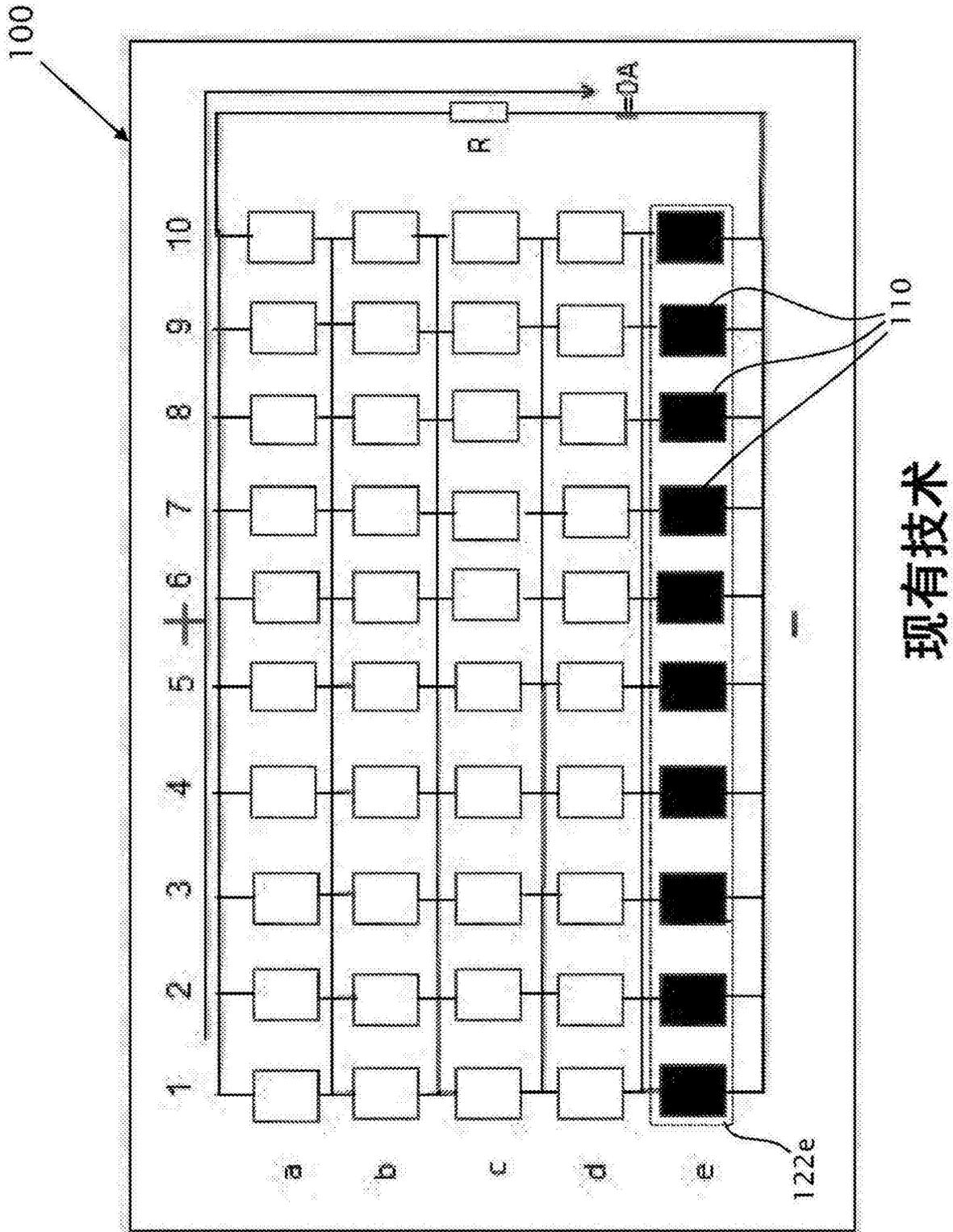


图3a

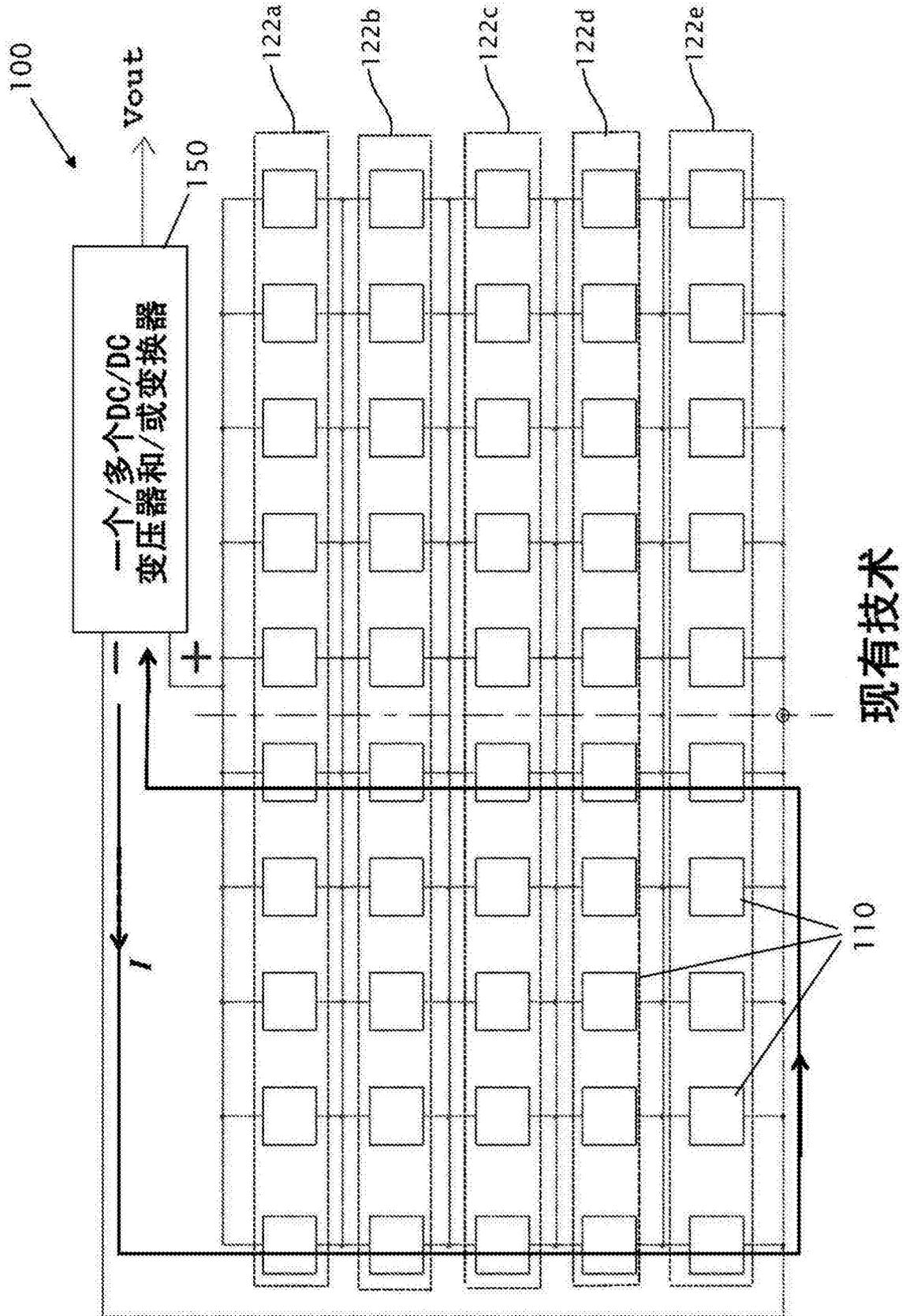


图3b

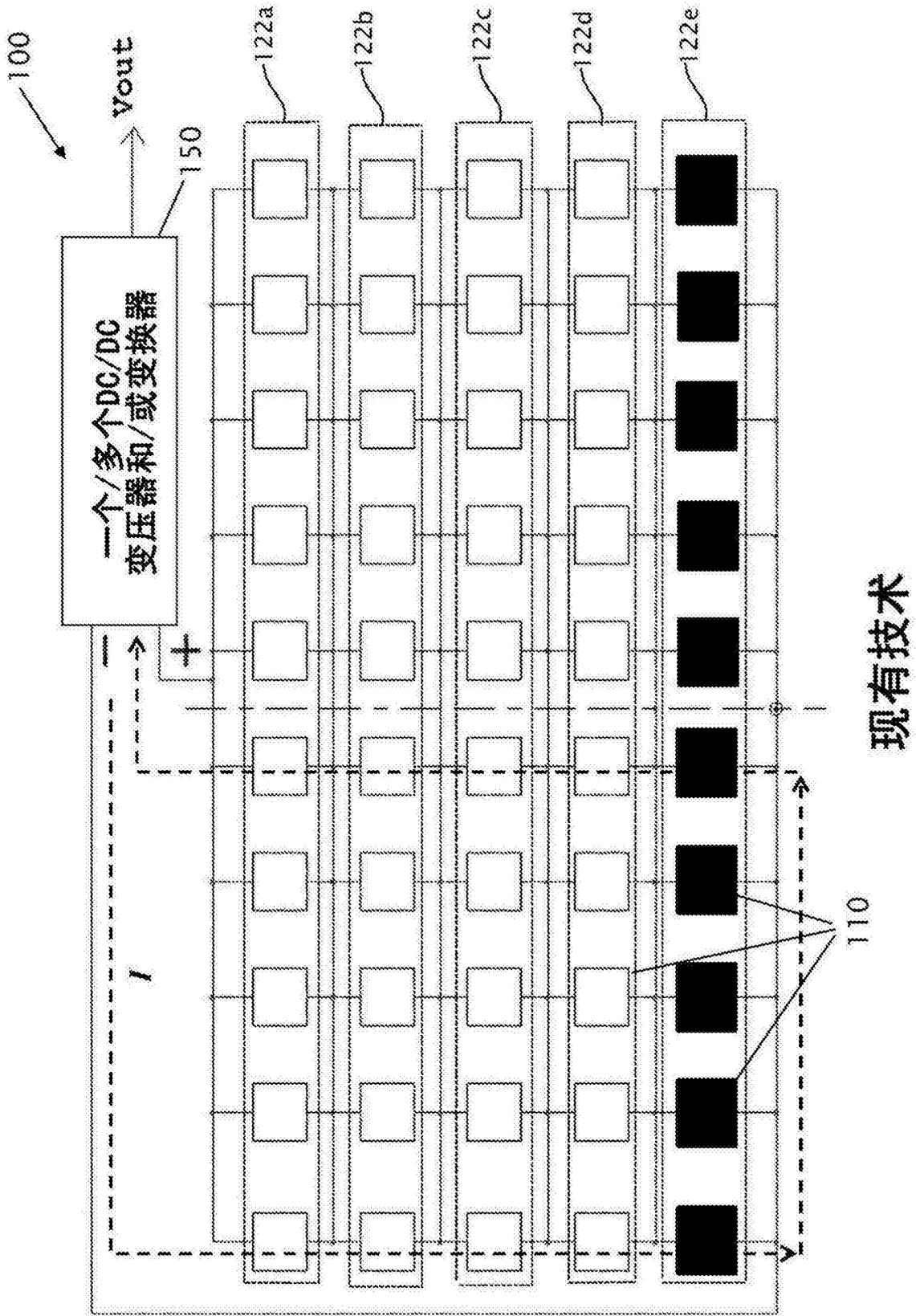


图3c

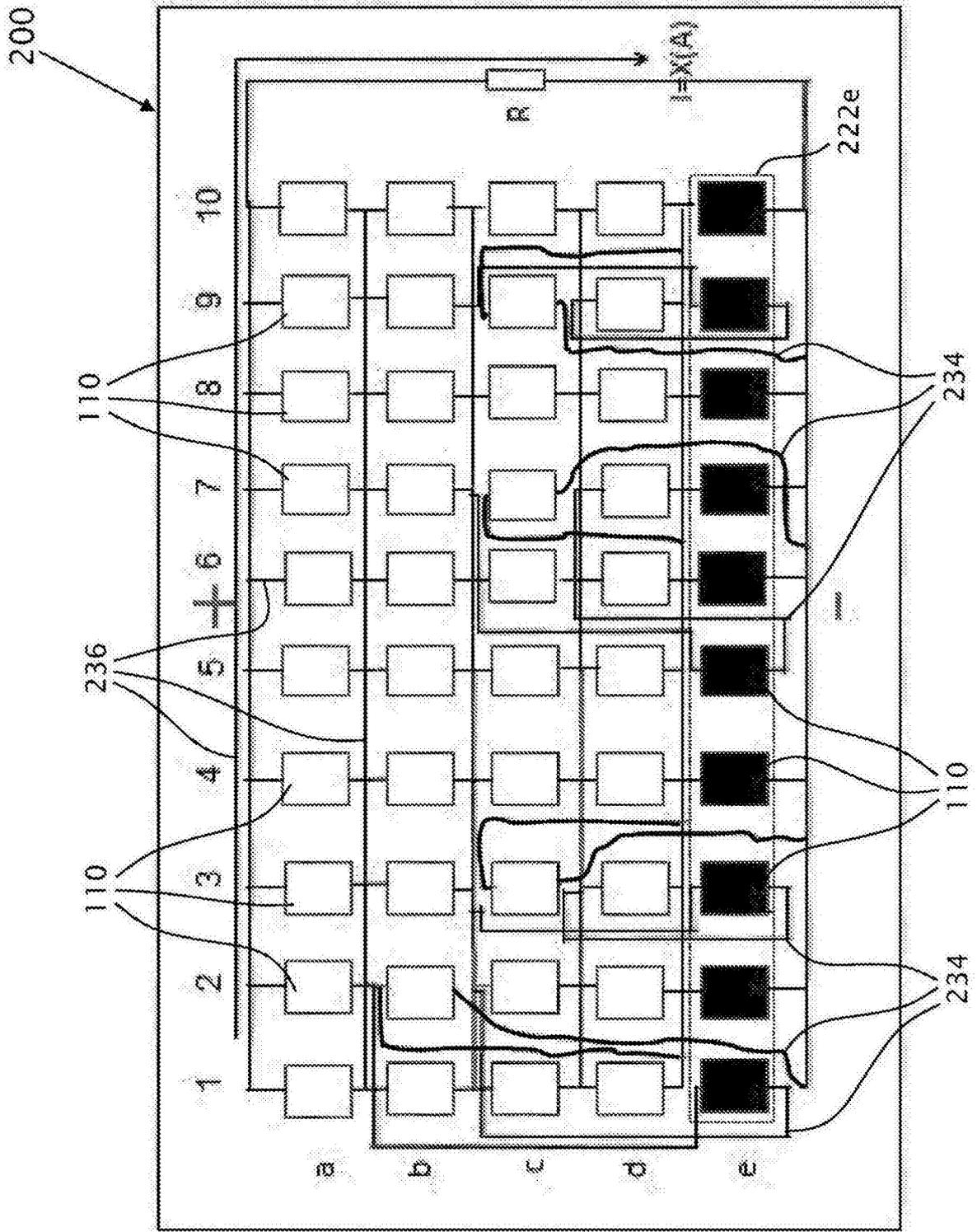


图4

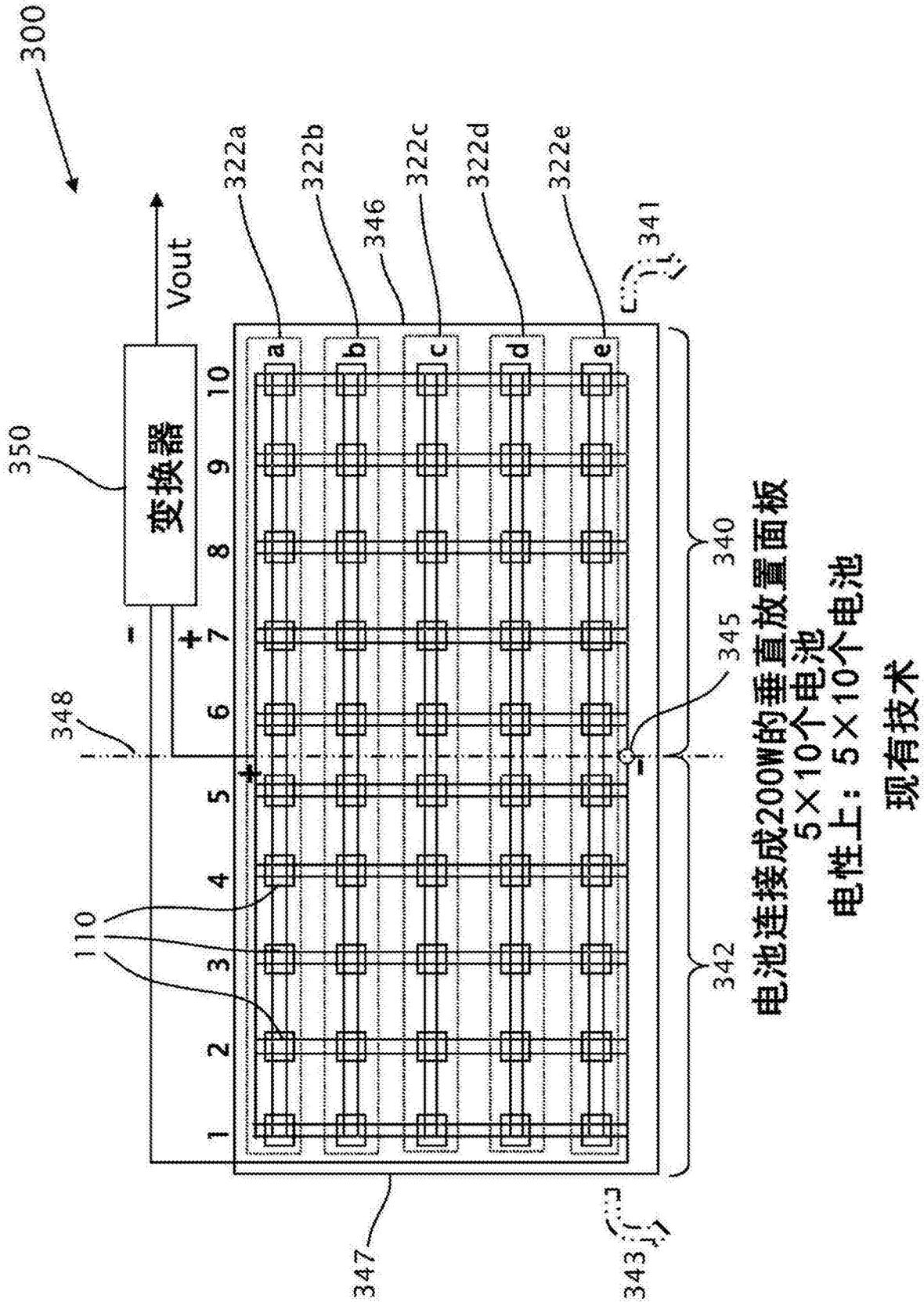
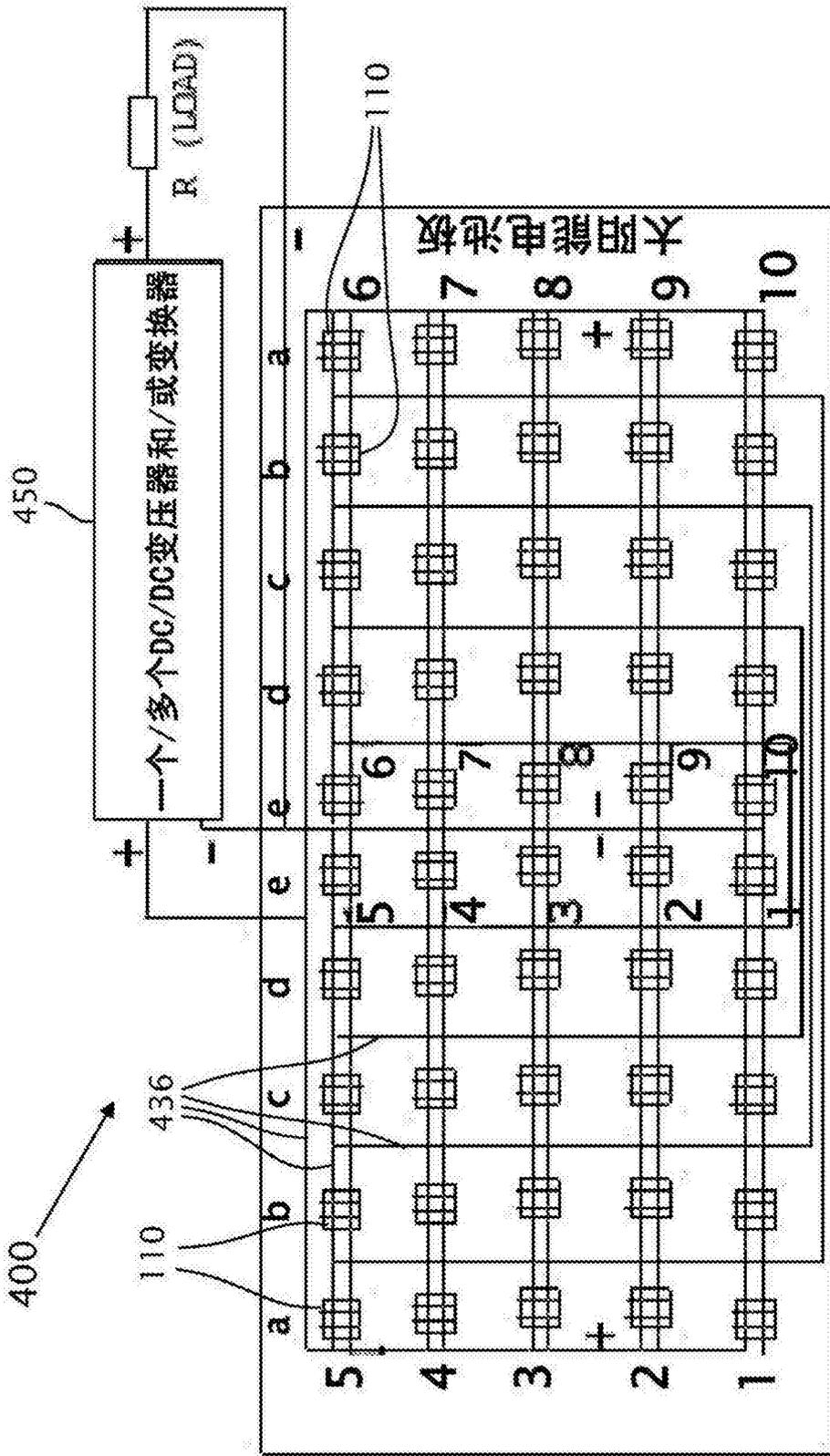


图5



电池连接成200W的水平放置面板  
5×10个电池  
电性上: 5\*10=2\* (5×5) 个电池

图6

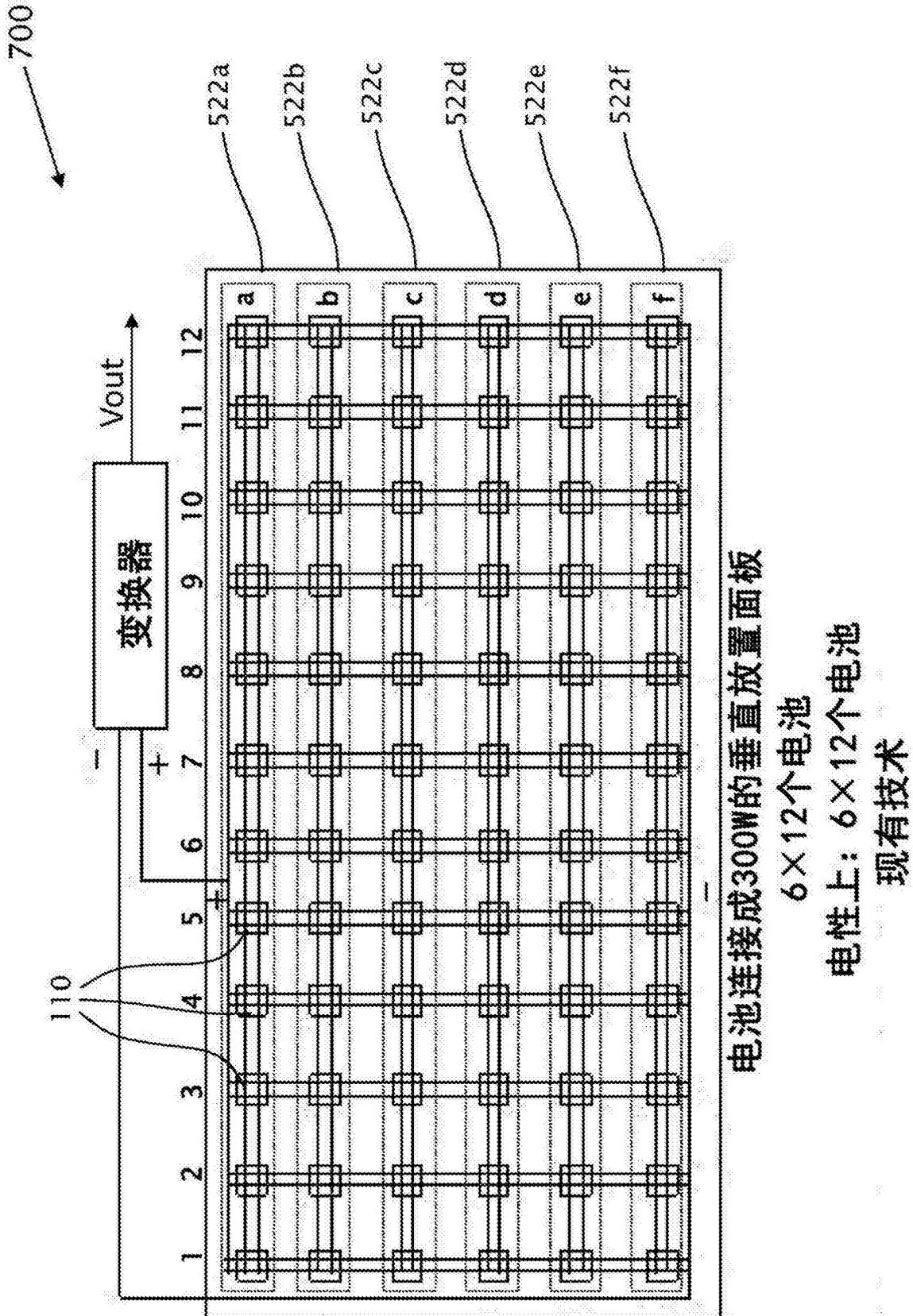


图7



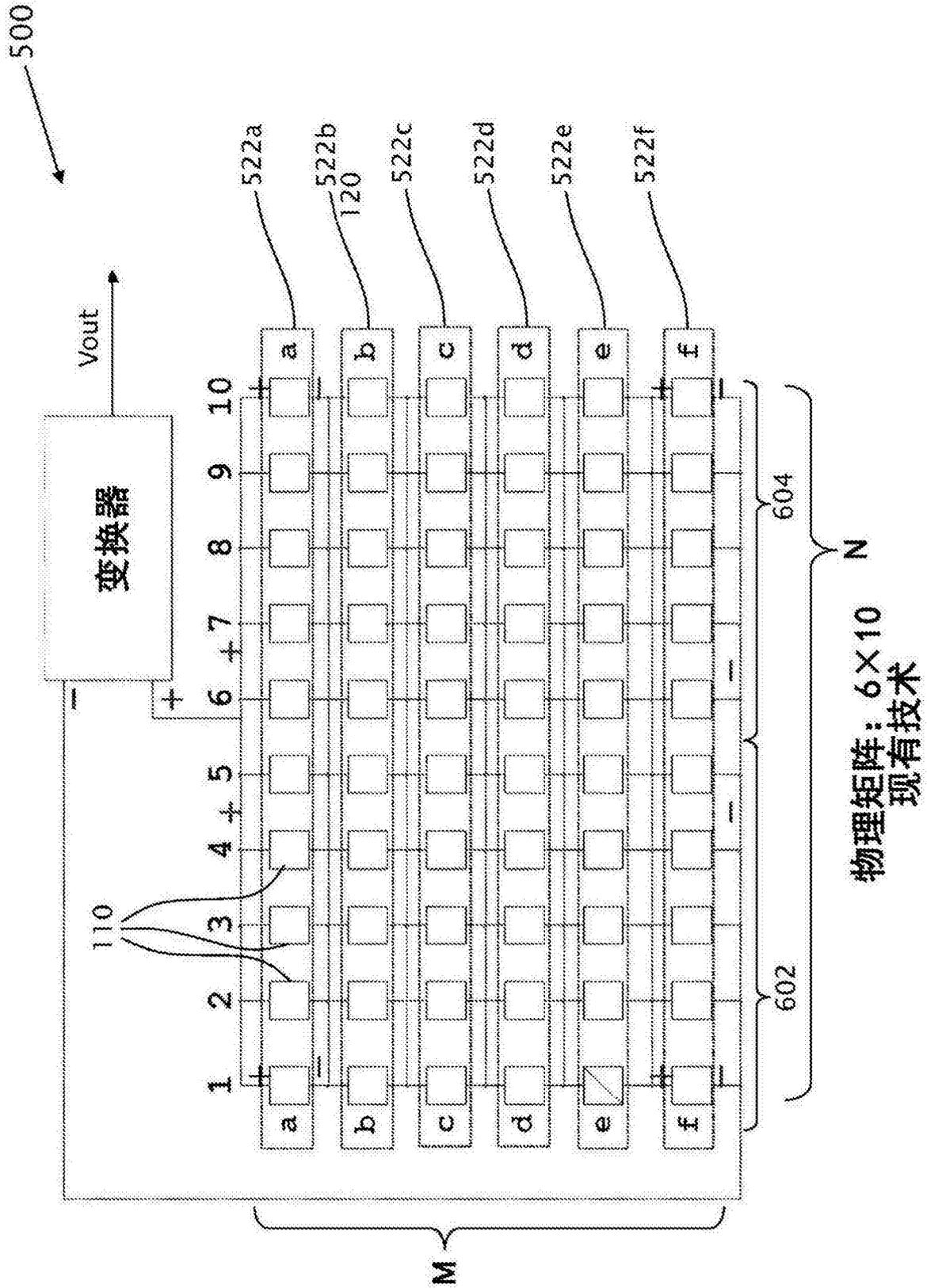


图9

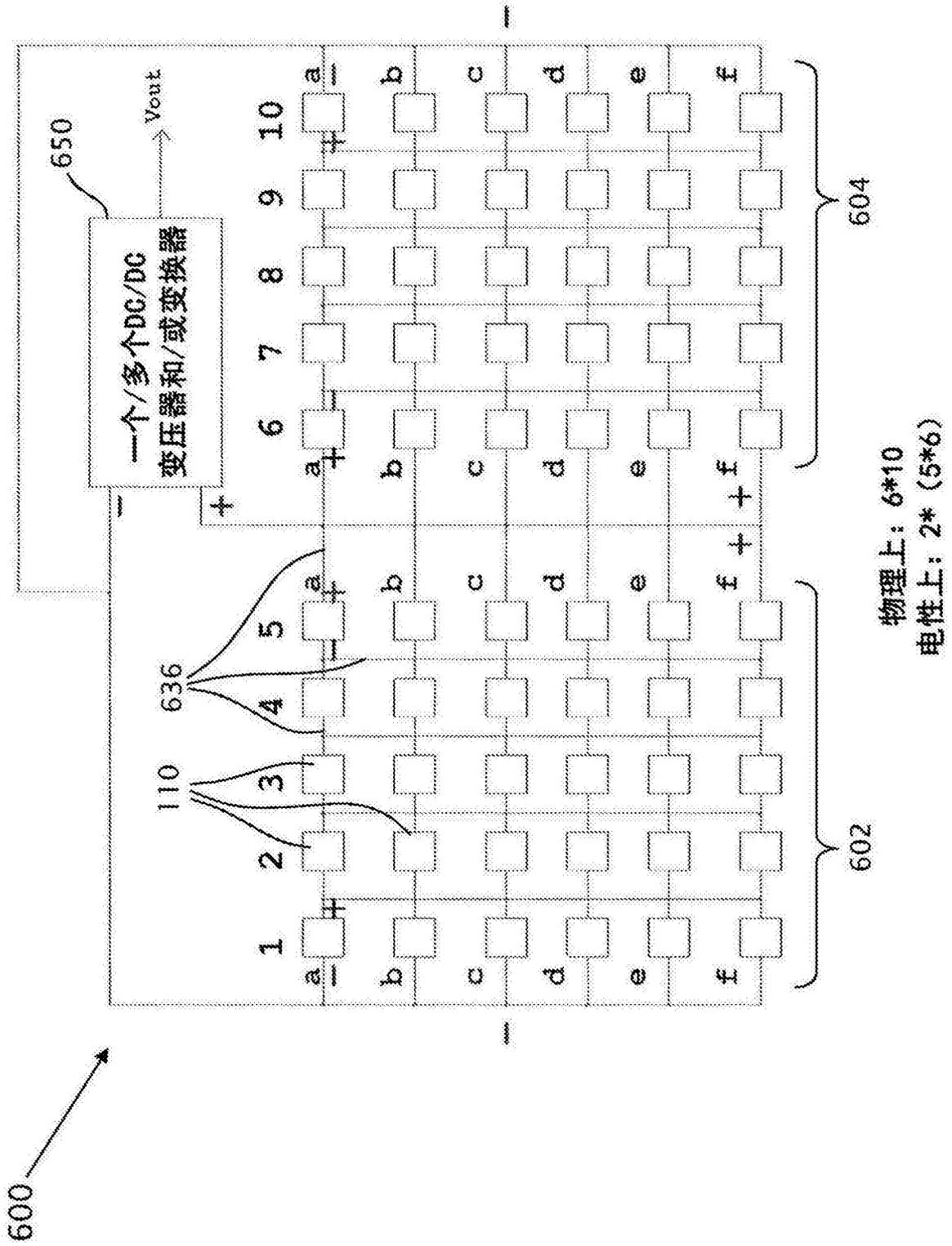


图10

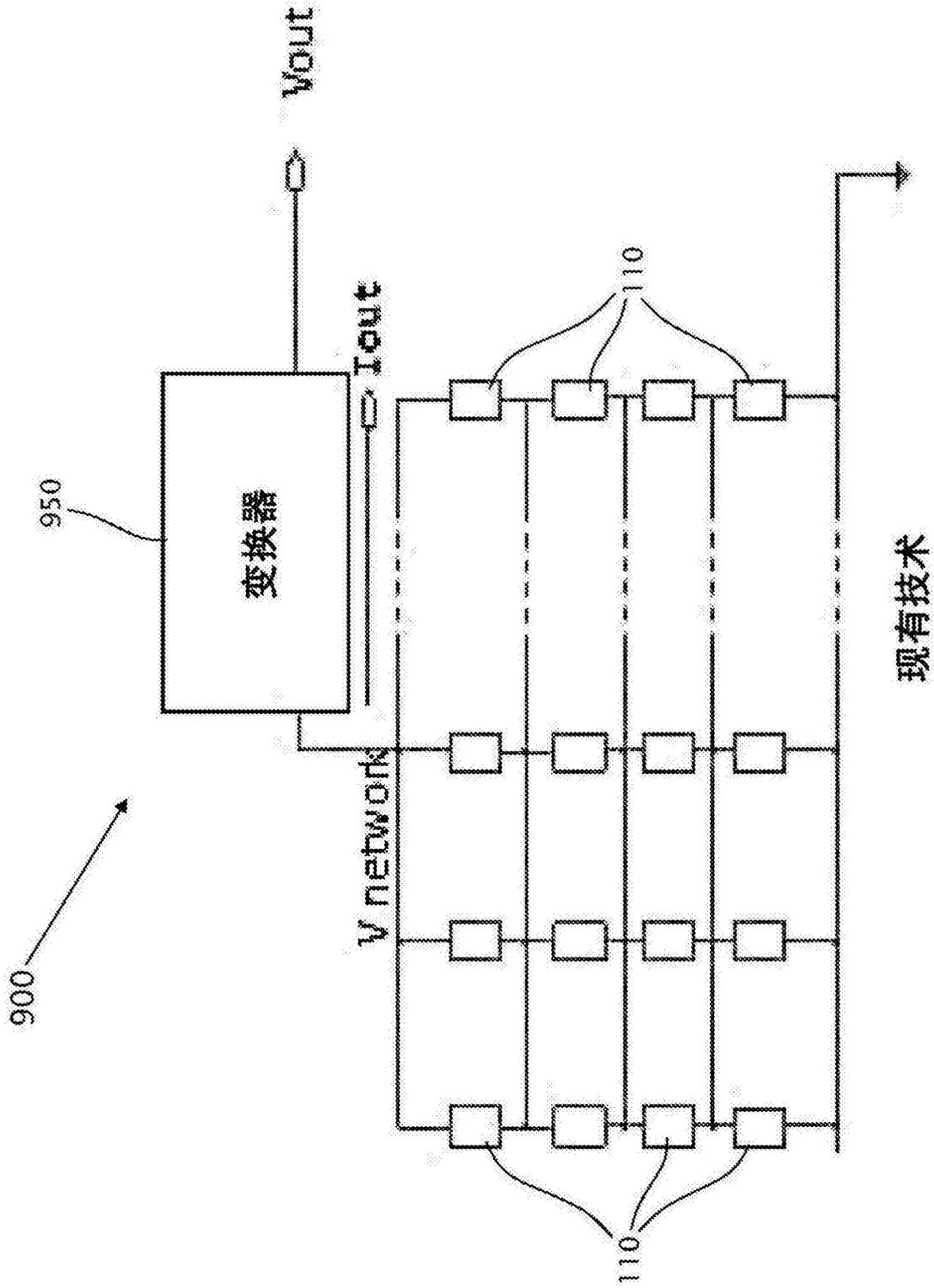
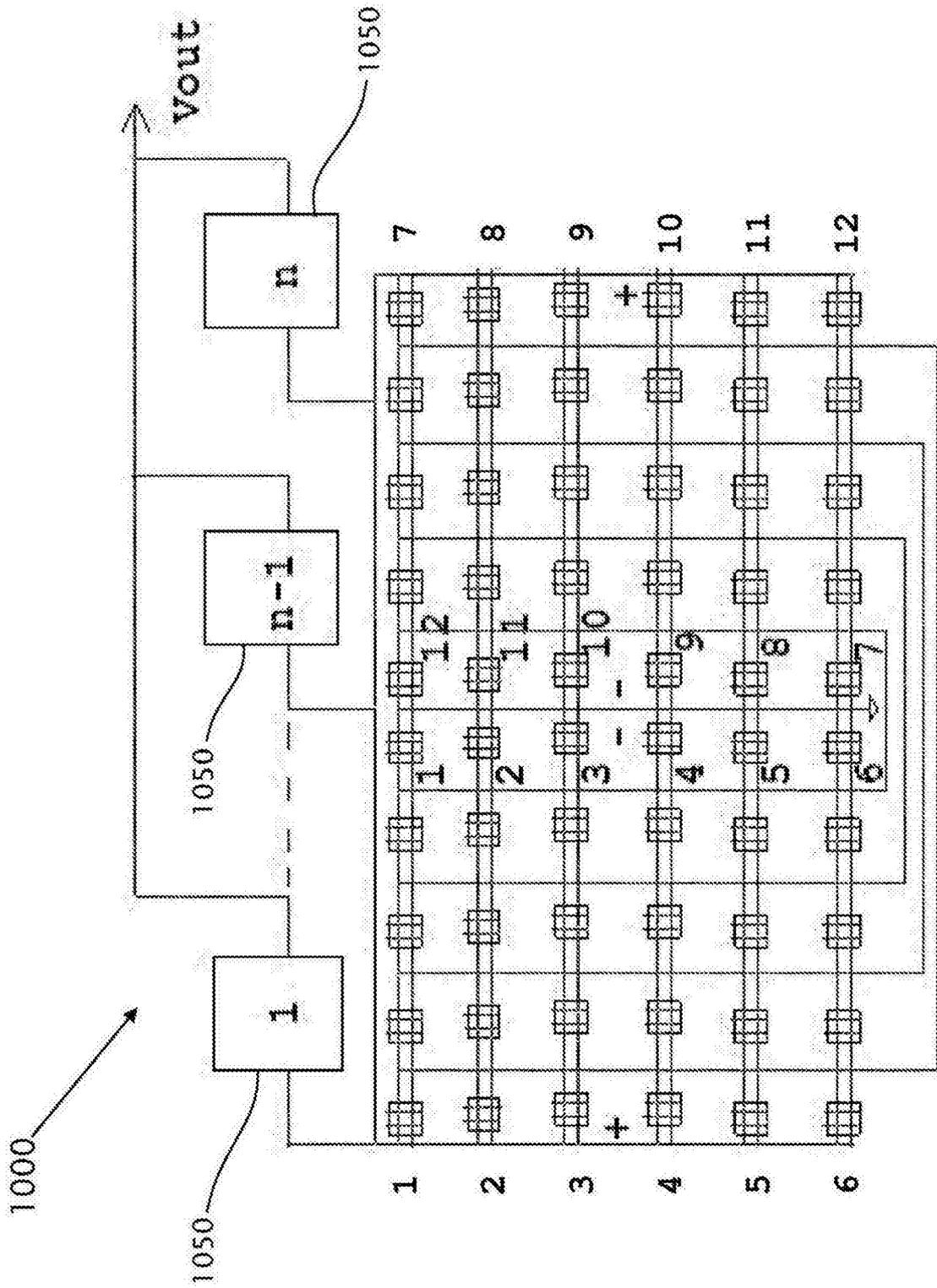


图11



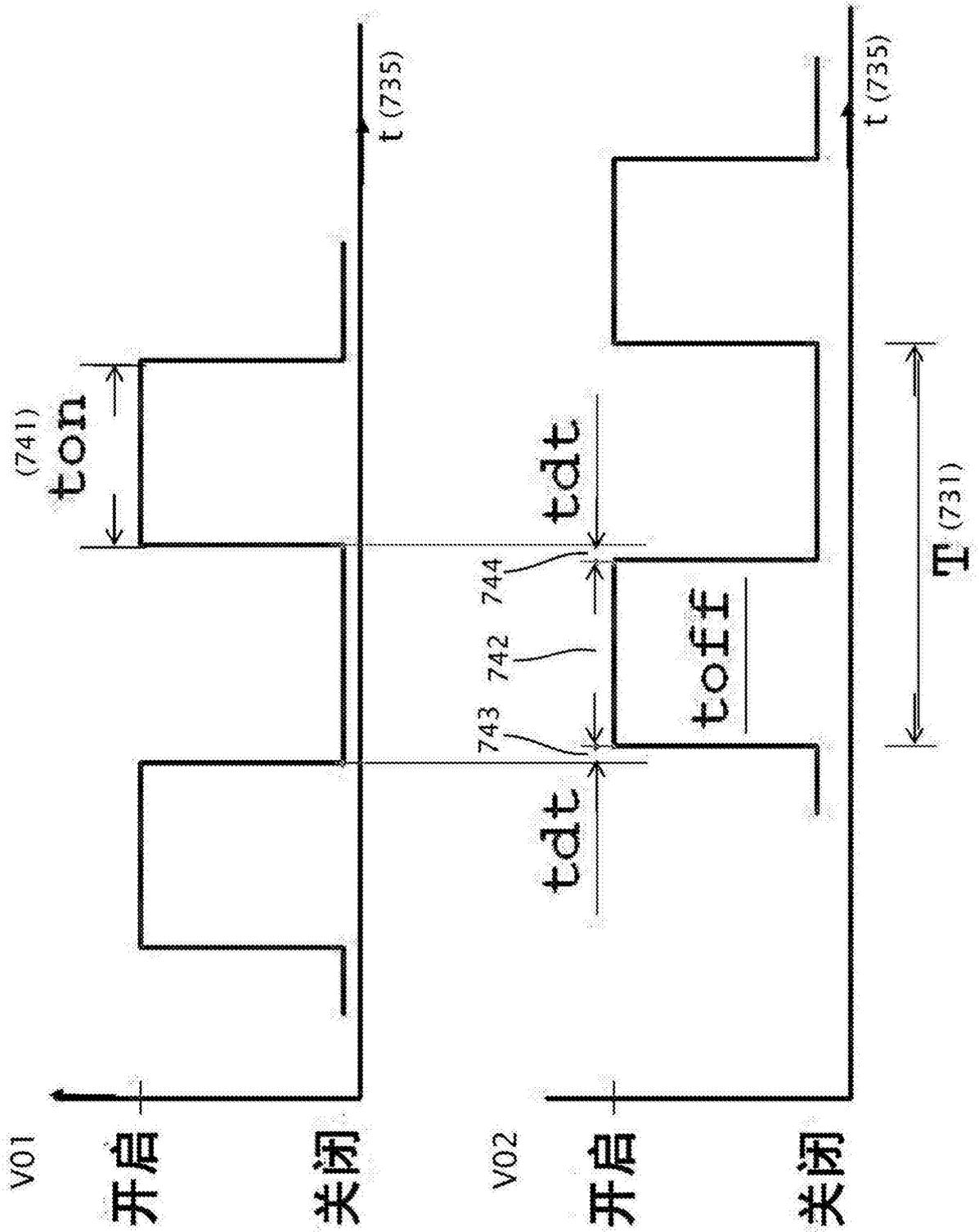


图13

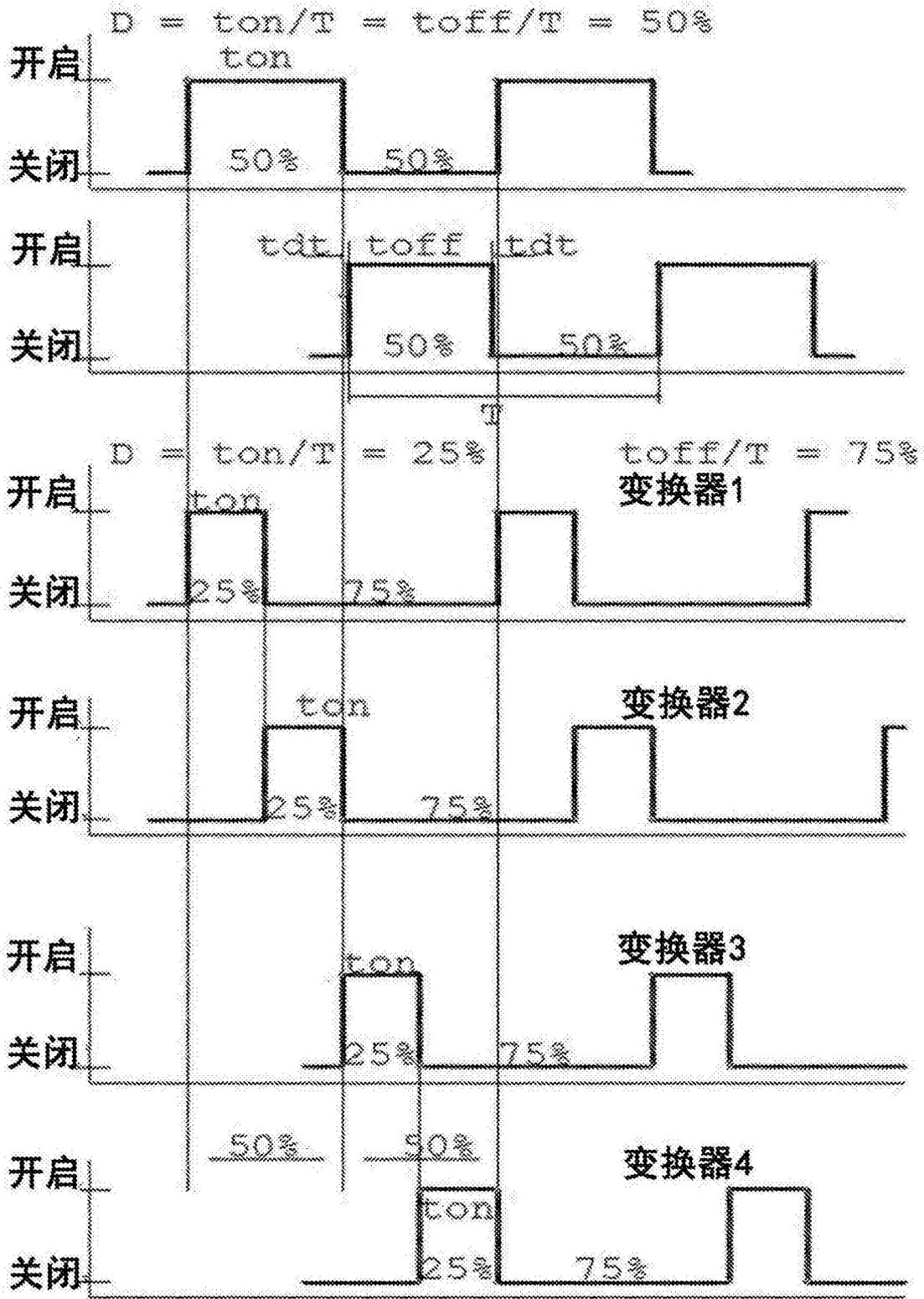


图14

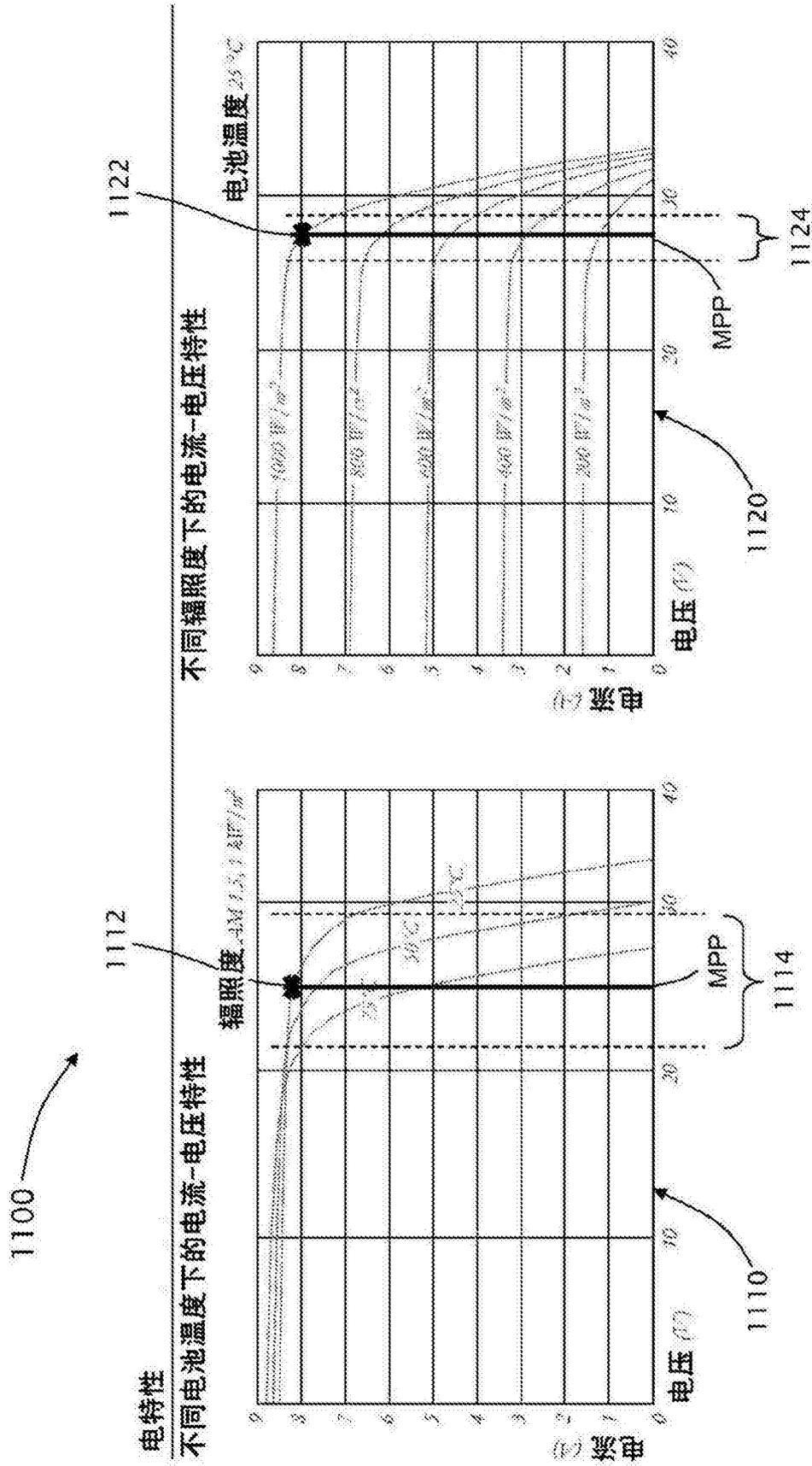


图15

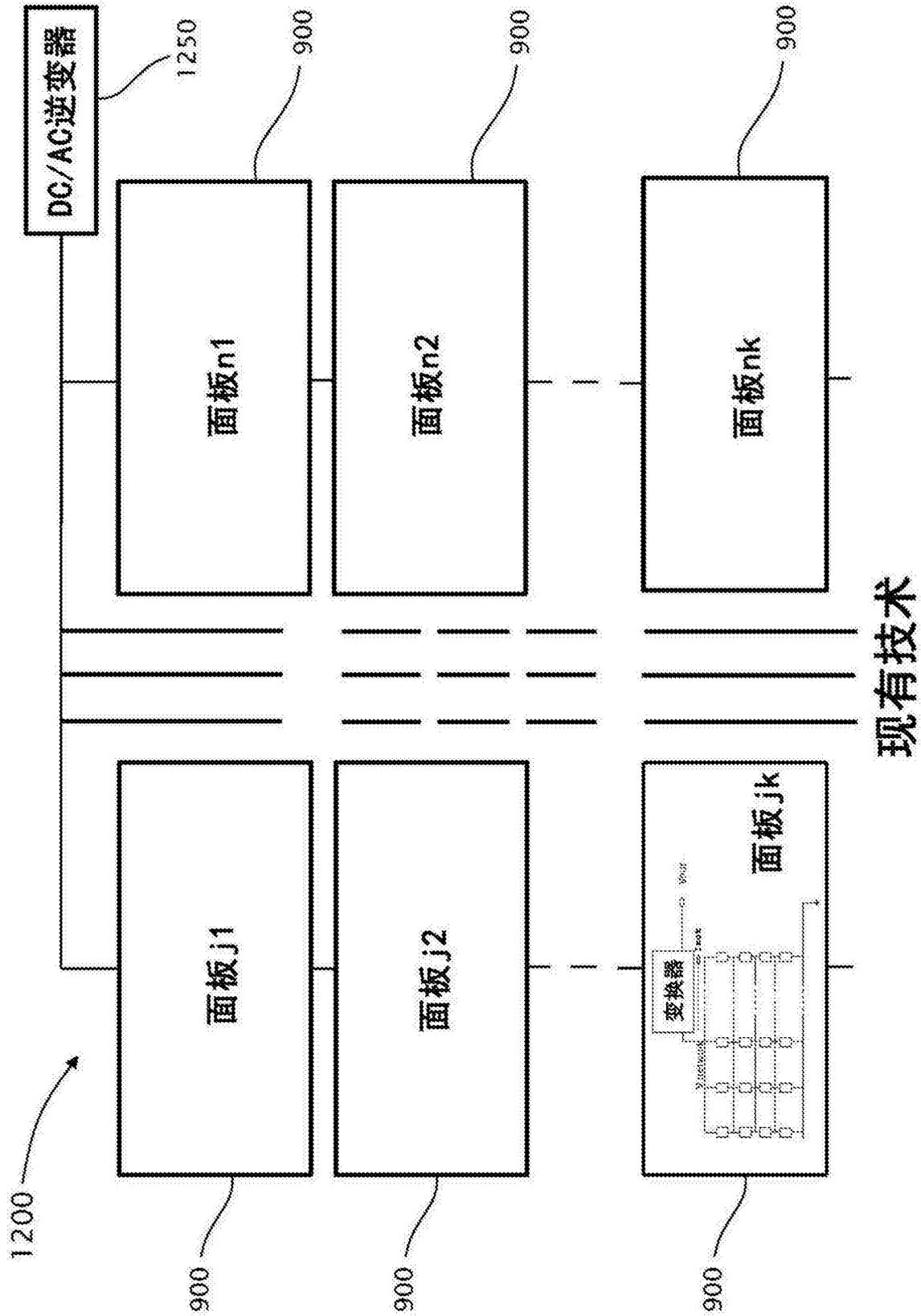


图16

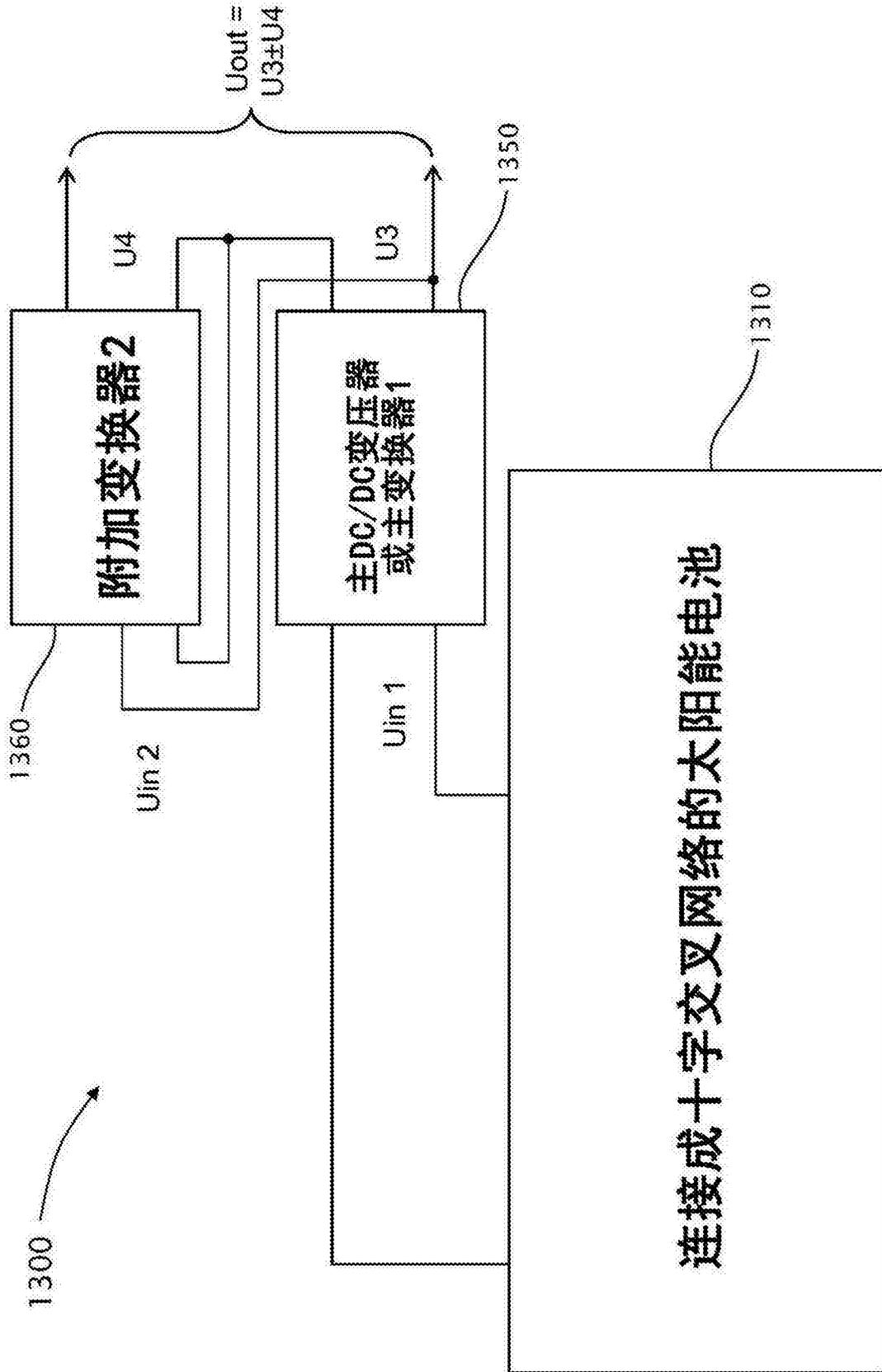


图17

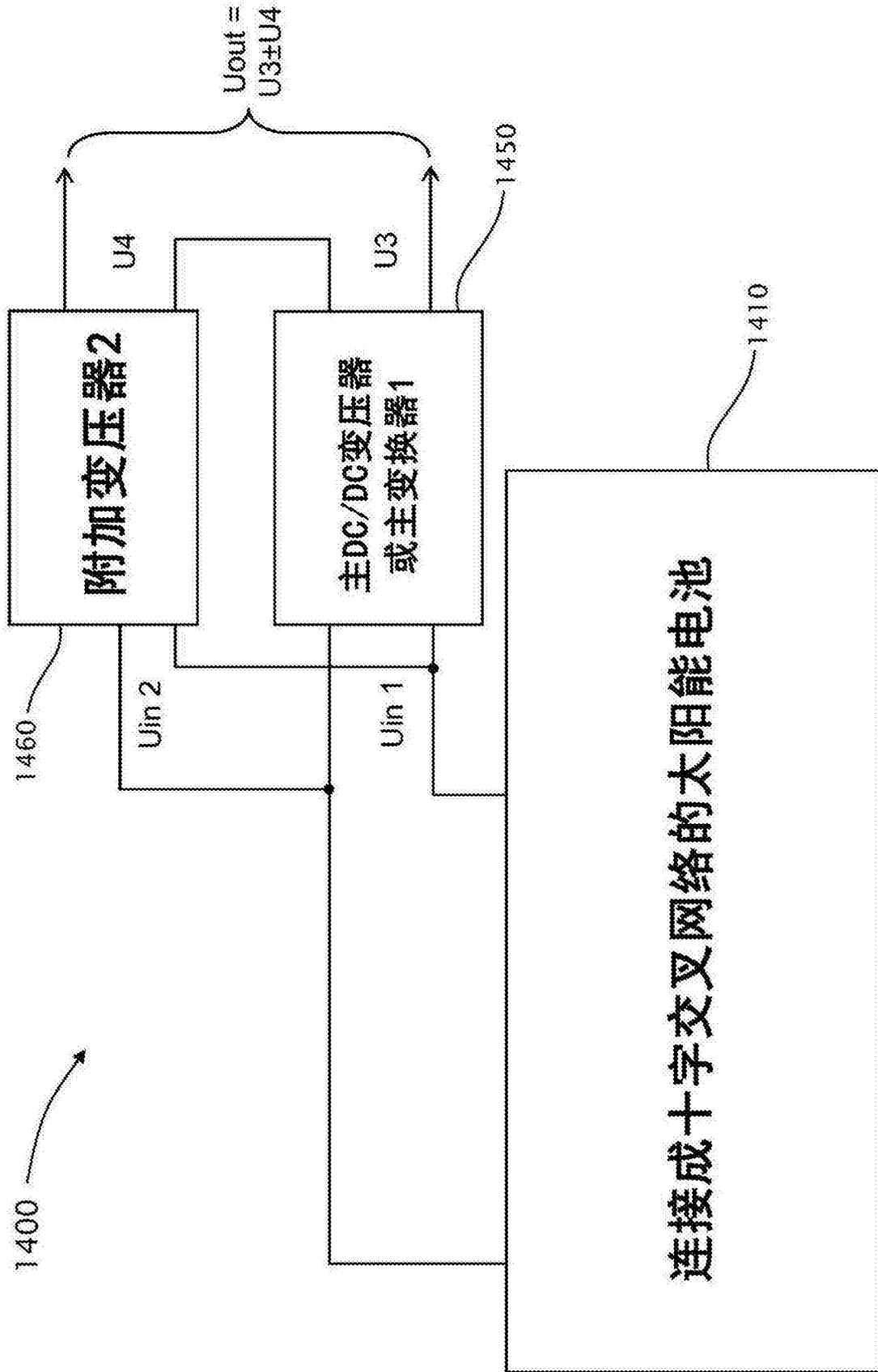


图18

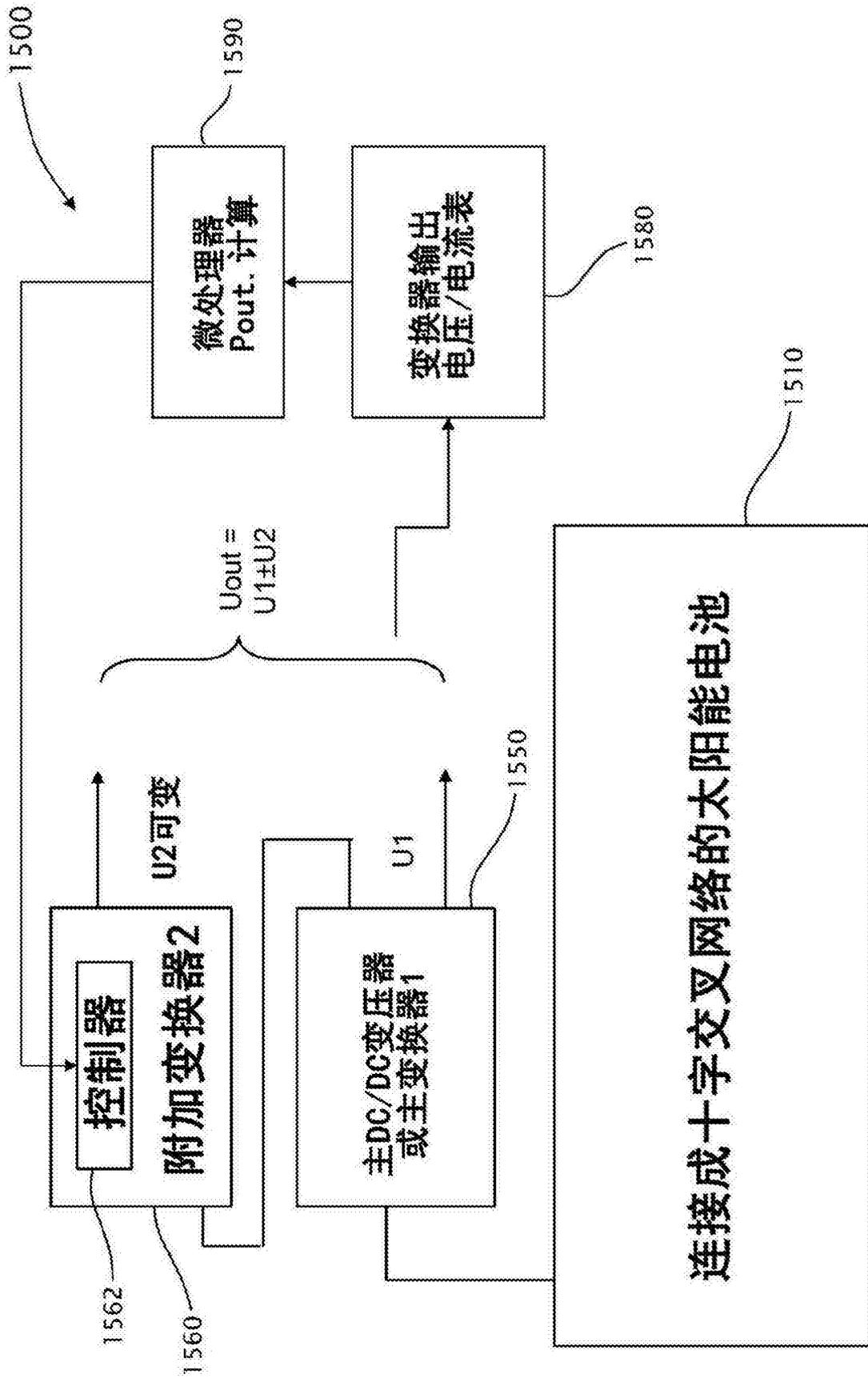


图19

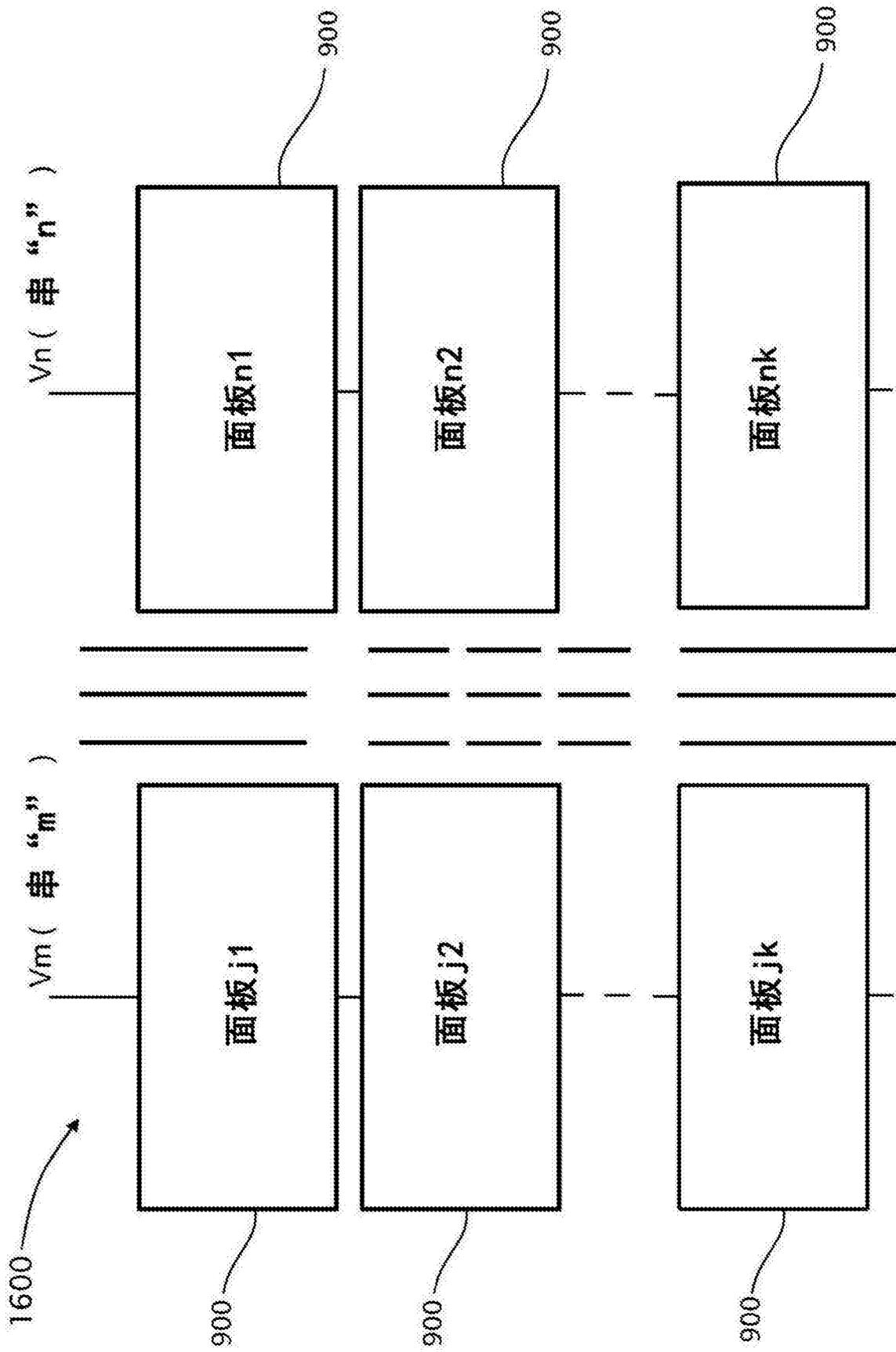


图20

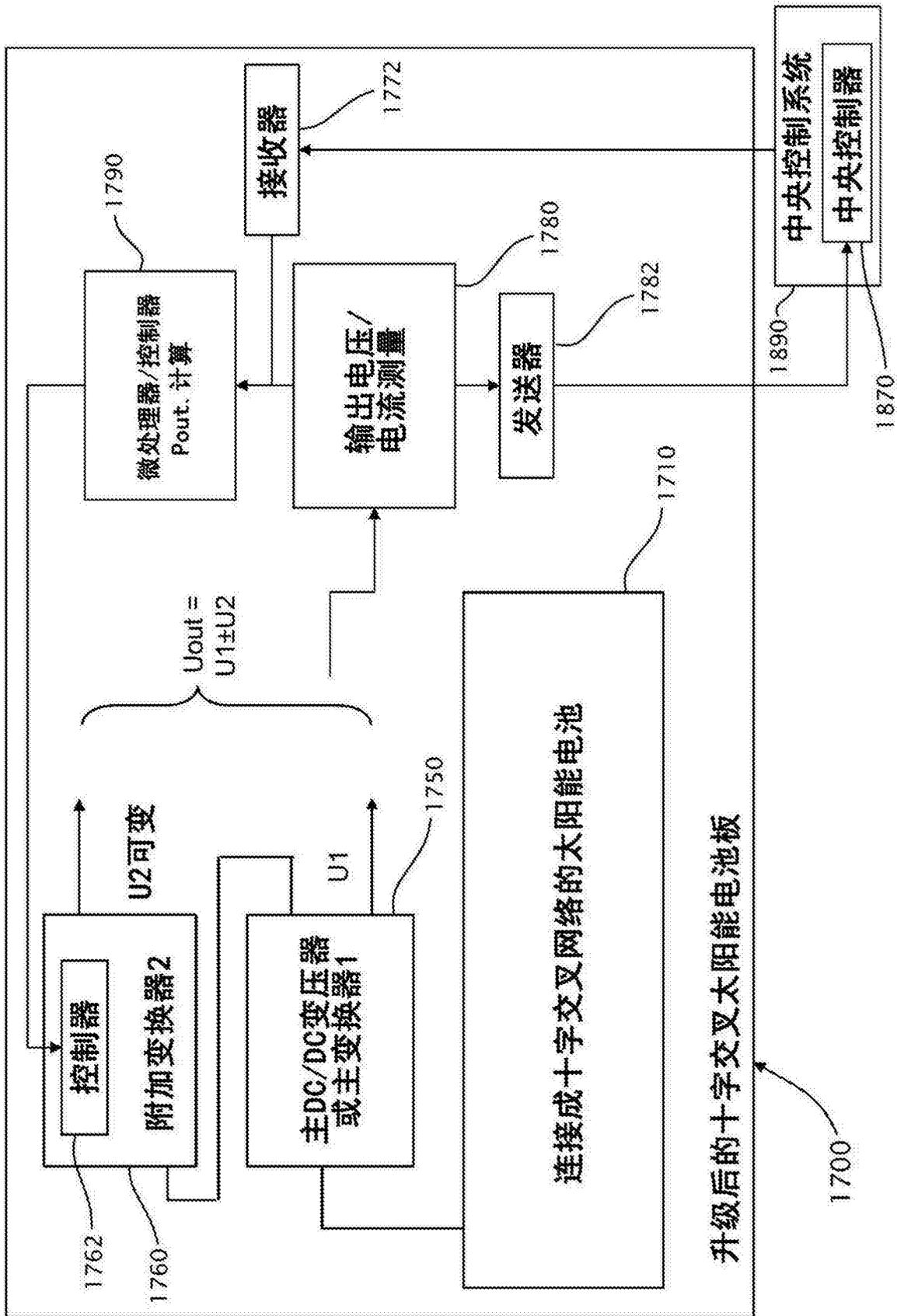


图21

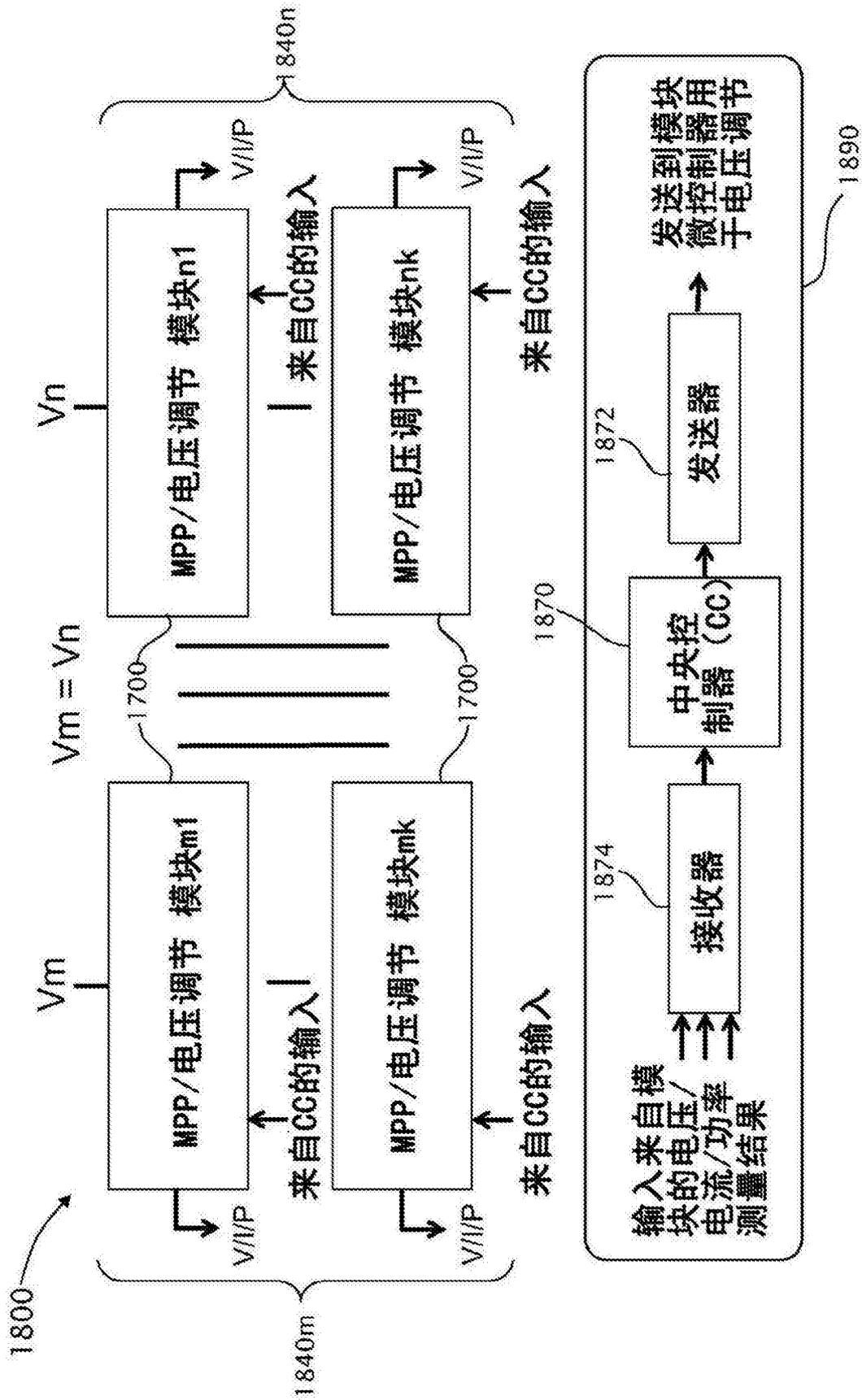


图22

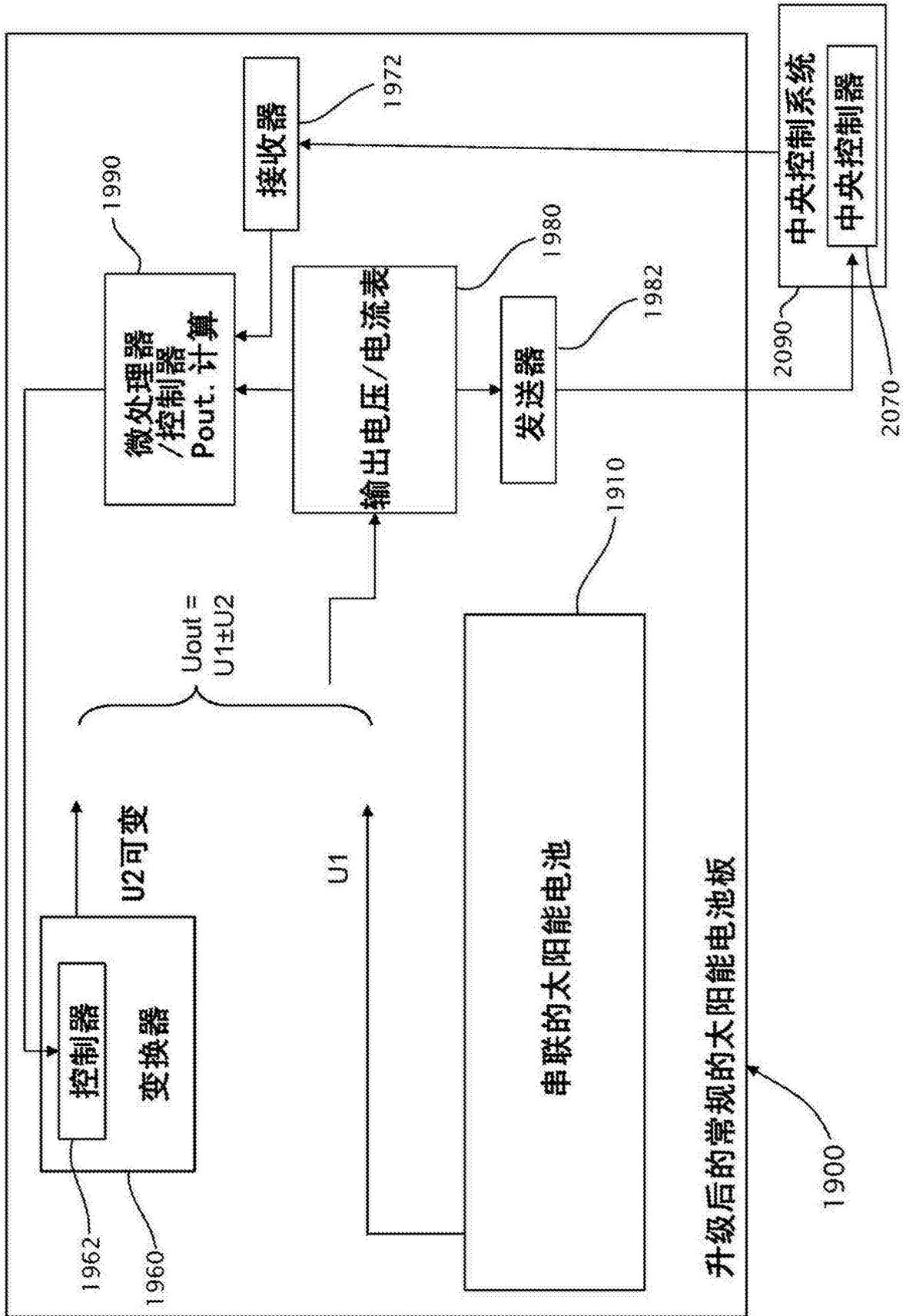


图23

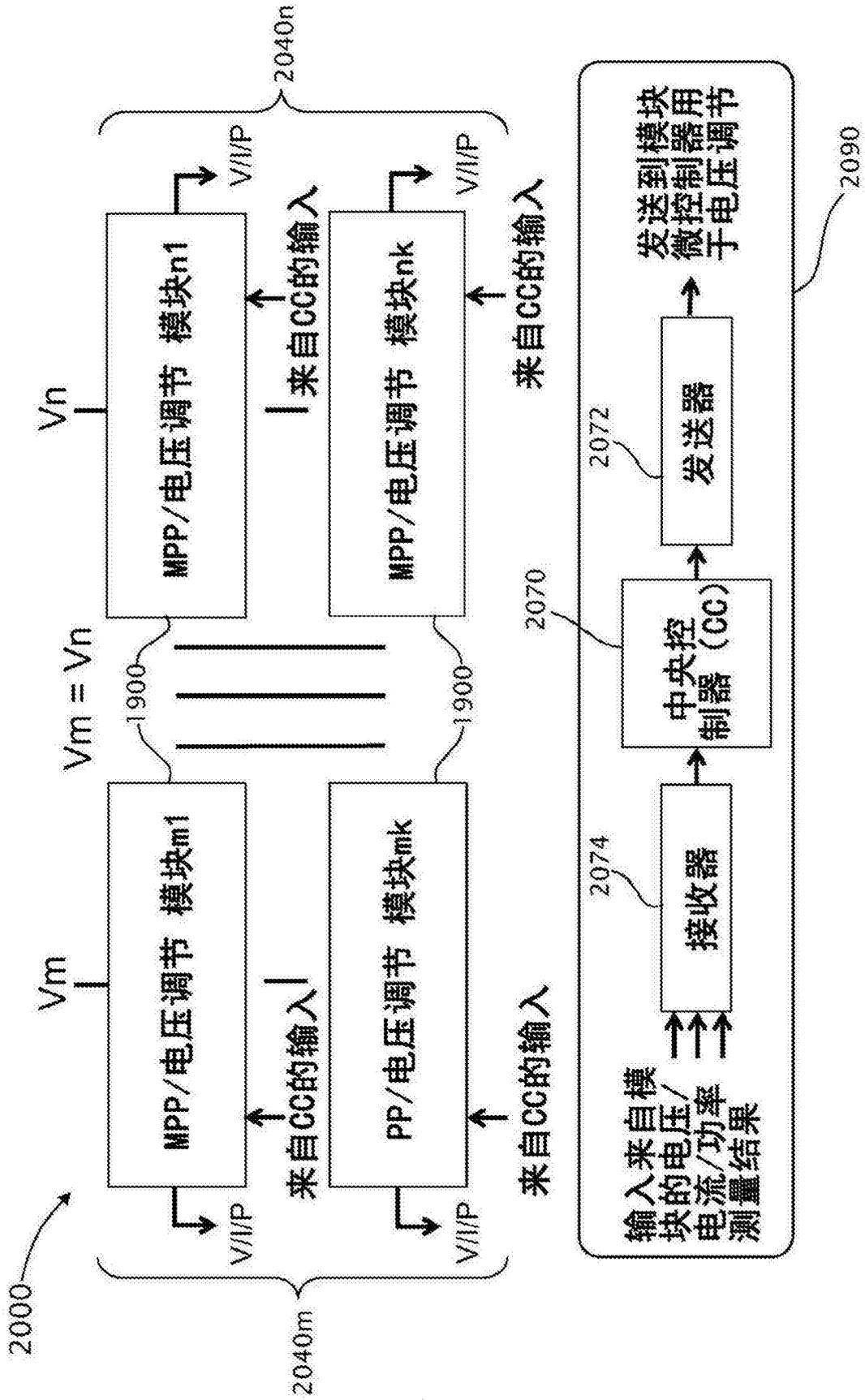


图24