[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl[7]
H01L 31/042
H02N 6/00

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02141080.1

[45] 授权公告日 2005 年 10 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1223012C

[22] 申请日 2002.5.31 [21] 申请号 02141080.1
[30] 优先权
[32] 2001. 5.31 [33] JP [31] 164355/2001
[71] 专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京
[72] 发明人 都筑英寿 高林明治
审查员 白 燕

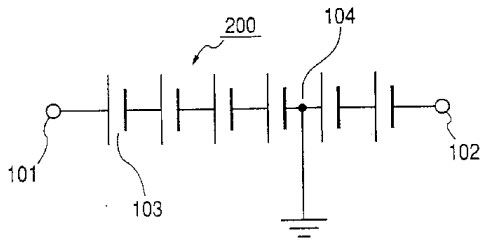
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利商标事务所
代理人 李德山

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 6 页

[54] 发明名称 太阳能电池组和光电发电系统

[57] 摘要

公开了包括多个太阳能电池的太阳能电池组，其中所述多个太阳能电池中的太阳能电池具有一电路，该电路被树脂，玻璃板或钢板覆盖以使该电路不被暴露于外面，并且该电路的一点被接地，或该电路上一点的接地电压被固定，从而使该太阳能电池组满足 $V_2 < 0$ 和 $V_1 + V_2 > 0$ 的关系，其中 V_1 是太阳能电池组最大输出时正极端的接地电压，V_2 是太阳能电池组最大输出时负极端的接地电压，还公开了有这种太阳能电池组的光电发电系统，当你碰到太阳能电池组的任何电路时，能减小电击对人体的影响。



ISSN1008-4274

1.一种太阳能电池组，包括多个太阳能电池，其中所述多个太阳能电池中的太阳能电池具有一电路，该电路被树脂，玻璃板或钢板覆盖以使该电路不被暴露于外面，并且该电路的一点被接地，或该电路上一点的接地电压被固定，从而使该太阳能电池组满足 $V_2<0$ 和 $V_1+V_2>0$ 的关系，其中，V_1 是太阳能电池组最大输出时正极端的接地电压，V_2 是太阳能电池组最大输出时的负极端的接地电压。

2.按权利要求 1 的太阳能电池组，它满足 $V_1+2V_2=0$ 的关系。

3.按权利要求 1 的太阳能电池组，其中，在太阳能电池之外的一电路上具有接地电压为 0 的点，而且 V_1+2V_2 的绝对值小于或等于当不在太阳能电池内的电路上的其它点的接地电压为 0，即被设定为 0 时发现的 V_1+2V_2 的绝对值。

4.按权利要求 1 的太阳能电池组，其中，设构成太阳能电池组的单个太阳能电池最大输出时正极与负极之间的电位差是 V_3，则满足 $V_1+2V_2-2V_3<0<V_1+2V_2+V_3$ 的关系。

5.按权利要求 1 的太阳能电池组，其中，构成太阳能电池组的单个太阳能电池中，设具有在最大输出时的电位为 $(V_1+2V_2)/3$ 的点的太阳能电池在最大输出时正极与负极之间的电位差是 V_3，则满足 $V_1+2V_2-2V_3<0<V_1+2V_2+V_3$ 的关系。

6.按权利要求 1 的太阳能电池组，其在接地电压为 0 的点接地。

7.按权利要求 6 的太阳能电池组，其中，存在多个接地电压为 0 的点，太阳能电池组只在其中的一个点接地。

8.按权利要求 1 的太阳能电池组，其至少具有这样一部分，其中包括多个串联连接的太阳能电池的多个太阳能电池串被并联连接。

9.按权利要求 8 的太阳能电池组，其中，多个太阳能电池串分别在电路上具有多个点，在这些点太阳能电池串经多个开关接地，这些开关中只有一个开关保持关闭。

10.按权利要求 9 的太阳能电池组，它还包括测量太阳能电池组的正极端和负极端的接地电压的电压计，和根据电压计的测量值控制开关打开或

关闭的开关控制单元。

11.一种光电发电系统，包括太阳能电池组和负载，太阳能电池组具有多个太阳能电池，负载连接到太阳能电池组的正极端和负极端，

其中所述多个太阳能电池中的太阳能电池具有一电路，该电路被树脂，玻璃板或钢板覆盖以使该电路不被暴露于外面，并且该电路的一点被接地，或该电路上一点的接地电压被固定，从而使该太阳能电池组满足 $V_2<0$ 和 $V_1+V_2>0$ 的关系，其中 V_1 是太阳能电池组最大输出时正极端的接地电压，V_2 是太阳能电池组最大输出时负极端的接地电压。

12.一种光电发电系统，包括具有多个太阳能电池的太阳能电池组，和逆变器，逆变器连接到太阳能电池组的正极端和负极端，并把太阳能电池组的直流输出变为交流输出，

其中所述多个太阳能电池中的太阳能电池具有一电路，该电路被树脂，玻璃板或钢板覆盖以使该电路不被暴露于外面，并且该电路的一点被接地，或该电路上一点的接地电压被固定，从而使该太阳能电池组满足 $V_2<0$ 和 $V_1+V_2>0$ 的关系，其中 V_1 是太阳能电池组最大输出时正极端的接地电压，V_2 是太阳能电池组最大输出时负极端的接地电压。

13.按权利要求 12 的光电发电系统，它还包括设在逆变器内部或外部的变压器。

14.一种光电发电系统，包括具有多个太阳能电池的太阳能电池组，和逆变器，逆变器连接到太阳能电池组，并把太阳能电池组的直流输出变为交流输出，

其中所述多个太阳能电池中的太阳能电池具有一电路，该电路被树脂，玻璃板或钢板覆盖以使该电路不被暴露于外面，并且该电路的一点被接地，或该电路上一点的接地电压被固定，从而使该太阳能电池组具有在太阳能电池组最大输出时接地电压为 0V 的点，该点位于电池组最大输出时太阳能电池组的负极端与电中间点之间。

15.按权利要求 14 的光电发电系统，其中，太阳能电池组在接地电压为 0 的点接地。

16.按权利要求 14 的光电发电系统，其中，逆变器的一个直流侧端具有恒定的接地电压。

太阳能电池组和光电发电系统

技术领域

本发明涉及有许多太阳能电池的太阳能电池组，和有这种太阳能电池组的光电发电系统。

背景技术

近年来光电发电系统作为清洁的新供能装置引起了人们的关注。当它们被用作户外标志的电源，或手表或钟表的电源时，某些情况下单个太阳能电池单元(或太阳能电池模块)和蓄电池组合构成光电发电系统。但是，当光电发电系统用于公共建筑，大厦，发电厂等处时，通常要将光电发电系统设计成有几千瓦(kW)或几千瓦以上的电功率。另一方面，每个太阳能电池单元或太阳能电池模块的电功率只有几瓦(W)到几百瓦。因此，在要产生几千瓦或几千瓦以上电功率的光电发电系统中，通常使用由许多太阳能电池组成的太阳能电池组。

而且，其中的多个太阳能电池串联连接成通称的太阳能电池串，多个太阳能电池或太阳能电池串并联连接成通常狭义地称作太阳能电池组。本说明书中，简称“太阳能电池组”是指太阳能电池串。

而且，本说明书中简称“太阳能电池”是指太阳能电池单元和太阳能电池模块。本说明书中，“太阳能电池单元”是有光电转换功能的装置的最小构成单元，它是在不损坏单元的光电转换部件(通常是多层半导体层)的情况下，基本上无法除去有较小电动力的光电转换装置的单元。本说明书中，术语“太阳能电池模块”是指其中有多个电连接(例如串联或并联连接)成一个整体的太阳能电池单元的元件。本说明书所描述的发明中“太阳能电池单元”与“太阳能电池模块”大多数情况下没有本质上的区别。因此，术语“太阳能电池”用作总概念。而下面将说明在本发明中的“太阳能电池单元”与“太阳能电池模块”之间的区别。

目前，在上述大功率光电发电系统中，存在碰到电路发生电击的危险。常用的光电发电系统中，这样的电路被覆盖或严禁进入环绕发电系统

的环境，以防范电击。但是，如果覆盖电路的任何覆盖材料发生破损，或在施工维修时，你可能会碰到电路。

其间，当你碰了太阳能电池组的电路时，减小电路对人体的影响的方法是，例如用变压器(绝缘变压器)使电池组的总电路与地之间完全绝缘(使它们进入浮置状态)，当你碰到电路时不会形成电流回路。但是，即使在这种情况下，在电路的某些部分无意间形成了接地缺陷的状态下，如果你碰到电路的不同部分，则不能控制对人体的影响。

发明内容

因此本发明的目的是提供一种太阳能电池组和一种光电发电系统，当你碰到电路时，它能减小人体电击的影响。

为实现上述发明目的，本发明提供一种太阳能电池组，包括多个太阳能电池，其中所述多个太阳能电池中的太阳能电池具有一电路，该电路被树脂，玻璃板或钢板覆盖以使该电路不被暴露于外面，并且该电路的一点被接地，或该电路上一点的接地电压被固定，从而使该太阳能电池组满足 $V_2<0$ 和 $V_1+V_2>0$ 的关系，其中，V_1 是太阳能电池组最大输出时正极端的接地电压，V_2 是太阳能电池组最大输出时的负极端的接地电压。

在电池组的优选实施例中，该电池组满足 $V_1+2V_2=0$ 的关系。下述情况下的实施例也是优选的，即在处于太阳能电池之外的一电路上，存在接地电压为 0 的点，并且 V_1+2V_2 的绝对值不超过当不在太阳能电池内的电路上的其它点的接地电压为 0，即被设置为 0 时发现的 V_1+2V_2 的绝对值。换句话说，本实施例是不在太阳能电池内的电路上的点的接地电压为 0 的条件下，可使 V_1+2V_2 的绝对值设置到最小值的实施例。而且，下述情况下的实施例也是优选的，即单个太阳能电池的最大输出时的正负极之间的电位差为 V_3，满足 $V_1+2V_2-2V_3<0<V_1+2V_2+V_3$ 的关系。电池组最好在接地电压为 0 的点接地。

本发明还提供一种光电发电系统，包括太阳能电池组和负载，太阳能电池组具有多个太阳能电池，负载连接到太阳能电池组的正极端和负极端，其中所述多个太阳能电池中的太阳能电池具有一电路，该电路被树脂，玻璃板或钢板覆盖以使该电路不被暴露于外面，并且该电路的一点被接地，或该电路上一点的接地电压被固定，从而使该太阳能电池组满足

$V_2<0$ 和 $V_1+V_2>0$ 的关系，其中 V_1 是太阳能电池组最大输出时正极端的接地电压，V_2 是太阳能电池组最大输出时负极端的接地电压。

本发明还提供一种光电发电系统，包括具有多个太阳能电池的太阳能电池组，和逆变器，逆变器连接到太阳能电池组的正极端和负极端，并把太阳能电池组的直流输出变为交流输出，其中所述多个太阳能电池中的太阳能电池具有一电路，该电路被树脂，玻璃板或钢板覆盖以使该电路不被暴露于外面，并且该电路的一点被接地，或该电路上一点的接地电压被固定，从而使该太阳能电池组满足 $V_2<0$ 和 $V_1+V_2>0$ 的关系，其中 V_1 是太阳能电池组最大输出时正极端的接地电压，V_2 是太阳能电池组最大输出时负极端的接地电压。

本发明还提供一种光电发电系统，包括具有多个太阳能电池的太阳能电池组，和逆变器，逆变器连接到太阳能电池组，并把太阳能电池组的直流输出变为交流输出，其中所述多个太阳能电池中的太阳能电池具有一电路，该电路被树脂，玻璃板或钢板覆盖以使该电路不被暴露于外面，并且该电路的一点被接地，或该电路上一点的接地电压被固定，从而使该太阳能电池组具有在太阳能电池组最大输出时接地电压为 0V 的点，该点位于电池组最大输出时太阳能电池组的负极端与电中间点之间。

附图说明

图 1 是太阳能电池串的一个实例的示意图，它描述本发明的概况；

图 2 是作为本发明太阳能电池组一个实例的太阳能电池串的一个实例的示意图；

图 3 是本发明的光电发电系统的一个实例的示意图；

图 4 是本发明的光电发电系统的另一实例的示意图；

图 5 是本发明的太阳能电池组的一个实例的示意图；

图 6 是本发明的太阳能电池组的另一个实例的示意图；

图 7 是作为本发明太阳能电池组一个实例的太阳能电池串的一个实例的示意图。

具体实施方式

本发明的优选实施例是太阳能电池组或光电发电系统，它们被设计成当人手碰到太阳能电池组的电路的某些部分时，能减小电击对人体心脏的

影响。于是，能够使这种影响保持最小的太阳能电池组或光电发电系统是本发明的最优实施例。

按 IEC(国际电工委员会)标准 60479-1，从动物实验结果确认，直流电流从动物的上部流到下部引起纤维性颤动的电流阈值是从动物的下部流向上部引起纤维性颤动的电流阈值的两倍。本发明人认为这种关系也适用于人体。

太阳能电池串 100 中的多个太阳能电池串联连接，如图 1 所示的太阳能电池组实例。图 1 所示的太阳能电池串 100 中，用 V_1 表示最大输出时正极端 101 的接地电压，用 V_2 表示最大输出时负极端 102 的接地电压。这里研究当太阳能电池串 100 保持最大输出时，站在地上，手碰着电路的正极端与负极端之间的任何一点(或碰着正极端 101 或负极端 102 上的点)时，流过人体的直流电流和直流电流对心脏的影响。

R 代表人体的手与脚底之间的直流电阻值，其中满足 $V_1 \geqslant 0 \geqslant V_2$(假定 $V_1 > V_2$)的关系，从脚底至手流过人体的直流电流的最大值(即从下部至上部流过的直流电流最大值)变成 $-V_2/R$，从手至脚底(即从上至下)流过人体的直流电流最大值变成 V_1/R。这里，用虚拟参数 Eff 分别表示各种情况下直流电流对心脏的影响值，每种情况下 Eff 分别被定义为 aV_1/R 和 $-2a\ V_2/R$(式中 a 是比例常数)

本发明优选实施例的结构使 Eff 的最大值设定为小值。Eff 的最大值是当你的手碰到太阳能电池串中 Eff 最高的点时的 Eff 值。

假设使正极端 101 接地，正极端的接地电压 V_1 设置成 0，当你的手碰到负极端时 Eff 变成最大，Eff 的最大值变成 $-2aV_2/R$。另一方面，如果使负极端 102 接地，负极端的接地电压 V_2 设置成 0，当你的手碰到正极端时 Eff 变成最大，Eff 的最大值变成 aV_1/R。此外，如果正极端与负极端之间的电中间点接地并且该电中间点的接地电压为 0，则表明 $V_1 = -V_2$。因此，当你的手碰到负极端时 Eff 变成最大，Eff 的最大值变成 $-2aV_2/R(=2aV_1/R)$。

综上所述，在满足关系 $kV_1+(1-k)V_2=0(0<k<1)$ 的情况下，Eff 的最大值当 $0<k<1/3$ 时变成 aV_1/R，当 $1/3<k<1$ 时变成 $-2aV_2/R$。

通常太阳能电池串被设计成当最大输出时，电池串 100 的正极端 101 与负极端 102 之间的电位差($=V_1-V_2$)变成常数($=V_c$)。按该方式设计时，kV_c+

$V_2=0(0<k<1)$和 $V_1-(1-k)V_c=0(0<k<1)$。因此，当 $0<k<1/3$ 时 Eff 的最大值变成 $a(1-k)V_c/R$，当 $1/3<k<1$ 时，变成 $2akV_c/R$。之后，在设定为 $0<k<1/2$ 处 Eff 的最大值可以小于 aV_c/R(换句话说，小于在电池串的端部或电中间点的接地电压设为 0 时出现的 Eff 值)。之后，从 $0<k<1/2$，$kV_1+(1-k)V_2=0$ 和 $V_1>V_2$ 得出 $V_1+V_2>0$ 和 $V_2<0$。

因此，如果用 V_1 和 V_2 分别表示太阳能电池串最大输出时的正极端接地电压和负极端接地电压，太阳能电池串被设计成满足 $V_1>0$，$V_2<0$ 和 $V_1+V_2>0$ 的关系(但是，只要能满足 $V_2<0$ 和 $V_1+V_2>0$ 的关系，则必须 $V_1>0$)。换句话说，这样设计的太阳能电池串，使得位于(i)正极端与负极端之间的电中间点和(ii)负极端之间(除电中间点与负极端之外)的电路上的点的接地电压变成 0。

这样设计成的太阳能电池串满足这样的关系，即当你的手碰到太阳能电池串的电路时电击对心脏的影响，大大小于只把电池串 100 的端点或电中间点的接地电压设为 0 时电击对心脏的影响。

把电路上规定的点的接地电压设为 0 的最简单的方法是，把电路上接地电压要设为 0 的点接地。

另一种方法是，提供把电路上的一个点(可以是电池串外的点)的接地电压固定到不是 0 的电压上，以使电路上的规定点的接地电压可以被控制到 0。为了能这样做，在一个方法中，连接到电池串的逆变器的直流边上的一个输入端(即电池串输入端)固定到恒定的接地电压。

本发明的最优实施例中，确定接地电压变成 0 的点，以满足 $k=1/3$，即 $V_1+2V_2=0$。这能使 Eff 的最大值最小。

但是，可能出现这样的情况，即不能选择为满足 $V_1+V_2=0$ 使接地电压为 0 的点，其原因是在构成太阳能电池串的单个太阳能电池(即太阳能电池模块或太阳能电池单元)的最大输出时，正极与负极(没画)之间的电位差不一致，或者因为串联的太阳能电池数不是 3 的倍数。这种情况下，本发明最优实施例中，从太阳能电池(太阳能电池模块或太阳能电池单元)外边的电路上的多个点中选择接地电压变成 0 的一个点，使得 V_1+2V_2 的绝对值可变成最小。例如，在不考虑任何制造误差时，如果在构成太阳能电池串的单个太阳能电池的最大输出时电池的正负极之间的电位差为恒定值 V_3，这样

设计的太阳能电池串最好满足 $V_1+2V_2-2V_3 \leqslant 0 \leqslant V_1+2V_2+V_3$ 的关系。

上述思路同样也能用于单个太阳能电池处于最大输出时正负极之间的电位差极不一致的情况。更具体地说，可以计算太阳能电池串输出最大时电位变成 $(V_1+2V_2)/3$ 的点，并且不考虑任何制造误差，有该点的太阳能电池在最大输出时的正负极之间的电位差，可以认为是 V_3，该 V_3 代替以上的关系。

这里描述了电路上的点接地的情况，其中在概念上区分开太阳能单元与太阳能电池模块。

如上所述，太阳能电池模块是其中有多个电连接成一个整体的太阳能电池单元的元件。那么，为了改善安全性和耐气候性，很多情况下用树脂，玻璃板或钢板覆盖太阳能电池模块中的电路。这种情况下，很难使太阳能电池模块在模块中的电路的点上接地以便将接地电压设置为 0。

因此，在这样确定接地点以便在具有多个太阳能电池模块的太阳能电池串中满足 $V_1+2V_2-2V_3 \leqslant 0 \leqslant V_1+2V_2+V_3$ 的关系的情况下，不考虑任何制造误差，把在太阳能电池模块的最大输出时正负极之间的电位差简单地设计为 V_3。

其间，如果不用太阳能电池组(即太阳能电池单元本身连接成太阳能电池串)，不考虑制造误差，在太阳能电池单元最大输出时，正负极之间的电位差应设计为 V_3。

甚至在设计包括多个太阳能电池块的太阳能电池串的情况下，在模块中电路上的点使太阳能电池模块容易接地时，或在预先确定模块中的接地点并且接地线连接到接地点后设置模块时，不考虑任何制造误差，在太阳能电池单元最大输出时，正负极之间的电位差也设计为 V_3。由于 Eff 的最大值能做得很小，所以这是优选的。

而且，按照与前面完全相同的思路不仅能设计太阳能电池串，也完全能设计有并联连接部分的太阳能电池组。

(实施例 1)

图 2 示出本发明的优选实施例。在图 2 所示的太阳能电池串 200 中，6 个被设计成具有相似输出特征的太阳能电池模块 103 被串联连接，并且有正极端 101 和负极端 102。最好用有旁路二极管的模块作为太阳能电池模块

103。而且，正极端 101 和负极端 102 可任意连接到直流边一端或负载(它们均没画出)。

本实施例中，在位于从电池串负极端数的第 2 模块与第 3 模块之间的电路上的点 104 处使太阳能电池串 200 接地。

更具体地说，该实施例中，只要各个太阳能电池模块的输出一致，不考虑任何制造误差，就满足 $V_1+2V_2=0$。

因此，在最大输出时的 Eff 最大值能做到最小，当你的手碰到太阳能电池串 200 的电路的某些部分时，电击对心脏的任何影响也可以做到最小。

如果太阳能电池串的构造使得电路上的一个点像本实施例一样接地，即使电池串不为最大输出时，只要全部太阳能电池模块的输出电压相等，Eff 的最大值就能做到最小。而且，即使某些太阳能电池模块被局部遮盖等造成输出电压下降时，Eff 最大值也会小于在太阳能电池串最大输出时的 Eff 最大值。

如果电路上的一个点象本实施例那样接地，并且太阳能电池串(或组)的正极端连接到逆变器的直流边一端，最好用内置于逆变器(绝缘型逆变器)的变压器(绝缘变压器)，或在逆变器的交流边上提供变压器(绝缘变压器)。其原因是，如果不用变压器，必然要固定在直流边上的正极端或负极端的接地电压。其间，通过提供变压器可把电路上的规定点的接地电压设定为 0。

(实施例 2)

图 3 示出本发明的另一优选实施例。图 3 中数字 300 指包括多个太阳能电池模块的太阳能电池串；303 指非绝缘型逆变器；304 指有漏电断路器的电路断路器；305 指负载；306 指工业电源系统。参考数字 301 指逆变器 303 的直流边负极端；302 指逆变器 303 的直流边正极端；它分别与太阳能电池串 300 的负极端和正极端连接。

本实施例中用的优选逆变器是使直流边正极端 302 或直流边负极端 301 的接地电压保持控制到恒定值的逆变器。

例如，如果直流边负极端 301 的接地电压保持控制到 V_4，太阳能电池串 300 最大输出时正负极端之间的电位差是 V_5，太阳能电池串被设计成满足 $V_4<0$ 和 $2V_4+V_5>0$ 的关系(该情况下，显然必须满足 $V_4+V_5>0$ 的关系)。另一方面，如果直流边正极端 302 的接地电压保持控制到 V_6，太阳能电池

串 300 最大输出时正负极端之间的电位差是 V_5，太阳能电池串被设计成满足 $V_6-V_5<0$ 和 $2V_6-V_5>0$ 的关系(该情况下，显然应满足 $V_6>0$ 的关系)。

因此，在太阳能电池串 300 最大输出时，无意间经地和人体形成闭和的直流回路产生的 Eff 的最大值可做得很小。

本实施例中，在电池串不是最大输出时的 Eff 最大值小于太阳能电池串最大输出时的 Eff 最大值。

本实施例中，使用三相交流电系统的逆变器。但也可用例如两相交流电系统的逆变器代替(同样也能用于以下的实施例中)。

(实施例 3)

图 4 示出本发明的另一优选实施例。本实施例是对实施例 2 的改型，它与实施例 2 相同，只是图 3 所示太阳能电池串 300 变成太阳能电池组 400(狭义的太阳能电池组)。

该实施例中，如果直流边负极端 301 的接地电压保持控制到 V_4，太阳能电池组 400 最大输出时正负极端之间的电位差是 V_5，太阳能电池组被设计成满足 $V_4<0$ 和 $2V_4+V_5>0$ 的关系。另一方面，如果直流边正极端 302 的接地电压保持控制到 V_6，太阳能电池组 400 最大输出时正负极端之间的电位差是 V_5，太阳能电池组被设计成满足 $V_6-V_5<0$ 和 $2V_6-V_5>0$ 的关系。

(实施例 4)

图 5 示出本发明的又一优选实施例。该实施例是对实施例 1 的改型，是太阳能电池组 500(狭义上的)的实例。

如图 5 所示，本实施例的太阳能电池组 500 是由一个太阳能电池串 200 和两个太阳能电池串 100 并联连接构成的太阳能电池组。那么，该电池组 500 仅在电池串 200 中的一个点 104 接地，在其它电池串中的其它点(这些点的接地电压为 0)不接地。而且，该接地点 104 象实施例 1 中那样是位于从电池串的负极边数的第 2 与第 3 模块之间的电路上的点。电池组 500 中只有一个点接地的原因是，如果有多个点接地，那么之后当单个模块的输出变化时，就有可能经地形成直流闭合回路。

设计成图 5 所示的结构可使最大输出时的 Eff 的最大值做到最小，并且当你的手碰到太阳能电池组 500 的电路的某些部分时，电击对心脏的影响也能最小。甚至当电池组不在最大输出时，只要全部太阳能电池块的输出

电压相等，Eff的最大值也能做到最小。

但是，假若太阳能电池串200中只有某些太阳能电池模块因为局部遮光作用或模块故障造成输出电压下降，那么正极端101的接地电压和负极端102的接地电压会变化，造成Eff的最大值较大。因此，太阳能电池串200最好安装在与其它太阳能电池模块串相比不容易被遮光的位置。而且，可在正极端101与地之间，和负极端102与地之间设电压计(没画)，相应的输出可输入到(计算机的)运算装置，以便用运算装置计算Eff的最大值，当计算值超过预定值时，报警装置(没画)会发出报警声或报警灯亮。而且，在运算装置上可找到正极端接地电压和负极端接地电压的总和，以便在和为0或小于0时报警装置报警。或者，在电池串的电路上设开关(没画)，以断开构成电池串的太阳能电池之间的电互连，发出警报被取代为开关断开。

与实施例1中的电池串200相同，电池组500可连接到逆变器，负载等。而且，本实施例的电池组500中，一个太阳能电池串200和两个太阳能电池串100并联连接。并联连接的电池串100的数量不限于两个。

(实施例5)

图6示出本发明的另一优选实施例。该实施例是实施例4的改型。

图6所示电池组600中，太阳能电池串200a和太阳能电池串200b并联连接。前者中的点204a经开关608a接地，后者中的点204b经开关608b接地。

该电池组中，通常开关608a闭合，开关608b打开。而且，用电压计609a监测正极端101的接地电压，用电压计609b监测负极端102的接地电压。这些电压输入开关控制单元607。之后，开关控制单元607中计算正极端接地电压和负极端接地电压之和。当该值为0或0以下时，进行控制，打开开关608a和关闭开关608b。与开关608b关闭的状态相反，当正极端接地电压和负极端接地电压之和变成0或0以下时，进行相反控制，关闭开关608a，打开开关608b。

甚至进行了这种控制后，当正极端接地电压和负极端的接地电压的总和仍小于0时，可以从报警装置(没画)发出警报。而且，在用机械开关作开关的情况下，短时间内多次打开和关闭有可能损坏开关。因此，在开关操作一次后，至少10秒钟内不要操作开关。而且，当你的手根本不可能碰到

电路时，控制单元607会保持停止不动。

本实施例中，两个电池串并联连接构成电池组。也可用更多电池串并联连接构成电池组。后一种情况下，控制保证多个开关中只有一个保持打开。而且，设置开关608a，608b，608c和608d作为开关，当正极端接地电压和负极端接地电压的总和为 0 或 0 以下时，可以选择按顺序关闭的开关(例如，选择608a后是608b，608b之后是608c，608c之后是608d，608d后是608a)。为了及时找到正极端接地电压和负极端接地电压的总和超过 0 的点，这样处理是较优的。而且，用机械开关时，这种顺序选择可使开关保持不受损。

(实施例 6)

本实施例中，如图 7 所示，设计成有相同输出特性(最大输出电压为 V_3)的 10 个太阳能电池模块 703 串联连接构成太阳能电池串 700。

在试图确定满足 $V_1+2V_2=0$ 的关系的接地点时，显然太阳能电池串在它的模块内的点接地，其中用 V_1 表示该太阳能电池串最大输出时的正极端接地电压，V_2 表示太阳能电池串最大输出时负极端的接地电压。这样做很困难。因而，为了在电池串的电池模块内的任何点不接地的条件下使 Eff 的最大值最小，确定模块之间电路上的多个点中满足 $V_1+2V_2-2V_3<0<V_1+2V_2+V_3$ 的关系的点作为接地点。

具体地说，如果图 7 所示太阳能电池串在它的电路上从正极端 101 一边开始数的第 n 与第 n+1 模块之间的点接地，则表明 $V_1=nV_3$，$V_2=(n-10)V_3$。因此，$V_1+2V_2-2V_3<0<V_1+2V_2+V_3$ 变成 $nV_3+2(n-10)V_3-2V_3<0<nV_3+2(n-10)V_3+V_3$，式中，由于 $V_3>0$，所以 $19<3n<22$。由于 n 是自然数，所以 n=7。

因而，本实施例中，太阳能电池串在从正极端 101 一边开始数的第 7 与第 8 模块之间的点 704 接地。

按与前面同样的思路，上述实施例也能简单地用于其它太阳能电池组或系统。例如，实施例 3、4 和 5 的思路能用于并联连接的太阳能电池串，也能用于还有串联连接的附加太阳能电池串的太阳能电池组中。而且，实施例 6 的思路还容易用于有不同输出的多个太阳能电池模块彼此相连的情况。而且，不用说，实施例 6 的思路也能用于构成实施例 1、4 和 5 的太阳

能电池组的太阳能电池串中串联连接的模块数不是3的倍数的情况。

所述的各个实施例中，用太阳能电池模块构成太阳能电池组。也能用被装入模块的太阳能电池单元代替，以构成太阳能电池组，除此之外，所述的这些实施例有不同的改型。

如上所述，按本发明，当你的手碰到太阳能电池组的电路时，能减轻电击对心脏的影响。

图 1

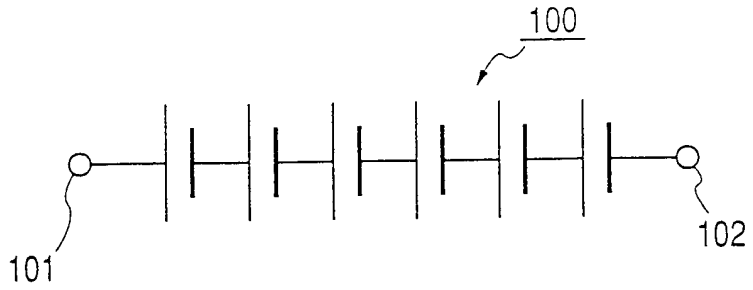


图 2

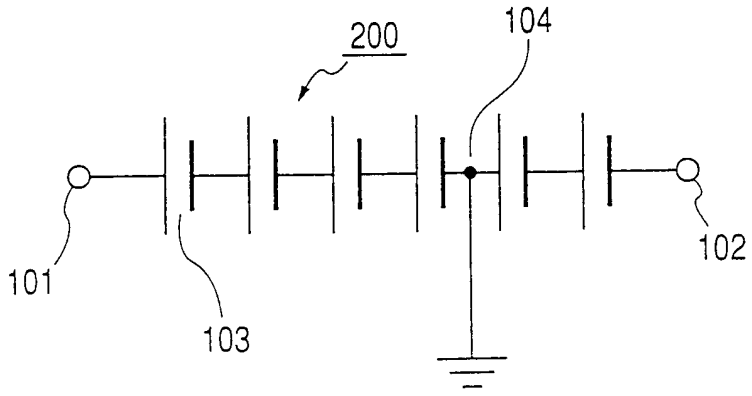


图 3

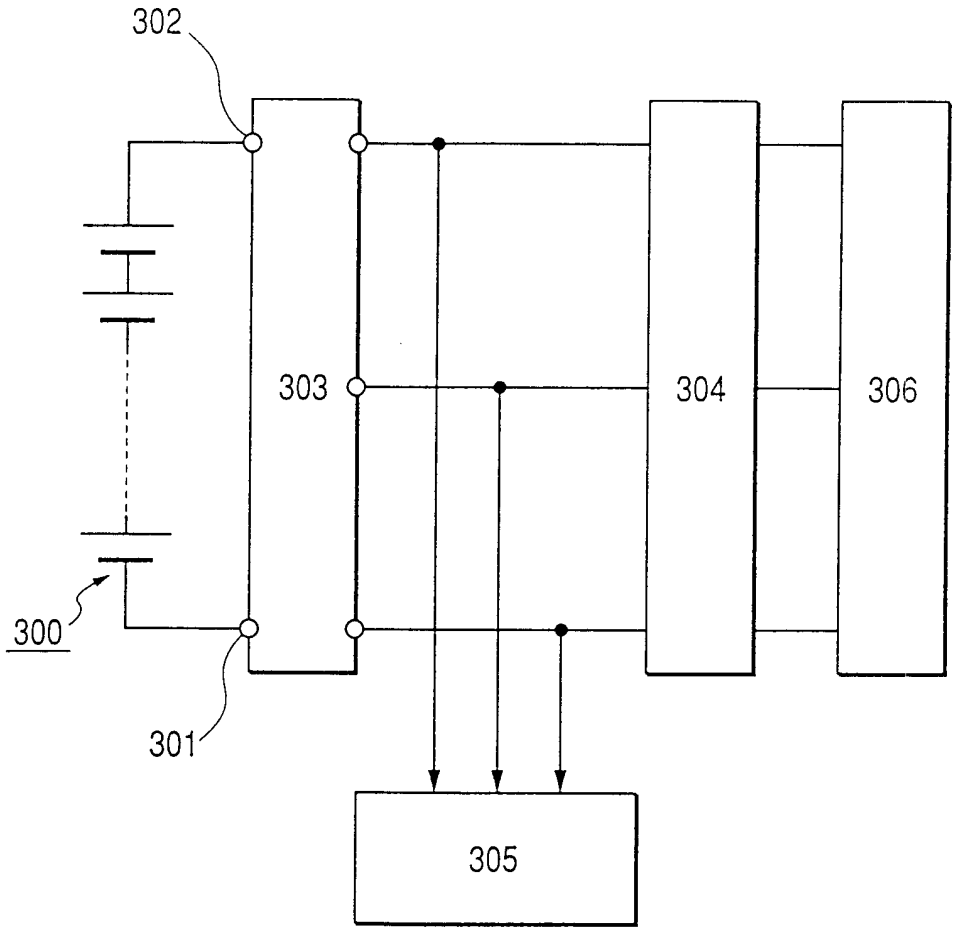


图 4

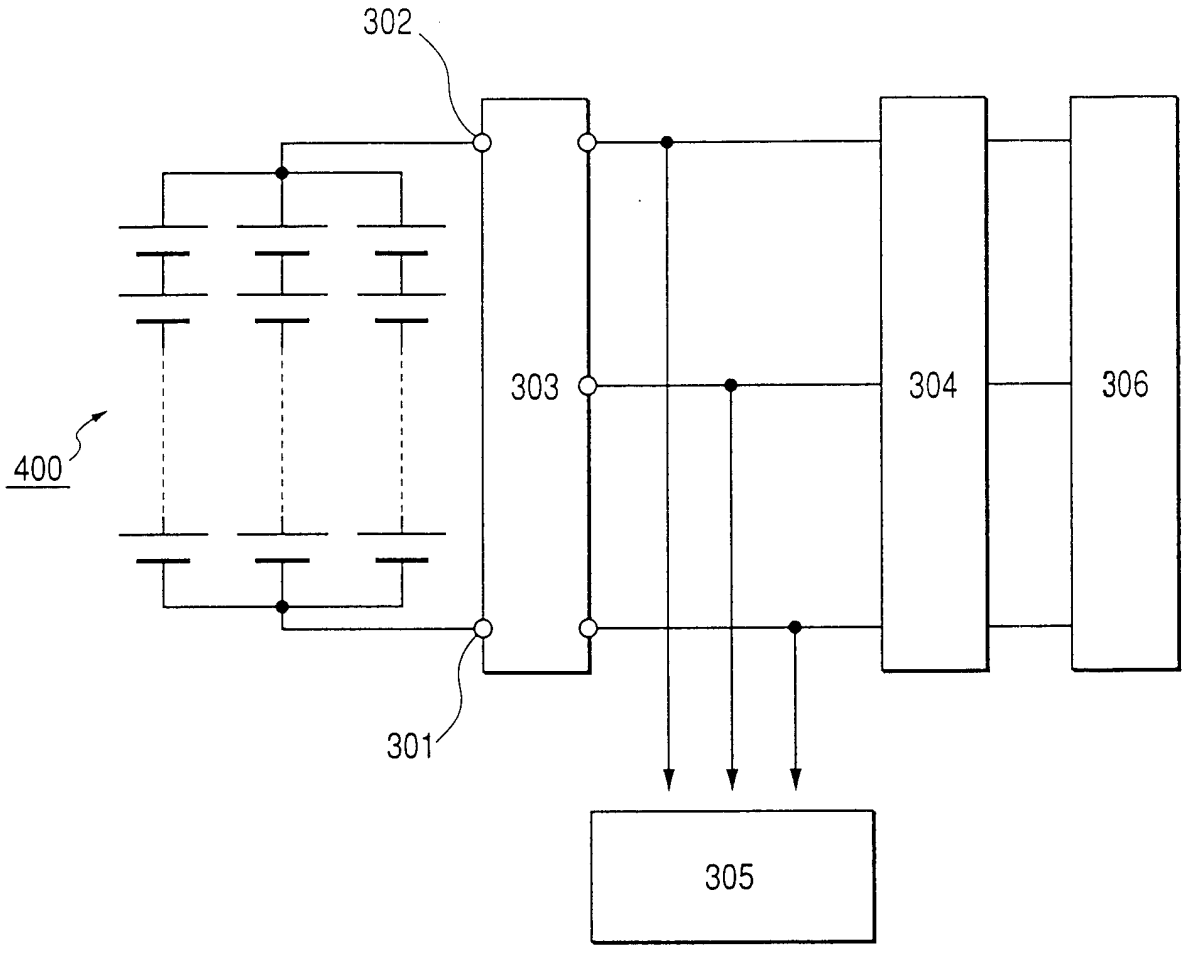


图 5

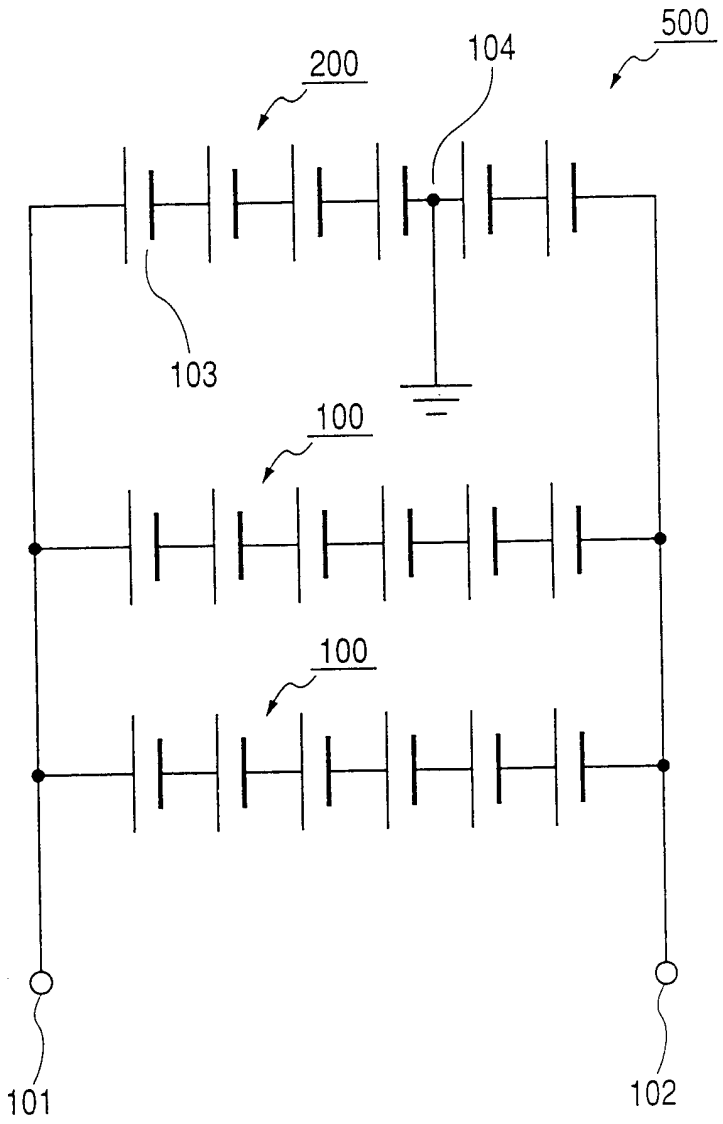


图 6

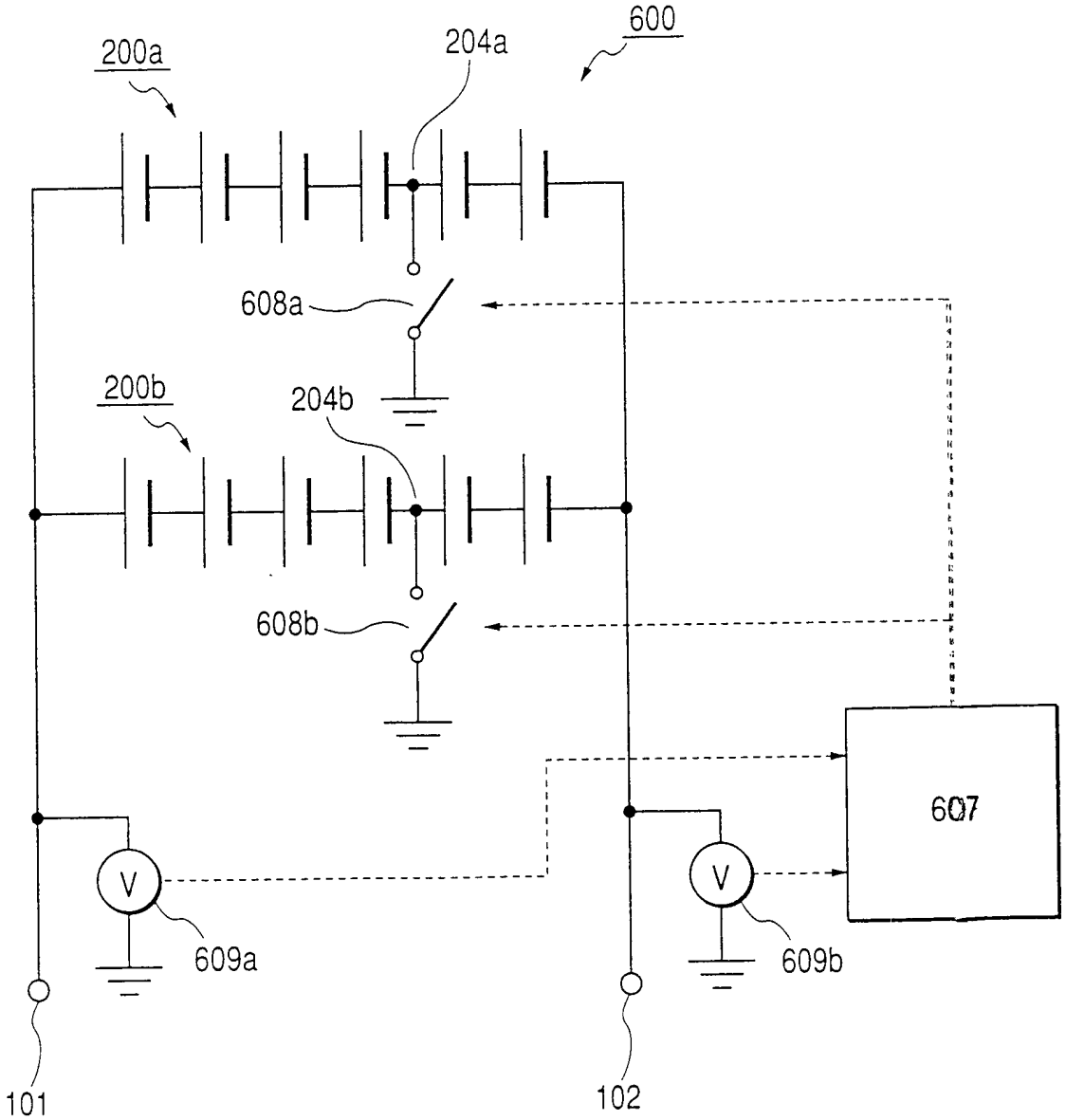


图 7

