



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 98115193.0

[45] 授权公告日 2004 年 3 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 1140813C

[22] 申请日 1998. 6. 29 [21] 申请号 98115193.0
[30] 优先权
[32] 1997. 6. 30 [33] JP [31] 174890/1997
[71] 专利权人 佳能株式会社
地址 日本东京
[72] 发明人 吉野豪人 大冢崇志
审查员 舒 畅

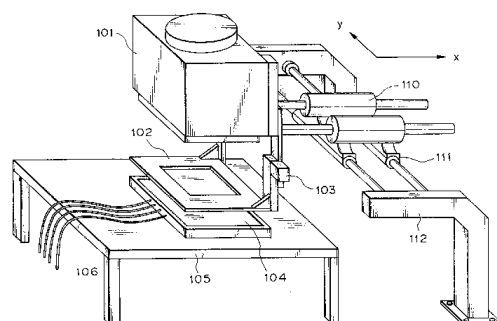
[74] 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专利
商标事务所
代理人 王以平

权利要求书 3 页 说明书 15 页 附图 15 页

[54] 发明名称 测量太阳能电池特性的测量装置和方法

[57] 摘要

太阳能电池光敏表面的一个预定区被照亮时，测量电压对电流的特性。剩下的未被照亮的光敏表面称为黑区。在光敏表面未被照亮的黑状态下，测量太阳能电池的黑特性。黑特性乘以黑区面积对光敏表面面积的比值，从而计算出黑区的黑特性。然后，计算测量所得电压对电流的特性与黑区的黑特性之间的差特性。该差特性乘以光敏表面面积对被照亮部分面积的比值，得到在对应整个光敏表面被照亮的状态下，太阳能电池的电压对电流的特性。



I S S N 1 0 0 8 - 4 2 7 4

1. 一种用于测量太阳能电池特性的测量方法，包括以下步骤：

在照亮太阳能电池光敏表面的一个预定区时，测量太阳能电池的第一特性，其中，未被照亮的光敏表面区称为黑区；

在黑状态下，即光敏表面被遮住光的情况下，测量太阳能电池的第二特性；

将第二特性乘以黑区面积与光敏表面面积的比值，计算第三特性；

根据第一特性和第三特性，计算预定被照亮区的特性。

2. 根据权利要求1的方法，其中，太阳能电池特性为太阳能电池的电压对电流特性。

3. 根据权利要求2的方法，其中，根据第一特性和第三特性计算的特性对应在被照亮的区域从光敏表面的其它区域在物理上分割开时预定照亮区域的电压对电流特性。

4. 根据权利要求1的方法，其中，根据第一和第三特性计算的特性对应于被照亮区与光敏表面的其他区在物理上分隔开时，预定照亮区的电压对电流特性。

5. 根据权利要求1的方法，进一步包括根据第一和第三特性计算得到的特性乘以光敏表面面积与预定照亮面积之比，来计算太阳能电池特性的步骤。

6. 根据权利要求1的方法，还包括对第一和第二特性校正对太阳能电池的串联电阻分量引起的电压降的步骤。

7. 根据权利要求5的方法，还包括对计算的太阳能电池特性进行由太阳能电池的串联电阻分量引起的电压降的逆校正的步骤。

8. 根据权利要求7的方法，还包括对第一和第二特性校正太阳能电池的串联电阻分量引起的电压降的步骤。

9. 一种测量太阳能电池电压对电流特性的方法，包括以下步骤：

将太阳能电池的光敏表面分成多块，每块具有预定面积；

在交替照亮每一块时测量太阳能电池的第一特性，其中，在每次交替照亮时光敏表面没有照亮的块区称为黑区；

在光敏表面被遮光的黑状态下，测量太阳能电池的第二特性；

将第二特性乘以相应块的黑区面积与光敏表面面积的比值，计算每块的第三特性；

根据相应块的第一特性和第三特性，计算每块的特性。

10. 根据权利要求 9 的方法，其中，根据多个块中每一块的第一和第三特性计算的特性对应各块实际分割开时，每块的电压对电流特性。

11. 根据权利要求 9 的方法，进一步包括将各块的特性相加，计算太阳能电池特性的步骤。

12. 根据权利要求 9 的方法，还包括对第一和第二特性校正由于太阳能电池的串联电阻分量引起的电压降的步骤。

13. 根据权利要求 11 的方法，还包括对计算的太阳能电池特性进行由太阳能电池的串联电阻分量引起的电压降的逆校正的步骤。

14. 一种测量太阳能电池电压对电流特性的方法，包括以下步骤：

将太阳能电池的光敏表面分成多块，每块具有预定面积；

在交替照亮每一块时测量太阳能电池的第一特性，其中，在每次交替照亮时光敏表面没有被照亮的块区称为黑区；

在光敏表面被遮光的黑状态下，测量太阳能电池的第二特性；

通过相加对应于多个块的第一特性的电压值的电流值来计算太阳能电池的第三特性；

通过把对应于第二特性的电压值的电流值乘以 $N-1$ 来计算第四特性，其中 N 是块的数目；并且

通过从对应于第三特性的电压值的电流中减去对应于第四特性的电压值的电流值计算太阳能电池的电压对电流特性。

15. 一种测量方法，包括以下步骤：

把太阳能电池的光敏表面分割成 N 部分，每一部分设置成输出

电压;

遮挡太阳能电池的光敏表面, 不让入射光照亮;

在全部被遮光时获得光敏表面每一部分的电压输出;

在其它部分被遮光时单独照亮光敏表面的每一部分;

在所述部分被照亮而其它部分被遮光时测量光敏单元每一部分的电压输出;

通过把测量步骤中测得的电压加在一起来计算太阳能电池的第一特性;

通过把获取步骤中测得的电压之和乘以 $N-1$ 来计算第二特性;

并且

通过从第一特性中减去第二特性来计算太阳能电池的特性。

测量太阳能电池特性的 测量装置和方法

技术领域

本发明涉及测量太阳能电池特性的测量装置和方法，更具体地，涉及测量具有比由光源产生的照明范围更为广泛的光敏区的太阳能电池的光电转换特性的测量装置和方法。

背景技术

作为一种洁净功率发生方法，光电功率发生吸引了许多人的兴趣，它能够满足对电力日益增长的需要，并且不会破坏环境，因为它不会引起例如放射性污染以及地球的温室效应的环境问题，此外，太阳光可以分布不匀地照到地球的任何地方，并且已经实现了不需要复杂和大型设备，就可以具有相对大的功率发生效率。相应地，不同的研究和开发已经在光致电压电功率发生方面进行，以便满足实际的要求。

根据太阳能电池的研究和开发，不仅是太阳能电池的制造技术，而且所生产的太阳能电池的输出特性的评价技术也是非常重要的项目。作为评价太阳能电池输出特性的方法，通常采用研究太阳能电池的电压对电流的特性（电压/电流特性）的方法。图 2 所示为用于评价电压/电流特性的装置的结构。在图 2 中，数字 201 表示一个被评价的太阳能电池；202 为一个直流电源；203 表示导线；204 为电流表，205 为电压表；206 为测量电压用的导线；207 为计算机；208 为光源；209 为挡板。

由计算机 207 控制的直流电源 202 经过导线 203 以及电流表 204 连接到太阳能电池 201。通常用双极直流电源作为直流电源 202，也可以用电子负荷代替。此外，电压表 205 连接在太阳能电池 201 的两端。由电流表 204 和电压表 205 分别测得的电流和电压值输入到计算

机 207。光源 208 向特性测量组发出标准光,达到 1 日光($= 1000\text{W}/\text{m}^2$)以及 AM1.5 光谱,符合日本工业标准(JIS)。太阳能电池 201 的照亮和屏蔽是由计算机 207 控制挡板 209 的打开或者关闭进行。

用上述设备测量太阳能电池 201 的电压/电流特性的方法解释如下。

首先,预热光源 208,并且进行调节,使它发出标准光的数量。在这个阶段中,光源 208 为接通,挡板 209 为关闭。下一步,放置好被测量的目标太阳能电池 201。然后,打开挡板 209,标准光照射太阳能电池 201 的整个表面。在此条件下,计算机 207 控制直流电源 202 以输出电压。施加到太阳能电池 201 两端的电压取决于太阳能电池的型式,对每种太阳能电池都预先确定了一个最佳电压。

在测量电压/电流特性的操作顺序中,逐渐改变直流电源 202 的输出电压的同时,由电压表 205 测定的太阳能电池两端电压值,以及由电流表 204 测定的电流值储存在计算机 207 的内存中。

在测量所需要的电压范围内改变直流电源 202 的输出电压以后,关闭挡板,并且将太阳能电池移开。然后,用适当的软件将储存在计算机 207 内存中的电压值数据和电流值数据画出图形,并且得到示于图 3 中的电压/电流特性。

图 3 所示为太阳能电池的电压/电流特性的一个例子。在图 3 中,横坐标 V 为电压,纵坐标为电流。在图 3 中曲线 C 是连接图中所画出的代表电压和电流的测量值的点得到的。曲线 C 上的 K 点为电压和电流的乘积为最大的点,即该点得到最大电功率,通常称为最佳工作点。在最佳工作点得到的电功率为额定功率。

光致电压功率发生最近已经很快地传开。在居民区,例如太阳能板通常安装在房顶上,在孤岛上,太阳能板通常安装在一个箱子中。为了减少安装太阳能板的步骤数,趋向于扩大每块太阳能电池的光敏表面。为了测量具有大面积的太阳能电池的特性,需要一个能够照亮太阳能电池整个表面的光源;但是,得到那样的光源是非常困难的。

通常最广泛地采用氙气灯作为光源,并且采用氙气灯太阳模拟

器。但是，这种太阳模拟器的价格随着氙气灯的照亮面积的增加而增加得很快。价格的增加是由于制造气团过滤器和聚光镜的困难所引起的。它们两个均包括在太阳模拟器中，由于它们的尺寸变大，要求灯的供给电源的输出功率特别大。对于一个实用的固定光型太阳模拟器，在目前的市场上，具有能够照亮大约 $50\text{cm} \times 50\text{cm}$ 面积光源的太阳模拟器已经是最大的了。有一种模拟器可以照亮大约 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 面积，其中一个灯作为光源，脉动以减少灯的电源的输出功率。但是，由于除了电源以外的其他部件的尺寸与固定光型太阳模拟器的相同，这种太阳模拟器也非常贵。

因此，如上所述具有光源的测量和试验用太阳模拟器是昂贵的；使得太阳能电池的制造费用增加。相应地，迫切需要能够低成本地测量具有大面积太阳能电池特性的方法。此外，对于具有远大于 $1\text{m} \times 1\text{m}$ 光敏表面的太阳能电池来说，由于没有能够照亮那么大面积的光源，实际上不可能测量这种太阳能电池的特性。

发明内容

考虑到上述情况提出本发明，并且其目的是提供以低成本测量具有大光敏表面的太阳能电池特性的测量装置和测量方法。

根据本发明，通过下述步骤组成的测量太阳能电池特性的测量方法达到上述目的：在照亮太阳能电池的光敏表面的预定区的时候测量太阳能电池的第一特性，其中，未被照亮的光敏表面区称为黑区；在光敏表面被遮光的黑状态下，测量太阳能电池的第二特性；用第二特性乘以黑面积与光敏表面面积的比值，计算第三特性；然后，根据第一和第三特性计算预定照亮区的特性。

此外，根据本发明，通过提供包括下述步骤组成的测量太阳能电池电压对电流特性的测量方法达到上述目的：将太阳能电池光敏表面分成多块，每块具有预定的面积；在交替照亮每一块的情况下测量太阳能电池的第一特性，其中，在每次交替照亮时光敏表面区未被照亮块区称为黑区；在光敏表面被遮光的黑状态下，测量太阳能电池的第二特性；用第二特性乘以相应块的黑面积与光敏表面面积的比值，

计算每块的第三特性；然后，根据对应块的第一和第三特性计算多个分割块中每一块的特性。

此外，根据本发明，还提供一种测量太阳能电池电压对电流特性的方法，包括以下步骤：将太阳能电池的光敏表面分成多块，每块具有预定面积；在交替照亮每一块时测量太阳能电池的第一特性，其中，在每次交替照亮时光敏表面没有被照亮的块区称为黑区；在光敏表面被遮光的黑状态下，测量太阳能电池的第二特性；通过相加对应于多个块的第一特性的电压值的电流值来计算太阳能电池的第三特性；通过把对应于第二特性的电压值的电流值乘以 $N-1$ 来计算第四特性，其中 N 是块的数目；并且通过从对应于第三特性的电压值的电流中减去对应于第四特性的电压值的电流值计算太阳能电池的电压对电流特性。

此外，根据本发明，还提供一种测量方法，包括以下步骤：把太阳能电池的光敏表面分割成 N 部分，每一部分设置成输出电压；遮挡太阳能电池的光敏表面，不让入射光照亮；在全部被遮光时获得光敏表面每一部分的电压输出；在其它部分被遮光时单独照亮光敏表面的每一部分；在所述部分被照亮而其它部分被遮光时测量光敏单元每一部分的电压输出；通过把测量步骤中测得的电压加在一起来计算太阳能电池的第一特性；通过把获取步骤中测得的电压之和乘以 $N-1$ 来计算第二特性；并且通过从第一特性中减去第二特性来计算太阳能电池的特性。

本发明的其他特点和优点将结合附图由下面的描述给出，其中，在所有的图中具有相同的参考符号表示相同的或者相似的部件。

附图说明

这些附图结合起来，并且作为说明书的组成部分，与相关的描述一起，示出本发明的实施例，用于解释本发明的原理。

图 1 所示为根据本发明用于测量太阳能电池特性的测量装置的透视图；

图 2 为解释测量太阳能电池特性方法的图；

图 3 所示为太阳能电池的电压/电流特性例子的曲线图；

图 4 所示为太阳能电池在黑状态下的电压/电流特性（黑特性）例子的曲线图；

图 5 为解释将太阳能电池光敏表面分成 4 块，测量其电压/电流特性的测量方法例子的视图；

图 6 所示为只照亮一块，并且将其他各块置为黑状态时，该太阳能电池的电压/电流特性例子的曲线图；

图 7 所示为太阳能电池的一部分被照亮，而其他部分被遮光的情况下，太阳能电池的等值回路；

图 8 所示为根据本发明的测量太阳能电池特性的测量方法中计算步骤的图；

图 9 所示为解释太阳能电池光敏表面分成 6 块，测量太阳能电池特性的测量方法的解释图；

图 10 所示为太阳能电池的等值回路；

图 11 为解释根据本发明测量太阳能电池特性并且带有校正由太阳能电池的串联电阻分量引起的电压降的测量方法中的计算步骤的曲线图；

图 12 所示为根据本发明测量太阳能电池特性的测量方法的过程顺序的框图；

图 13 所示为第一到第三试验以及比较试验的结果的表；

图 14A 和 14B 为得到太阳能电池特性的计算顺序的框图。

具体实施方式

结合附图详细叙述根据本发明测量太阳能电池的测量方法的最佳实施例。

〔测量太阳能电池特性的测量装置〕

图 1 所示为根据本发明测量方法的测量装置的结构透视图，在图 1 中，参考数字 101 表示光源；102 为障板；103 为垂直移动单元；104 为太阳能电池；105 为试品摆放台；106 为导线；110 和 111 为驱动单元；112 为架子。

光源 101 具有用测量标准光照亮太阳能电池 104 的作用，内部有一个挡板单元。

障板 102 用于准确地确定在太阳能电池 104 上被照亮的区。最好在障板 102 的边上放胶皮，与太阳能电池 104 接触，使太阳能电池 104 免受损坏。此外，调节光源 101 有效的照亮区，使之比障板 102 的开口部分稍大，但是比障板 102 的外部尺寸小。

垂直移动单元 103 用于向下移动障板 102，使之与太阳能电池 104 接触，并且，在水平方向移动光源 101 和障板 102 之前向上移动。

太阳能电池 104 放置在试品摆放台 105 上。在需要时，太阳能电池 104 可以用一个夹子（没有示出）固定到台子 105 上，以便防止在测量特性的过程中，太阳能电池 104 可能在台子 105 上移动。此外，太阳能电池 104 连接到一个电源上，以便进行特性测量（未示出），例如，用导线 106 连接。双极直流电源、用于测量特性的电压表和电流表以及导线与参考图 2 所解释的那些相同，在此略去对它们的解释。

驱动单元 110 用于沿图 1 的水平方向（X 轴方向）移动光源 101 和障板 102，并且，驱动单元 111 用于沿图 1 的纵向（Y 轴方向）移动光源 101 和障板 102。

架子 112 用于安装测量装置到放置地板上，该装置包括光源 101，障板 102，垂直方向移动单元 103，X 轴方向驱动单元 110 以及 Y 轴方向驱动单元。

注意图 1 所示的测量装置和图 2 所示的测量装置的差别为，在后者被光源 208 照亮的区域对应太阳能电池 201 的整个光敏区，而前者被光源 101 照亮的区域对应太阳能电池 104 的一部分光敏区。

[[太阳能电池的黑特性，以及太阳能电池被部分照亮时的亮特性]]

下面解释用根据本发明示于图 1 的装置进行太阳能电池特性测量的测量方法的处理顺序。图 12 所示为测量顺序的流程图；图 12 所示的顺序由操作员或者由图 2 所示的计算机 207 进行。

(步骤 S1) 假定装置处于由于光源 101 接通, 并且挡板 (未示出) 关闭, 必要的预热时间已经结束的状态。此外, 环境温度设定到适合于测量太阳能电池特性的温度。特别的是该温度保持在大约 25°C。在这样的条件下, 太阳能电池 104 放置到试品放置台 105 上, 并且在必要时用一个夹子 (未示出) 固定。以后, 导线 106 连接到太阳能电池 104 上。

(步骤 S2) 放置太阳能电池 104 的台子 105 和它的外部区域被完全地遮掉光线, 因此没有光射入太阳能电池 104, 或者说光线被遮到入射光的量与 1 日光相比基本上可以忽略不计的水平。该状态称为黑状态。

(步骤 S3) 在步骤 S2 的黑状态下, 测量参照图 2 解释的电压/电流特性, 从而得到太阳能电池 104 在黑状态下的电压/电流特性 (以下称为 ‘黑特性’)。图 4 中的曲线 A 表示该黑特性的一般测量结果。注意在此步骤所测量到的黑特性是太阳能电池 104 的整个表面的。

(步骤 S4) 下一步, 当太阳能电池 104 被照亮时, 测量它的电压/电流特性。在这一步中, 太阳能电池 104 的光敏表面分成 4 块, 并且对 4 块中的每一块分别进行测量。注意, 块的数量可以根据太阳能电池 104 的光敏表面的尺寸, 被光源 101 照亮的面积, 以及障板 102 开口的尺寸而选择。图 5 是用于解释当太阳能电池 104 的光敏表面被分或者分隔成 4 块的例子的解释图。在图 5 中, B1 到 B4 表示太阳能电池 104 的 4 块中的每一块。参考图 5, 光源 101 放到障板 102 的上面, 并且面向太阳能电池 104 和障板 102。

(步骤 S5) 在障板 102 被垂直移动单元 103 提起到一个高度, 使之不与太阳能电池 104 接触时, 障板 102 以及光源 101 被驱动单元 110 和 111 移动到块 B1 被照亮的位置。

(步骤 S6) 垂直移动单元 103 将障板 102 向下移动到一个高度, 在该位置上, 障板 102 的背面与太阳能电池 104 接触。此时, 必须使障板 102 的背面与太阳能电池 104 接触, 从而障板 102 和太阳能电池

104 之间没有空隙。在这样的条件下，挡板被打开，太阳能电池 104 的块 B1 被照亮，同时保持其他各块在黑状态下，并且测量太阳能电池 104 的电压/电流特性（以下称为‘B1-亮，B2B3B4-黑特性’）。图 6 所示为测量结果。

（步骤 S7）在测量 B1-亮，B2B3B4-黑特性以后，关闭挡板，从而块 B1 照亮结束。

（步骤 S8）以后，垂直移动单元 103 以及驱动单元 110 和 111 将光源 101 以及障板 102 移动到块 B2 上，并且进行步骤 S6 中的测量。更具体地，太阳能电池 104 的块 B2 被照亮，同时保持其他的块在黑状态，然后测量太阳能电池 104 的电压/电流特性（B2-亮，B1B3B4-黑特性）。

（步骤 S9）下一步重复步骤 S7 和 S8 的过程，测量太阳能电池 104 的 B3-亮，B1B2B4-黑特性以及 B4-亮，B1B2B3-黑特性。

（步骤 S10）在测量了所有各块的电压/电流特性以后，挡板关闭，障板 102 提起，导线 106 与太阳能电池 104 断开，然后将太阳能电池 104 从台 105 上卸下。

图 6 所示为测量到的 4 块的电压/电流特性曲线，称为 B1-亮，B2B3B4-黑特性；B2-亮，B1B3B4-黑特性；B3-亮，B1B2B4-黑特性；以及 B4-亮，B1B2B3-黑特性。在图 6 中，4 个测量结果的曲线重合。这表明在整个光敏表面上太阳能电池 104 的特性是相同的。如果在整个光敏表面上太阳能电池的特性不完全相似，所得到的 4 条曲线就不完全重合。

注意，在上述的操作中，由部分地照亮太阳能电池 104 得到的特性不同于当块 B1 到 B4 被物理上分割开所测量得到的每一块的特性。其原因是例如 B1-亮，B2B3B4-黑特性是当块 B1 被物理上与其他块分割开的特性以及其他三块，即 B2 到 B4 块的黑特性之和。换言之，如图 7 等值回路所示，块 B1 并联到其他三块 B2 到 B4 上。在图 7 中，参考数 701 表示块 B1 被光 710 照亮，而参考数 702 对应于其他在黑状态中的三块 B2 到 B4。因此，太阳能电池 104 的特性是块

B1 的电流值以及其他三块 B2 到 B4 的电流值之和。

〔对应于物理上与其他块分割开的块的状态的块的亮特性〕

下面解释对应于太阳能电池 104 的各块物理上相互分割状态，计算电压/电流特性的方法。根据测量所得的 4 个电压/电流特性，即 B1-亮，B2B3B4-黑特性；B2-亮，B1B3B4-黑特性；B3-亮，B1B2B4-黑特性；以及 B4-亮，B1B2B3-黑特性，以及当所有各块均置于黑状态时测量所得的黑特性。

首先，图 4 中曲线 A 所示的黑特性是 4 个块的，图 4 中的曲线 B 表示对每个电压得到的曲线 A 的电流的 $3/4$ 。曲线 B 表示没有照亮的三块，即黑区的黑特性。

图 8 中的曲线 D 对应图 4 中的曲线 B，而图 8 中的曲线 P 对应于图 6 中的 B1-亮，B2B3B4-黑特性曲线。如上所述，B1-亮，B2B3B4-黑特性（曲线 P）是 B1 块被物理上与其他块分割的状态下，测量所得的特性（以下称为“B1-亮特性”）与其他三块的黑特性（曲线 D）的和。因此，从 B1-亮，B2B3B4-黑特性中减去三块的黑特性，可以得到 B1-亮特性。图 8 中的曲线 L 所示为进行上述操作得到的 B1 亮特性。

〔当太阳能电池整个光敏表面被照亮时的特性〕

下面解释得到整个太阳能电池 104 的电压/电流特性的方法。

将计算 B1 亮特性的方法用于 B2 到 B4 其他三块，可以得到 B2 亮特性，B3 亮特性和 B4 亮特性。图 8 中曲线 L2 到 L4 对应于三个亮特性。如图 8 所示，当太阳能电池的整个光敏表面的特性是一样的时候，曲线 L1 到 L4 应该是相同的。但是，注意如果特性不一样，则这些曲线不重合。4 个亮特性之和等值于太阳能电池 104 的整个光敏表面被照亮时，太阳能电池 104 的特性（图 8 中的曲线 L）。

如上所述，根据部分照亮太阳能电池的光敏表面得到的特性以及黑特性，就可以得到太阳能电池的整个表面被照亮时的特性，然后，计算图 8 中的 L 曲线上的电压和电流的最大乘积，就可以得到当太阳能电池的整个表面被照亮时的太阳能电池的输出。注意，特性的合

成，即在相同的电压下，将电流值相加，最好由计算机来完成。

注意，如果整个太阳能电池光敏表面的特性不相同，必须得到各块的亮特性，并且如上所述，将这些亮特性相加。但是，如果太阳能电池整个表面的特性不一致性小到可以忽略时，或者当所要求的测量精确度不太高时，例如 B1 亮特性的电流值与块的数量乘积，可以考虑为太阳能电池的整个表面被照亮时的特性。在这种情况下，例如位于中心部分的块的特性可能被测量作为 B1 亮特性。

此外，作为上述操作方法的扩展，太阳能电池的光敏表面可能被分为 9 块，测量例如 9 块中 3 块的特性。以下基于这三块的特性，计算当太阳能电池整个表面均被照亮时的特性。同样地，根据需要也可以通过各种方法达到测量的简化。

注意，在上述计算顺序中，首先得到每一块的亮特性，然后将所得到的亮特性相加；但是，也可以用不同的方法进行计算。一个例子是，首先将 B1-亮，B2B3B4-黑特性，B2-亮，B1B3B4-黑特性，B3-亮，B1B2B4-黑特性，B4-亮，B1B2B3-黑特性相加，然后从其和中减去黑特性的电流值乘以 3。这样可以减少计算机的工作量。

[[将太阳能电池分成若干块的方法]]

在上述解释中，太阳能电池 104 的光敏表面区对应于一个被照亮区（每个块的区）的整乘数，并且，特别是该整数为 4。但是，这个分区个数可以是任意的，并且不一定是整数。图 9 所示为分区个数不是整数的情况。

图 9 是一个例子的解释图，太阳能电池 104 的光敏表面分成 6 块。在图 9 中，块 B1，B2，B4 和 B5 与障板 102 的开口，即照亮区，有相同的面积。但是，块 B3 和 B6 的面积比该照亮区的面积要小。在此情况下，在照亮区内，光敏表面存在的面积作为有效照亮面积计算，然后进行上述类似的计算。

[[校正太阳能电池的串联电阻分量]]

太阳能电池的整个表面被照亮时，太阳能电池的特性是由上述方法，根据太阳能电池光敏表面部分地照亮得到的特性（例如，对应

于 B1-亮, B2B3B4-黑特性, 以后称为“部分亮特性”) 以及黑特性而得到的。为了得到更精确的结果, 最好进行下述校正。

如图 10 等值回路所示, 在太阳能电池中有一个串联电阻分量。在图 10 中, 参考数字 1001 表示一个没有串联电阻分量的理想太阳能电池, 而参考数字 1002 表示串联电阻分量。因此, 为了得到电压/电流特性所测量的电压, 对应于太阳能电池 1001 的理想输出电压减去在串联电阻分量 1002 上的电压降。此外, 上述测量太阳能电池特性的测量方法中, 作为计算基础的电流值, 根据测量所得的黑特性和部分亮特性而变化; 因此, 它们受到串联电阻分量上的电压降的影响。但是, 理想的太阳能电池 1001 根据被照亮的状态改变其特性; 因此, 必须校正由于串联电阻分量 1002 引起的电压降分量的测量特性。

更具体地, 从黑特性以及部分亮特性中减去由于串联电阻分量 1002 引起的电压降分量而计算特性。在实际的计算中, 在每个测量点上的电流值与串联电阻分量 1002 的乘积为电压降分量, 它被加到相应点测量所得的电压值上, 其和作为在每个测量点上的实际电压值。图 11 为一条曲线, 所示为校正串联电阻分量 1002 的结果。在图 11 中, 曲线 D 给出测量所得的黑特性, 曲线 D' 所示为校正了由串联电阻分量 1002 引起的电压降以后的黑特性。此外, 曲线 P 示出当太阳能电池的光敏表面中一块被照亮时得到的部分亮特性, 曲线 P' 表示校正了由串联电阻分量 1002 引起的电压降以后的部分亮特性。曲线 L' 给出了根据由曲线 D' 表示的经过校正的黑特性和由曲线 P' 表示的经过校正的部分亮特性, 得到太阳能电池整个表面均被照亮时的特性。此外, 曲线 L 是假设由一个电压表 (对应图 2 中的 205) 测量所得的特性, 而这里是从曲线 L' 中扣除由串联电阻分量引起的电压降 (逆校正) 后得到的。

在上述操作中, 图 11 的曲线 L 是测量所得的整个太阳能电池的特性。如果想要得到太阳能电池精确的输出, 就需要校正由于串联电阻分量 1002 引起的电压降。但是, 因为随着精度的提高, 计算量也增加, 所以, 如果不需要非常高的精度, 这个操作是不必要的。

串联电阻分量 1002 的值可以将包括在太阳能电池中的例如一个透光的电极和一个基电极的串联电阻相加得到,或者由测量所得的特性曲线的斜率,即 $\Delta V/\Delta I$,得到。

〔用于得到太阳能电池特性的计算顺序〕

图 14A 和 14B 所示为得到太阳能电池特性的计算顺序的流程图。计算是由图 2 中所示的计算机 207 进行的。

图 14A 所示的顺序用于计算在对应于整个光敏表面被照亮状态下的太阳能电池的特性,是基于具有太阳能电池的光敏表面的预定区域的每一块被顺序照亮时测量所得的部分亮特性。注意,在下面的解释中,对应被照亮块的区称为“亮区”,而剩下的未被照亮的光敏表面称为“黑区”。

在步骤 S101 中,输入必要的参数,即光敏表面面积 S ,亮区的面积 S_1 ,太阳能电池的串联电阻分量的值,测量所得的部分亮特性和黑特性。在步骤 S102 中,在部分亮特性以及黑特性上进行由串联电阻分量引起的电压降的校正。在步骤 S103 中,被校正的黑特性乘以黑区面积 $SD (= S - S_1)$ 对光敏表面面积 S 的比值 ($= SD/S$);从而计算出黑区的黑特性。在步骤 S104 中,计算出被校正的部分亮特性和黑特性之间的差特性。在步骤 S105 中,得到的差特性乘以光敏表面面积 S 对亮区面积 S_1 的比值 ($= S/S_1$);从而计算出对应于太阳能电池表面全部照亮状态下的电压/电流特性。在下一步骤 S106 中,在步骤 S105 中得到的电压/电流特性进一步进行串联电阻分量的逆校正。然后,在步骤 S107 中,输出校正后的太阳能电池特性。

图 14B 中所示顺序是计算太阳能电池整个光敏表面被照亮的状态下,太阳能电池的特性,基于将太阳能电池的光敏表面分成若干块,并且照亮每一块得到的部分亮特性。

在步骤 S201 中,输入必要的参数,即光敏表面面积 S ,亮区面积,太阳能电池的串联电阻分量值,测量所得的每一块的部分亮特性,以及测量所得的黑特性。在步骤 S202 中,对每一块的部分亮特性和黑特性进行由串联电阻分量引起的电压降的校正。在步骤 S203 中,

被校正的黑特性乘以黑区面积 SD 对光敏表面面积 S 的比值；从而计算出黑区的黑特性。在步骤 S204 中，计算每块被校正的亮特性和经过校正的黑区的黑特性之间的差特性。在步骤 S205 中，将所有得到的差特性相加；从而计算出对应于太阳能电池表面全部照亮状态下的电压/电流特性。在下一步骤 S206 中，在步骤 S205 中得到的电压/电流特性进一步进行串联电阻分量的逆校正。然后，在步骤 S207 中，输出校正后的太阳能电池特性。

注意，为了输出太阳能电池的特性，得到的结果可以显示在显示器的屏幕上，或者由绘图机或者打印机画出特性曲线。此外，表示太阳能电池特性的数据也可以输出到其他计算机或者打印机上。

〔试验 1〕

用一个每边长为 10cm 的正方形太阳能电池的黑特性，以及在太阳能电池光敏表面中心部位的每边长为 5cm 的正方形块照亮时测量所得的太阳能电池部分亮特性，进行下述计算，可以得到对应整个光敏表面照亮状态下太阳能电池的特性。假设在整个表面上，太阳能电池的特性是相同的，并且，被照亮的部分是一块。

为了测量太阳能电池的特性，使用图 1 所示的装置，它的光源 101 可以有效地照亮每边长为 15cm 的面积为 225cm² 的区域。障板 102 为正方形，每边长为 20cm，有一个方形开口，每边长为 5cm。至于太阳能电池 104，采用了一个每边长为 10cm 正方形的三重结构的非晶硅太阳能电池。

该太阳能电池 104 安放在试品摆放台 105 上，用上述方法测量太阳能电池的特性。测量结果示于图 13。

〔试验 2〕

每边长为 10cm 的正方形太阳能电池的光敏表面分成 4 个正方形块，每边长为 5cm，测量每块的特性。假设在整个光敏表面上，太阳能电池的特性不相同，在得到每一块的特性以后，将 4 块的特性相加，得到对应整个光敏表面均被照亮状态下的太阳能电池的特性。注意设其他条件与试验 1 相同。测量结果示于图 13。

〔试验 3〕

校正由太阳能电池的串联电阻分量引起的电压降,以便得到对应的太阳能电池整个表面被照亮状态下太阳能电池的特性。设其他条件与试验 2 相同。测量结果示于图 13。

〔比较试验〕

测量没有障板 102 的太阳能电池的特性,每边长为 10cm 的正方形太阳能电池的整个光敏表面立即被照亮。换言之,这个条件对应于当照亮整个光敏表面时,测量太阳能电池特性的常规测量方法,设其他条件与试验 1 相同。测量结果示于图 13。

图 13 的表中给出从上述各试验中得到的太阳能电池特性的测量结果。从这个结果,可以得到下述结论。

(a) 试验 1 的结果大约比比较试验在最大功率点大 3.4%,并且开路电压大约高 0.02 伏。

(b) 试验 2 的结果大约比比较试验在最大功率点大 2%,短路电流大约与比较试验相同。在短路电流方面的结果是由于在太阳能电池的整个表面的特性的不同反映到计算中。

(c) 试验 3 的结果在所有的最大功率、开路电压和短路电流值与比较试验的结果相当符合。这个结果是由于校正太阳能电池的串联电阻分量引起的电压降的影响。

上述结果证明了根据本发明测量太阳能电池特性的测量方法可以正确地测量具有比光源照亮区大的光敏表面的太阳能电池特性。

注意在试验 1 到 3 以及比较试验中,采用每边长 10cm 的较小光接收表面的正方形太阳能电池。这是为了证实用本发明的测量方法测量所得的太阳能电池特性能够与在比较试验中用常规测量方法测量所得的特性吻合。

如上所述,根据本发明,对于测量具有较大光敏表面的太阳能电池的特性,很难准备一个同时照亮整个表面的大光源,因此,能够用有效照亮比太阳能电池的光敏表面小的光源来测量被光源有效照亮区。此外,当测量具有相对较小的太阳能电池的特性时,可以进一

步减小光源的尺寸,从而降低了测量太阳能电池特性的测量装置的造价。因此,降低了太阳能电池的生产成本,从而可以提供便宜的太阳能电池。

注意,除了采用图 12 所示的测量太阳能电池特性的操作顺序 14A 和 14B,在制造太阳能电池时评价它的特性,这些顺序可以用于制造太阳能电池时进行特性检查和产品检查。因此,本发明包括图 12 中 14A 和 14B 所示的测量太阳能电池特性的测量方法,以及按照制造顺序生产的太阳能电池。

此外,示于图 12 上 14A 和 14B 的本发明太阳能电池特性测量顺序也可以在计算机系统或者装置(例如个人计算机)的存储媒体中存贮用于进行顺序处理的程序代码,并且用计算机系统或者装置的 CPU 或者 MPU 从存储媒体中读取程序代码,然后执行该程序来完成。

在这样的情况下,从存储媒体读出程序代码实现根据该实施例的功能,存贮程序代码的存储媒体包括在本发明中。

此外,存储媒体,例如软盘,硬盘,光盘,磁光盘,CD-ROM,CD-R,磁带,非易失型记忆卡以及 ROM 可以用来提供程序代码。

此外,除了由执行计算机读出的程序代码实现根据上述实施例的上述功能,本发明包括一种情况,即在计算机平台上运行的 OS(操作系统)或者类似系统根据程序代码的设定,进行上述实施例中部分或者全部的处理,并且实现根据上述实施例的功能。

此外,本发明还包括一种情况,其中,在从存储媒体中读出程序代码以后,被写进功能扩展卡,该卡插进计算机,或者写入与计算机连接的功能扩展单元中提供的存储器中,在 CPU 或者在功能扩展卡或单元的类似物中,按照程序代码设定,进行部分或者全部处理,并且实现上述实施例的功能。

本发明不限于上述实施例以及各种变化,可以在本发明的精神和范围内作各种改进。因此,为了使公众获悉关于本发明的范围,提出以下权利要求。

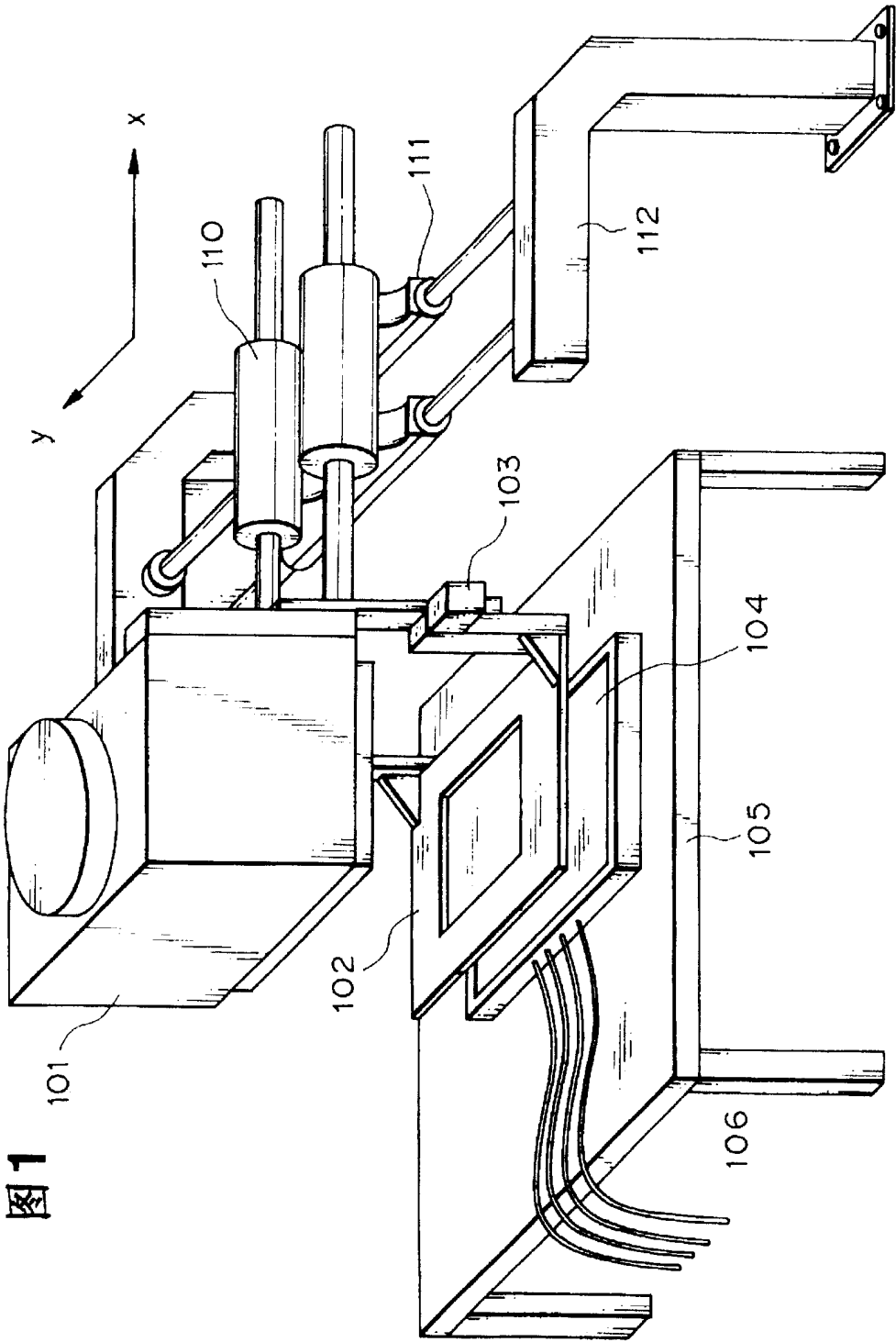
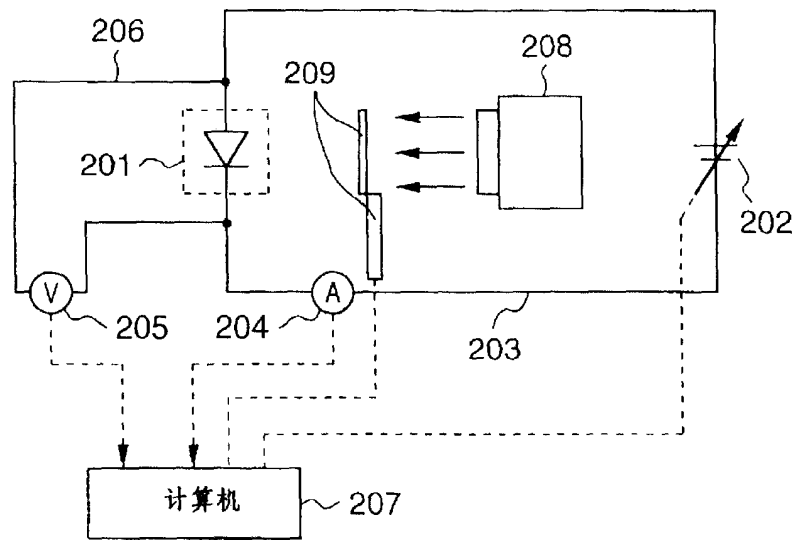


图1

图2



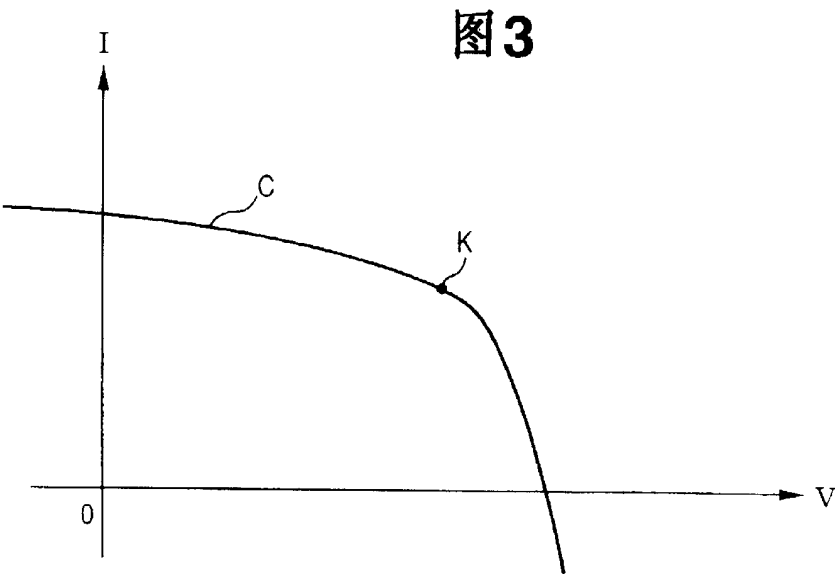


图 4

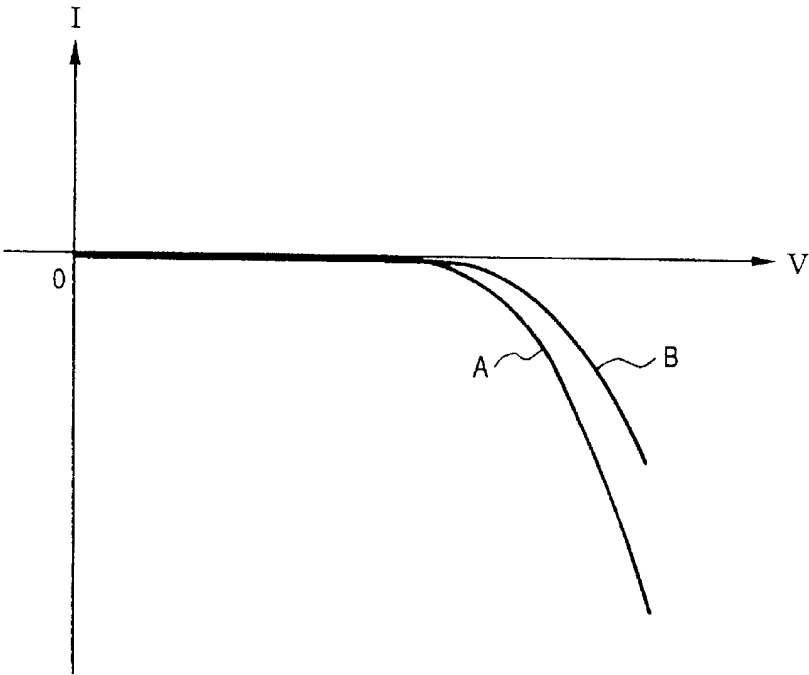


图 5

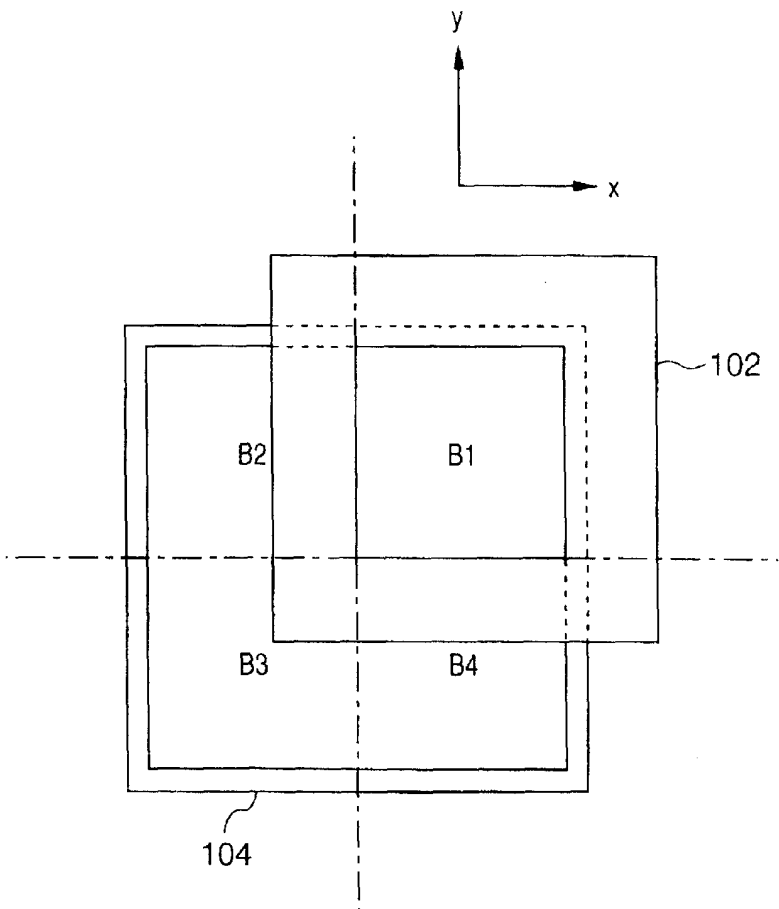


图 6

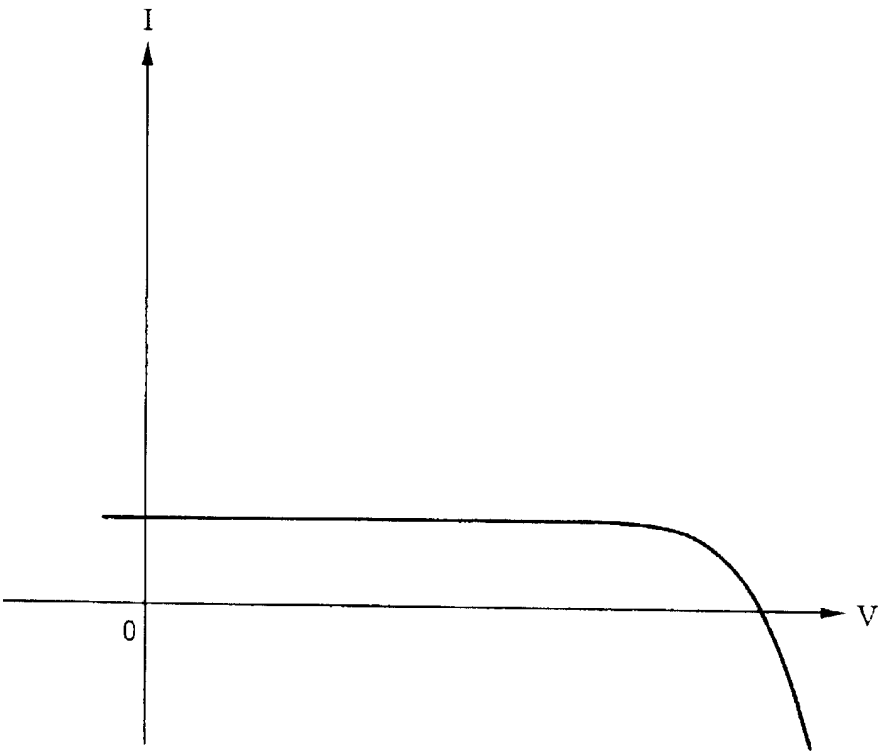


图 7

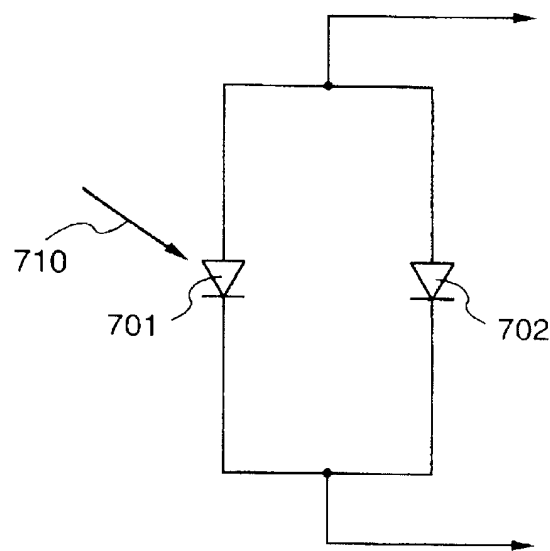


图 8

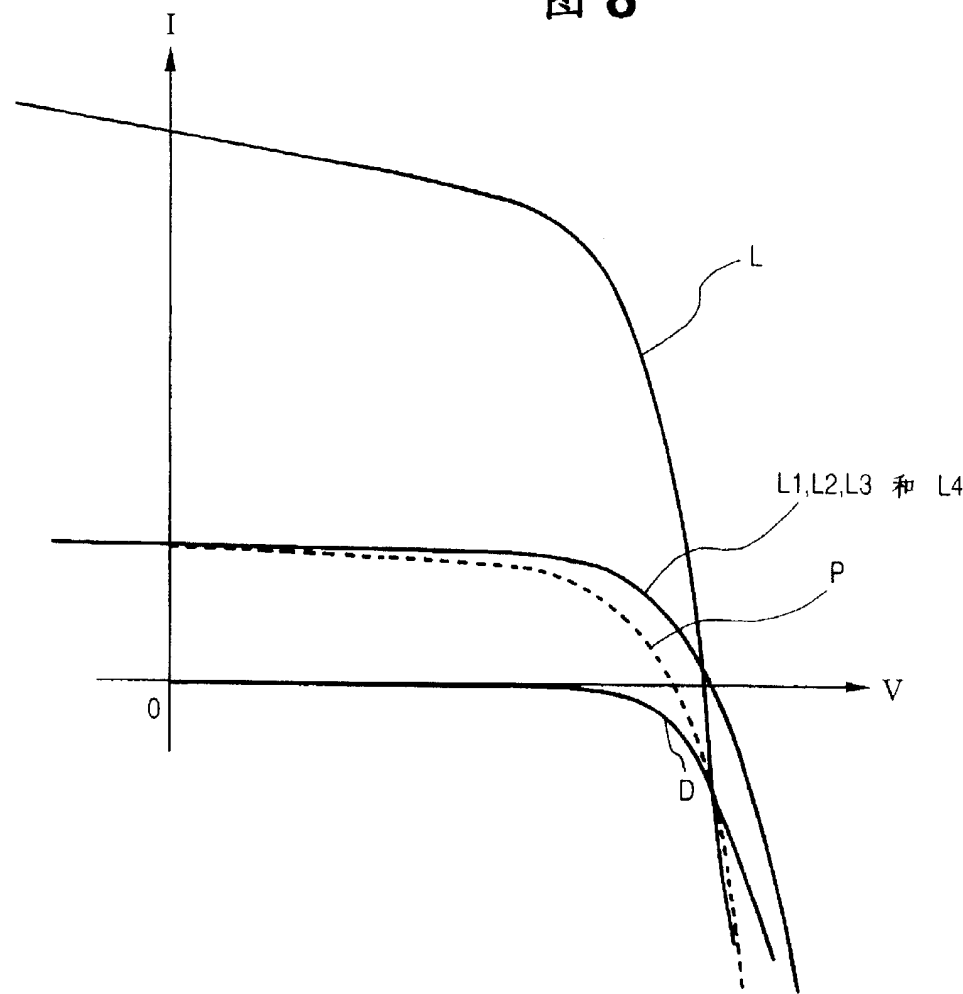


图 9

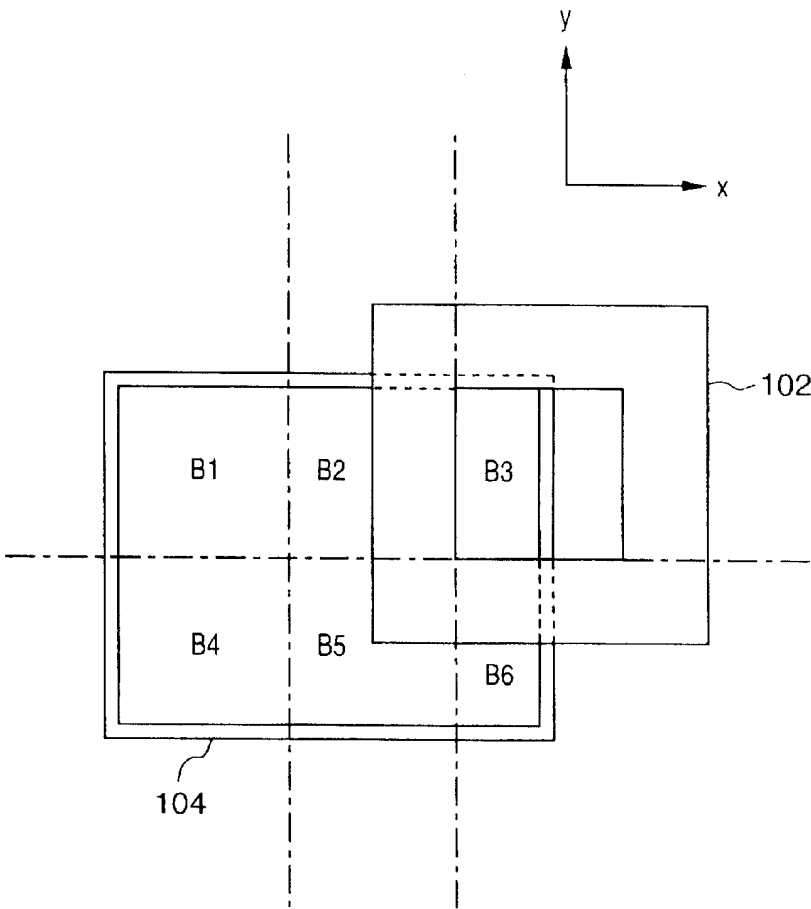


图 10

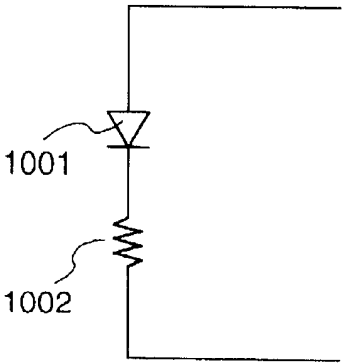


图11

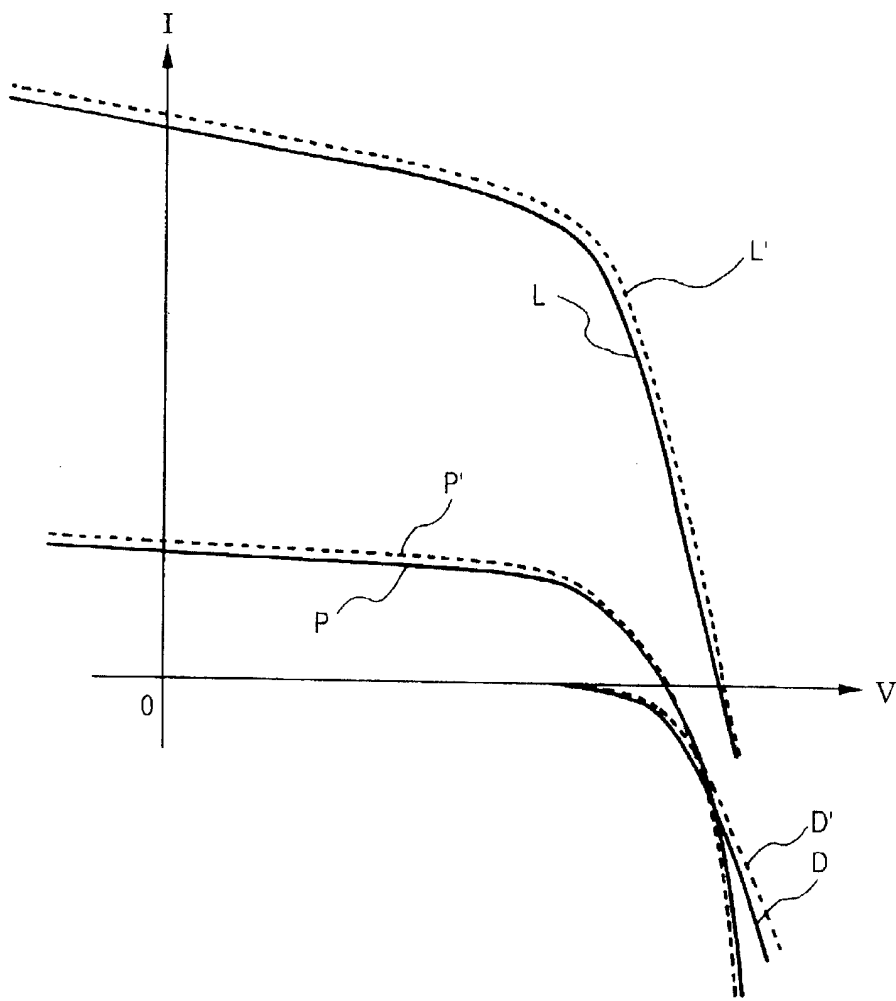


图12

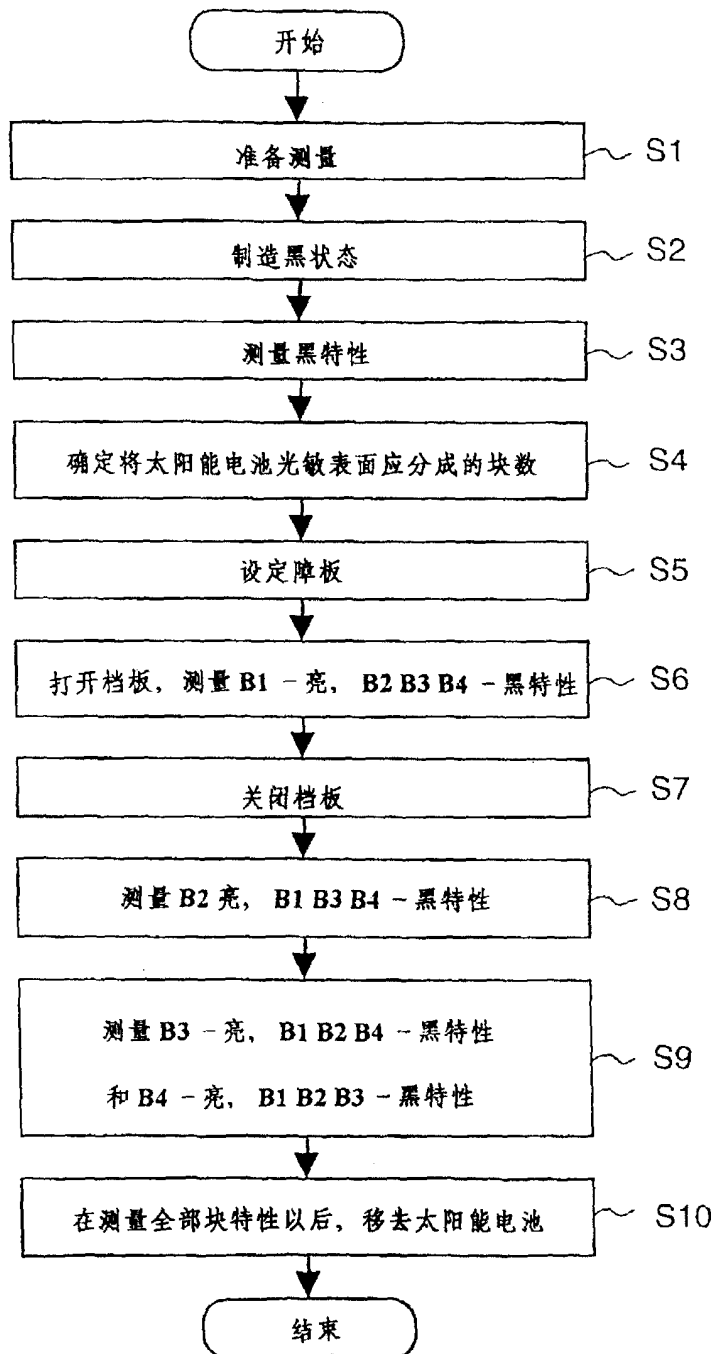


图 13

	最大功率 Pmax(W)	开路电压 Voc(V)	短路电流 Isc (A)
试验 1	0.815	2.06	0.591
试验 2	0.804	2.06	0.578
试验 3	0.787	2.04	0.578
比较试验	0.788	2.04	0.576

图 14A

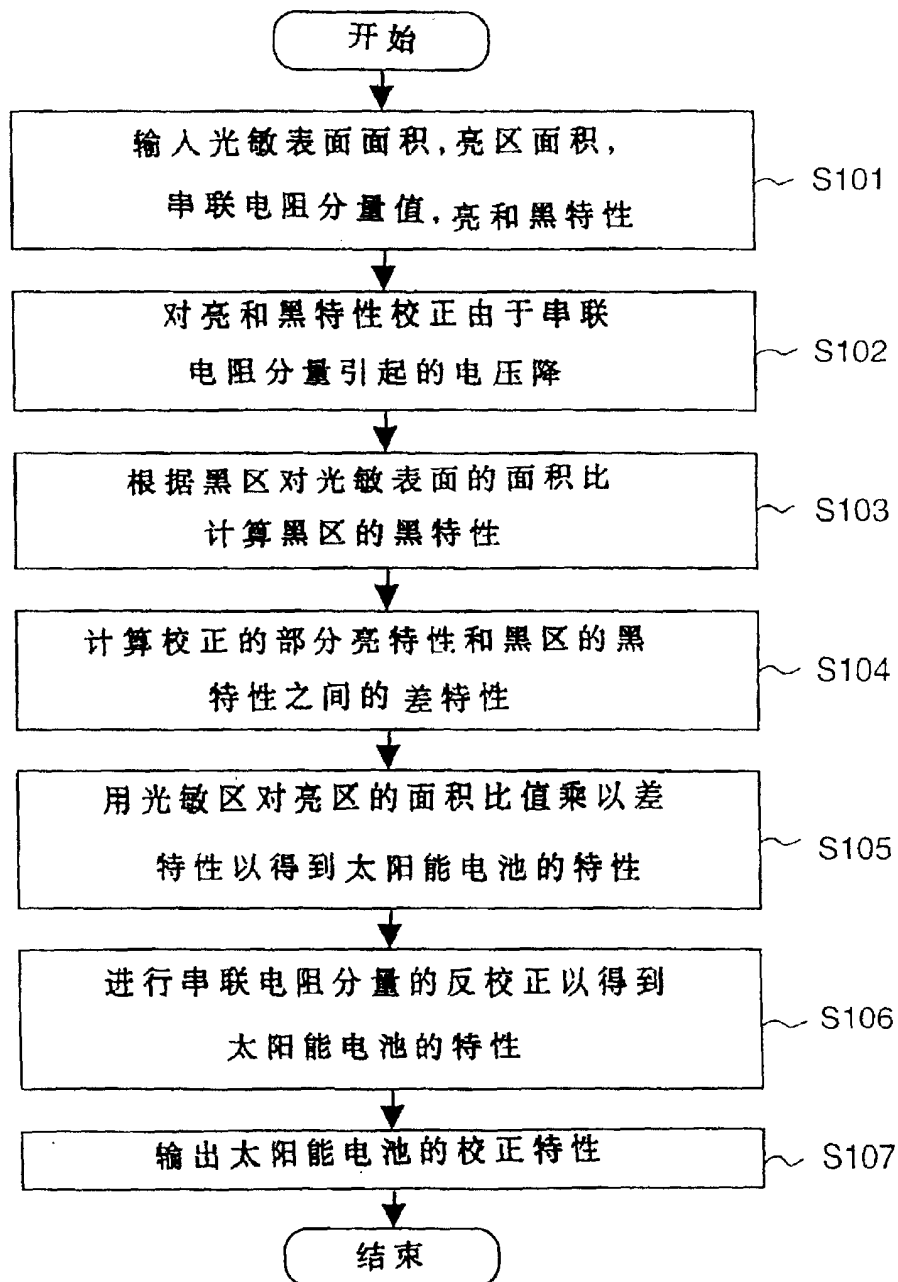


图 14B

