

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200610092855.7

[51] Int. Cl.

G01R 31/00 (2006.01)

G01R 19/00 (2006.01)

G01R 31/36 (2006.01)

G01M 11/00 (2006.01)

[43] 公开日 2007年1月10日

[11] 公开号 CN 1892239A

[22] 申请日 2006.6.16

[21] 申请号 200610092855.7

[30] 优先权

[32] 2005.6.17 [33] JP [31] 2005-178050

[32] 2005.8.23 [33] JP [31] 2005-240884

[32] 2006.5.18 [33] JP [31] 2006-138713

[71] 申请人 日清纺织株式会社

地址 日本爱知县

[72] 发明人 下斗米光博 篠原善裕

[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 曲 瑞

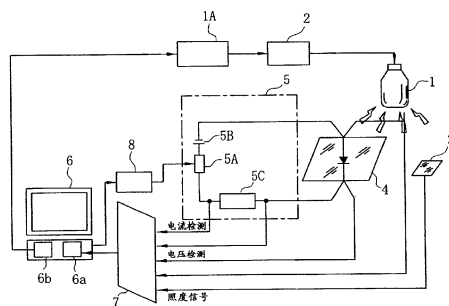
权利要求书2页 说明书13页 附图3页

[54] 发明名称

基于太阳仿真器的测量方法

[57] 摘要

本发明提供一种无论是响应时间快的太阳能电池还是响应时间慢的太阳能电池均可以高精度地进行测量的太阳仿真器的测量方法和用于实施该方法的太阳仿真器。使氙灯(1)发出脉冲波形的顶部平坦的闪烁光。用照度检测器(3)对该闪烁光进行感光并检测其照度,按照该检测值将光源的照度控制在狭窄的规定范围内。然后,用规定范围内照度的闪烁光照射被测量体的太阳能电池(4),边控制该太阳能电池(4)的负荷边多点测量从太阳能电池(4)输出的电流与电压。针对多次闪烁光进行上述测量,以获得太阳能电池(4)的I-V曲线。



1. 一种基于太阳仿真器的测量方法，其特征在于，具有：

使光源发出具有顶部平坦脉冲波形的闪烁光的步骤；通过照度检测器对该闪烁光进行感光并检测其照度，按照该检测值将光源的照度控制在规定范围内的步骤；用上述闪烁光照射被测量体的太阳能电池，控制该太阳能电池的负荷并单点测量从太阳能电池输出的电流与电压的测量步骤；使光源发出多次闪烁光并对各闪烁光进行上述测量的步骤。

2. 一种基于太阳仿真器的测量方法，其特征在于，具有：

使光源发出具有顶部平坦脉冲波形的闪烁光的步骤；通过照度检测器对该闪烁光进行感光并检测其照度，按照该检测值将光源的照度控制在规定范围内的步骤；用上述闪烁光照射被测量体的太阳能电池，边扫描该太阳能电池的负荷边多点测量从太阳能电池输出的电流与电压的测量步骤；使光源发出多次闪烁光并对各闪烁光进行上述测量步骤。

3. 按照权利要求 1 或 2 所记载的基于太阳仿真器的测量方法，其特征在于：

在上述测量步骤之前，具有用来自上述光源的闪烁光照射被测量体的太阳能电池，控制负荷并求出上述太阳能电池特性值的概略值的预备测量步骤。

4. 按照权利要求 1 至 3 中任意一项所记载的基于太阳仿真器的测量方法，其特征在于：

光脉冲波形的上述闪烁点亮中的光脉冲波形上部平坦部宽度为约 4msec 以上。

5. 按照权利要求 1 至 4 中任意一项所记载的基于太阳仿真器的测量方法，其特征在于：

上述闪烁点亮的周期为 0.5 ~ 1.5sec。

6. 按照权利要求 1 至 5 中任意一项所记载的基于太阳仿真器的

测量方法，其特征在于：

对于上述测得的照度波形，根据从被测量体输出的电流、电压波形计算该被测量体的响应时间，使控制上述太阳能电池的负荷的速度适当，并通过增减闪烁点亮次数来进行数据采集。

7. 按照权利要求 1 至 6 中任意一项所记载的基于太阳仿真器的测量方法，其特征在于：

根据基准的太阳能电池的短路电流的测量值与其校正数据的比率来控制从光源发出的闪烁光的照度设定，或者根据基准的太阳能电池的最大功率的测量值与其校正数据的比率来控制从光源发出的闪烁光的照度设定。

基于太阳仿真器的测量方法

技术领域

本发明涉及用于高速、高精度地测量太阳能电池等光电转换元件及其板体的电流电压特性（以下简称为特性）的基于太阳仿真器的测量方法。

背景技术

太阳能电池、光敏元件、光传感器等光电转换元件的光电转换特性，可以在光照射下，通过测量上述光电转换元件的电流电压特性来进行测定。在太阳能电池的特性测量中，如果取横轴为电压，纵轴为电流，则通过描绘收集到的数据可得到输出特性曲线。该曲线一般称之为 I-V 曲线。

其测量方法有作为照射光利用太阳光的方法和利用人工光源的方法。其中在利用人工光源的方法中，根据专利文献 1、2 等可知有使用恒定光光源的方法和使用闪烁光光源的方法。

历来，伴随着光电转换元件的实用化，特别是像感光面积大的太阳能电池那样的光电转换元件（下面简称为太阳能电池）的电流电压特性，是在作为太阳光标准照度的 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 左右的辐射照度下进行测量。对于测量时的照度超过 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 的部分和低于 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 的部分，按照度校正关系式进行校正计算。

此外，在大面积的太阳能电池的电流电压特性的测量中，需要在大面积的感光面上均匀地照射照度为 $1000\text{W}/\text{m}^2$ 左右的光。为此，在利用人工光源的情况下，诸如每 1m^2 照射面积就需要使用数十 kw 程度的大功率的辐射灯。但是，要使这样的大功率的辐射灯产生恒定光，就必须恒定地供给大功率。因此，这将需要非常的大规模设备而缺乏现实性。

使用恒定光的太阳仿真器时,利用连续点灯用的氙灯或金属卤化物灯等作为光源灯。图4显示了这些灯的照度与时间的关系,如该图所示,这些灯自点亮开始到照度稳定大多需要数十分钟以上。若不在同一条件下持续点灯,则照度不能达到饱和状态,所以,达到测量状态需要很多时间。另一方面,如果长时间点亮、累积点灯时间变长就会有照度渐减的倾向,所以照度特性不稳定。而且还有,虽然光向作为被测量体的太阳能电池的照射可通过遮挡板(shutter)的开闭来交替进行遮光和照射,但在多数情况下,对试验体的照射时间依赖于遮挡板的动作速度,照射时间将达数百 msec 以上。如果照射时间太长则会导致太阳能电池自身的温度上升而难以实现高精度的测量。

使用恒定光的太阳仿真器时,为了使照度稳定,需要维持连续点灯,但这样则会使收纳光源的壳体温度显著上升。同时,由于壳体内部的部件将长时间曝露于光照之下,可能导致光学元件(反射镜、滤光片)劣化。

如果恒定光的光源灯关掉一次,再次点灯后,到照度达到饱和状态将需要数十分钟。为了避免这种情况,使用时总是连续点灯使用。其结果,容易增加恒定光灯的累积点灯时间,增大了在短时间内到达灯具寿命的倾向。

因而,如果在太阳能电池模块的生产线上使用恒定光方式的太阳仿真器,则消耗的灯具的个数将算入运转成本,所以,不仅增加测量成本,还将提高太阳能电池的生产成本。

另外,使用恒定光的太阳仿真器时,光源光照射被测量体的太阳能电池的时间比较长。因此,如果反复对同一太阳能电池进行 I-V 曲线的测量,则该太阳能电池的温度将上升。众所周知,若太阳能电池的温度上升,输出电压则有降低的倾向,最大输出 P_{max} 也会因温度上升而下降。一般而言,太阳能电池的输出特性需要给出基准状态下的值。这里,基准状态下的太阳能电池的温度为 25°C ,辐射照度为 $1000\text{ (W/m}^2\text{)}$ 。在被测量对象的太阳能电池的温度范围为 $15\sim 35^{\circ}\text{C}$ 的范围内,利用太阳仿真器测量太阳能电池的输出特性,并采用所测

量的太阳能电池的温度进行温度校正,将其调向基准状态的温度即 25℃。用于温度校正的校正公式根据规格来确定。

但是,在太阳能电池的温度测量中存在以下问题,而且并不简单。一般住宅等所使用的电力用太阳能电池的结构是,相对于表面侧的玻璃,依次有 EVA(聚乙烯乙酸酯)、太阳能电池芯以及 EVA 积层,里侧有树脂制的背片,并对这些积层进行了层压。如果将这样的叠层结构的太阳能电池在其生产线上进行温度测量,则该测量将只能检测出背片表面或者玻璃表面的温度。因而,即使太阳能电池芯通过感光从太阳仿真器照射的光而使温度暂时上升,要准确地测量太阳能电池芯自身的温度也是相当困难的。由此可见,很难对太阳能电池芯的温度进行高精度测量。因此,要正确地进行温度校正也会很困难。

于是,有人提出了通过产生闪烁光而不是恒定光来测量大面积太阳能电池的电流电压特性的方法。氙灯被用作产生闪烁光的模拟太阳光的光源,一种测量方法是使用一次发光时间比较长的闪烁光,通过单一闪烁光进行测量,另一种测量方法是使用多次发光时间短的闪烁光,通过短脉冲闪烁光进行测量。

无论是利用哪一种闪烁光测量太阳能电池的电流电压特性,都几乎没有如恒定光那样在测量过程中太阳能电池温度上升的问题,所以,很难产生上述的因太阳能电池芯的暂时温度上升而导致的误差。

此外,由于发光时间变短,因而利用闪烁光进行数据采集的太阳仿真器可以缓解上述恒定光太阳仿真器所发生的光学元件劣化问题,有延长灯的使用寿命的优点。

图 5 显示的是单一闪烁光的波形图。单一闪烁光方式使用可以输出大电流的直流电源,使氙灯进行闪烁点亮。在光脉冲波形的最初有照度较大地上下浮动的部分,之后,照度转为恒定。使用单一闪烁光的测量方法时,在脉冲波形中照度达到恒定的过程中,通过边控制负荷边采集从被测量体的太阳能电池输出的电流与电压的数据,测量该太阳能电池的输出。

但是,众所周知,在使氙灯闪烁点亮的情况下,其照度不稳定。

为此，进行闪烁点亮时需要使照度具有 $\pm 5\%$ 左右的允许范围幅度。虽然通过发光时的照度进行照度校正，但在太阳能电池的特性未知且允许范围大的情况下，测量精度将会恶化。

另外，为在一次的发光中扫描太阳能电池的负荷并获得 I-V 特性曲线，需要制作超过 100msec 的长脉冲。为了进行这样的长脉冲发光，必须加长本次发光与下次发光之间的休止时间。因此，在最初的闪烁点亮时，如果照度不合适而未完全进行照度调整，则下一次点亮必须等待较长的时间。同时，由于使之进行长脉冲点亮，对光源灯的负荷大，灯寿命将会缩短。

利用多次照射短脉冲闪烁光的测量方法时，由于是使之闪烁点亮，对光源灯的负荷小，所以，能够以短的间隔使之发光。此外，因为发光时间短，且灯内部的状况（例如温度）难以变化，故峰值照度易稳定。由于被测量体的太阳能电池感光的光脉冲短，所以，被测量体的温度也不容易上升。

但是，利用短脉冲闪烁光的这一测量方法存在以下问题。图 6 显示的是短脉冲闪烁光的波形图。如该图所示，多次照射的各闪烁光的波形呈顶部没有平坦部的山状（山麓幅度约为 1msec）。因此，在一次的闪烁点灯中，只能采集一组（照度、太阳能电池的输出电流与电压）数据。如果测量响应迟缓的太阳能电池，由于太阳能电池的输出响应不能完全跟踪上照度波形，输出测量有时变低。

【专利文献 1】 专利第 2886215 号公报

【专利文献 2】 特开 2003-31825 号专利公报

发明内容

鉴于以往的太阳仿真器存在上述种种问题，本发明的目的在于提供一种太阳仿真器的测量方法，无论是响应时间快的太阳能电池，还是响应时间慢的太阳能电池均可以高精度地进行测量。

解决上述问题的本发明的技术方案提供一种太阳仿真器的测量方法，其特征在于具有：使光源发出具有顶部平坦的脉冲波形的闪烁

光的步骤；通过照度检测器对该闪烁光进行感光并检测其照度，按照该检测值将光源的照度控制在规定范围内的步骤；用上述闪烁光照射被测量体的太阳能电池，控制该太阳能电池的负荷并单点测量从太阳能电池输出的电流和电压的测量步骤；使光源发出多次闪烁光并对各闪烁光进行上述测量步骤。在这里，最好是在1次闪烁中维持恒定负荷，并在来自太阳能电池的输出饱和的闪烁的后半部采集数据。

此外，解决上述问题的本发明的其他技术方案提供一种太阳仿真器的测量方法，其特征在于具有：使光源发出具有顶部平坦的脉冲波形的闪烁光的步骤；通过照度检测器对该闪烁光进行感光并检测其照度，按照该检测值将光源的照度控制在规定范围内的步骤；用上述闪烁光照射作为被测量体的太阳能电池，边扫描该太阳能电池的负荷边多点测量从太阳能电池输出的电流和电压的测量步骤；使光源发出多次闪烁光并对各闪烁光进行上述测量步骤。通过适当地形成闪烁脉冲宽度和闪烁间隔并狭窄的规定照度范围内进行测量，可以实现高精度的测量。

可以采用的另外一种构成是，在上述测量步骤之前设定预备测量步骤，利用来自上述光源的闪烁光照射被测量体的太阳能电池，控制负荷并求出上述太阳能电池特性值的概略值。

例如，可以采用如下构成，在上述测量步骤之前设定一个步骤，利用来自上述光源的闪烁光照射被测量体的太阳能电池，控制负荷并求出作为上述太阳能电池特性值的短路电流 I_{sc} 、开路电压 V_{oc} 、最大功率 P_{max} 等概略值。

还可以采用以下某种构成，即，光脉冲波形的上述闪烁点亮中的光脉冲波形上部平坦部宽度为约4msec以上；多次进行上述闪烁点亮，将各闪烁光的周期设为0.5~1.5sec；针对上述测量的照度波形，根据从被测量体输出的电流、电压波形计算该被测量体的响应时间，并适当地设定控制上述太阳能电池的负荷的速度，通过增减闪烁点亮次数来进行数据采集；根据作为基准的太阳能电池的短路电流或者最大功率的测量结果，与作为上述基准的太阳能电池的短路电流或者最大功

率的校正数据的比率，控制从光源发出的闪烁光的照度设定。作为改变此处的输出电流及电压的负荷，除了电子负荷外，还使用双极性电源等。

基于本发明的太阳能电池的输出特性测量方法如下。首先，使外加电压受到控制的光源多次闪烁发光以达到规定的照度，并照射被测量体。用照度检测器检测此时的照度。由于发光时间短，所以光源的温度变化也小，即是缩短发光的间隔也可以使照度大致保持恒定。本发明只在规定照度乃至接近于规定照度的照度下，对被测量体的电流及电压数据进行采集。

即，在检测出的照度为允许范围外时，控制外加电压再次进行闪烁发光，使之收缩到允许范围内。如果检测出的照度是在允许范围内，则对于从上述被测量体输出的电流及电压，边控制该被测量体的负荷电路内的负荷边进行1次或者2次以上的数据采集。由于在脉冲波形的顶部存在平坦的部分，故响应快的太阳能电池自不必说，即使是响应慢的太阳能电池，也可以通过加长平坦部分的长度来进行准确的测量。边控制被测量体的负荷电路内的负荷边反复进行多次闪烁发光，执行所希望的测量点处的电流与电压的数据采集，求出I-V曲线。

此外，在进行基于上述测量步骤的数据采集之前，最好进行预备测量。照射与正式测量相同的闪烁发光，扫描负荷求出被测量对象的太阳能电池的短路电流 I_{sc} 、开路电压 V_{oc} 、最大功率 P_{max} 的概略值。可使用该概略值来设定与测量对象太阳能电池的响应相对应的负荷的扫描，能够使正式测量时的扫描速度降低。在一次的闪烁发光没有完成的情况下，通过多次闪烁发光来进行预备测量中的负荷的扫描。

在预备发光后，实施符合于被测量体的太阳能电池特性的负荷控制，并采集电流和电压的数据，求出I-V曲线。除了一次闪烁测量外，上述预备发光后的正式测量也可以通过多次闪烁分割测量I-V曲线。

与以往的太阳模拟方法相比，按照上述方法，可以得到相当高速且高精度地测量太阳能电池的输出特性的效果。

此外,对于上述的在一次闪烁发光期间维持负荷恒定的方法、或者扫描负荷的方法以及在预备测量后利用一次发光进行测量的方法和利用多次发光进行测量的方法,可以切换使用这些各种测量方法。如果这样切换使用各种方法,则可以用一台太阳仿真器有选择性地切换高速、高精度地测量响应比较快的太阳能电池的模式,和测量响应比较慢的太阳能电池的模式。其结果是,可以使一台太阳仿真器实现多种多样的运用。

在本发明中,由于闪烁光脉冲波形的顶部是平坦的,所以可以确保照度达到恒定的时间,响应快的太阳能电池自不必说,即便是响应慢的太阳能电池也可以进行测量。

此外,由于光源发出的是脉冲型的闪烁光,故可保持光源的温度等条件恒定,使之以短的时间间隔反复发出照度稳定的闪烁光。由于照度稳定,故可以在狭窄的规定范围内的照度下进行测量,能够进行高精度的测量。虽然一般地进行从测量时的照度到规定照度($1000\text{W}/\text{m}^2$)的照度校正换算,但在照度与太阳能电池输出的关系为非线性时,或者为未知时,如果测量照度与规定照度之差较大仍按照比例计算来进行照度校正,则误差将会变大。

在一次的闪烁光发光期间,如果台阶状地或者连续地扫描电子负荷,则能够用一次闪烁光进行100~200点的测量,可以实现高速测量。如果是响应慢的太阳能电池,可以通过一次闪烁光,维持负荷恒定并进行单点测量,但即使是通过一次闪烁光进行负荷扫描,也可以通过加长闪烁光的脉冲波形达到平坦的时间来进行测量,实现高速测量。

只要在控制太阳能电池的负荷并测量电流与电压的正式测量之前,以来自光源的闪烁光照射被测量体的太阳能电池,实施边扫描该太阳能电池的负荷边求出上述太阳能电池特性值的短路电流 I_{sc} 、开路电压 V_{oc} 、最大功率 P_{max} 等概略值的预备测量,则在正式测量中,就可以采用与作为被测量体的太阳能电池的特性相适合的扫描速度,可以进行更高效的测量。

附图说明

图 1 所示是一例实施本发明测量方法的太阳仿真器的方框图；

图 2 所示是一例原理性地显示本发明方法所用的中脉冲闪烁光的照度波形的波形图；

图 3 所示是采用了发出本发明作为光源所用的在脉冲波形的顶部具有平坦部的闪烁光的 LC 电路的脉冲宽度控制电路的方框图；

图 4 所示是原理性地显示以往的太阳仿真器的光源光的波形的照度波形图，是显示恒定光的照度与时间之关系的图；

图 5 所示是单一闪烁光的波形图；

图 6 所示是短脉冲闪烁光的波形图。

具体实施方式

下面，根据附图对本发明的实施形态例进行说明。在本发明中，使用的是具有比单一闪烁光短、比短脉冲闪烁光长的脉冲宽度的中脉冲闪烁光。图 1 所示是一例实施本发明测量方法的太阳仿真器的方框图，图 2 所示是一例原理性地显示本发明方法所使用的中脉冲闪烁光的照度波形的波形图。图 3 是将采用了发出本发明中所用的在脉冲波形的顶部具有平坦部的闪烁光的 LC 电路的脉冲宽度控制电路的中间进行了省略的方框图。

在应用本发明测量方法的图 1 的太阳仿真器中，其光源灯、例如氙灯 1 的电源电路 1A 具有使用了图 3 所示的多个线圈 L 和电容器 C 的脉冲宽度控制电路 2（或者脉冲宽度延长电路 2）。在这里，确定各个电容器 C 和线圈 L 的容量时，需要使照度波形的上部平坦部的平坦度达到期望的形状。因此，灯 1 的电源电路 1A 通过图 3 的脉冲宽度控制电路 2 的作用，如图 2 的波形图中原理性地例示所示，可以控制光脉冲波形的上部平坦部，以使其达到约 4msec 以上并使灯 1 闪烁发光。光脉冲的宽度需要考虑被测量体的太阳能电池的响应性适当地确定。例如，在太阳能电池的响应性快时，可以使图 2 所示的脉冲波

形的上部平坦部短于 4msec。与之相反，在响应性较慢时，则需要使图 2 所示的脉冲波形的上部平坦部达到 4msec 或 4msec 以上，例如大约 10msec 左右。在太阳能电池的响应性非常迟缓的情况下，作为一个例子也可以调整到 100msec 左右。

在光脉冲的上部平坦部为约 4~20msec 时，将闪烁点亮周期设定为 0.5~1.5sec，可以避免氙灯的温度过热而获得稳定的照度。利用能够输出大电流的直流电源，即使以使氙灯 1 闪烁点亮的方式来扩展光脉冲宽度，也可以作为实施本发明测量方法的太阳仿真器的光源来使用。

如图 1 所示，太阳能电池固定在可以对氙灯 1 的光进行感光的位置，在上述情形下被闪烁点亮的氙灯 1 的照度可以通过太阳能电池驱动的照度检测器 3 来进行检测。作为该检测器 3，最好使用与被测量体同样性能的太阳能电池芯。

在本发明的太阳仿真器中，可以改变从作为被测量体而配置在光源灯 1 对面的太阳能电池 4 输出的电流、电压。为此，在该太阳能电池 4 的输出端子上连接负荷电路 5 的电子负荷 5A。在具有电子负荷 5A 的负荷电路 5 中，5B 是直流电源，5C 是分流电阻。即便将电子负荷 5A 和直流电源 5B 置换成双极性电源等也可以实施。

上述太阳能电池 4 输出的电流和电压以及由照度检测器 3 检测出的照度数据，由本发明的太阳仿真器数据采集系统进行采集。如图 1 所示，该数据采集系统是在具有数据采集板 6a 和模拟输出板 6b 的个人计算机 6 上，连接将模拟输出信号转换成可用数据采集板 6a 采集的信号的数据处理板 7 而构成。这里，8 是为将来自个人计算机 6 的数据赋予电子负荷 5A 而连接的电子负荷指令电路。

以往的照度设定如下。在配置测量对象的太阳能电池 4 的位置，取代太阳能电池 4 而配置作为基准的太阳能电池，将照度检测器 3 配置在规定的位置。在基准太阳能电池上，带有规定照度 ($1000\text{W}/\text{m}^2$) 下的短路电流 I_{sc} 或者最大功率 P_{max} 的校正数据。将该校正数据预设于数据采集板 6a 上。然后，让氙灯 1 发光，测量此时的基准太阳

能电池的输出和照度检测器 3 的输出。逐次变更灯电压或灯电流，反复进行测量，以使基准太阳能电池的输出的测量结果与校正数据相吻合。将基准太阳能电池的输出的测量结果达到与校正数据相吻合时的照度检测器的输出存储起来。至此，照度设定完成。在以往这种照度设定中，试行错误非常多，照度设定需要很长时间。

完成照度设定后，拆下基准太阳能电池，接着放置并连接被测量体的太阳能电池 4。控制灯电压或者灯电流，在规定照度的附近进行测量，以使照度检测器 3 检测出的照度达到上述所存储的照度。

本发明将一般所周知的照度与太阳能电池输出 I_{sc} 、 P_{max} 的相关关系作为运算部预先植入软件。在上述测量基准太阳能电池的阶段，根据基准太阳能电池的测量结果和校正数据，按照相关关系式运算并储存照度检测器 3 的目标照度。在基准太阳能电池的下次测量中，测量时控制灯电压，以使照度检测器 3 的照度达到该目标照度，所以，基准太阳能电池的测量结果以接近于校正数据的数据被测定出来。以往，在重复试行错误中进行照度设定，而本发明可以用非常少的次数进行照度设定。

在本实施例中，数据采集板 6a 通过个人计算机 6 的运算部比较预先设定的规定照度 ($1000\text{W}/\text{m}^2$) 和被照度检测器 3 检测出的照度。然后，根据运算部的运算结果，对控制光源氙灯 1 的外加电压的模拟输出板 6b 的输出指令进行控制并调整照度。

由于氙灯 1 进行短时间的闪烁发光，所以几乎没有温度上升，即使是以 $0.5 \sim 1.5\text{sec}$ 的间隔发光，也可以通过根据照度检测器 3 的输出适当地控制灯电压，在高精度地维持规定照度 ($1000\text{W}/\text{m}^2$) 的状态下发出稳定的闪烁光。

这样，在本发明中，可以通过照度检测器 3 和个人计算机 6 的运算部自动调整氙灯 1 的照度，以往通过手动操作而需要相当长时间的照度调整，只要在短时间内就可以实现。此外，因为照射时间不增加，所以也不会导致测量对象的太阳能电池的温度上升。因而，可以改善以往方法的难点，避免因照射时间长而导致太阳能电池的特性变化乃

至难以进行高精度测量。

本发明的太阳仿真器是一种如上述的装置。可以利用适当的灯电压使氙灯 1 闪烁点亮，由照度检测器 3 检测出其照度。检测出来的照度经由数据处理板 7 在数据采集板 6a 的运算部进行与规定照度 ($1000\text{W}/\text{m}^2$) 的比较运算。如果检测照度与规定值相同或者接近于规定值 (称该范围为允许范围)，则原样不变地转移到太阳能电池 4 的输出测量。

虽然通过多次闪烁来进行测量，但在检测照度或高或低地偏离规定值的允许范围时，可以逐个闪烁地增减灯电压，进行自动控制，以便使照度达到规定值 (包括允许范围)。预先把握照度的特性，看其相对于灯电压是如何变化的，可以根据灯电压来调整照度。

在照度接近于规定值时，对于太阳能电池 4 上所连接的电子负荷 5A，根据来自其电子负荷指令电路 8 的输出控制负荷，并增减从太阳能电池 4 输出的电流。电子负荷指令电路 8 通过连续地进行增减来扫描电子负荷 5A，或台阶状地使之变化，以个人计算机 6 和数据采集板 6a 为主体的数据采集系统可以在氙灯 1 的一次闪烁期间采集 100 ~ 200 组左右的照度数据以及用于 I-V 曲线的太阳能电池 4 的输出电流、电压数据。在预备测量后的正式测量中，如果进行多次闪烁并分割测量 I-V 曲线，则还可以测量 400 组以上的数据。

在本发明中，实施正式测量之前进行预备测量。在预备测量中，进行与正式测量相同的闪烁发光。在该闪烁发光中，加快扫描速度，使电子负荷 5A 宽范围地变化，求出测量对象的太阳能电池 4 的短路电路 I_{sc} 和开路电压 V_{oc} 的概略值。通过求解该概略值，能够确定电子负荷 5A 的扫描范围，可以减慢正式测量时的扫描速度。该预备闪烁发光也可以通过多次闪烁来进行。通过按多次闪烁的方式进行，可以进一步提高概略值的精度，在接下来的正式测量中，可以实现更适合于被测量体的太阳能电池特性的负荷扫描。

这样，求出短路电路 I_{sc} 和开路电压 V_{oc} 的概略值后，就可进行用于生成 I-V 曲线的闪烁发光。点亮灯 1 进行电子负荷扫描，得到 I

-V 曲线的 100~200 点的数据。进而，在光脉冲接近其波形中的上部平坦部终端的时刻，停止数据的采集，让氙灯 1 暂时休止。其间，为了下一次闪烁点亮，对灯电压进行控制。在经过了预先设定的休止时间后，进行下一次闪烁点亮，以与上述的步骤同样的做法，进行照度的比较，采集下一次输出特性的数据，并反复这一步骤。各闪烁光的测量点，通过使其一部分重叠可以轻易地连接起来。在本发明的实施例中，通过 2 次闪烁发光采集到了 400 点的数据，并得到 I-V 曲线。因而，即使是在预备测量中使用了 2 次闪烁发光，也可以通过总计 4 次的闪烁发光完成测量。由于各闪烁发光的间隔为 0.5~1.5sec，故可以进行约 5sec 左右的测量。正式测量时，也可以根据被测量体的太阳能电池的响应情况，将闪烁次数增加到数次进行测量。

通过以上步骤，可以采集与被测量体的太阳能电池 4 的输出测量所需点数相应的数据，并根据采集的数据生成 I-V 曲线。在本发明中，照度的确认、用于控制的发光次数、用于短路电流检测的发光次数、用于 I-V 数据测量的发光次数均不限于上述示例。

另外，在实施例的电子负荷 5A 的控制中，除了控制电流之外，也可以采用控制电压的方式。在数据采集过程中，有逐次记录经过时间中的照度信号、记录对应于上述时间的太阳能电池 4 的电流、电压信号的情况。根据该记录数据的运算，可以计算出相对于照度的被测量体的输出响应延迟。也可以依照上述输出响应延迟对扫描速度、闪烁次数进行计算和增减，以此来进行适合于响应延迟的测量。

在上述实施例中，虽然是通过一次闪烁发光扫描电子负荷 5A 而取得多点数据，但本发明并非仅限于此。例如，也可以在一次闪烁发光期间不进行电子负荷扫描，而通过一次闪烁发光取得一点数据。测量响应非常慢的太阳能电池时，维持一次闪烁中的电子负荷 5A 的恒定控制状态，在来自作为被测量体的太阳能电池的输出饱和的光脉冲后半部采集数据。根据太阳能电池的响应性加长光脉冲波形上部平坦部的长度。例如，将标准 4msec 的平坦部时间加长到 8~10msec。

在图 6 所示的短脉冲闪烁发光中，由于脉冲波形中没有平坦部，

所以未能测量响应慢的太阳能电池，但在本发明中，因为脉冲波形中存在平坦部，所以即便是响应慢的太阳能电池也可以进行准确的测量。同时，闪烁发光的间隔也可以维持在约 0.5 ~ 1.5sec。

相反，也可以加长一次闪烁光的平坦时间，例如至 10msec 以上，通过一次闪烁发光取得 400 点以上的数据。

上述本发明可以得到如下所述的效果，在产业上极为有用。

(1) 通过在一次闪烁发光期间台阶状地扫描负荷，可以以较少的闪烁点亮次数进行测量，缩短测量时间。例如，在设闪烁点亮周期为约 1sec、通过 5 次闪烁发光来进行测量的情况下，测量时间为约 5sec，能够实现高速测量。而在以往的短脉冲方式的情况下，如果闪烁点亮 100 ~ 160 次，则测量时间为约 15 ~ 30sec。

(2) 即便是响应性慢的太阳能电池，也可以依照其响应性使电子负荷的控制速度适当，所以可以高速且高精度地进行测量。

(3) 由于一次闪烁发光的时间短，易于保持光源的状态恒定，所以可以控制照度达到规定照度乃至非常接近规定照度，几乎不存在照度校正误差。结果可以实现高精度的测量。另外，因为进行规定照度乃至接近规定照度下的测量，所以即便是照度与太阳能电池输出电流之关系不明确，也可以进行高精度的测量。

(4) 因为可以以较少的闪烁点亮次数来进行测量，所以到达灯寿命的测量次数与以往的方法相比可以增大数倍以上。另外，因为可以以较少的闪烁点亮次数来进行测量，所以被测量体（太阳能电池）不易因测量时的受光而升温。

图1

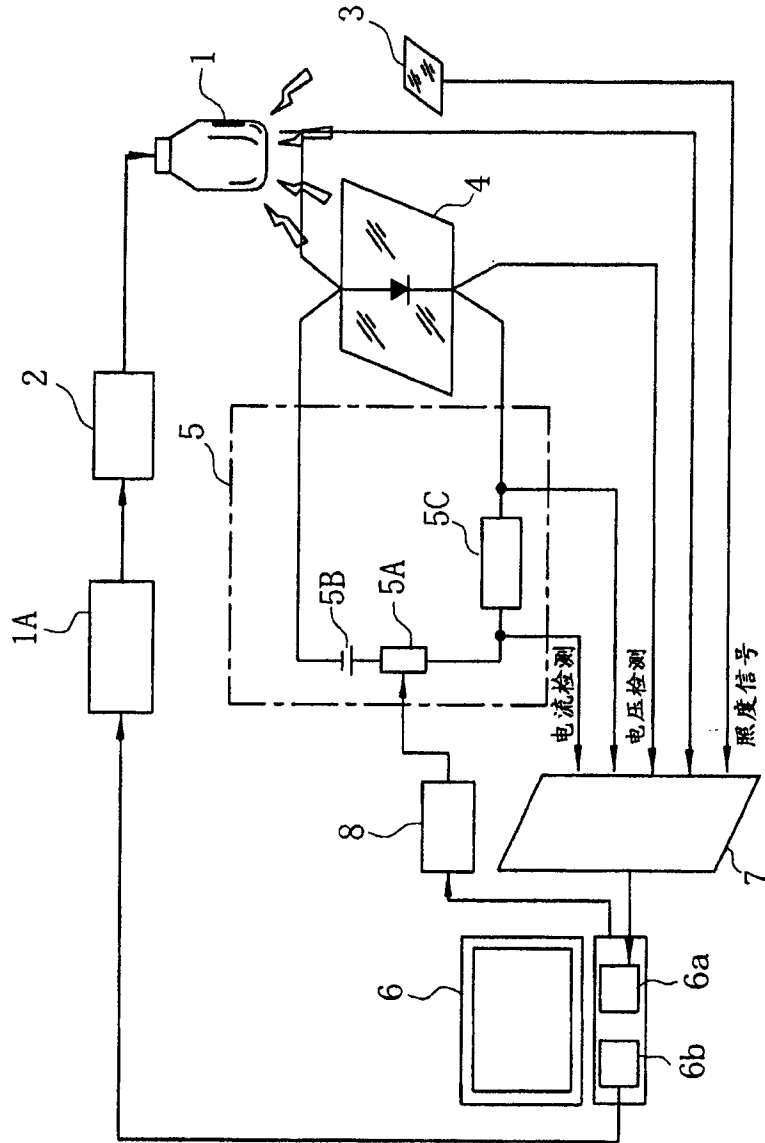


图2

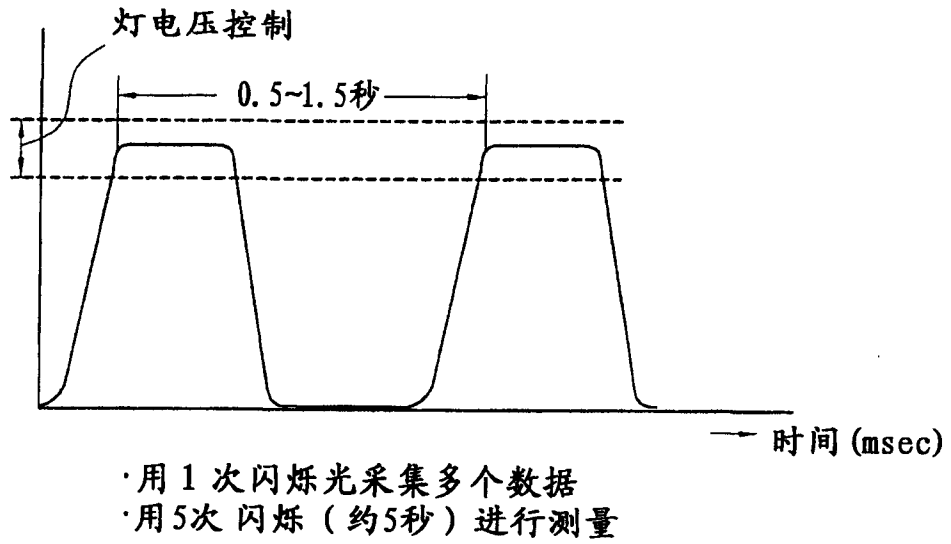


图3

