

[12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 96106208.8

[45] 授权公告日 2002 年 1 月 2 日

[11] 授权公告号 CN 1077322C

[22] 申请日 1996.5.8 [24] 颁证日 2002.1.2

[21] 申请号 96106208.8

[30] 优先权

[32] 1995.5.11 [33] JP [31] 113345/1995

[73] 专利权人 株式会社日立制作所

地址 日本东京

[72] 发明人 白川晋吾 室泽史郎

[56] 参考文献

EP 494507A1 1992.7.15 H01C7/10

JP 平 6-318505A 1994.11.15 H01C7/02

US 4733175A 1988.3.22 G01R31/02

审查员 刘红梅

[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

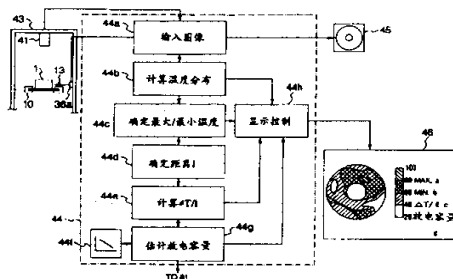
代理人 冯赓宜

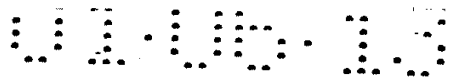
权利要求书 2 页 说明书 14 页 附图页数 11 页

[54] 发明名称 估计氧化锌元件放电容量的方法, 筛选元件的方法及系统

[57] 摘要

使得给定能量的电流流运氧化锌元件(1)以便从中产生热。产生了热的元件 1 由照相机(41)照相, 根据照相图像得到元件(1)的温度分布(44b)。确定最大和最小温度(44c), 同时确定显示这两个温度的点之间的距离 l(44d)。把最大与最小温度之间的差 ΔT 除以距离 l 以得到指标 ($\Delta T/l$) (44e)。预先获得指标与放电容量之间的关系, 并且把这个关系存储在存储部分中(44f)。使得存储部分中存储的关系(44f), 得到与所获得的指标相对应的放电容量(44g)。

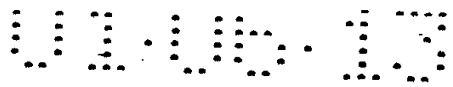




权 利 要 求 书

1. 一种估计氧化锌元件的放电容量的方法，该方法包括：
预先获得氧化锌元件的放电容量与表示给定能量的电流流过氧化锌元件时该氧化锌元件的热应力趋势的指标之间的关系，
使得所述给定能量的电流流过氧化锌元件，
测量使得所述电流流过其中以产生热的氧化锌元件的表面的最大温度与最小温度，
利用所述最大温度和所述最小温度确定所述指标，
使用所获得的指标和预先获得的关系，得到放电容量。
2. 按照权利要求 1 的方法，其中确定所述指标的步骤还包括测量所述氧化锌元件表面的最大温度点与最小温度点之间的距离，从而把所述最大与最小温度之差除以所述距离得到所述指标的步骤。
3. 按照权利要求 1 的方法，其中确定所述指标的步骤还包括获得所述最大与最小温度的比率从而得到所述指标的步骤。
4. 一种通过判断氧化锌元件是否适合用作避雷器中的电阻器以筛选氧化锌元件的方法，所述方法包括：
应用权利要求 1—3 中的任何一项所述的估计方法，估计氧化锌元件的放电容量，
使得用作避雷器的电阻器的氧化锌元件所要求的额定放电电流流过氧化锌元件，并且确定其时施加在氧化锌元件上的极限电压，
当 1mA 的小电流流过氧化锌元件时，确定施加在氧化锌元件上的运行电压，以及
当估计的放电容量比预先确定的放电容量大，确定的极限电压比预先确定的极限电压小，以及确定的运行电压比预先确定的运行电压大时，判断氧化锌元件适合用作避雷器的电阻器。
5. 一种用于估计氧化锌元件的放电容量的装置，包括：
一个能量注入装置，使得给定能量的电流流过氧化锌元件，
一个照相装置，对因使得电流流过其中而产生热的氧化锌元件照





相，

一个温度分布计算装置，根据照相装置照下的氧化锌元件的图像照片，得到氧化锌元件的表面温度分布，

一个最大温度和最小温度确定装置，确定由温度分布计算装置得到的氧化锌元件不同部分的温度的最大温度和最小温度，

一个指标计算装置，利用所述最大温度与最小温度，确定表示氧化锌元件的热应力趋势的指标，

一个存储装置，存储氧化锌元件的放电容量与通过使得所述能量的电流流过其中而产生热的氧化锌元件的所述指标之间的关系，以及

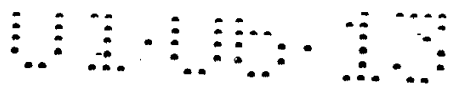
一个放电容量估计装置，使用存储装置中存储的关系，获得与指标计算装置所得到的指标相对应的放电容量。

6. 按照权利要求 5 的装置，其中还包括一个距离确定装置，用于确定最大温度点与最小温度点之间的距离，所述指标等于所述最大温度与所述最小温度之差除以所述距离确定装置所确定的距离而得到的值。

7. 按照权利要求 5 的装置，其中通过计算所述最大温度与所述最小温度的比率而得到所述指标。

8. 按照权利要求 5—7 中的任何一项的装置，其中还包括一个输出装置，输出温度分布计算装置所得到的氧化锌元件的温度分布，以及放电容量估计装置所得到的放电容量。





说 明 书

估计氧化锌元件放电容量的方法， 筛选元件的方法及系统

本发明涉及一种估计主要用于避雷器的氧化锌元件的放电容量的方法，一种筛选该元件的方法，以及实现这些方法的系统。

主要由氧化锌组成的电力元件用作电力设备中过电压保护的非线性电阻器。

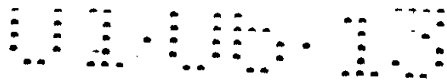
氧化锌元件对 TOV(暂时过电压)的放电容量早在 1975 年在 60kV 避雷器中为 $125\text{J}/\text{cm}^3$ ，以及在 1985 年中期在 500kV 高性能避雷器中变为 $250\text{J}/\text{cm}^3$ 。在不远的将来，将在 1000kV 避雷器中预料超过 $300\text{J}/\text{cm}^3$ 的放电容量。对 1000kV 避雷器，计划使用由其 4 个并联安排并由其 294 个串联安排的高性能的氧化锌元件，并且各个这些元件的放电容量将是非常重要的因素。

氧化锌元件是通过把作为主要成分的氧化锌与少量的铋、锑、钴、锰、铬以及诸如此类的氧化物相混合，使混合物成粒状，模制颗粒，在空气中高温烧制模制的产品，以及对由此产生的烧结体通过火焰喷涂来装备金属电极而制造的。这种氧化锌元件的非线性电压—电流特性非常优良，并且这种优良特性被认为是由于大约为 $10\mu\text{m}$ 直径的低电阻 ZnO 颗粒与主要由比如大约为 0.1μ 颗粒尺寸的 Bi_2O_3 的附加物所组成的高电阻氧化层之间的面接而引起的。然而，如上所述，由于氧化锌元件是通过在氧化锌添加许多金属氧化物细粉并且烧结该混合物而制造的，所以细粒结构易于变得不均匀。因此，当在通过电流对其施加一个应力时，对各个氧化锌元件容易出现放电容量的波动。

存在基本的非破坏性检查方法，例如，通过超声波探伤，X 射线照相，或者实际上是用流过电流来实现的能量注入方法，以便确定氧化锌元件的放电容量。

在这些方法之中，能量注入方法在 JP-A-62-179701 中公开。按照





这种方法,预先掌握使电流通过其中时合格(好)的氧化锌元件表面上的温度分布图形,并且然后对待筛选的元件施加小于其放电容量的临界值的 $1/3$ 的电流能量,以便获得该元件的温度分布图形,并且把这样获得的元件表面上的温度分布图形与预先掌握的合格氧化锌元件的温度分布图形相比较,由此判断待筛选氧化锌元件为合格(好)/不合格(坏)或其质量。

按照比如超声波探伤或 X 射线照相这样的非破坏性检查,能识别元件中的大空隙或裂缝,但是小空隙易于忽视,并且此外很难发现成分分布的偏差。因此,不能确定待筛选氧化锌元件的放电容量,以及不能准确判断氧化锌元件为合格/不合格。

此外,按照 JP-A-62-179701 中公开的方法,是通过比较温度分布图形来作出质量判断,这在某种程度上是准确的。然而,不能数字上获得待筛选元件的放电容量,并且不能准确地作出最终的质量判断。

本发明的目的是提供一种用数字估计待筛选氧化锌元件的放电容量的方法,一种筛选氧化锌元件的方法,通过该方法由估计的放电容量来准确地判断氧化锌元件的质量,以及实现这些方法的设备。

按照本发明估计氧化锌元件的放电容量以实现上述目的的方法包括:

预先获得氧化锌元件的放电容量与表示给定能量的电流流过氧化锌元件时该氧化锌元件的热应力趋势的指标之间的关系,

使得所述给定能量的电流流过氧化锌元件,

测量使得所述电流流过其中以产生热的氧化锌元件的表面的最大温度与最小温度,

利用所述最大温度和所述最小温度确定所述指标,

使用所获得的指标和预先获得的关系,得到放电容量。

在这里使用的指标可以是最大温度与最小温度的比率。在这种情况下,需要预先知道氧化锌元件的最大温度/最小温度比率与放电容量之间的关系。

按照本发明筛选氧化锌元件以实现上述目的的方法包括:





应用上述估计方法估计氧化锌元件的放电容量，

使得用作避雷器的电阻器的氧化锌元件所要求的额定放电电流流过氧化锌元件，并且确定其时施加在氧化锌元件上的极限电压，

当 1mA 的小电流流过氧化锌元件时，确定施加在氧化锌元件上的运行电压，以及

当估计的放电容量比预先确定的放电容量大，确定的极限电压比预先确定的极限电压小，以及确定的运行电压比预先确定的运行电压大时，判断氧化锌元件适合用作避雷器的电阻器。

一种用于估计氧化锌元件的放电容量的装置，包括：

一个能量注入装置，使得给定能量的电流流过氧化锌元件，

一个照相装置，对因使得电流流过其中而产生热的氧化锌元件照相，

一个温度分布计算装置，根据照相装置照下的氧化锌元件的图像照片，得到氧化锌元件的表面温度分布，

一个最大温度和最小温度确定装置，确定由温度分布计算装置得到的氧化锌元件不同部分的温度的最大温度和最小温度，

一个指标计算装置，利用所述最大温度与最小温度，确定表示氧化锌元件的热应力趋势的指标，

一个存储装置，存储氧化锌元件的放电容量与通过使得所述能量的电流流过其中而产生热的氧化锌元件的所述指标之间的关系，以及

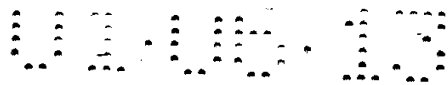
一个放电容量估计装置，使用存储装置中存储的关系，获得与指标计算装置所得到的指标相对应的放电容量。

按照本发明用于估计氧化锌元件的放电容量的装置选择性地包括：

一个距离确定装置，用于确定最大温度点与最小温度点之间的距离。

当使得给定能量的电流流过氧化锌元件时，氧化锌元件的温度与该能量相对应的增量自然升高。因此，因注入给定能量而加热的氧化锌元件的表面温度分布与氧化锌元件的放电容量之间有一定的关





系。更具体地说，把加热的氧化锌元件表面的最大温度与最小温度之间的差除以最大温度点与最小温度点之间的距离而获得的值，与氧化锌元件的放电容量之间有一定的关系。此外，加热的氧化锌元件表面的最大温度与最小温度的比率也与氧化锌元件的放电容量之间有一定的关系。

因此，预先获得放电容量与上述用作指标的值之间的关系，并且实际使得给定能量的电流流过氧化锌元件，并且获得因使电流流过而加热的氧化锌元件的指标。使用这个指标及预先获得的关系，能数字上得到氧化锌元件的放电容量。

因此，由于放电容量如上所述清楚地用数字表示出来，所以能准确地判断氧化锌元件的质量(好或坏，即，合格或不合格)。

为了判断氧化锌元件是否适合用作避雷器的电阻器，除上述对放电容量作出判断外，还必须对极限电压和运行电压作出判断。

由于氧化锌元件具有其电阻率随温度增加而降低的性能，所以在施加给定能量下在温度升高条件下确定的氧化锌元件的运行电压，要比在没有温度升高条件下的小。因此，当在元件已经加热之后确定元件的运行电压时，能在更为严格的条件下评估运行电压。确定元件的运行电压是通过使得微小电流流过其中而实现的，因此该确定与其它种种确定相比更为精密。因此，在对元件施加相对大的能量，以实现确定放电容量或极限电压中，当在元件中出现微小裂缝时，这些裂缝影响运行电压。因此，即使在确定放电容量或极限电压时出现了裂缝，在确定了放电容量和极限电压之后，通过实现运行电压的确定，能识别这些裂缝。

下文将参考附图说明按照本发明的用于筛选氧化锌元件的系统的一个例子。

图 1 是表示按照本发明的一个例子的氧化锌元件筛选系统的结构的示意图。

图 2 是按照本发明的一个例子的氧化锌元件筛选系统的一片的斜视图。



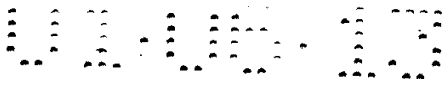


图 3 是按照本发明的一个例子的氧化锌元件筛选系统的传送装置的上视图。

图 4 是按照本发明的一个例子的氧化锌元件筛选系统的方波电流施加装置(断开状态)的侧视图。

图 5 是按照本发明的一个例子的氧化锌元件筛选系统的方波滑移装置(闭合状态)的侧视图。

图 6 是说明按照本发明的一个例子用于估计氧化锌元件的放电容量的系统的功能方块图。

图 7 是说明按照本发明的一个例子的氧化锌元件筛选系统的控制装置的功能方块图。

图 8 是表示按照本发明的一个例子的方波产生电路所产生的电流波形的曲线图。

图 9 是表示按照本发明的一个例子的雷电冲击产生电路所产生的电流波形的曲线图。

图 10 是表示按照本发明的一个例子的指标($\Delta T/l$)与放电容量之间关系的曲线图。

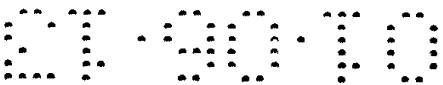
图 11 是表示按照本发明的一个例子的指标(T_{max}/T_{min})与放电容量之间关系的曲线图。

图 12 是说明怎样获得按照本发明的一个例子的指标($\Delta T/l$)的图形。

图 13 是说明在氧化锌元件中偏移温度分布情况下氧化锌元件中热应力是怎样产生的图形。

图 14 是说明通过氧化锌元件的电流与电压之间关系的曲线图。

如图 1 所示, 该例的筛选装置包括多个平板架 10, 其上安装氧化锌元件 1, 一个传送装置 20, 它传送其上安装了氧化锌元件 1 的平板架 10, 一个方波电流施加装置(能量注入装置)30, 它使得方波电流流过安装在平板架 10 上传送的氧化锌元件 1, 一个放电容量估计装置 40, 它对由方波电流施加装置 30 使得方波电流流过其中的氧化锌元件 1 的表面照相, 并且根据由此产生的图像估计氧化锌元件 1 的放电容




量，一个极限电压确定装置 50，它使得雷电冲击电流流过氧化锌元件 1，并且确定当时的极限电压，一个运行电压确定装置 60，它使得小直流电流流过氧化锌元件 1，并且确定当时的运行电压，一个产品号码标记装置 70，它对判断为合格的元件 1 标记产品号码，以及一个控制装置 80，它控制各个装置，并且根据各个装置提供的数据判断氧化锌元件 1 的质量。

如图 2 所示，平板架 10 有一个金属板 11，其上能安装三个氧化锌元件 1，1，1，一个包盖金属板 11 的绝缘平板架框 12，以及通告金属板 11 上存在氧化锌元件 1，1，1 的销子 13，13，13。金属板 11 的侧边由绝缘平板架框 12 包盖，并且该板的上表面和下表面露出。在该例中，考虑元件 1 的装载，能在平板架 10 上安装三个元件，但是安装在平板架上的元件数量可以是一个或多于三个。

如图 1 和图 3 所示，传送装置 20 有多个滚子 21，21，…，沿线性传送通路安装，一个滚子驱动机构 22，它旋转多个滚子 21，21，… 开始部分的一些滚子 21a，21a，21a，一个底座 23，其上安装这些平板架，一个输送工作台 24，它具有其上有氧化锌元件 1 的平板架 10，并且把平板架 10 输送到传送通路的开始部分，以及一个接收工作台 25，它从传送通路的终止部分接收其上有氧化锌元件 1 的平板架 10。

沿传送装置 20 的传送通路以这样次序安排方波电流施加装置 30，放电容量估计装置 40，极限电压确定装置 50，运行电压确定装置 60，以及产品号码标记装置 70。

如图 4 所示，方波电流施加装置 30 有一个方波电流产生电路 31，它产生方波电流以使得流过氧化锌元件 1，一个上电极 32a 和一个下电极 32b，用于从方波电流产生电路 31 对氧化锌元件 1 提供方波电流，一个元件探测传感器 36a，它探测氧化锌元件 1 到达了上电极 36a 与下电极 36b 之间，一个驱动筒体 34a 和一个驱动筒体 34b，当氧化锌元件到达电极 32a 与 32b 之间时，它们分别移动上电极 32a 和下电极 32b，一个接触探测传感器 36b，它探测因为驱动驱动筒体 34a 和 34b 而引起的电极 32a 与氧化锌元件 1 之间的接触，一个筒体控制电路 37，



它控制驱动筒体 34a 与 34b 的驱动，一个绝缘子 33a 和一个绝缘子 33b，它们把电极 32a 和 32b 与驱动筒体 34a 和 34b 连接，以防止电流流到驱动筒体侧，以及一个架体 39，其上固定通过绝缘子 33a 和 33b 而与电极 32a 和 32b 连接的驱动筒体 34a 和 34b。

方波产生电路 31 产生如图 8 所示的与通—断冲击放电容量相对应的 2ms 的方波电流，并且当使得所述方波电流流过其中时同时确定施加在氧化锌元件 1 上的电压。上电极 32a 和下电极 32b 安排在传送装置 20 的滚子 21 的上面和下面。用于上电极的驱动筒体 34a 装备在上电极 32a 的上面，并且向下移动上电极 32a，以及用于下电极的驱动筒体 34b 装备在下电极 32b 的下面，并且向上移动下电极 32b。这样移动的电极 32a 和 32b 通过引线 35a 和 35b 与方波电流产生电路 31 电气连接。元件探测传感器 36a 有一个接触终端，并且当这个接触终端与平板架 10 的销子 13 接触时，传感器探测出氧化锌元件 1 到达上电极 32a 与下电极 32b 之间。此外，接触探测传感器 36b 有一个接触终端，并且当这个接触终端与装备在绝缘子 33a 上的板 38 接触时，传感器探测出上电极 32a 已与氧化锌元件 1 接触。各传感器 36a 和 36b 通过信号线与筒体控制电路 37 连接。当元件探测传感器 36a 探测出存在氧化锌元件 1 时，筒体控制电路 37 同时驱动驱动筒体 34a 和 34b，以及当接触探测传感器 36b 探测出上电极 32a 已与氧化锌元件 1 接触时，筒体控制电路 37 同时停止驱动筒体 34a 和 34b 的驱动。

如图 6 所示，放电容量估计装置 40 有一个红外线照相机 41，它从元件的正上方对刚好由方波电流施加装置 30 施加了方波电流之后的氧化锌元件 1 照相，一个支承红外线照相机 41 的架体 43，一个元件探测传感器 36a，它探测由传送装置 20 传送的氧化锌元件 1 到达红外线照相机 41 的正下方，一个放电容量估计计算装置 44，它根据红外线照相机照下的图像照片来估计氧化锌元件 1 的放电容量，一个永磁光盘装置 45，它存储由红外线照相机 41 照下的图像照片，以及一个显示装置 46，它显示由放电容量估计计算装置 44 引导的图像处理的结果。

放电容量估计计算装置 44 有一个作为功能元件的图像输入部分 44a, 当元件探测传感器 36a 探测出存在氧化锌元件 1 上, 它输入红外线照相机 41 提供的图像, 一个温度分布计算部分 44b, 它获得输入图像的各 1mm 网点的温度, 一个最大温度和最小温度确定部分 44c, 它确定由温度分布计算部分 44b 所得到的各 1mm 网点的温度的最大温度和最小温度, 一个距离确定部分 44d, 它确定由最大温度和最小温度确定部分 44c 所确定的最大温度点与最小温度点之间的距离 l , 一个指标计算部分 44e, 它获得把最大温度 T_{max} 与最小温度 T_{min} 之间的差 ΔT 除以距离 l 而得到的值(在下文称作“指标 $\Delta T/l$ ”), 一个存储部分 44f, 其中存储指标 $\Delta T/l$ 与放电容量之间的关系, 一个放电容量估计部分 44g, 它根据存储部分 44f 中存储的关系及指标计算部分 44e 得到指标 $\Delta T/l$ 来得到放电容量, 以及一个显示控制部分 44h, 它控制显示装置 46 的显示内容。

极限电压确定装置 50 有一个雷电冲击产生电路 51(图 1 示出), 它产生一个雷电冲击, 并且除了用雷电冲击产生电路 51 代替方波产生装置 31 以外, 与方波电流施加装置 30 相同。雷电冲击产生电路 51 产生如图 9 所示波形的 10kA 额定放电电流。具体地, 它产生这样波形的电流, 即具有 10kA 的最大波幅, 从波形上升到下落所要求的时间, 即 20ms 的波宽和从波上升到最大波幅所要求的 8ms 的时间。此外, 当产生 10kA 的额定放电电流时, 雷电冲击产生电路 51 探测施加到氧化锌元件 1 上的电压(极限电压)。

运行电压确定装置 60 有一个小电流产生电路 61, 它产生一个小直流电流, 并且除了用电路 61 代替装置 30 的方波产生装置 31 以外, 与方波电流施加装置 30 相同。电路 61 产生不同电压的 1mA 的直流电流, 并且这是一个当使得这样的 1mA 直流电流流过氧化锌元件 1 时, 能探测电压(运行电压)的电路。

如图 1 和图 7 所示, 控制装置 80 有一个评估计算装置 81, 它在不同试验中, 根据各个装置提供的信号来判断氧化锌元件 1 的质量, 一个显示装置 82, 它例如显示氧化锌元件 1 的质量判断的结果, 一个打

印机 83, 它例如打印出氧化锌元件 1 的质量判断的结果, 以及一个软磁盘装置 84, 它例如存储氧化锌元件 1 的质量判断的结果。

如图 7 所示, 评估计算装置 81 具有评估部分 81a、81b、81c 和 81d, 它们评估从各个装置输送的各个数据, 一个综合评估部分 81f, 它集中评估各个评估部分的评估结果, 以及一个标记控制部分 81e, 当特定氧化锌元件 1 判断为适合用作避雷器的电阻器时, 它指令产品号码标记装置 70 标记产品号码。评估部分包括一个电压波动评估部分 81a, 当方波产生电路 31 产生一个方波电流时, 它根据施加到氧化锌元件 1 上的电压是否落在预先确定的范围以内, 来评估电压波动的程度, 一个放电容量评估部分 81b, 它根据放电容量估计计算装置 44 估计的放电容量是否比预先确定的放电容量大, 来评估所估计的放电容量, 一个极限电压评估部分 81c, 当雷电冲击产生电路 51 产生一个雷电冲击电流时, 它根据施加到氧化锌元件 1 上的极限电压是否比预先确定的极限电压小, 来评估所确定的极限电压, 以及一个运行电压评估部分 81d, 当从小电流产生电路 61 输出的一个 1mA 直流电流流过氧化锌元件时, 它根据运行电压是否比预先确定的运行电压大, 来评估所确定的运行电压。

在本例中, 装有专门用于放电容量估计和用于评估的计算装置 44 和 81。这是因为放电容量估计计算装置 44 执行图像处理且负载大, 并且如果使用具有能够容易执行图像处理性能的计算装置, 这一个计算装置就可执行放电容量估计和评估。在后文给定的权利要求中指定的放电容量估计系统具有本例中的方波电流施加装置 30 和放电容量估计装置 40。

其次, 将说明本例的筛选系统的操作。

操作员在多个平板架 10 的各个上放置三个氧化锌元件 1, 并且把它们放置在传送装置 20 的输送工作台 24 上。然后, 输送工作台 24 上的平板架 10 接连移到传送装置 20 的传送通路的开始部分。当平板架 10 被放置在开始部分的驱动滚子 21a, 21a, 21a 上时, 平板架 10 向下游移动。已移到下游侧的平板架 10 被上游侧的平板架 10 推动, 并且进

一步向下游移动。当传送通路上的元件 1 已到达特定装置时，驱动滚子 21a, 21a, 21a 停止 15 秒，并且然后驱动直到上游侧的元件到达特定装置为止。15 秒的停止时间是沿传送通路装备的各装置能可靠地执行元件 1 的期望处理所需要的时间。

如图 4 所示，当平板架 10 上的元件 1 到达方波电流施加装置 30 的电极 32a 与 32b 之间时，平板架 10 停止，并且平板架 10 的销子 13 与元件探测传感器 36a 接触。当传感器 36a 与平板架 10 的销子 13 接触，并且知道元件 1 到达电极 32a 与 32b 之间时，传感器 36a 把它发送给筒体控制电路 37。在接收到它时，筒体控制装置 37 驱动驱动筒体 34a 和 34b。如图 5 所示，当上电极 32a 由于驱动上电极驱动筒体 34a 而下落，并与元件 1 接触，以及下电极 32b 由于驱动下电极驱动筒体 34b 而上升，并与平板架 10 的金属板 11 接触时，接触探测传感器 36b 探测出它，以便驱动方波产生电路 31。如以上使用图 8 说明那样，与通—断冲击放电容量相对应的 2ms 的方波电流通过电极 32a 和 32b 及金属板 11，从方波产生电路 31 流到元件 1。

然后，操作员视觉上检查元件 1 中是否出现了裂缝，并且因此确定元件 1 是否能承受通—断冲击放电电流。操作员排除其中已经出现裂缝的元件 1。

方波产生电路 31 产生一个方波电流，并且当使得这个电流流过元件 1 时，同时探测施加在元件 1 上的电压，并且把这个电压值送到控制装置 80 的评估计算装置 81。评估计算装置 81 的电压波动评估部分 81a 探测方波产生电路 31 所探测的电压值是否在预先确定的范围之内，并且如果电压值在该范围之内，判断元件 1 对电压波动为“合格”，以及如果电压值在该范围之外，判断元件 1 对电压波动为“不合格”。这样判断的结果送到综合评估部分 81f。如现有技术所述，当在避雷器中使用氧化锌元件 1 时，将它们中的许多相连接，并且在这样状态下使用。因此，即使一个元件 1 的各种性能优良，也应该避免对该元件施加重负载，或者对该元件不施加负载。因此，在本例中，当使得特定电流流过其中时探测施加到元件 1 的电压，并且判定这个电压值是

否在预先确定的范围之内，并且排除这个范围之外的元件。

当使得与通—断冲击放电容量相对应的 2ms 的方波电流流过元件 1 时，该元件 1 的温度按照其热容量(大约 $2.7/\text{cm}^3\text{C}$)升高。具体地，如果在使得电流流过该元件之前元件温度大约为 20C ，那么它升高到大约 60C 。

当流过元件 1 的方波电流终止时，平板架 10 开始移动，直到一个上游侧上的元件 1 到达电极 32a 与 32b 为止。

当使得方波电流流过其中以产生热的元件 1 到达放电容量估计装置 40 的红外线照相机 40 的正下方时，平板架 10 再次停止。红外线照相机 41 照下定位在照相机正下方的元件 1 的照片。由红外线照相机 41 照下的元件 1 的图像被输入到放电容量估计计算装置 44 的图像输入部分 44a，并且同时由永磁光盘装置 45 存储。温度分布计算部分 44b 对每 1mm 网点执行图像数据的温度的计算，并且获得元件 1 的每点的温度。在这种情况下，为了能执行如黑体涂料相同的温度显示，具有 0.24 发射率的氧化锌元件的铝电极上的图像数据被转换成与具有 0.98 发射率的黑体涂料相对应的图像数据。最大温度和最小温度确定部分 44c 确定由温度分布计算部分 44b 得到的对应每 1mm 网点的温度中的最大温度和最小温度。距离确定部分 44d 获得最大温度点与最小温度点之间的距离 l 。指标计算部分 44e 通过把最大温度 T_{max} 与最小温度 T_{min} 之间的差 ΔT 除以距离 l ，获得指标 $\Delta T/l$ 。根据存储部分 44f 存储的放电容量与该指标之间的关系(图 10 示出)，放电容量估计部分 44g 获得与指标计算部分 44e 所得到的指标 $\Delta T/l$ 相对应的放电容量。在这种情况下，显示装置 46 显示元件 1 的温度分布(转换成与黑体涂料相对应的温度分布 θ)，并且如图 6 所示，还显示最大温度 T_{max} ，最小温度 T_{min} ，指标 $\Delta T/l$ 以及放电容量。因此，操作员能从显示内容即刻知道元件 1 的温度分布和放电容量。所获得的放电容量被送到评估计算装置 81 的评估部分 81b，并且在那里判断它是否比预定放电容量大，并且如果估计的放电容量比预定放电容量大，放电容量评估部分 81b 就判断元件 1 对放电容量为“合格”，以及如果估计的放电容量

比预定放电容量小，它就判断元件 1 为“不合格”。这个判断结果被送到评估计算装置 81 的综合评估部分 81f。

如以上“现有技术”所述，由于氧化锌元件 1 的微结构易于变得不均匀，所以当给定能量施加到该元件上以产生热时，不会获得均匀温度分布以产生一个偏差。由于这个原因，如图 13 所示，热应力集中在局部，并且如果这个热应力超过元件 1 的破坏极限，就出现裂缝。因此，当施加给定能量时，如果能确定元件 1 中产生的热应力的趋势，当施加一定能量时，就能确定元件 1 是否能耐受，即能确定元件 1 的放电容量。因此，在本例中，如图 12 所示，当对元件 1 施加给定能量时，确定最大温度点和最小温度点，把温度差 ΔT 除以这两个点之间的距离 l 以获得指标 $\Delta T/l$ ，该指标是元件 1 的温度梯度，它表示热应力的趋势，并且根据这个指标获得放电容量。当根据该指标得到放电容量时，预先在计算装置 44 的存储部分 44f 中存储图 10 示出的指标 $\Delta T/l$ 与放电容量之间的关系，并且使用该关系从指标 $\Delta T/l$ 得到放电容量。

在本例中，由于注入元件 1 的能量是与通-断冲击放电容量相对应的 2ms 方波电流，所以当使得与通-断冲击放电容量相对应的 2ms 方波电流流过时，由放电容量与指标之间的关系得到放电容量，但是当只是获得放电容量，而不对元件 1 是否能耐受通-断冲击放电进行试验时，无需使得与通-断冲击放电容量相对应的 2ms 方波电流流过，并且例如使得更低能量水平的电流流过，并且当使得该水平的电流流过时，可以由指标与放电容量之间的关系获得放电容量。

此外，在本例中，指标 $(\Delta T/l)$ 用作表示热应力的趋势，由于最大温度 T_{max} 与最小温度 T_{min} 的比率 (T_{max}/T_{min}) 也表示热应力的趋势，所以如图 11 所示通过预先获得指标 (T_{max}/T_{min}) 与放电容量之间的关系，也能得到放电容量。然而，当最大温度 T_{max} 与最小温度 T_{min} 的比率 (T_{max}/T_{min}) 用作指标时，由于没有考虑它们之间的距离 l ，以及没有准确地确定元件 1 的温度梯度，所以相对使用 $\Delta T/l$ 作为指标的情况，就这个比率所得到的放电容量的精度来说要差。从另一方面来

说，当通过使用 T_{max}/T_{min} 作为指标以获得放电容量时，不必要在计算装置 44 的最大温度和最小温度确定部分 44c 确定了最大温度点和最小温度点之后，由距离确定部分 44d 来获得最大温度点与最小温度点之间的距离 l ，并且可以由指标计算部分 44e 即刻获得 T_{max}/T_{min} ，因此能减小计算装置 44 的负载。

当获得了其放电容量的元件 1 到达极限电压确定装置 50 时，使得图 9 示出的 10kA 额定放电电流的雷电冲击电流从极限电压确定装置 50 的雷电冲击产生电路 51 流过元件 1，并且测量其时施加在元件 1 上的电压(极限电压)。这样测量的极限电压值被送到评估计算装置 81 的极限电压评估部分 81c。极限电压评估部分 81c 判断这个极限电压值是否比预定值小，并且如果这个值比预定值小，它就判断元件 1 对极限电压为“合格”，并且如果该极限电压值比预定值大，它就判断元件 1 对极限电压为“不合格”。这个判断结果被送到综合评估部分 81f。

当确定了其极限电压的元件 1 到达运行电压确定装置 60 时，使得 1mA 的直流电流从运行电压确定装置 60 的小电流产生电路 61 流出，并且当使得这个 1mA 的直流电流流过氧化锌元件 1 时，确定所施加的电压(运行电压)。这样确定的运行电压值被送到评估计算装置 81 的运行电压评估部分 81d。运行电压评估部分 81d 判断这个运行电压是否比预定值大，并且如果这个值比预定值大，它就判断元件 1 对运行电压为“合格”，并且如果运行电压值比预定值小，它就判断元件 1 对运行电压为“不合格”。这个判断结果被送到综合判断部分 81f。

如图 14 所示，由于氧化锌元件 1 具有负的温度特性，即温度升高其电阻率降低，所以当在施加方波电流或雷电冲击电流而使温度升高条件下确定运行电压时，所得到的值要比温度升高之前的值小。当在施加了方波电流或雷电冲击电流之后确定运行电压时，能在更为严格的条件下评估运行电压。具体地，就本例来说，当元件 1 的温度升高到大约 60°C 时，则有能测量热带地方环境温度定在 60°C 条件下运行电压的优点。

在完成对运行电压的评估之后，评估计算装置 81 的综合评估部分

81f 判定元件 1 是否已经对电压波动, 放电容量, 极限电压, 以及运行电压的所有评估判断为“合格”, 并且当所有评估已经判断为“合格”时, 综合评估部分 81f 对标记控制部分 81e 发送指令以便执行标记, 并且当它们中的任何一个判断为“不合格”时, 它对标记控制部分 81e 发送指令以便不执行标记。在接收到执行标记的指令时, 标记控制部分 81e 确定元件 1 的产品号码, 并且把这个产品号码送给产品号码标记装置 70。

当已经测量了其运行电压的元件 1 到达产品号码标记装置 70 时, 标记装置 70 按照评估计算装置 81 的标记控制部分 81e 输出的指令, 只对所有评估都为“合格”的元件 1 标记号码, 并且对其它元件根本不作标记。

如图 7 所示, 在控制装置 80 的显示装置 82 中显示了对各个评估项为“合格”或“不合格”, 对综合评估为“合格”或“不合格”, 产品号码等等。这些显示内容亦能由打印机 83 打印出来。

按照本发明, 能用数字确定氧化锌元件的放电容量。因此, 能准确地判断氧化锌元件的质量。

图.2

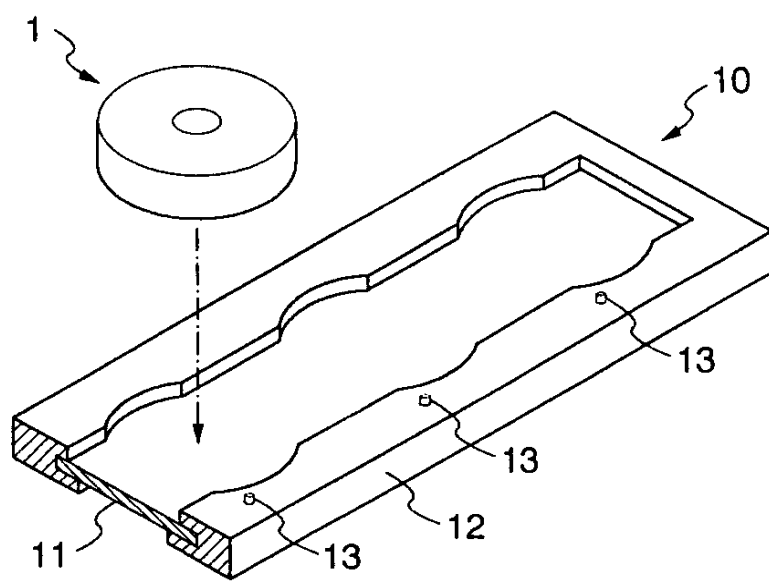


图. 3

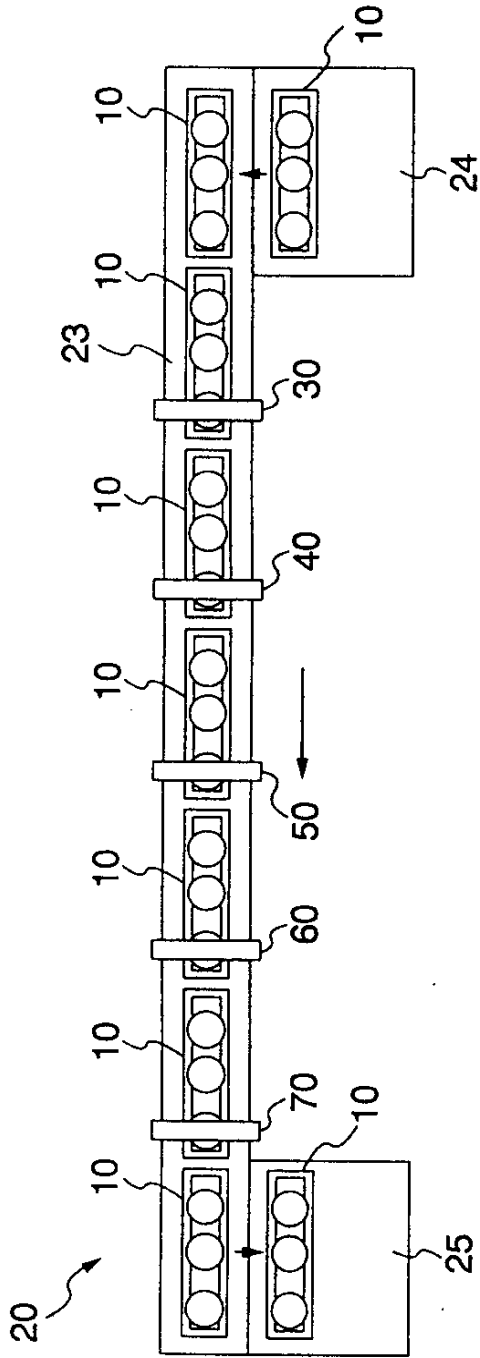
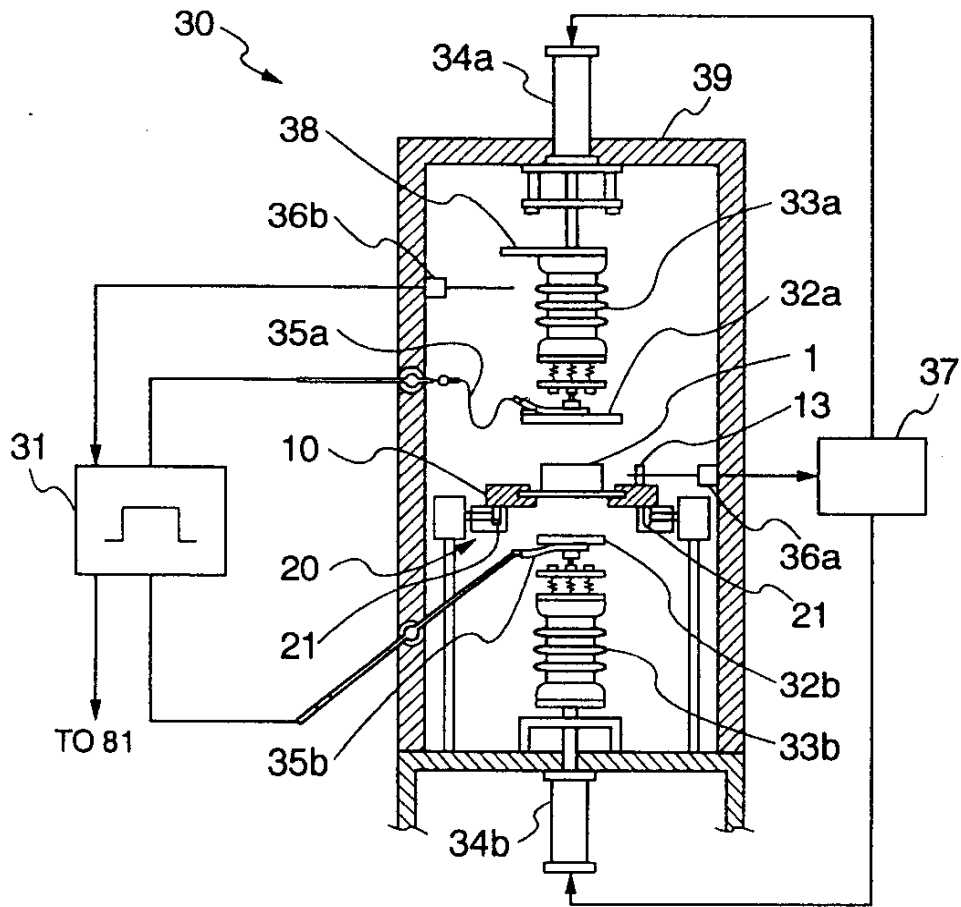


图 4



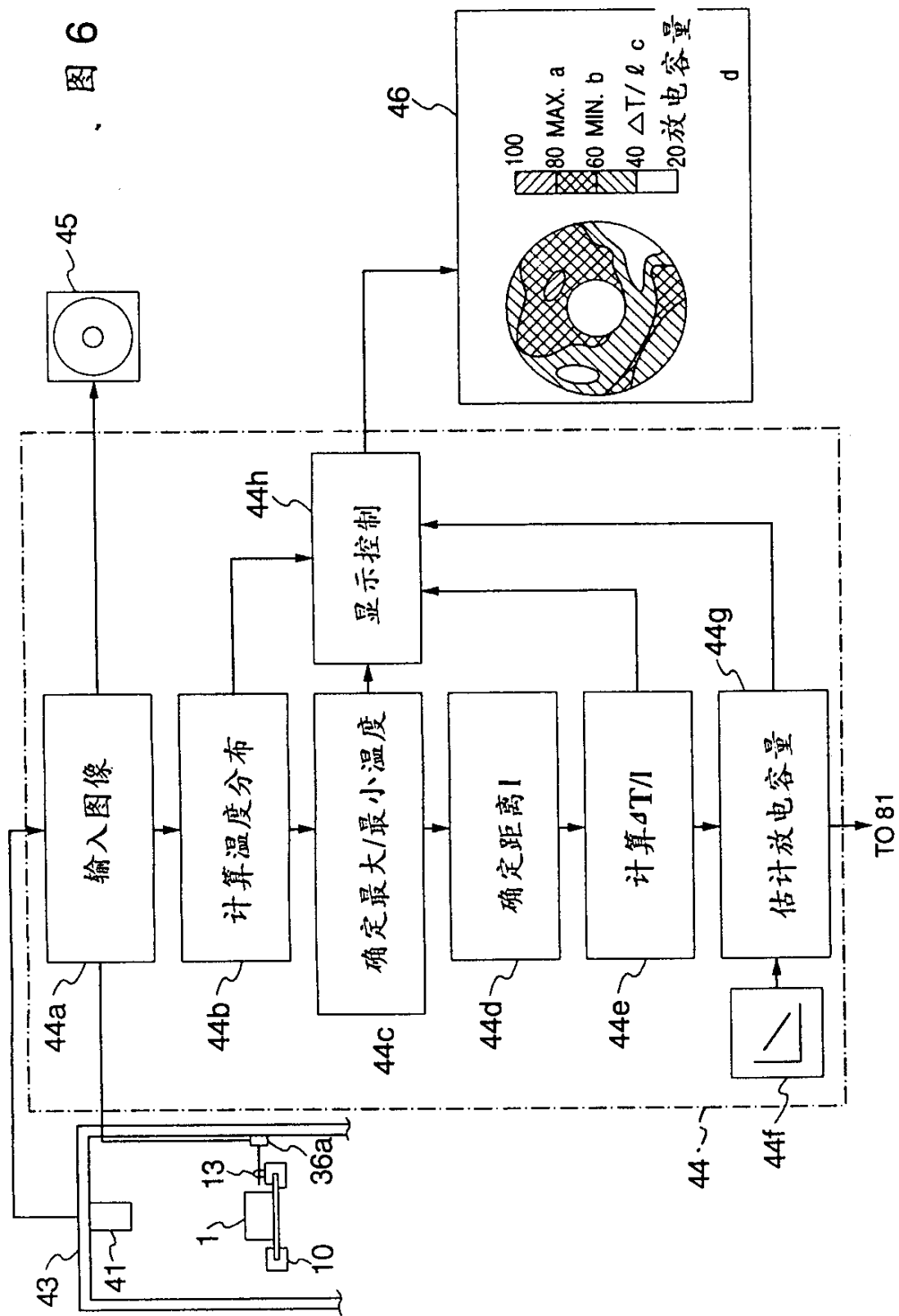


图 6

图. 7

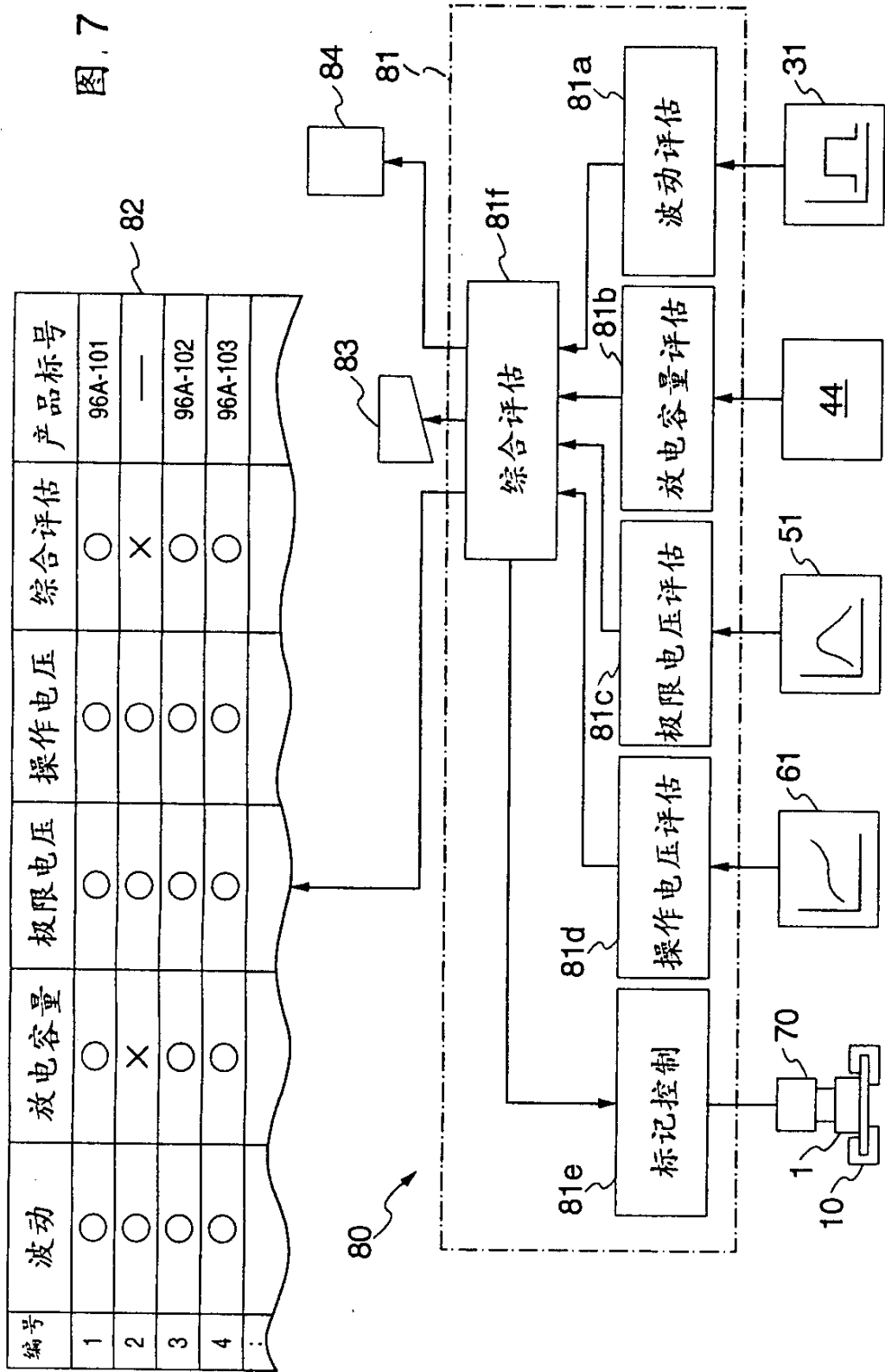


图 8

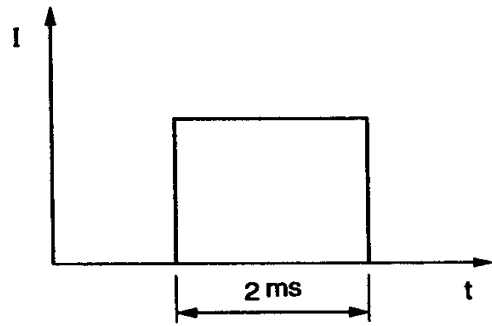


图 9

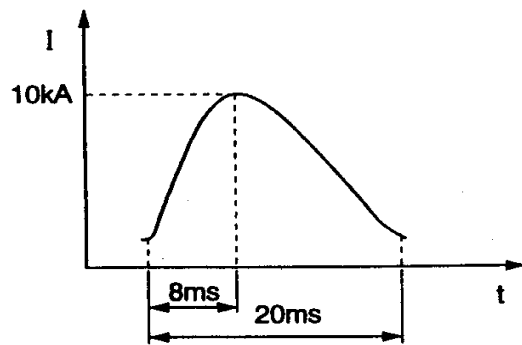


图 10

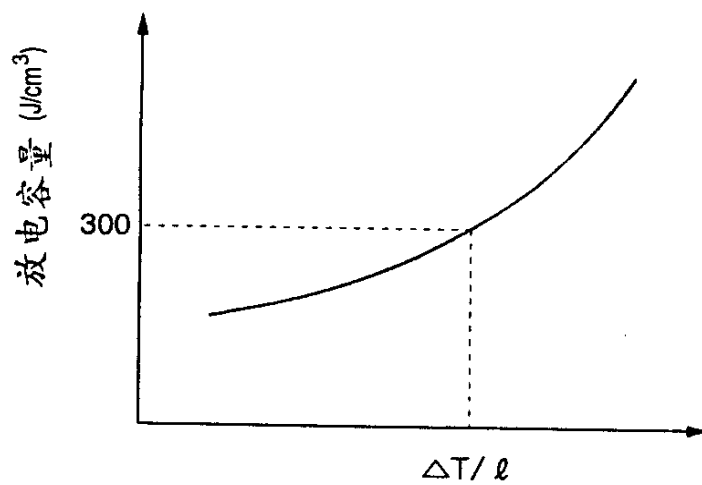


图 11

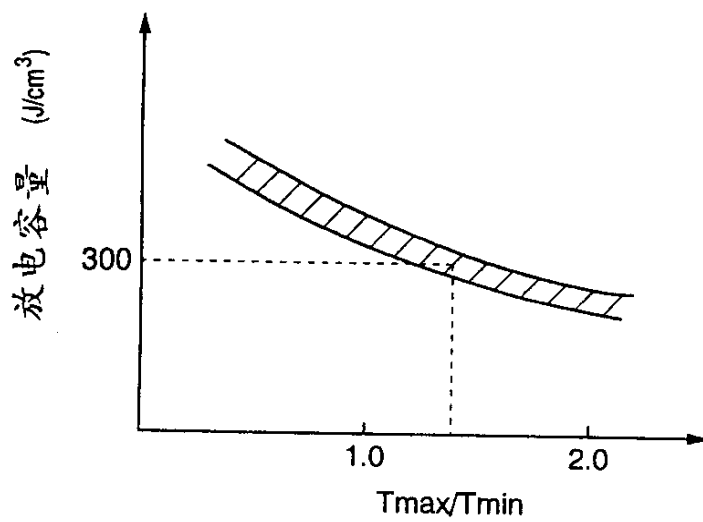


图 12

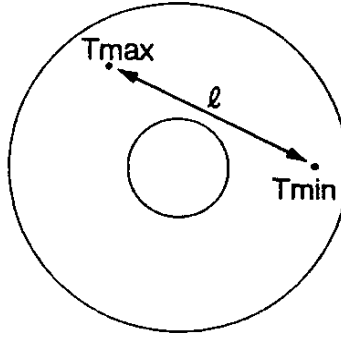


图 13

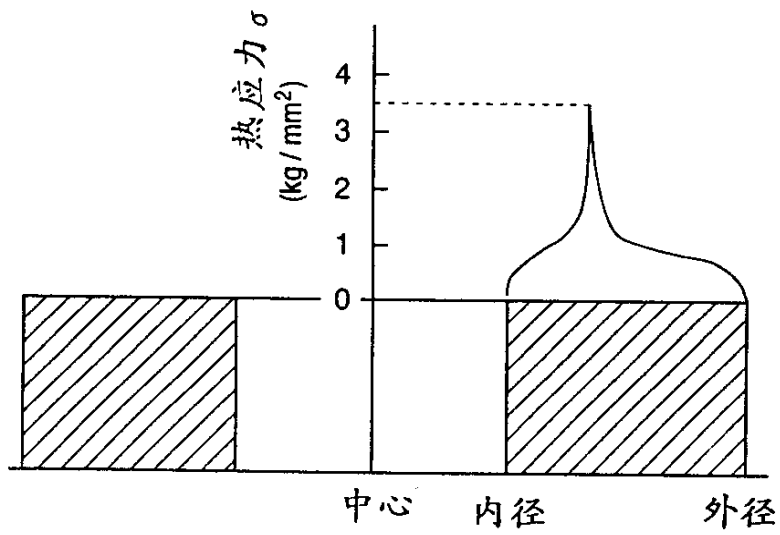


图 14

