

[19]中华人民共和国国家知识产权局

[51]Int. Cl⁶

G01R 13/02

G01R 19/25

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 99106354.6

[43]公开日 1999 年 11 月 24 日

[11]公开号 CN 1236105A

[22]申请日 99.5.7 [21]申请号 99106354.6

[30]优先权

[32]98.5.8 [33]US [31]09/075,387

[71]申请人 特克特朗尼克公司

地址 美国俄勒冈州

[72]发明人 P·I·绍博

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

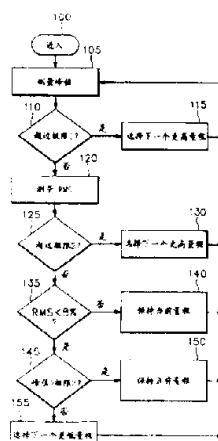
代理人 邹光新 王 岳

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图页数 2 页

[54]发明名称 智能自动变换量程 RMS 测量方法及设备

[57]摘要

在电子测试设备中监视将被测量的输入信号 RMS 值和峰值以实现自动变换量程功能的设备和方法。在本发明主题的系统,超过当前所选择量程的动态范围的峰值信号量度将导致选择下一个更高量程。超过下一个更低测量量程的动态范围的峰值信号测量将阻止选择下一个更低量程,不然的话,RMS 值将选择那个更低量程。没有超过当前所选择的测量量程的动态范围或下一个更低测量量程的动态范围的信号峰值将允许由输入信号的 RMS 值确定测量量程选择的控制。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种数字万用表, 包括:

响应所测量到的输入信号的特征来自动选择测量量程的自动变换量程电路;

5 控制所述自动变换量程电路以选择量程的控制器;

与所述控制器相连用于向所述控制器提供表示所述输入信号 RMS 值的信号的 RMS 处理器; 及

用于向所述控制器提供峰值信号的峰值检测器电路;

10 如果所述峰值信号超出预定阈值, 所述控制器使所述自动变换量程电路选择下一个更高测量量程。

2. 根据权利要求 1 所述的数字万用表, 还包括用于选择测量量程的多个可控开关, 所述多个可控开关在控制器的控制下运行。

3. 根据权利要求 2 所述的数字万用表, 其中所述 RMS 处理器在输出端产生多位数字信号。

15 4. 根据权利要求 2 所述的数字万用表, 其中所述峰值信号处理器在输出端产生多位数字信号。

5. 一种数字万用表, 包括:

响应所测量到的输入信号的特征来自动选择测量量程的自动变换量程电路;

20 控制所述自动变换量程电路以选择量程的控制器;

与所述控制器相连用于向所述控制器提供表示所述输入信号 RMS 值的信号的 RMS 处理器; 及

用于向所述控制器提供峰值信号的峰值检测器电路;

25 如果所述峰值信号超过与所述下一个更低测量量程相关的预定阈值, 所述控制器阻止所述自动变换量程电路选择下一个更低测量量程。

6. 根据权利要求 5 所述的数字万用表, 还包括用来选择测量量程的多个可控开关, 所述多个可控开关在控制器的控制下运行。

30 7. 根据权利要求 6 所述的数字万用表, 其中所述 RMS 处理器在输出端产生多位数字信号。

8. 根据权利要求 6 所述的数字万用表, 其中所述峰值信号处理器在输出端产生多位数字信号。

9. 电子测量设备, 包括:

响应所测量到的输入信号的特征来自动选择测量量程的自动变换量程电路;

控制所述自动变换量程电路以选择量程的控制器;

5 与所述控制器相连用于向所述控制器提供表示所述输入信号 RMS 值的信号的 RMS 处理器; 及

用于向所述控制器提供峰值信号的峰值检测器电路;

如果所述峰值信号超出预定极限, 所述控制器使所述自动变换量程电路选择下一个更高测量量程; 及

10 当所述 RMS 值小于预定 RMS 极限且所述峰值信号未超过与所述下一个更低测量量程有关的预定峰值时, 所述控制器使所述自动变换量程电路选择下一个更低测量量程。

10. 根据权利要求 9 所述的测量设备, 还包括用来选择测量范围的多个可控开关, 所述多个可控开关在控制器的控制下运行。

15 11. 根据权利要求 10 所述的测量设备, 其中所述峰值信号的预定极限与每一个测量量程的动态范围有关。

12. 根据权利要求 9 所述的数字万用表, 其中所述 RMS 处理器在输出端产生多位数字信号。

13. 根据权利要求 9 所述的数字万用表, 其中所述峰值信号处理器在输出端产生多位数字信号。

14. 一种控制自动变换量程功能的方法, 包括的步骤有:

响应所测量到的输入信号特征选择测量量程;

提供用于表示所述输入信号 RMS 值的信号的 RMS 处理器; 及

提供用于表示所述输入信号峰值幅度的峰值信号的峰值检测器电

25 路;

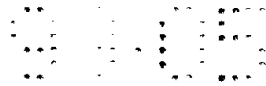
如果所述峰值信号超过预定极限, 使所述自动变换量程电路选择下一个更高测量量程; 及

当所述 RMS 值小于预定 RMS 极限且所述峰值信号未超过与所述下一个更低测量量程有关的预定峰值时, 使所述自动变换量程电路选择

30 下一个更低测量量程。

15. 一种控制自动变换量程功能的方法, 包括的步骤有:

响应所测量到的输入信号特征选择测量量程;



提供用于表示所述输入信号 RMS 值的信号的 RMS 处理器;

提供用于表示所述输入信号峰值幅度的峰值信号的峰值检测器电路; 及

如果所述峰值信号超过预定极限, 使所述自动变换量程电路选择

5 下一个更高测量量程。

16. 一种控制自动变换量程功能的方法, 包括的步骤有:

响应所测量到的输入信号特征选择测量量程;

提供用于表示所述输入信号 RMS 值的信号的 RMS 处理器;

提供用于表示所述输入信号的峰值幅度的峰值信号的峰值检测器

10 电路; 及

当所述 RMS 值小于预定 RMS 极限且所述峰值信号未超过与所述下一个更低测量范围有关的预定峰值时, 使所述自动变换量程电路选择下一个更低测量量程。

说明书

智能自动变换量程 RMS 测量方法及设备

本发明涉及 RMS 信号测量领域，尤其涉及一种智能自动变换量程
5 RMS 测量方法及实现该方法的设备。

现代数字万用表 (DMMs) 具有测量 AC 信号的 RMS (均方根) 值的性能。这种性能分别称为“真 RMS”、“AC RMS”或“AC+DC RMS”。

在 DMM 中使用各种不同的刻度 (即量程) 来测量不同幅值的信号。例如，DMM 可以有 500mv、5v、50v 和 500v 量程。自动变换量程的特点是可以根据输入信号决定选择哪个量程，这点在现有技术中是众所周知的。例如，35v 的输入信号可能会导致从上面给出的示范性的量程列表中选择 50v 量程。

重要的是，用来决定正确量程的算法具有某种形式的滞后，以便阻止两个量程之间的振荡。当决定为测量 AC 信号而采用自动变换量程时，必须利用信号的 RMS 值作为指导。如上所述 35vRMS 值的输入信号会自动变换量程到 50v 量程，而与信号的其它特性如峰值幅度无关。

如果输入信号的值超过当前所选量程的 100% 时，典型的 RMS-only 自动变换量程算法会控制 DMM 改变到下一个更高量程，如果输入信号的值小于当前所选量程的满刻度的 8% 时，控制 DMM 改变到下一个更低量程。假设两个相邻量程之比为 10:1，则这个算法提供 2% 的滞后区。

遗憾的是，上述采用自动变换量程算法的 DMM 可能量程选择不正确，从而导致显示不正确的读数。当所测量的信号与其 RMS 值相比具有大峰值时，就会产生这个问题。这种类型的信号被认为会显示出很大的波峰因数。大峰值可能会过驱动模拟调节电路，或使模数 (A-to-D) 转换器超过其限度 (有时称为“railing” A-to-D)。例如，显示出波峰因数 6 的 35v RMS 信号实际上可能会有 210v 的峰值 (即最大信号幅度)。这种状况大大超出 DMM 的 50v 量程的动态范围。如上所述，尽管如此，典型自动变换量程算法会使 DMM 选择 50v 量程，而且用户不知道测量是不正确的。

在电子测试设备中监视将被测量的输入信号 RMS 值和峰值以实现自动变换量程功能的设备和方法。在本发明主题的系统中，超过当前

所选择量程的动态范围的峰值信号量度将导致选择下一个更高量程。超过下一个更低测量量程的动态范围的峰值信号测量将阻止选择下一个更低量程，不然的话，RMS 值将选择那个更低量程。没有超过当前所选择的测量量程的动态范围或下一个更低测量量程的动态范围

5 的信号峰值将允许由输入信号的 RMS 值确定测量量程选择的控制。

图 1 是有助于理解本发明的流程图。

图 2 是有助于实现本发明的万用表的部分示意图。

参考图 1，在步骤 100 处进入软件流程。在步骤 105 处读取峰值测量电路。在步骤 110 处对极限 1 是否已经被超过进行确认。极限 1 是表示测量系统当前所选择的量程的动态范围的值。在显示波峰因数 3 的系统中，动态范围在 50v 量程上是 150v。因此，在这种工作在 5v 量程上的系统中，极限 1 等于 150v，超过 150v 的输入信号的峰值导致控制器退出步骤 110 沿“是”路径进入步骤 115，在步骤 115 中立即选择下一个更高范围。需要注意的是，由于使用的是快速峰值测量，而不是慢速 RMS 测量，因此 DMM 向上自动变换量程（也称作向上变换量程）比现有技术 DMM 要快得多。

如果在步骤 110 中未超过极限 1，则控制器沿“否”路径进入步骤 120，在步骤 120 中测量输入信号的 RMS 值。控制器进行到步骤 125 中确认极限 2 是否被超过。极限 2 等于当前量程满刻度读数的 100%。因此，在 50v 量程上，极限 2 等于 50v。如果输入信号的 RMS 值超过极限 2（50v），则控制器退出步骤 125 沿“是”路径进入步骤 130，在步骤 130 中选择下一个更高量程。

如果在步骤 125 中未超过极限 2，则检查输入信号的 RMS 值是否少于当前所选择的量程满刻度的 8%。在本例中，50v 的 8% 等于 4v。如果 RMS 值大于或等于 4v，则控制器退出步骤 135 沿“否”路径进入步骤 140，在步骤 140 中保持当前量程。

如果在步骤 125 中输入信号的 RMS 值小于 4v，则控制器退出步骤 135 沿“是”路径进入步骤 145。显示 RMS 值小于当前量程 8% 的信号被测量出来并显示在更低量程上。但是，如果输入信号具有导致其在更低刻度上给出错误读数的波峰因数，则可以认为用户不想选择下一个更低量程（即“向下变换量程”）。因此，在切换到下一个更低测量量程之前在步骤 145 上检查步骤 105 上所做的峰值测量是否超过量

程动态范围。本发明的重要优点在于不用自动向下变换量程就可向用户传送以下信息：尽管显示的是可靠的低读数，但正在检测更高水平的峰值（可能是很危险的）。在本例中，下一个更低的测量范围为 5v，具有相应的 15v 的动态范围（波峰因数处理能力）。因此，为向下切换，输入信号必须具有小于 4v 的 RMS 值以及不超过 15v 的峰值。如果在步骤 145 上确定的峰值超过极限 3（15V），则取 YES 路径进入步骤 150 并保持当前所选择的量程。如果没有超过极限 3，则沿 NO 路径并在步骤 155 上选择下一个更低量程。

图 2 以方块图的形式显示了适于实现本发明的 DMM 的部分电路图。DMM 包括两个连接器用于接收连接到待测电路的探测器。有 BLACK 标志特征的连接器通常接地或连接到电路中的返回点，有 RED 标志特征的连接器一般接收以地为基准所测量到的信号。所测量到的信号通过两个串联的电阻 R210 和 R202 与 RED 端子连接。R201 是具有 1.5k Ω 的热敏电阻，R202 是 2.7k Ω 电阻。

图 2 所示 DMM 具有 500mv, 5v, 50v, 500v, 1Kv 共五个电压测量量程。通过选择开关 SW201、SW202 和 SW203 的闭合来选择测量量程。开关集成电路（IC）200 包括由响应控制微处理器 220 的控制信号的开关控制单元控制的多极开关 SW202，对于 500mv 量程，SW201 由控制微处理器 220 控制将信号连接到被闭合的（导通的）开关 SW202a，同时 SW202 的所有其它部分均断开（不导通的）。在这种状态下，输入信号经 R210, R202, 及 R203（具有 1 兆欧姆值）通过 SW201 和 SW202a 输送到放大器 205 的输入端。对于所有其它的量程来说，SW201 均是断开的。

对于 5v 量程，实际上由 R204（具有 10 兆欧值）和 R205（具有 1 兆欧值）组成的分压器分配信号。附加串联电阻 R201 和 R202 与分压电阻器的电阻相比要小得多，因此对输出电压几乎没有什么影响。R205 通过 SW202b、SW202c 以及闭合的继电器 K1 的继电器触点 203 的作用连接到分压器电路上。继电器 K1 响应控制微处理器 220 发出的控制信号来运行，并经 R209 应用于激励晶体管 Q1。准确的继电器驱动器结构可以是几个已知技术中的一种，这点对本发明不是特别重要。

对于 50v 量程，实际上由 R204（具有 10 兆欧值）和 R206（具有

100kohm 值)组成的分压器分配信号。R206 通过 SW202b、SW202d 以及闭合的继电器 K1 的继电器触点 203 的作用连接到分压器电路上。

对于 500v 量程,实际上由 R204 (具有 10 兆欧值)和 R207 (具有 10kohm 值)组成的分压器分配信号。R207 通过 SW202b、SW202e 以及
5 闭合的继电器 K1 的继电器触点 203 的作用连接到分压器电路上。

对于 1Kv 量程,实际上由 R204 (10 兆欧值)和 R208 (具有 1k Ω 值)组成的分压器分配信号。R208 通过 SW202b、SW202f 以及闭合的继电器 K1 的继电器触点 203 的作用连接到分压器电路上。

从放大器 205 中发出的信号与包括在信号处理集成电路 210 内的
10 A/D 转换器电路 212 的一个输入端相连。A/D 转换器电路 212 的另一个输入端与 BLACK 端相连。A/D 转换器电路 212 将从放大器 205 中接收到的模拟电压转换成多位数字信号并将多位数字信号应用于 RMS 处理器 214 和峰值检测器 216。RMS 处理器 214 可以为抽取输入信号
15 的 RMS 值所设计的多种电路中的一种。同样地,峰值检测器可以是在众所周知的现有技术中的多种峰值检测电路中的一种。

RMS 处理器 214 和峰值检波器 216 的输出端与控制微处理器 220 相连。控制微处理器 220 处理数据并将测量到的值在诸如 LCD 显示设备之类的显示器 240 上显示出来。

在运行期间,当峰值检测数据显示出信号的波峰因数是使得正被
20 测量的信号内的峰值超过所选量程的动态范围时,控制微处理器 220 控制上述开关电路选择下一个更高测量量程。如果 RMS 数据的值大于或等于当前所选择测量量程的满刻标度时,则控制微处理器 220 控制上述开关电路选择下一个更高的测量量程。需要注意的是,由于峰值检测器 216 比 RMS 处理器 214 运行得快从而使自动向上变换量程完成
25 得更快。

在向下变换量程方向,如果峰值检测器显示出所测量的信号的峰值不会超出下一个更低测量量程的动态范围时,控制微处理器 220 将通过控制上述开关设置来选择下一个更低量程。

有利的是,根据峰值所做出的本发明的自动变换量程的决定不是
30 基于满刻度 RMS 值是什么,而是基于测量系统的动态范围。对于具有波峰因数 3 的系统来说,在 50v 量程内这会是 150v。必须使用滞后来阻止两个量程之间的振荡。例如,如果峰值大于系统动态范围的 8%,



基于峰值可以决定不向下变换量程。当峰值大于系统动态范围的 100% 时，决定向上变换量程。这会产生 2% 的滞后区。即， $2\% = ((100\%/10\%) - 8\%)$ （假定两个测量量程之比为 10: 1）。

5 必须选择峰值上自动变换量程滞后区，使其不干扰基于信号 RMS 值的正常向下变换量程。例如，如果对于 RMS 来说向下变换量程阈值是 RMS 满刻度的 8%，这种具有波峰因数 3 的信号就有 RMS 满刻度的 24% 的峰值。如果动态范围为 RMS 满刻度的 300%（规定波峰因数至多为 3），那么对于峰值来说不向下变换量程必须选为 30% RMS 满刻度的最大值（在更低量程中变为 300%），减去一些滞后阈值。看起来将
10 RMS 满刻度的 24% 选作峰值的“不向下变换量程”阈值是最容易的，因为这产生最大的滞后，在波峰因数小于规定值的情况下不影响信号的分辨力。在本例中，当向下变换量程被完成时，峰值会达到 RMS 满刻度的 240%，RMS 会达到 RMS 满刻度的 80%。在不影响测量分辨力情况下产生最大阈值的公式为：

15 最大滞后峰值阈值 = RMS 向下变换量程阈值 × 规定的波峰因数

产生的两个错误为：在不向下变换量程决定上的假阳性或假阴性。假阴性意味没有足够的滞后，仪器会在两个相邻的测量量程间振荡。假阳性意味当仪器本应向下变换量程时不向下变换量程，测量将不具有在更低量程内所具有的分辨力。

20 任何超过规定波峰因数的附加动态范围都产生附加滞后边界，或用其帮助避免作出假阳性“不向下变换量程”的决定。用来选择与假阳性“不向下变换量程”决定相反的产生附加边界且不改善滞后的“不向下变换量程阈值”的公式为：

假阳性决定边界 = RMS 向下变换量程阈值 × 动态范围 / 满刻度 RMS

25 峰值测量设备的准确度必须足够准确以使两个不同量程的峰值测量中的差值（误差）不超过滞后区。两个误差源是量程的带宽差和峰值检测器的测量分辨力。需要滞后区大于测量误差以避免振荡。

实际上，因为在两个相邻测量量程之间振荡比对具有波峰因数在 3 左右的信号没有向下变换量程的情形更为恶劣，所以使用的是最大可能滞后和假阳性决定边界之间的一半距离。
30

虽然在本说明书中使用了术语控制微处理器，但也可以使用控制器的其它形式，例如微型计算机、专用逻辑电路、ASIC（专用集成电



路)。因此可以认为术语控制器包括所有上述形式。

虽然本发明描述的是数字万用表，但在这里我们认为本发明对它类型的检测和测量工具也是适用的，这样的修改也落在在后面的权利要求范围内。

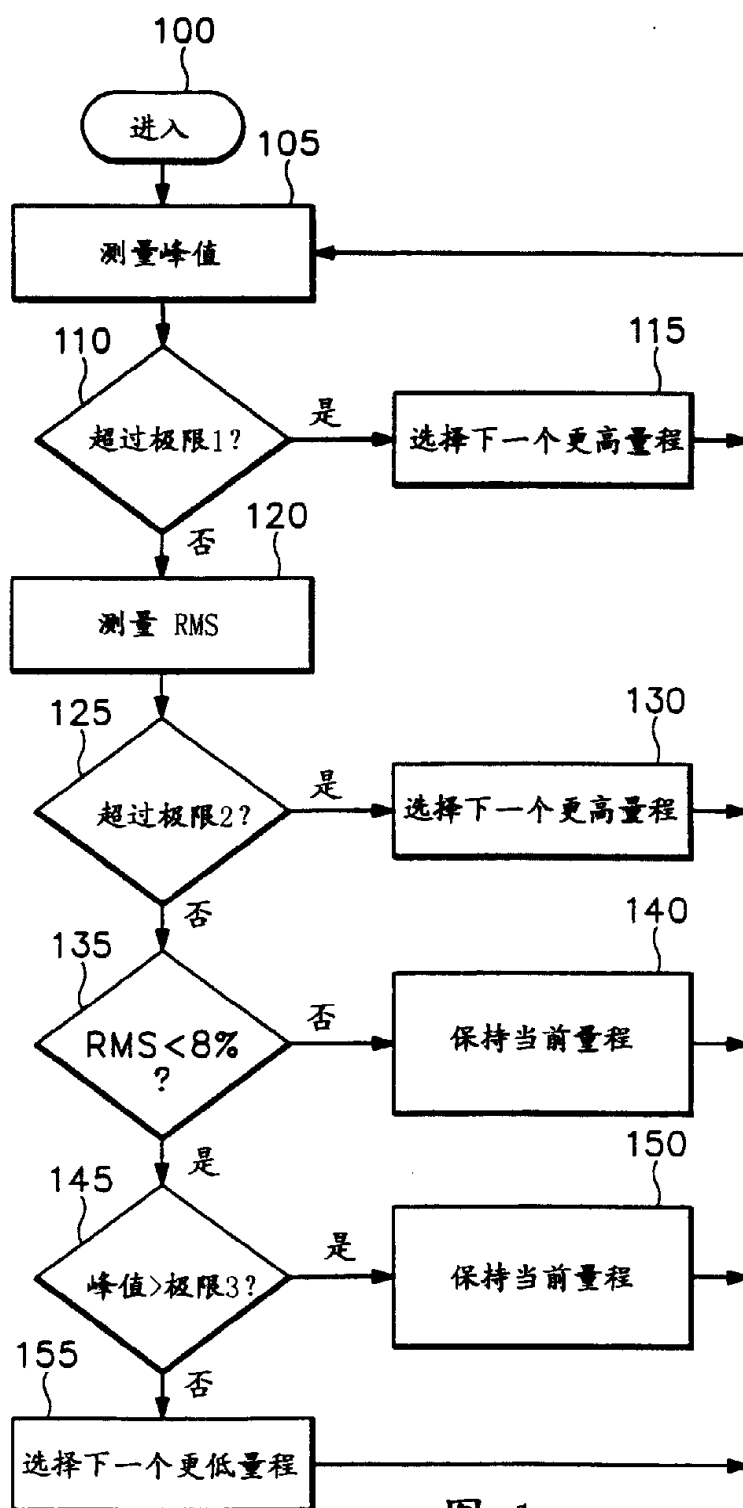


图 1

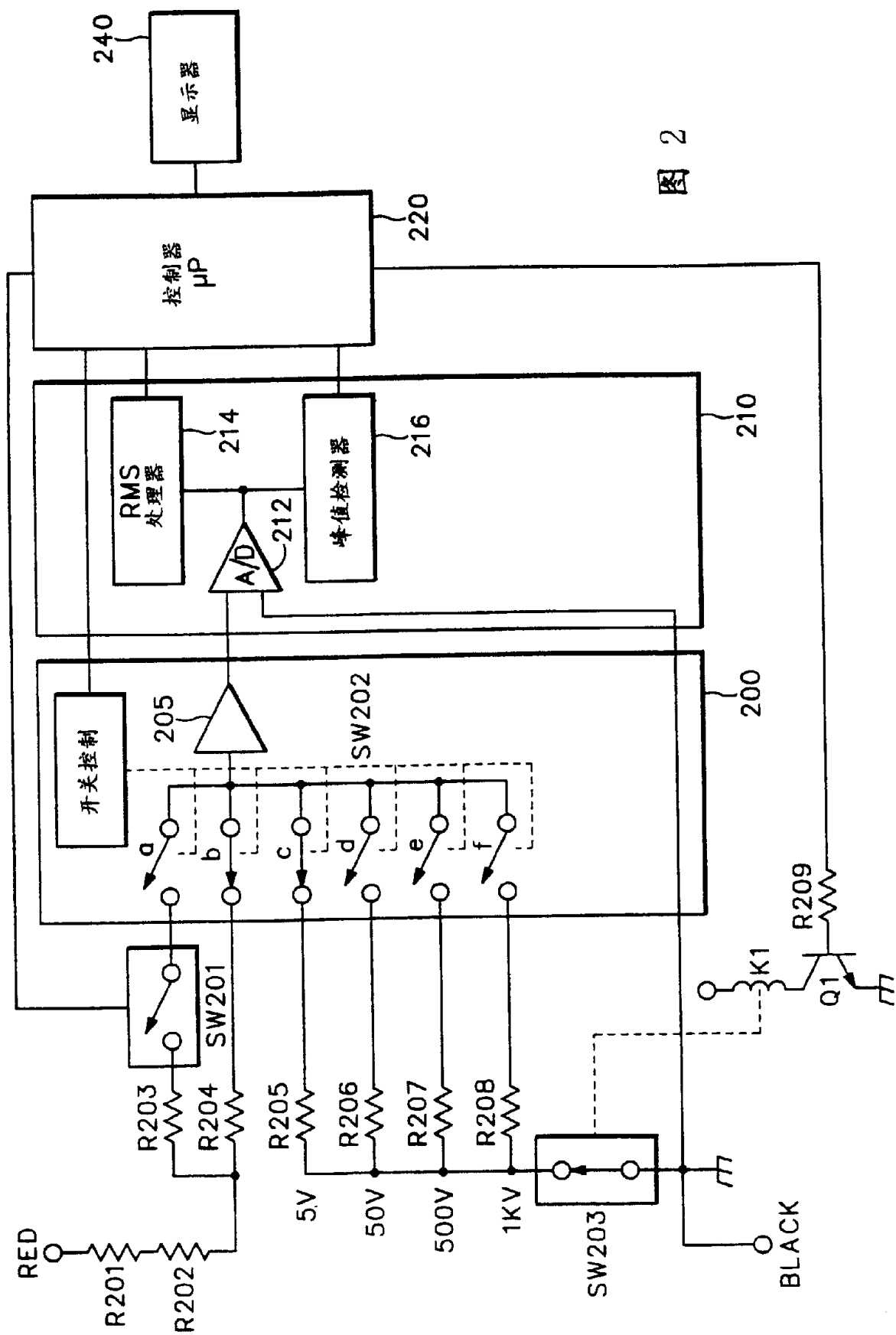


图 2