



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101231310 B

(45) 授权公告日 2012. 10. 24

(21) 申请号 200710193302. 5

(56) 对比文件

(22) 申请日 2007. 12. 03

CN 1677114 A, 2005. 10. 05, 全文.

(30) 优先权数据

审查员 张丽萍

11/633, 979 2006. 12. 04 US

(73) 专利权人 弗卢克公司

地址 美国华盛顿

(72) 发明人 M·F·加拉万

(74) 专利代理机构 永新专利商标代理有限公司

72002

代理人 王英

(51) Int. Cl.

G01R 19/25(2006. 01)

G01R 13/02(2006. 01)

G01R 15/00(2006. 01)

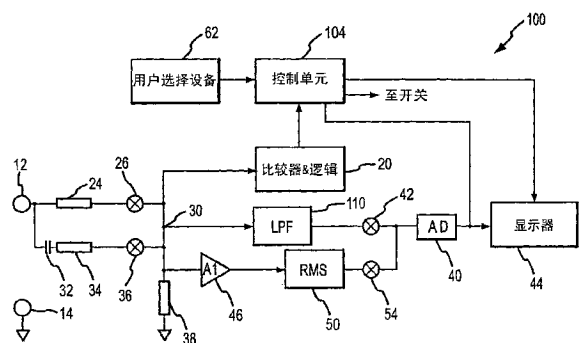
权利要求书 3 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

具有改进的自动模式工作的电压测量仪器和方法

(57) 摘要

一种 AC/DC 电压测量仪器可用于 DC 模式, AC 模式, 或自动模式下。在 DC 模式下, 输入端直接耦合至模数转换器, 该模数转换器产生指示所接收信号的幅值的数字输出信号。在 AC 模式下, 该输入端通过电容器耦合至 RMS 电路。该 RMS 电路产生输出信号, 该输出信号的幅值指示所接收信号 RMS 幅值, 并且该输出信号耦合至模数转换器。在自动模式下, 该输入端也耦合至 RMS 电路, 但是它耦合至 RMS 电路, 而不通过电容器耦合。该输入端通过放大器耦合至 RMS 电路, 并且使用校准过程来补偿放大器的任何偏移。



1. 一种电压测量仪器,包括:

模数转换器,用于产生数字输出信号,以指示由所述模数转换器接收的信号幅值;

均方根电路,构造为用于产生均方根输出信号,以指示由所述均方根电路接收的信号幅值;

电容器;

显示器,构造为用于显示与数字输入信号相对应的值,所述数字输入信号基于从所述模数转换器接收的所述数字输出信号;

可工作于DC模式、AC模式或自动模式的切换电路,所述切换电路用于在所述DC模式下将输入端耦合至所述模数转换器,用于在所述AC模式下将所述输入端通过所述电容器耦合至所述均方根电路,并且将来自所述均方根电路的均方根输出信号耦合至所述模数转换器,以及用于在所述自动模式下将所述输入端耦合至所述均方根电路,而不是通过所述电容器耦合所述输入端,并且将所述均方根电路的均方根输出信号耦合至所述模数转换器;

控制单元,构造为用于控制所述切换电路的工作。

2. 如权利要求1所述的电压测量仪器,还包括耦合至所述输入端和所述显示器的比较器和逻辑电路,所述比较器和逻辑电路用于在所述自动模式下检测施加至所述输入端的输入信号的过零点,并且使得所述显示器对此响应而通告在所述AC模式下工作。

3. 如权利要求2所述的电压测量仪器,其中所述切换电路独立于所述比较器和逻辑电路而工作。

4. 如权利要求1所述的电压测量仪器,还包括在所述自动模式下耦合在所述输入端和所述均方根电路之间的放大器。

5. 如权利要求4所述的电压测量仪器,其中所述放大器在所述AC模式下还耦合在所述输入端和所述均方根电路之间。

6. 如权利要求4所述的电压测量仪器,还包括耦合的控制单元,以用于从所述模数转换器接收所述数字输出信号,所述控制单元还用于在所述自动模式下执行校准过程,以补偿所述放大器中的任何偏移,并且用于向所述显示器施加数字输入信号,所述数字输入信号与来自所述模数转换器且用于补偿所述放大器的任何偏移的数字输出信号相对应。

7. 如权利要求6所述的电压测量仪器,还包括在所述输入端和参考电压之间耦合的开关,并且其中所述控制单元通过执行下列步骤来执行所述校准过程:闭合所述开关,检查所述模数转换器的输出以确定所述放大器的任意信号输出的幅值,基于所述确定的幅值计算校正系数,以及使用所述校正系数和所述模数转换器的所述数字输出信号产生施加于所述显示器的数字输入信号。

8. 如权利要求6所述的电压测量仪器,其中所述控制单元还用于在所述AC模式下执行所述校准过程。

9. 一种电压测量仪器,包括:

模数转换器,用于产生数字输出信号,以指示由所述模数转换器接收的信号幅值;

均方根电路,构造为用于产生均方根输出信号,以指示由所述均方根电路接收的信号幅值;

电容器;

放大器；

耦合的显示器，构造为用于显示与数字输入信号相对应的值，所述数字输入信号基于从所述模数转换器接收的所述数字输出信号；

可工作于 AC 模式或自动模式的切换电路，所述切换电路用于在所述 AC 模式下将输入端通过所述电容器耦合至所述均方根电路，并且将来自所述均方根电路的均方根输出信号耦合至所述模数转换器，以及用于在所述自动模式下将所述输入端通过所述放大器耦合至所述均方根电路，而不是通过所述电容器耦合所述输入端，并且将所述均方根电路的均方根输出信号耦合至所述模数转换器；以及

控制单元，构造为用于控制所述切换电路的工作，还将所述控制单元耦合为从所述模数转换器接收所述数字输出信号，所述控制单元用于在所述自动模式下执行校准过程以补偿所述放大器中的任何偏移并且用于向所述显示器施加数字输入信号，所述数字输入信号与来自所述模数转换器且用于补偿所述放大器的任何偏移的数字输出信号相对应。

10. 如权利要求 9 所述的电压测量仪器，还包括耦合在所述输入端和参考电压之间的开关，并且其中所述控制单元通过执行下列步骤来执行所述校准过程：闭合所述开关，检查所述模数转换器的输出以确定所述放大器的任意信号输出的幅值，基于所述确定的幅值计算校正系数，以及使用所述校正系数和所述模数转换器的所述数字输出信号产生施加于所述显示器的数字输入信号。

11. 如权利要求 9 所述的电压测量仪器，其中所述控制单元还用于在所述 AC 模式下执行所述校准过程。

12. 如权利要求 9 所述的电压测量仪器，还包括耦合至所述输入端和所述显示器的比较器和逻辑电路，所述比较器和逻辑电路用于在所述自动模式下检测施加至所述输入端的输入信号的过零点，并且使得所述显示器对此响应而通告在所述 AC 模式下工作。

13. 如权利要求 12 所述的电压测量仪器，其中所述切换电路独立于所述比较器和逻辑电路而工作。

14. 一种用于在 DC 测量模式、AC 测量模式和自动测量模式下测量输入信号幅值的方法，所述方法包括：

在所述 DC 测量模式下，对所述输入信号的所述幅值进行采样，并将采样转换为与所述采样的幅值相对应的数字值；

在所述 AC 测量模式下，通过电容器耦合所述输入信号，确定通过所述电容器耦合的所述输入信号的均方根幅值，以及提供与所述均方根幅值相对应的数字值；以及

在所述自动测量模式下，确定所述输入信号的所述均方根幅值，而不是首先通过所述电容器耦合所述输入信号，以及提供对应于所述输入信号的所述均方根幅值的数字值。

15. 如权利要求 14 所述的方法，还包括显示与所述 DC 测量模式下的所述采样的所述幅值相对应的数字值，以及显示与所述 AC 测量模式和所述自动模式下的所述均方根幅值相对应的数字值。

16. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：在对所述输入信号的所述幅值进行采样之前，在所述 DC 测量模式下对所述输入信号进行低通滤波。

17. 如权利要求 14 所述的方法，还包括：在确定所述输入信号的所述均方根幅值之前，在所述自动测量模式下放大所述输入信号。

18. 如权利要求 17 所述的方法,还包括:在所述自动测量模式下执行校准过程,以补偿在放大所述输入信号的动作期间所产生的任何偏移。

19. 如权利要求 18 所述的方法,其中所述校准过程包括:

使得所述输入信号具有预定电压;

检查放大的输入信号,以确定所述放大的输入信号的幅值是否与所述预定电压相对应;

如果所述放大的输入信号的所述幅值与所述预定电压不对应,则计算校正系数;以及

在确定所述输入信号的所述均方根幅值中使用所述校正系数。

20. 一种校准电压测量仪器以补偿放大器中的任何偏移的方法,所述电压测量仪器具有:耦合的所述放大器,以用于从输入端接收输入信号并用于产生放大的输入信号;耦合的均方根电路,以用于从所述放大器接收所述放大的输入信号并用于产生指示所述放大的输入信号的均方根幅值的均方根输出信号;以及耦合的模数转换器,以用于从所述均方根电路接收所述均方根输出信号并用于产生指示所述均方根输出信号的幅值的数字输出信号,所述方法包括:

将所述输入端连接到预定电压;

检查所述模数转换器的输出,以确定所述放大器的任意信号输出的幅值;

基于所确定的幅值来计算校正系数;以及

使用所述校正系数和来自所述模数转换器的所述数字输出信号来产生校正的数字输出信号。

21. 如权利要求 20 所述的方法,其中所述预定电压包括接地电势。

## 具有改进的自动模式工作的电压测量仪器和方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及测试和测量装备,并且更具体地涉及一种以能够精确测量电压的方式将信号切换至交流(“AC”)和直流(“DC”)电压测量仪器的电路和方法。

### 背景技术

[0002] 用于测量 AC 信号电压或 DC 信号电压的仪器已经存在了很长时间,并且它们共同应用在各种各样的领域中。早期的电压测量仪器一般称为“电压-欧姆表”,其使用具有指针的模拟表,指针的角位置表示 DC 电压的幅值。通过整流 AC 信号并将幅值按比例缩放以对应于该信号的均方根(RMS)的值,这种表还能够测量 AC 信号的幅值。后来的电压欧姆表使用数字显示器,且实质上比模拟表更精确。

[0003] 虽然常规电压-欧姆表能够测量 AC 信号的 RMS 幅值,但是这种测量的精确性基于下述假设,即 AC 信号具有正弦波形。这种电压-欧姆表不能精确测量非正弦 AC 信号的 RMS 幅值。由于这个原因,在过去,已经利用各种技术开发了真正的 RMS 表。

[0004] 在图 1 中,示出了常规 AC/DC 电压测量仪器 10 的方框图。该仪器 10 包括一对端子 12、14,在它们之间通常利用测试探针施加要测量的信号。端子 14 耦合至地,而端子 12 耦合至数个设备。更具体地,端子 12 通过电阻器 18 耦合至比较器和逻辑电路 20,通过电阻器 24 和开关 26 耦合至测试节点 30,以及通过电容器 32、电阻器 34 和开关 36 耦合至测试节点 30。该测试节点 30 通过电阻器 38 连接至地,以与电阻器 24、34 中的一个形成分压器。

[0005] 测试节点 30 通过开关 42 连接至模数(“A/D”)转换器 40。A/D 转换器 40 输出端的数字信号施加于显示器 44,和/或它可以施加于其他电路或系统(未示出)。测试节点 30 还连接至放大器 46 的输入端。放大器 46 的输出端通过电容器 48 耦合至 RMS 电路 50,该 RMS 电路 50 提供了施加到其输入端的信号的 RMS 幅值的精确测量。RMS 电路 50 的输出端通过开关 54 耦合至 A/D 转换器 40。

[0006] 电压测量仪器 10 具有三种工作模式,即 DC 测量模式,AC 测量模式,以及自动测量模式。通过控制单元 60 选择性地闭合开关 26、36、42、54 来选择这些模式。该控制单元 60 依次由用户选择设备 62 或比较器和逻辑电路 20 的输出端来控制,如下详细解释。该控制单元 60 还连接至显示器 44,使得它能够显示当前使用的模式。在 DC 测量模式或 AC 测量模式下,控制单元 60 使显示器 44 显示通过用户选择设备 62 选择的任何模式。但是,在自动测量模式下,控制单元 60 由比较器和逻辑电路 20 控制,使得显示器 44 指示“自动”,并且如果比较器和逻辑电路 20 检测到过零点则显示“AC”,否则显示“自动”和“DC”。

[0007] 当要测量 DC 电压的幅值时,通过用户选择设备 62 选择 DC 测量模式。然后,该选择设备 62 使得控制单元 60 闭合开关 26 和 42,同时开关 36 和 54 保持打开。开关 26 的闭合将输入端子 12 连接至测试节点 30,使得电阻器 24 和电阻器 38 一起形成分压器。这样,测试节点 30 处的电压的幅值与施加在输入端子 12、14 之间的信号的幅值成比例。测试节点 30 通过闭合的开关 42 直接连接至 A/D 转换器 40。然后,A/D 输出数字信号,该数字信号

指示在端子 12、14 之间施加的信号的幅值,并且显示器 44 为用户提供端子 12、14 之间施加的 DC 电压的幅值的指示。

[0008] 当要测量 AC 电压的幅值时,再次通过用户选择设备 62 选择 AC 测量模式。然后,选择设备 62 使得控制单元 60 闭合开关 36 和 54,同时开关 26 和 42 保持打开。开关 36 的闭合将输入端 12 通过电容器 32 连接至测试节点 30,使得仅有 AC 信号通过电阻器 34 耦合,其中该电阻器 34 和电阻器 38 形成分压器。这样,测试节点 30 处的电压的幅值与输入端子 12、14 之间施加的 AC 信号的幅值成比例。该测试节点 30 处的 AC 信号的幅值由放大器 46 升压并且通过电容器 48 耦合至 RMS 电路 50 的输入端。虽然电容器 32 仅通过 AC 信号,但是期望使用电容器 48 来消除典型地由放大器 46 产生的偏移。在 AC 测量模式下,RMS 电路 50 的输出端通过闭合的开关 54 耦合至 A/D 转换器 40。这样,该 A/D 转换器 40 输出数字信号,以指示端子 12、14 之间施加的 AC 信号的 RMS 幅值。然后,显示器 44 显示该信号的 RMS 幅值。

[0009] 在自动测量模式下,基于在端子 12、14 之间施加的信号的属性,该电压测量仪器 10 在 DC 测量模式和 AC 测量模式之间切换。该功能由比较器和逻辑电路 20 检测待测量信号的过零点来实现。如果电路 20 检测到端子 12、14 之间施加的信号的过零点,那么认为该信号是 AC 信号。因此,它将相应信号发送给控制单元 60,该控制单元 60 将开关 36、54 闭合,以使仪器 10 进入如上所述的 AC 测量模式。如果电路 20 没有检测到过零点,则它认为端子 12、14 之间施加的信号是 DC 信号。因此,电路 20 将相应信号发送给控制单元 60,该控制单元 60 将开关 26、42 闭合,以使仪器 10 进入同样如上所述的 DC 测量模式。

[0010] 图 1 所示的电压测量仪器 10 适用于许多应用,尤其适用于待测量信号是纯 DC 信号或纯 AC 信号的应用。但是,它在要测量的信号是具有 AC 分量的 DC 信号或具有 DC 偏移的 AC 信号的应用中不能提供精确的结果。如果 AC 分量相对于 DC 偏移足够大,那么比较器和逻辑电路 20 将检测到过零点,并因此将仪器 10 切换至 AC 测量模式。但是,电容器 32、48 将阻塞 DC 分量,使得仅测量 AC 分量。因此,RMS 电路 50 将产生指示仅有 AC 分量的 RMS 幅值的数字输出。然而,真实的 RMS 幅值受 DC 分量和 AC 分量的影响。

[0011] 如果 AC 分量相对于 DC 偏移来说比较小,则会产生另一问题。在这种情况下,比较器和逻辑电路 20 将检测不到过零点,并因此将仪器 10 切换至 DC 测量模式。然后,该仪器 10 提供该信号的 DC 幅值的错误测量值,这取决于 A/D 转换器 40 的采样点而变化。这些不一致的测量可能向用户指示:在 DC 电压实际上为恒定时,它指示该 DC 电压连续变化。

[0012] 因此,需要一种电压测量仪器和方法,它们能够在自动测量模式下提供信号电压的精确测量,其中,所述信号包括具有 AC 分量的 DC 信号或具有 DC 偏移的 AC 信号。

## 发明内容

[0013] 电压测量仪器和方法在 DC 测量模式和 AC 测量模式或自动测量模式下测量输入信号的幅值。在 DC 测量模式下,利用模数转换器采样输入信号的幅值,其中该模数转换器产生与采样的幅值对应的数字值。在 AC 测量模式下,输入信号通过电容器耦合至 RMS 电路,其确定通过电容器耦合后的输入信号的 RMS 幅值。然后,产生与 RMS 幅值相对应的数字值。在自动测量模式下,将输入信号直接耦合至 RMS 电路,而不是首先通过电容器耦合输入信号。在自动模式下,输入信号优选通过放大器耦合至 RMS 电路。该电压测量仪器执行校准

过程,以计算用于补偿放大器所产生的任何偏移的校正系数。在自动模式下,使用该校正系数来显示校正的 RMS 幅值的值。

### 附图说明

[0014] 图 1 是常规 AC/DC 电压测量仪器的一个实例的方框图;

[0015] 图 2 是根据本发明一个实例的 AC/DC 电压测量仪器的方框图;

[0016] 图 3 是示出校准过程的一个实例的流程图,其中该校准过程可以用于校准图 2 的电压测量仪器中使用的放大器的任何偏移;以及

[0017] 图 4 是根据本发明另一实例的 AC/DC 电压测量仪器的方框图。

### 具体实施方式

[0018] 图 2 示出了根据本发明一个实例的电压测量仪器 100。该仪器 100 类似于图 1 所示的电压测量仪器 10,所述仪器 100 包括耦合在端子 12 和测试节点 30 之间的用于测量 DC 信号幅值的电阻器 24 和开关 26,以及耦合在端子 12 和测试节点 30 之间的用于测量 AC 信号幅值的电容器 32、电阻器 34 和开关 36。该电压测量仪器 100 还包括开关 42、放大器 46、RMS 电路 50 以及开关 54,其中闭合所述开关 42 以将测试节点 30 连接至 A/D 转换器 40,以便用于测量 DC 信号的幅值,而闭合所述开关 54 以测量 AC 信号的幅值。最后,该仪器 100 还包括控制单元 104 和用户选择设备 62。然而,提供的控制单元 104 具有不同的附图标记,这是因为它的结构和功能与仪器 10 中使用的控制单元 60 的结构和功能不同。

[0019] 图 2 的电压测量仪器 100 与图 1 的仪器 10 的区别在于几个重要的方面。首先,该仪器 100 在用于测量 DC 信号幅值的路径中包括低通滤波器 110。该低通滤波器 110 滤除待测量信号中的任意 AC 分量,使得该幅值显示不随 A/D 转换器 40 抽取的不同采样而波动。这样,仪器 100 提供 DC 信号幅值的一致、精确的测量结果。另外,由于下面解释的原因,A/D 转换器 40 的输出端连接至控制单元 104。

[0020] 如下所述,在 AC 测量模式下,电压测量仪器 100 以与仪器 10 实质相同的方式工作,除了它不包括仪器 10 使用的用于消除放大器 46 中的任何偏移的电容器 48。作为替换,如下面更详细的解释,控制单元 104 执行校准过程,以消除放大器 46 中的任何偏移。

[0021] 电压测量仪器 100 和现有技术的仪器 10 之间最显著的区别在于其在自动测量模式下的工作。当使用用户选择设备 62 选择自动测量模式时,控制单元 104 闭合开关 26、54,并且打开开关 36、42。并且,不管比较器和逻辑电路 20 是否检测到过零点,开关 26、54 都保持闭合,而开关 36、42 保持打开。因此,比较器和逻辑电路 20 的唯一功能是利用与现有技术的仪器 10 在自动测量模式下控制显示器 44 的方式(如上所述)相同的方式来控制显示器 44。与常规仪器 10 中的比较器和逻辑电路 20 不一样,仪器 100 中的比较器和逻辑电路 20 不会使得控制单元 104 在自动模式下控制开关 26、54、36、42 中的任一个。

[0022] 通过没有任何中间电容器或其他高通滤波器的情况下将 RMS 电路 50 耦合至端子 12,则不管信号什么属性,RMS 电路都能够提供 RMS 幅值的精确测量结果。例如,如果该信号是具有很大 AC 分量的 DC 信号,则 RMS 电路将提供该信号的 RMS 值的真实指示,其考虑了该信号的 DC 分量和 AC 分量。

[0023] 如上所述,由于控制单元 104 执行校准过程,所以该仪器 100 无需使用电容器来消

除放大器 46 的偏移。如图 3 所示,在 122 进入该校准过程 120,然后,控制单元 104 打开开关 26 和 36。然后,电阻器 38 使节点 30 变为零伏。接下来,控制单元 104 检查 A/D 转换器 40 的输出。如果 A/D 转换器 40 提供不是零的 RMS 幅值的指示,那么控制单元 104 在步骤 128 确定与该 RMS 幅值相对应的放大器 46 的偏移。然后,控制单元 104 在步骤 130 计算校正系数,其中该校正系数将用于随后的在 AC 测量模式和自动测量模式下的测量。最后,在步骤 134 退出校准过程。虽然在图 3 中示出了校准过程的一个实例,但是应该理解,可以使用其他校准过程来补偿放大器 46 和转换的 RMS 50 的任何偏移。不管使用什么校准过程,使用校准过程补偿放大器 46 的偏移都允许 RMS 电路 50 在 AC 测量模式和自动测量模式下通过 DC 电路路径连接,而不管施加在端子 12、14 之间的信号的属性。因此,当信号的幅值具有 AC 分量和 DC 分量两者时,该电压测量仪器 100 能够提供更加精确的测量结果。

[0024] 图 4 示出了电压测量仪器 140 的另一实例。该电压测量仪器 140 包括图 2 的电压测量仪器 100 中使用的所有相同的部件,并且这些所有相同的部件以实质相同的方式工作。该仪器 140 与仪器 100 的不同之处在于将比较器和逻辑电路 20 通过电阻器 144 连接至端子 12,而不是和仪器 100 一样将比较器和逻辑电路 20 直接连接至测试节点 30。

[0025] 虽然已经参照公开的实施例描述了本发明,但是本领域技术人员应该意识到在不脱离本发明精神和保护范围的情况下,可以在形式和细节上做改变。这些修改在本领域普通技术人员的技术内是允许的。相应地,除了后附的权利要求以外,本发明不受限制。



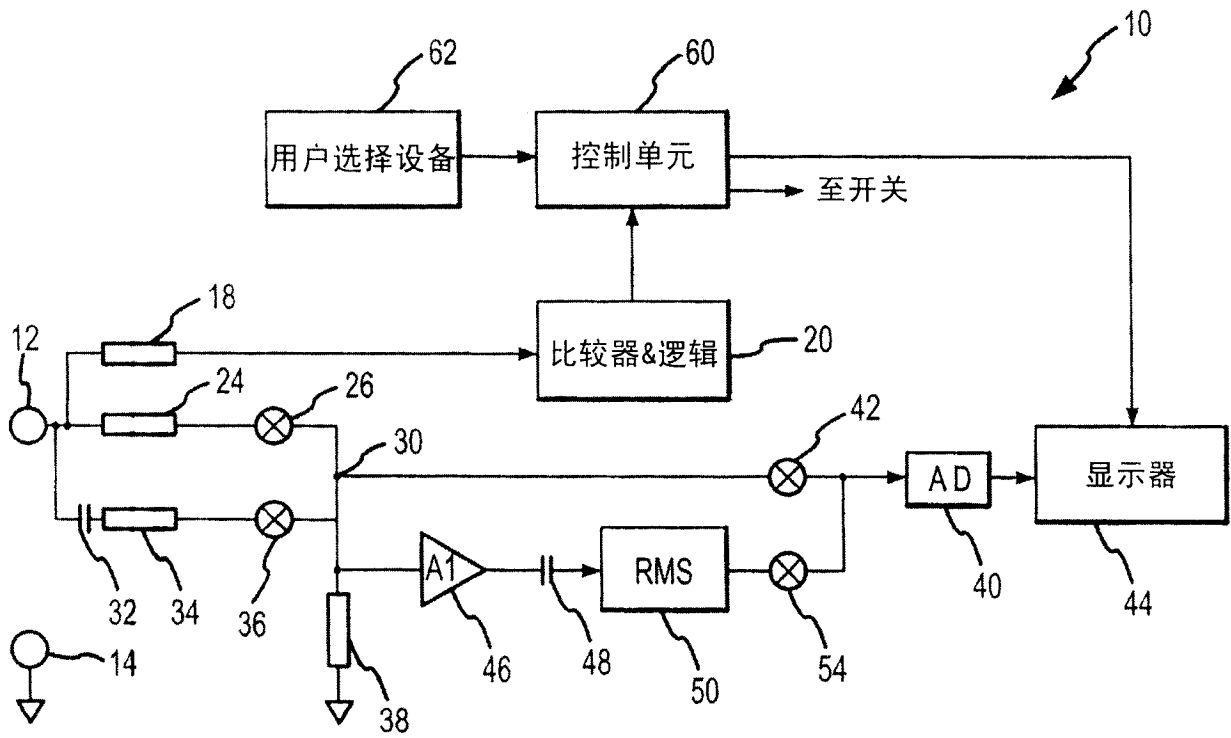


图 1

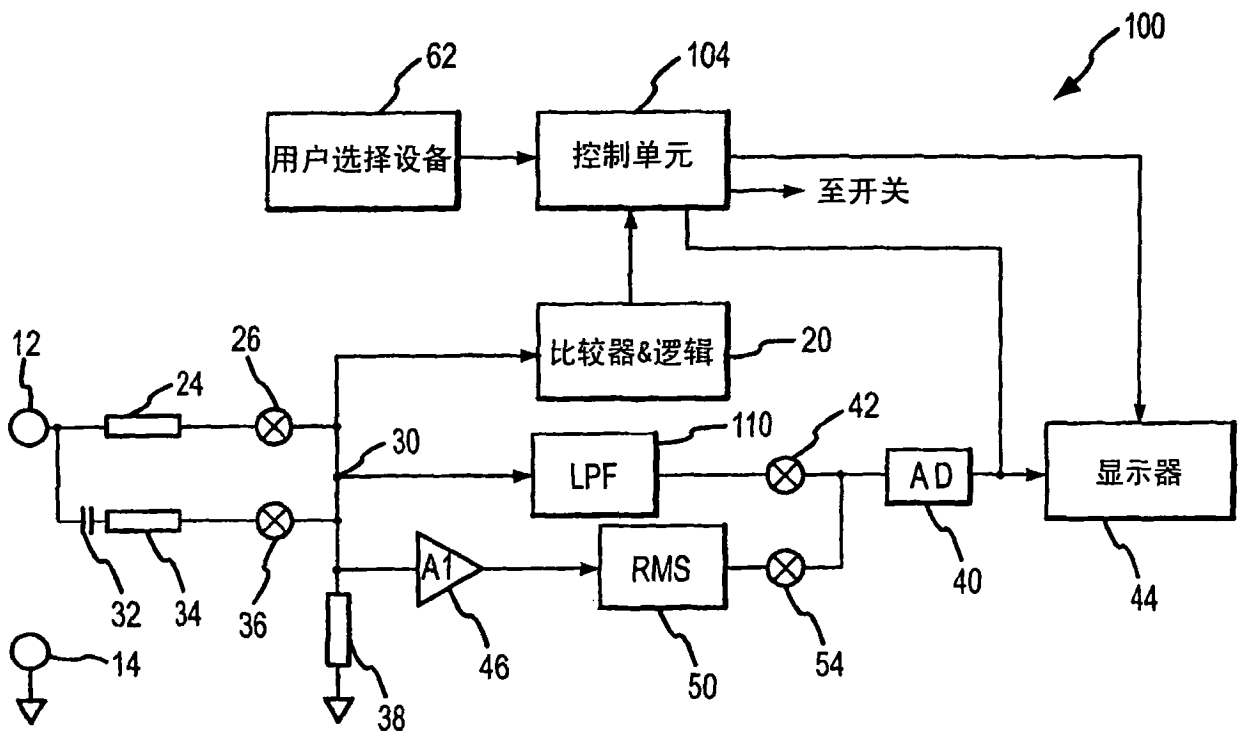


图2

120

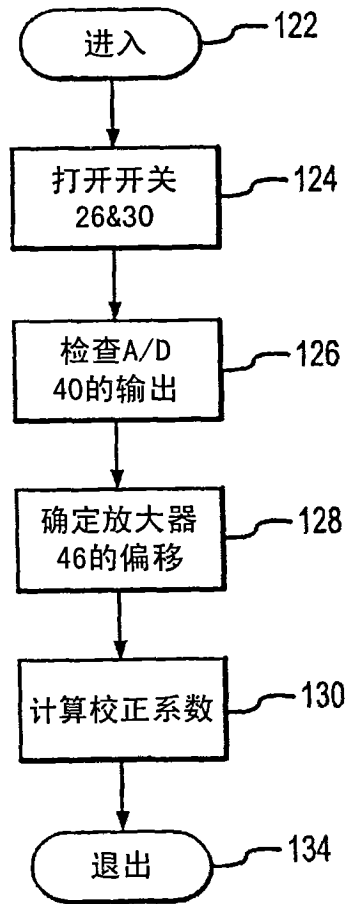


图3

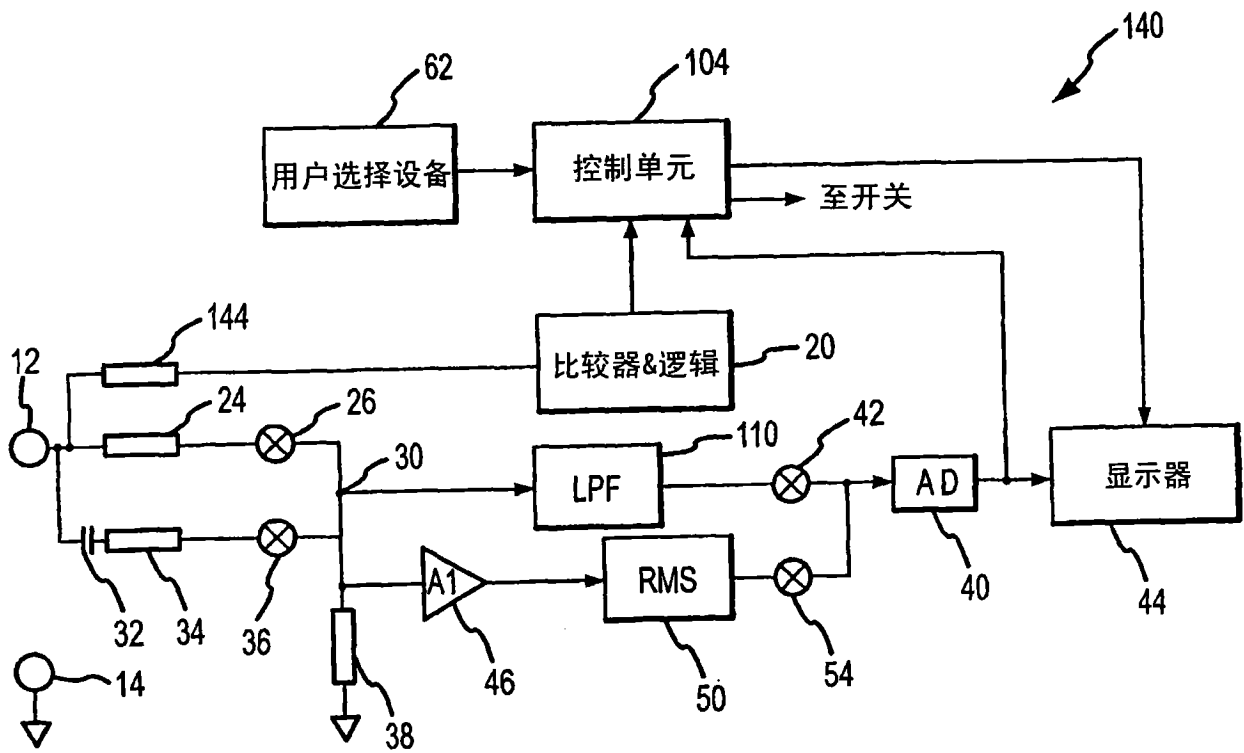


图4