



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204613137 U

(45) 授权公告日 2015. 09. 02

(21) 申请号 201520263033. 5

(22) 申请日 2015. 04. 27

(73) 专利权人 南京信息工程大学
地址 210042 江苏省南京市宁六路 219 号

(72) 发明人 行鸿彦 周慧萍

(74) 专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司
32252

代理人 戴朝荣

(51) Int. Cl.
G01N 27/00(2006. 01)

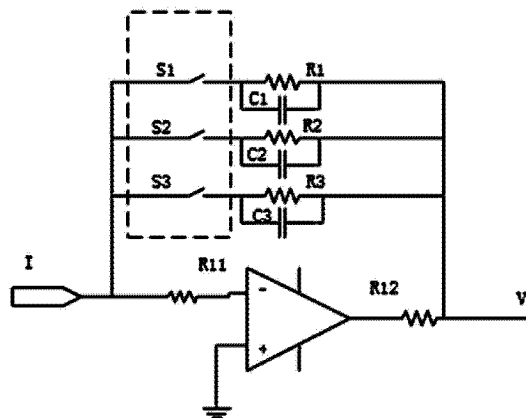
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54) 实用新型名称

空气负离子浓度检测仪

(57) 摘要

本实用新型公开了一种空气负离子浓度检测仪,设有离子收集器及微电流计,其特征在于,所述微电流计包括切换开关模块、调零模块、I-V 转换模块、低通滤波模块、电压放大模块、滤波模块、A/D 转换模块、控制模块及显示模块;所述 I-V 转换模块、电压放大模块、滤波模块、A/D 转换模块、控制模块顺次连接,所述 I-V 转换模块与离子收集器连接,所述低通滤波模块、调零模块与 I-V 转换模块连接,所述切换开关模块与 I-V 转换模块连接和控制模块连接,所述显示模块与所述控制模块连接。本实用新型通过提高微电流计的精度和自动切换其测量量程,达到空气负离子浓度检测结果直接精确显示的目的,操作便捷。



1. 空气负离子浓度检测仪, 设有离子收集器及微电流计, 其特征在于:

所述微电流计包括切换开关模块、调零模块、I-V 转换模块、低通滤波模块、电压放大模块、滤波模块、A/D 转换模块、控制模块及显示模块;

所述 I-V 转换模块、电压放大模块、滤波模块、A/D 转换模块、控制模块顺次连接, 所述 I-V 转换模块与离子收集器连接, 所述低通滤波模块、调零模块与 I-V 转换模块连接, 所述切换开关模块与 I-V 转换模块连接和控制模块连接, 所述显示模块与所述控制模块连接;

所述 I-V 转换模块设有一模拟运放和并联在模拟运放反相输入端及其输出端两侧的三路反馈电阻, 所述模拟运放的反相输入端与待转电流信号输入端连接, 所述反馈电阻各自与一电容并联, 各反馈电阻与待转电流信号输入端之间的连接电路上各自串接有一切换开关; 三路反馈电阻中, 第一反馈电阻、第二反馈电阻、第三反馈电阻的电阻值依次相差 1000 倍的数量级。

2. 根据权利要求 1 所述的空气负离子浓度检测仪, 其特征在于, 三个反馈电阻的电阻值分别取 $100\text{G}\Omega$ 、 $100\text{M}\Omega$ 、 $100\text{K}\Omega$ 。

3. 根据权利要求 1 所述的空气负离子浓度检测仪, 其特征在于, 所述模拟运放的同相输入端接地, 连接其反相输入端和输出端的电路上串接有保护电阻。

4. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的空气负离子浓度检测仪, 其特征在于, 所述电容为温度补偿型的陶瓷电容。

5. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的空气负离子浓度检测仪, 其特征在于, 所述切换开关为套上特氟龙管的干簧继电器。

6. 根据权利要求 1-3 中任一项所述的空气负离子浓度检测仪, 其特征在于, 所述模拟运放为 LMC6062A、LMC6042、INA116 中的任一种。

空气负离子浓度检测仪

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种检测仪器，具体为检测空气清新度的检测装置。

背景技术

[0002] 空气负离子浓度检测仪适用于检测空气中单位体积内所含负离子浓度的装置。空气负离子浓度检测仪是通过离子收集器得到一定体积空气中所含负离子对应的电流大小，然后通过微电流计检测该电流的大小，最后通过控制器将微电流计测得的电流大小转化为单位体积空气中所含负离子的个数，我国自 80 年代引进负离子发生器，现阶段的水平技术水平已经与发达国家持平。目前，空气负离子检测装置主要是便携式和室外测量两种类型，但是便携装置的测量范围小、精度不高，室外测量装置的体积太大。这些问题主要是源于微电流检测这一模块的精度和测量范围。

[0003] 现有的空气负离子浓度检测仪结构原理图如附图 1 所示，该原理图中的所设计的参数包括：

[0004] I ——对应的电流 (A)，

[0005] A ——收集器的有效截面积 (cm^2)，

[0006] v_f ——收集器内空气的流速 (cm/s)，

[0007] q ——电荷电量 ($1.6 \times 10^{-19}\text{C}$)，

[0008] N ——空气负离子浓度 (ions/cm^3)。

[0009] 其中，收集器的有效截面积 A 为已设置好的参量，收集器内空气的流速 v_f 是设定好风扇的速度后通过流体分析得到的参量，我们认为一个空气负离子带一个单位的负电荷，电荷电量 q 为一物理量常数，也就是一个空气负离子所带的电量，对应的电流 I 是通过微电流计检测得到的。通过测得一定体积空气中所含的电荷量对应的电流得到单位空气体积内所含电荷量对应的电荷，从而可以得到空气单位体积内所含负离子的个数，即空气负离子的浓度： $N = I / (qAV_f)$ 。其中的重点是微电流计，通过对空气负离子的估算得到所需测量的电流范围为几十飞安 (fA) 到几十微安 (μA)，要使空气负离子浓度检测仪的精度达到 1 个离子，即微电流检测的精度要达到 1fA。那么现在要解决的问题是微电流计的测量量程和测量精度，在现有的空气离子浓度检测中，测量的精度比较低，显示测量结果需要手动调档，这样的设备使用不是很方便，在便携式空气离子浓度检测仪中，由于设备规模的限制，收集器的有效截面积相对于室外测量的要小得多，要想达到相同的精度，就对微电流检测模块提出了更高的要求。

实用新型内容

[0010] 本实用新型的技术目的是针对现有技术存在的不足，提供一种可以改进空气负离子浓度检测仪微电流检测模块测量精度和测量范围的方案。

[0011] 本实用新型公开的技术方案为：

[0012] 空气负离子浓度检测仪，设有离子收集器及微电流计，其特征在于：

[0013] 所述微电流计包括切换开关模块、调零模块、I-V 转换模块、低通滤波模块、电压放大模块、滤波模块、A/D 转换模块、控制模块及显示模块；

[0014] 所述 I-V 转换模块、电压放大模块、滤波模块、A/D 转换模块、控制模块顺次连接，所述 I-V 转换模块与离子收集器连接，所述低通滤波模块、调零模块与 I-V 转换模块连接，所述切换开关模块与 I-V 转换模块连接和控制模块连接，所述显示模块与所述控制模块连接；

[0015] 所述 I-V 转换模块设有一模拟运放和并联在模拟运放反相输入端及其输出端两侧的三路反馈电阻，所述模拟运放的反相输入端与待转电流信号输入端连接，所述反馈电阻各自与一电容并联，各反馈电阻与待转电流信号输入端之间的连接电路上各自串接有一切换开关；，三路反馈电阻中，第一反馈电阻、第二反馈电阻、第三反馈电阻的电阻值依次相差 1000 倍的数量级。

[0016] 进一步的技术方案还包括：

[0017] 作为优选，三路反馈电阻的电阻值可分别取 100G Ω 、100M Ω 、100K Ω 。

[0018] 所述模拟运放的同相输入端接地，连接其反相输入端和输出端的电路上串接有保护电阻。

[0019] 作为优选，并联在反馈电阻两端的电容采用温度补偿型的陶瓷电容。

[0020] 作为优选，所述切换开关采用套上特氟龙管的干簧继电器。

[0021] 作为优选，所述模拟运放可采用 LMC6062A、LMC6042、INA116 中的任一种。

[0022] 有益效果：

[0023] 本实用新型通过电路设计提高微电流计的测量精度和实现测量量程的自动切换，达到空气负离子浓度检测结果直接精确显示的目的，使用便捷。

附图说明

[0024] 图 1 是空气负离子浓度检测仪的结构示意图；

[0025] 图 2 是微电流计的模块结构示意图；

[0026] 图 3 是图 2 中 I-V 转换模块和切换开关模块的电路结构示意图。

具体实施方式

[0027] 为了阐明本实用新型的技术方案及技术目的，下面结合附图及具体实施例对本实用新型做进一步的介绍。

[0028] 如图 1 的由收集板和极化板构成的空气离子收集器，通过风扇的作用将空气鼓入空气离子收集器中，对收集器施加极化电压使得收集板带正电压极化板带负电压，从而空气中的负离子全部向收集板偏转在收集板上形成一股微弱电流，再通过微电流计测得该电流的大小。由于电流非常的小，在不同的生态环境中，空气负离子的浓度相差多个数量级，那么对应的电流的范围也会相差多个数量级，因此不能直接通过普通的电流表测得，需要通过微电流计进行测量。

[0029] 如图 2 所示，所述微电流计设有切换开关模块 2、调零模块 3、I-V 转换模块 4（电流电压转换模块）、低通滤波模块 5、电压放大模块 6、滤波模块 7、A/D 转换模块 8（数 / 模转换模块）、控制模块 9 及显示模块 10。所述 I-V 转换模块 4、电压放大模块 6、滤波模块 7、

A/D 转换模块 8、控制模块 9 顺次连接,所述 I-V 转换模块 4 与离子收集器的收集板连接,所述低通滤波模块 5、调零模块 3 与 I-V 转换模块 4 连接,所述切换开关模块 2 与 I-V 转换模块 4 和控制模块 9 连接,所述显示模块 10 与所述控制模块 9 连接。

[0030] 所述 I-V 转换模块设有一模拟运放和并联在模拟运放反相输入端及其输出端两侧的三路反馈电阻,所述模拟运放的反相输入端与待转电流信号输入端连接,所述反馈电阻各自与一电容并联,各反馈电阻与待转电流信号输入端之间的连接电路上各自串接有一切换开关。所述模拟运放的同相输入端接地,连接其反相输入端和输出端的电路上串接有保护电阻。

[0031] 图 2 中,待测电流模块 1 是由附图 1 中的收集板给出的,I-V 转换模块 4 和切换开关模块 2 的电路结构设计如图 3 所示。

[0032] 由于所需测量的电流可能相差多个数量级,因此 I-V 转换模块 4 需要多个反馈电阻,不同的量程对应不同的反馈电阻,根据 Johnson Noise 理论,电阻的理论电流噪声为

$I_n = \sqrt{4kT}$, k 是玻尔兹曼常数, $k = 1.38 \times 10^{-23}$, 取一般情况 $T = 300$ 度、 $B = 1$ Hz, 经计算在

测量 fA 级电流时,电阻理论上至少取 20G Ω , pA 级电流时,电阻理论上至少取 20K Ω , 那么附图 3 中的第一反馈电阻 R1、第二反馈电阻 R2、第三反馈电阻 R3 分别取 100G Ω 、100M Ω 、100K Ω , 分别对应于量程 1fA ~ 1pA、1pA ~ 1nA、1nA ~ 1 μ A, 将输入的电流转化到 mV 级的电压。

[0033] 图 3 中的模拟运放需要选择虚线框内即切换开关组,由控制模块 9 选通,将输入的弱电流转化为电压放大模块 6 所能放大的范围,当所测值超过设定阈值时就切换到高一档的量程。图 3 中的 R11 和 R12 是运放输入、输出的保护电阻。由于放大器有数 pF ~ 数十 pF 的输入寄生电容,会使得 OP 放大器的稳定性变差,会使相位滞后,因此电容 C1、电容 C2、电容 C3 是用于调节相位补偿,最好使用温度补偿型的陶瓷电容。这里的切换开关器件采用有着高绝缘电阻的干簧继电器,并套上特氟龙管。其中模拟运放需要采用高阻抗、低偏流、低失调电压、低温漂的芯片,可采用 LCM6062A、LMC6042、INA116 等。

[0034] 运放本身具有一定的偏流、失调电压,会对 I-V 的输出电压产生影响,调零模块 3 可以抵消该影响。运放的工作电压所用的电源会带入部分噪声,低通滤波模块 5 可以抵消该影响。电压放大模块 6 将 I-V 转换模块输出的 mV 级电压转化为 V 级电压从而满足 A/D 转换模块 8 的要求。电压放大模块 6 输出的是带有噪声的信号,滤波模块 7 是对电压放大模块 6 的输出信号进行有源滤波处理,可采用三阶巴特沃斯低通滤波电路处理噪声。A/D 转换模块 8 与滤波模块 7 相连,将滤波模块 7 输出的模拟电压信号转化为适于控制模块处理的数字信号。控制模块 9 与切换开关模块 2、A/D 转换模块 8 和显示模块 10 相连,控制模块 9 具体可以为单片机也可以为其它的嵌入式控制器,控制器根据设定好的阈值,采用阈值回差法切换切换开关。显示模块 10 与控制模块 9 相连,通过控制模块 9 给出的数字信号显示最终的空气负离子浓度,可以使用 LCD 显示显示波形,也可以使用 LED 显示具体数值。

[0035] 在实际应用中,需要根据具体的要求选择上述元器件,为了得到更好的实际电路,上述方案中的各元器件之间还需要连接合适的阻、容性元件,不以本例为限。

[0036] 本实用新型提供的空气负离子浓度检测仪装置中,I-V 转换模块需要进行屏蔽,防止电磁干扰,I-V 的转换电路的信号线可以采用低噪声同轴导线,与通常的导线相比要减轻

1/10 ~ 1/100 的噪声,信号的输入部分采用吸湿性小、化学稳定性好的聚四氟乙烯端子,确保高输入阻抗。实际使用时,用等电位导体保护垫圈将四周围起来,不产生电位差,并且可以把漏电流降低到极小。

[0037] 以上显示和描述了本实用新型的基本原理、主要特征和本实用新型的优点。本行业的技术人员应该了解,本实用新型不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本实用新型的原理,在不脱离本实用新型精神和范围的前提下,本实用新型还会有各种变化和改进,本实用新型要求保护范围由所附的权利要求书、说明书及其等效物界定。

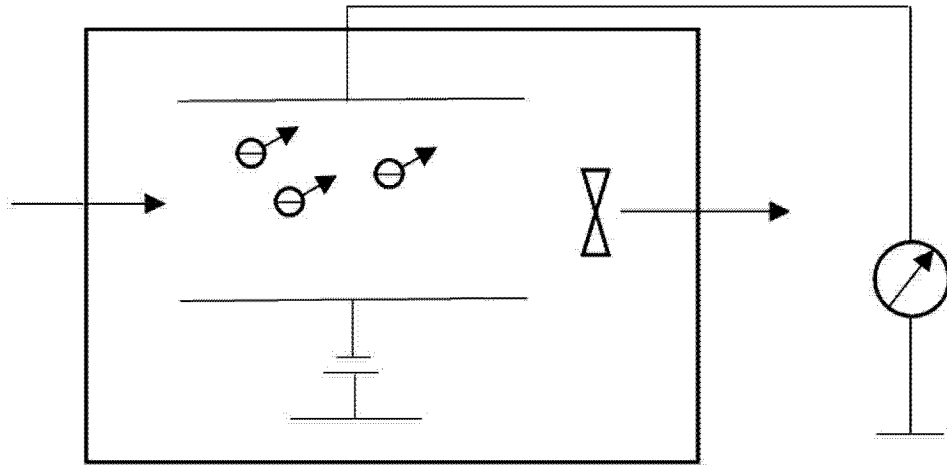


图 1

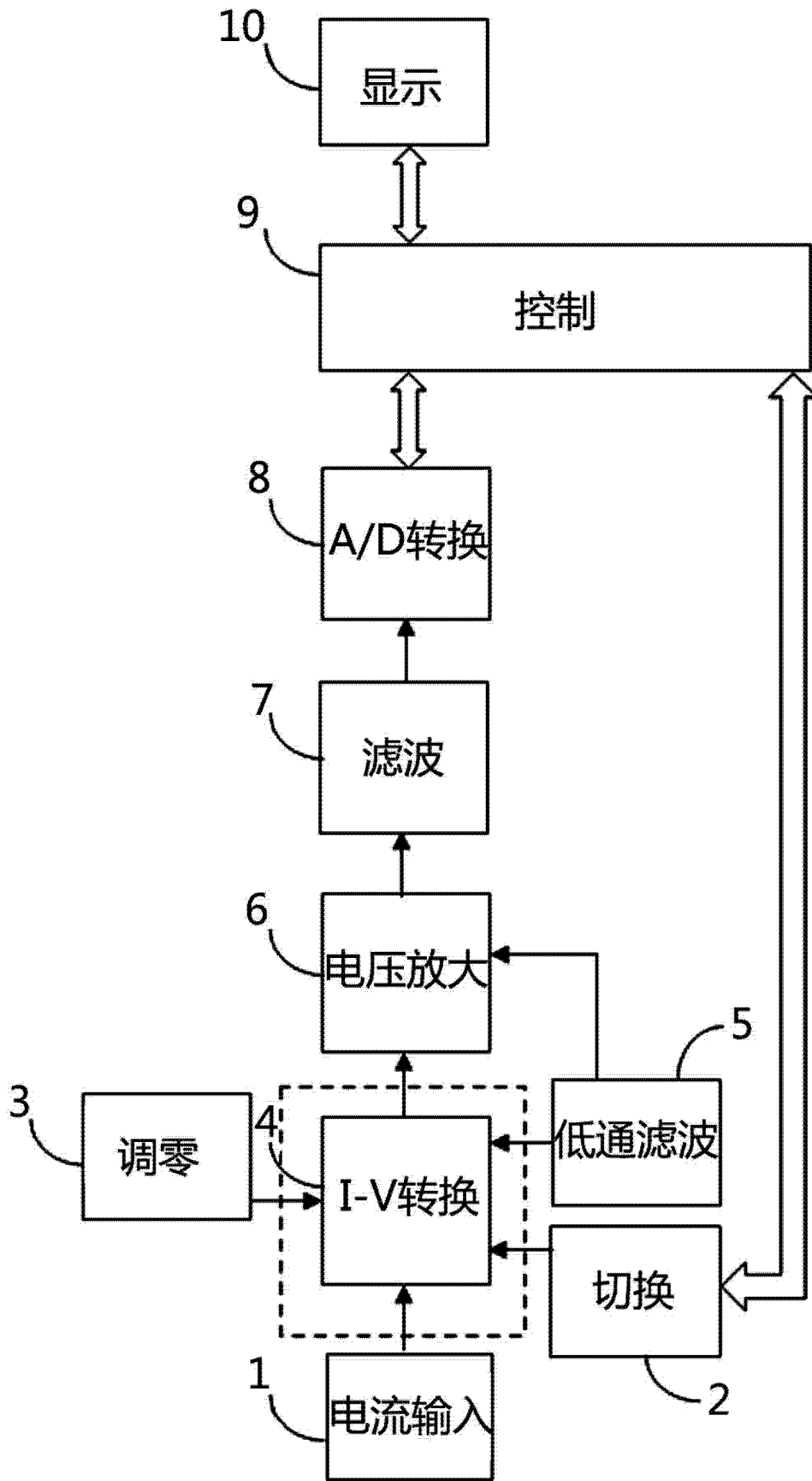


图 2

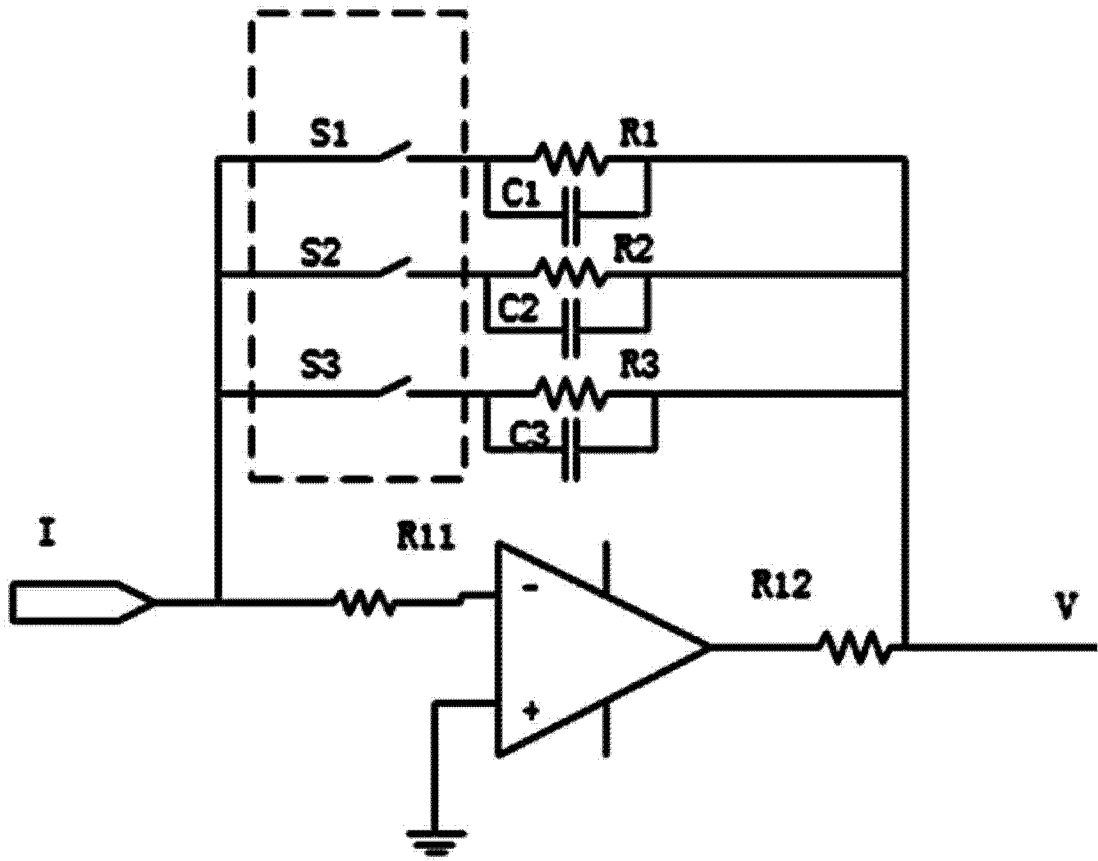


图 3