



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101324674 B

(45) 授权公告日 2011. 10. 12

(21) 申请号 200710106684. 3

FR 2432719 , 1977. 12. 02, 说明书第 7 页第 2

(22) 申请日 2007. 06. 15

行 - 第 11 页最后 1 行, 图 2 和 3.

(73) 专利权人 香港理工大学

AT 389012 B, 1989. 02. 15, 说明书第 2 页倒

地址 中国香港九龙红磡

数第 2 行 - 第 9 页第 35 行, 图 8-10, 14.

(72) 发明人 陈明理 王怀斌

审查员 黄非

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限公司 72003

代理人 郭晓东

(51) Int. Cl.

G01W 1/16 (2006. 01)

## (56) 对比文件

US 5315232 , 1994. 05. 24, 图 6.

DE 3632756 A, 1987. 04. 09, 图 1-9.

US 4054835 , 1977. 10. 18, 说明书第 3 栏第 6 行 ~ 第 9 栏第 24 行, 图 1.

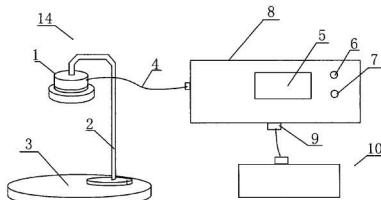
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 7 页

## (54) 发明名称

电场仪及电场测量方法

## (57) 摘要

一种电场仪，包括探测装置、信号处理装置和数据分析装置，探测装置将电场信号传送至信号处理装置，探测装置内设置有动片及其驱动装置、两组定片和传感器，信号处理装置包括差分模块，探测装置内的两组定片分别与两运算放大器连接以组成差分模块两输入电路。一种电场测量方法，由动片分时屏蔽两组定片得到两组电场交变信号，将获取的电场交变信号经由多个信号处理过程进行信号处理以输出电场值，信号处理过程包括将两组电场交变信号经滤波与选频放大处理以后进行差分放大的步骤。本发明的电场仪及测量方法，抑制了由于温度和外界电磁干扰所引起的电路的不稳定性，提高了噪声抑制能力，使得电场的测量变得稳定可靠。



1. 一种电场仪，包括用于获取电场信号的探测装置、由多个电路模块组成的信号处理装置和分析电场测量值的数据分析装置，所述探测装置通过有线或无线的方式将电场信号传送于信号处理装置，信号处理装置将其输出的电场值通过连接器传递于数据分析装置，所述探测装置内设置有动片及其驱动装置、两组定片和传感器，其特征在于：

所述信号处理装置包括差分模块，所述探测装置内的两组定片分别与两运算放大器连接以组成差分模块两输入电路；

所述驱动装置为马达，所述动片与马达的主轴连接，所述动片为两页一体结构，所述定片为单四片两组结构，所述马达底部设置有与所述动片形状相同但大小不同的用于与所述传感器的光电器件配合以获取光同步信号的小叶片；

所述信号处理装置还包括二级放大模块、低通滤波模块、同步整流模块和电场输出模块，所述差分模块输入电路由两组滤波与选频放大电路构成，所述滤波的输入端接所述传感器的输出端，滤波的输出端接选频放大的输入端；差分模块的输出作为二级放大模块的输入，二级放大模块的输出与光同步信号共同作为同步整流模块的输入，量程自动切换模块分别与二级放大与低通滤波模块连接，同步整流模块的输出作为低通滤波模块的输入，低通滤波模块的输出端与电场输出模块连接，电场输出模块与数据分析装置及数字表头连接。

2. 如权利要求 1 所述的电场仪，其特征在于：所述电场仪的量程通过信号处理装置的量程自动切换模块实现自动切换，通过量程自动切换模块内的阈值检测电路来判断是否需要进行所述自动切换。

3. 如权利要求 1 所述的电场仪，其特征在于：所述数据分析装置为微机。

4. 如权利要求 2 所述的电场仪，其特征在于：所述量程为两个，所述阈值检测电路的阈值设定为  $6.5\text{kv/m}$ 。

5. 一种电场测量方法，由动片分时屏蔽两组定片得到两组电场交变信号，将获取的电场交变信号经由多个信号处理过程进行信号处理以输出电场值，其特征在于，所述信号处理过程包括：

步骤 s1：将两组所述电场交变信号经滤波与选频放大处理以后进行差分放大；

步骤 s2：将步骤 s1 的输出信号进行二级放大；

步骤 s3：步骤 s2 的输出信号以光同步信号为同步信号进行同步整流；

步骤 s4：步骤 s3 的输出信号进行低通滤波；

步骤 s5：步骤 s4 的输出信号进行电场输出，得到电场测量值。

6. 如权利要求 5 所述的电场测量方法，其特征在于，所述步骤 s4 后同时判断量程是否需要切换，如需要切换量程，则反馈到步骤 s2 调整二级放大的倍数。

7. 如权利要求 6 所述的电场测量方法，其特征在于，所述量程为两个，当外加电场超过  $6.5\text{kv/m}$  时量程自动切换。

## 电场仪及电场测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及大气电场强度测量技术领域，尤其涉及一种电场仪及一种电场测量方法。

### 背景技术

[0002] 由于强雷暴、冰雹的孕育过程以及龙卷风的形成都会在地面产生强电场，因此探测和研究地面和空间电场在许多领域已经受到人们的高度重视。特别是强雷暴来临前以及雷暴过程中，地面和空间电场会急剧升高，由此预示并隐藏着随时有放电事件的发生，这对航空、航天的发射、通信网络以及微电子设备的安全等都造成了威胁。因此预知地面和空间电场并进行短期预报和告警有着极为重要的实际意义。我国是空间技术较为发达国家之一，大气电场的探测早在 90 年代就在西昌卫星发射中心进行了布网，后来又陆续在酒泉和太原卫星发射中心以及北京奥运村相继布设了大气电场探测和预警网络。

[0003] 地面电场的强弱取决于空间电荷的多少，与辐射场相比它是一种相对静止的场，即静电场。静电场信号的获取相对辐射场来说，在技术上要难、结构要复杂的多。人们发明了用一个电机带动一组开有多孔的金属叶片（称为动片）去分时屏蔽同样一组固定的金属片（称为定片），使得空气中的静电场在不断地屏蔽、暴露过程中形成一交变信号。再把该信号进行处理以完成近似直流的静电场测量。交变信号的频率取决于电机的转速和金属叶片开孔的多少，转速越高、开孔越多，频率就越高，频率越高，则测量静电场的效率就越高。但考虑到功耗及噪声，电机的转速就不能高于某一值，而金属片开孔多会使结构复杂，增加成本，且降低其强度。

[0004] 现有技术的电场仪，一般属于单模输入，即单组交变信号经过一系列信号处理后得到电场值输出，其不能够抑制由于温度和外界电磁干扰所引起的电路的不稳定性，没有很好的噪声抑制能力。使得电场的测量不够稳定可靠。

[0005] 在现有技术的单模输入情况下，由动片分时屏蔽定片所产生的交变信号经过滤波，然后进行选频放大，再进行二级放大，再与光电器件采集的光同步信号经同步整流后，再通过低通滤波，得到电场的测量值输出。

[0006] 同时，现有技术的电场仪为了提高测量的范围，设置了两个量程，并由人工切换的方式实现该两个量程之间的切换，人工切换的弊端显然已见，易饱和且输出会出现突变，单量程又会降低探测范围。

[0007] 现有技术的电场测量方法，由动片分时屏蔽定片得到电场交变信号，将获取的电场交变信号经由多个信号处理步骤组成的信号处理过程进行信号处理以输出电场值，通常采用只一组定片接一组滤波与选频放大电路的单模输入方式。

[0008] 现有技术的信号处理过程包括滤波、选频放大、二级放大、低通滤波、同步整流和电场输出等处理步骤；由动片分时屏蔽定片得到的交变信号经选频放大以后再经过二级放大，其所得到的信号进行同步整流，光同步信号作为其同步整流的同步信号，同步整流处理后再进行低通滤波，低通滤波后进行电场输出，电场输出得到所要测量的电场值。

[0009] 由于实行单模输入，电场的测量容易受到噪声等的干扰而不具有准确性，同时，测量方法中不具有量程切换的功能，以至二级放大的倍数固定，所以易饱和且输出会出现突变。

[0010] 发明内容

[0011] 鉴于上述提出的问题，本发明的目的在于提供一种电场仪及一种电场测量方法，能够克服现有技术中存在的问题，抑制由于温度和外界电磁干扰所引起的电路的不稳定性，提高噪声抑制能力，使得电场的测量变得稳定可靠。

[0012] 本发明的以上目的由以下技术方案实现，本发明的电场仪，包括用于获取电场信号的探测装置、由多个电路模块组成的信号处理装置和分析电场测量值的数据分析装置，所述探测装置通过有线或无线的方式将电场信号传送于信号处理装置，信号处理装置将其输出的电场值通过连接器传送于数据分析装置，所述探测装置内设置有动片及其驱动装置、两组定片和传感器，所述信号处理装置包括差分模块，所述探测装置内的两组定片分别与两运算放大器连接以组成差分模块两输入电路。所述驱动装置为马达，所述动片与马达的主轴连接，所述动片为两页一体结构，所述定片为单四片两组结构，所述马达底部设置有与所述动片形状相同但大小不同的用于与所述传感器的光电器件配合以获取光同步信号的小叶片；所述信号处理装置还包括二级放大模块、低通滤波模块、同步整流模块和电场输出模块，所述差分模块输入电路由两组滤波与选频放大电路构成，所述滤波的输入端接所述传感器的输出端，滤波的输出端接选频放大的输入端；差分模块的输出作为二级放大模块的输入，二级放大模块的输出与光同步信号共同作为同步整流模块的输入，量程自动切换模块分别与二级放大与低通滤波模块连接，同步整流模块的输出作为低通滤波模块的输入，低通滤波模块的输出端与电场输出模块连接，电场输出模块与数据分析装置及数字表头连接。

[0013] 本发明的电场测量方法，由动片分时屏蔽两组定片得到两组电场交变信号，将获取的电场交变信号经由多个信号处理过程进行信号处理以输出电场值，所述信号处理过程包括步骤 s1：将两组所述电场交变信号经滤波与选频放大处理以后进行差分放大；步骤 s2：将步骤 s1 的输出信号进行二级放大；步骤 s3：步骤 s2 的输出信号以光同步信号为同步信号进行同步整流；步骤 s4：步骤 s3 的输出信号进行低通滤波；步骤 s5：步骤 s4 的输出信号进行电场输出，得到电场测量值。

[0014] 本发明有如下有益效果：

[0015] 1、本发明采用单四片两组结构作为定片，动片采用两叶一体结构，使得结构简单紧凑，易加工、造价低廉。

[0016] 2、本发明突破传统的单端输入为差动输入以提高整个系统的稳定性，提高电场测量的连续性。

[0017] 3、本发明采用电场量程自动切换，使得电场输出在高灵敏度档无饱和、切换时无突变的电场连续输出，增强了网络的探测范围。

[0018] 4、本发明鼠标读取电场值，分时段压缩、展开回放数据的功效且操作平台界面清晰、功能齐全。

[0019] 附图说明

[0020] 图 1 是本发明电场仪的示意图。

- [0021] 图 2 是本发明的电场仪探测装置的仰视示意图。
- [0022] 图 3 是本发明的电场仪探测装置的侧视示意图。
- [0023] 图 4 是本发明电场仪的信号处理装置低通滤波模块、量程自动切换模块和电场输出模块电路图。
- [0024] 图 5 是本发明电场仪的信号处理装置两组滤波与选频放大模块、差分模块与二级放大模块电路图。
- [0025] 图 6 是本发明电场仪的信号处理装置同步整流模块电路图。
- [0026] 图 7 是本发明电场仪与电场测量方法的信号处理装置工作原理框图。
- [0027] 图 8 是本发明电场仪与电场测量方法的波形图。
- [0028] 具体实施方式
- [0029] 下面结合附图对本发明技术方案再作进一步的说明：
- [0030] 本发明实施例的电场仪，包括用于获取电场信号的安装在室外的探测装置 14、室内控制装置 8 和分析电场测量值的数据分析装置 10，探测装置 14 通过电缆 4 传送电场信号给室内控制装置 8，室内控制装置 8 再将其输出的电场值通过连接器 9 传送于数据分析装置 10。
- [0031] 如图 1 所示，本发明的电场仪，探测装置 14 包括探头 1、从探头顶部将探头 1 固定的撑杆 2、底座 3。探头 1、撑杆 2、底座 3 连结为一体；探头 1 内设置动片 11、定片 121、122、123、124、传感器和马达，动片 11 与马达的主轴 13 连接。信号处理装置也封装在探头 1 内。动片 11 为两页一体结构，定片为单四片两组结构。定片分为两组，定片 121 与定片 123 为一组，定片 122 与定片 124 为一组。传感器与两组定片连接，用于获取动片 11 分时屏蔽定片所得到的交变信号，并将其传送给内置在探头内的信号处理装置。如图 6 所示，马达底部设置有与动片 11 形状相同但大小不同的小叶片 C，其与传感器的光电器件配合用于获取光同步信号，传感器获取光同步信号后也将其传送给信号处理装置。
- [0032] 如图 1 所示，本发明的电场仪，室内控制装置 8 的面板上安装显示电场测量值的数字表头 5、电源指示 6 和电源开关 7。
- [0033] 如图 7 所示，本发明的电场仪，探头 1 内部封装的信号处理装置包括：两组滤波与选频放大模块、差分模块、二级放大模块、低通滤波模块、电场输出模块、同步整流模块与量程自动切换模块。各模块之间连接方式为：两选频放大模块与差分模块的两个输入端连接；差分模块的输出与二级放大模块连接，二级放大模块的输出端再与同步整流模块连接；自动量程切换模块接受低通滤波模块的输入，输出至二级放大模块；同步整流模块与低通滤波模块连接；低通滤波模块与电场输出模块连接；最后电场输出模块与室内控制装置 8 及数据分析装置 10 连接。
- [0034] 探头 1 内的传感器所采集的光同步信号与两组交变信号分别传送于内置在探头中的信号处理装置。其中，光同步信号作为同步整流模块的输入，两组交变信号分别作为两选频放大模块的输入。
- [0035] 图 4、图 5 和图 6 为本发明的电场仪的电路图，图 4 是本发明电场仪的信号处理装置低通滤波模块、量程自动切换模块和电场输出模块电路图，图 5 是本发明电场仪的信号处理装置差分模块与二级放大模块电路图，图 6 是本发明电场仪的信号处理装置同步整流模块电路图。通过连接点 pointa、pointb 和 pointc 连接为一个完整的测量电路。以下进

一步介绍本发明信号处理装置的各电路模块的具体实现。

[0036] 如图 4、图 5 和图 6 所示，本发明的电场仪的选频放大模块、差分模块、二级放大模块、低通滤波模块、电场输出模块由如下电路结构实现：动片与马达的主轴连接，A、B 两组定片分别与插座 Z1 的 1 和 3 连接；CA1、CA2、RA1 和 CB1、CB2、RB1 分别组成高频滤波并分别与 ICAA 和 ICAB 的负端连接；RF1、RF2 和 C1、C2 分别并联跨接在 ICAA、ICAB 的反相端和输出端组成选频电路；IBB 的两个输入端分别接 ICAA、ICAB 的两个输出端组成最后的差分输出。IBB 的输出经过 R3 与 IC2A 的负输入端连接；IC2A 和 R2、R4 反馈电阻及 K1 组成二级增益自动调节放大；IC2A 的输出经 R5 与 IC2B 的反相端连接；反馈回路的 R6、RW 串联后与 IC2B 的 6 和 7 连接；其输出端与 IC4 的 15 端连接；IC2B 的输出经 R7 与 IC2D 的反相端 13 连接；反馈电阻 R8 分别接 IC2D 的 13 和 14 端并与同步整流模块 IC4 的 10 端连接；IC4 的第一个输出 14 端经 R29 接到差分输入电路 IC5B 的正端，同时正端还接 R31 接地，第二个输出 11 端经过 R28 接到 IC5B 的反相端，反相端与输出端接 R30 反馈电阻；IC5B 的差分输出经 R10、R11 到有源低通滤波电路 IC2C 的正端，同时经 CJ 与 IC2C 的输出端连接，IC2C 的正端接 C7 到地；IC2C 的负端到地接有 R12 和到输出端的 RV，IC2C 完成了滤波及直流增益的微调整。电场输出经过 R13 与 Z3 的 1 脚连接。

[0037] 下面介绍量程自动切换模块的实现，本发明设计了用 IC3A、IC3B 和 IC3C 组成的量程采样及自动测量电路，IC2C 的输出同时经过 R14 到 IC3A 的反向端，同时经 R16 到 IC3B 的反相端，D1 跨接在 IC3A 的反相端和输出端，反相端还接 R15 和 D2，D2 的正端通过 R17 到 IC3B 的反相端，反相端和输出端跨接 R18；IC3B 的输出直接到 K4 的常开端，同时经 R20 和 R19 的分压到 K4 的常闭端。IC3C 和 RV2、R22 等组成电压比较电路，与 IC3B 的输出电压进行比较以决定自动换档。K4 的中心点经过 R23 与 IC3C 的正相端连接，IC3C 的反相端接有获取基准电压的 VR2 和 R22，其输出经过 C18、R25 尖脉冲祛除后接 IC6 的 12 和 8 端，IC6 为可再触发单稳态电路，接在 1、2、3 端的 R24，CX1 组成单稳态的时间常数，输出端 10 经过 R26 接 BG1 的基极，基极还接有 C19，集电极接继电器 J 的一端，继电器 J 的另一端接电源正并有一滤波电容 C19 到地。继电器 J 共有四组单刀双掷开关，其中 K4 控制量程切换，K3 作为量程切换的监视，K2 作为室内数字表头的量程控制，K1 接在 IC2A 的输入和输出端作为量程的增益自动切换。

[0038] 以下介绍同步整流模块的实现，马达底部的小叶片 C 与动片 D 的形状相同但大小不等，该小叶片 C 置于光电器件 OPTO 槽的中间位置，以获取同步脉冲。光电 OPTO 的输出端与 Z2 的 1 端连接并与整形电路 IC7A 的两个输入端连接；光电 OPTO 的射极与 Z2 的 2 端连接并接于负电源，发光二极管的两个端分别接 Z2 的 3、4 端，一个通过 R 接正电源，另一个接地。IC7A 的输出接同步整流电路 IC4 的 16 端；OPTO 的 1 端还接有两个 IC7C 和 IC7B 与非门到 IC4 的 9 端，IC4 的 16 和 9 端的正负脉冲完成电场正负半周的同步整流。

[0039] Z3 为输入、输出插座，1 端为电场信号输出；2 端为数字表头的量程控制和采集量程标识输出信号；3 端和 4 端分别为正 12V 和负 12V 电源，Z4 为马达的供电插座电压为 24V。

[0040] 本发明实施例的电场仪。数据分析装置优选为微机。数据分析装置 10 将经由室外探测装置 14 及室内控制装置 8 所获得的电场数据进行存储与处理，可以将电场仪测量所得数据按照时间顺序或其他给定的顺序存储于数据分析装置 10 的存储设备中，并可对其进行不同的参数进行索引，以利于以各种不同的方式对电场数据进行查询，并通过程序实

现鼠标实时读取电场值,或用鼠标读取某一时刻的电场值。可以编制程序,将电场测量数据分时段压缩,减小其数据所占空间,加大存储容量并易于查找。同时,基于研究的需要,可对某一时段的电场测量数据进行数据回放。

[0041] 本发明的实施例的电场仪,使用本发明的电场测量方法,由探头 1 内的两叶一体的动片 11 分时屏蔽定片 121、123 与定片 122、124,得到两组电场交变信号。同时,由于小叶片与动片 11 均连接于马达,所以,由于小叶片的旋转而采集的光同步信号,与由于动片 11 分时屏蔽两组定片所产生的两组交变信号完全同步。

[0042] 本发明的电场测量方法的信号处理过程包括滤波与选频放大、差分放大、二级放大、低通滤波、同步整流、量程自动切换和电场输出等信号处理步骤,两组交变信号分别经过滤波后再经过选频放大,差分处理步骤将两组经滤波与选频放大后的信号进行差分放大,信号进行差分后再进行二级放大,二级放大后的信号以光同步信号为同步信号进行同步整流处理,同步整流后的信号进行低通滤波,经过低通滤波处理后的信号同时进行电场输出和判断量程是否需要切换,如需要切换量程,则反馈到二级放大处理步骤,调整二级放大的倍数,电场输出处理步骤输出测量所得的电场值。

[0043] 本发明的电场测量方法的实施例,由动片 11 分时屏蔽两组定片得到两组电场交变信号,将获取的电场交变信号经由多个步骤组成的信号处理过程进行信号处理以输出电场值,信号处理过程包括:

[0044] 步骤 s1: 将两组所述电场交变信号经滤波与选频放大处理以后进行差分放大。

[0045] 步骤 s2: 将步骤 s1 的输出进行二级放大;

[0046] 步骤 s3: 步骤 s2 的输出信号以光同步信号为同步信号进行同步整流;

[0047] 步骤 s4: 步骤 s3 的输出信号进行低通滤波;

[0048] 步骤 s5: 步骤 s4 的输出信号进行电场输出,得到电场测量值。

[0049] 本发明的电场测量方法,步骤 s4 后同时判断量程是否需要切换,如需要切换量程,则反馈到步骤 s2 调整二级放大的倍数。所述量程为两个,当外加电场超过 6.5kv/m 时量程自动切换。

[0050] 结合图 4、图 5 和图 6,简述本发明的电场仪及电场测量方法的工作原理如下:

[0051] 动片 11 在马达的带动下分时屏蔽定片,使静电场在不断地屏蔽、暴露的过程中形成以交变信号,两组定片被屏蔽产生的两组信号首先进入滤波电路,将不需要的交流信号例如噪声等去掉,然后分别进入各自的选频放大电路,进行选频,选择一确定的频率,然后将其电信号放大,将经过滤波与选频放大的两组电信号作为差分模块的输入信号,经过差分模块输出,再给具有量程自动控制的 IC2A 进行二级放大。再经过倒相放大,其输出送给电子模拟开关 IC4 进行正半周整流;负半周由 IC2D 输出给 IC4 的 10 端以完成负半周的整流。如上所述的同步整流,其同步信号来自于光同步信号。同步整流的应用,加强了信号的强度,有利于电场值的检测。

[0052] 以下图来描述正电场为例的工作过程:

[0053] 如图 8 所示,如有一直流电压 a 加于动片 D 之上的某一高度,在 IC2B 和 IC2D 的输出端便有如 c 和 f 所示的交变电场波形。而方波取自光电器件 OPTO,它由电机马达下面的小叶片 C 经过光电槽时产生。该方波经过整形后分别给电子模拟开关 IC4,以作为电场波形的同步整流。当方波的为正半周时,电子模拟开关的 i2 和 o2 组开关打开,输出电场波形的

正半周 ;在方波的负半周时,模拟开关的 in3 和 o3 接通输出电场的负半周。其整流结果如波形 d 和 g 所示,两路波形在通过差放电路 IC5B 便输出如图 h 所示的波形,后经 IC2C 的有源低通滤波电路后输出电场值如 i 所示。

[0054] 量程自动切换由 IC3A、IC3B、IC3C 等来完成。由于电场有正负之分,而我们规定为正逻辑控制量程切换,所以通过 IC3B 及外围电路把负电场值倒相为正值。输出的电场值与 IC3C 反相端 9 的电压进行比较,当电场值大于比较电压时,IC3C 的输出便有一正电平,该正电平去触发由 IC6 组成的可再触发单稳态电路,使单稳态发生反转,其 Q 端输出的正跳变使 BG1 饱和,继电器 J 吸合,四组开关使常开端吸合,量程自动切换完成。四组开关其中 K1 为控制量程切换 ;K2 为控制量程的标志输出,当在常闭端时输出 0 电平,并表示为高增益档,当在常开端时输出高电平,表示低增益档,该电平作为一路信号输入到采集卡以识别档位并计算电场值 ;K3 为量程切换指示,当切换到低增益时 LEK 点亮 ;K4 为量程切换的触发控制端。

[0055] 本发明实施例的电场仪,量程数为两个,当外加电场超过 6.5kv/m 时量程自动切换,即优选的阈值为 6.5kv/m。本发明的电场仪,量程数也可以两个以上。

[0056] 本发明的电场仪及电场测量方法,采用的差分输入电路能够很好地抑制由于环境温度和外界电磁干扰所引起的电路的不稳定性。本发明采用四片两组结构,满足电路的差分输入。本发明采用阀值检测自动切换技术,使得电场输出在高灵敏度档时无饱和、无突变的连续输出,改变了以往由于人工切换带来的不便,给大气电研究以及大气电场监测、预警提供了方便,保证了电场在大范围的连续测量。

[0057] 以上所述的仅为本发明的较佳可行实施例,所述实施例并非用以限制本发明的专利保护范围,因此凡是运用本发明的说明书及附图内容所作的等同结构变化,同理均应包含在本发明的保护范围内。

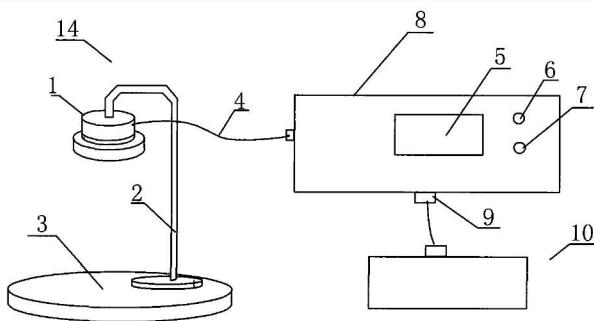


图 1

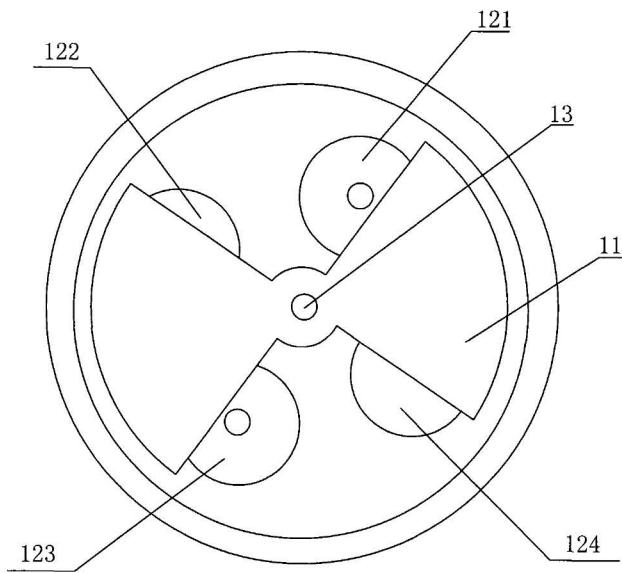


图 2

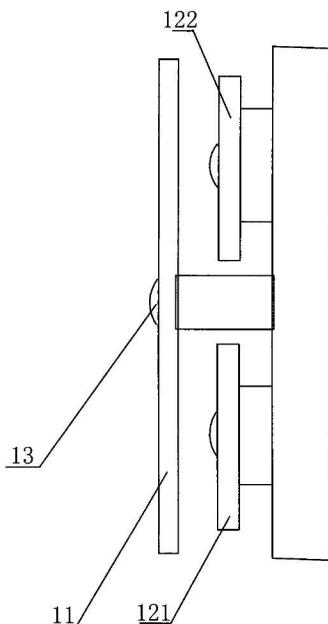


图 3

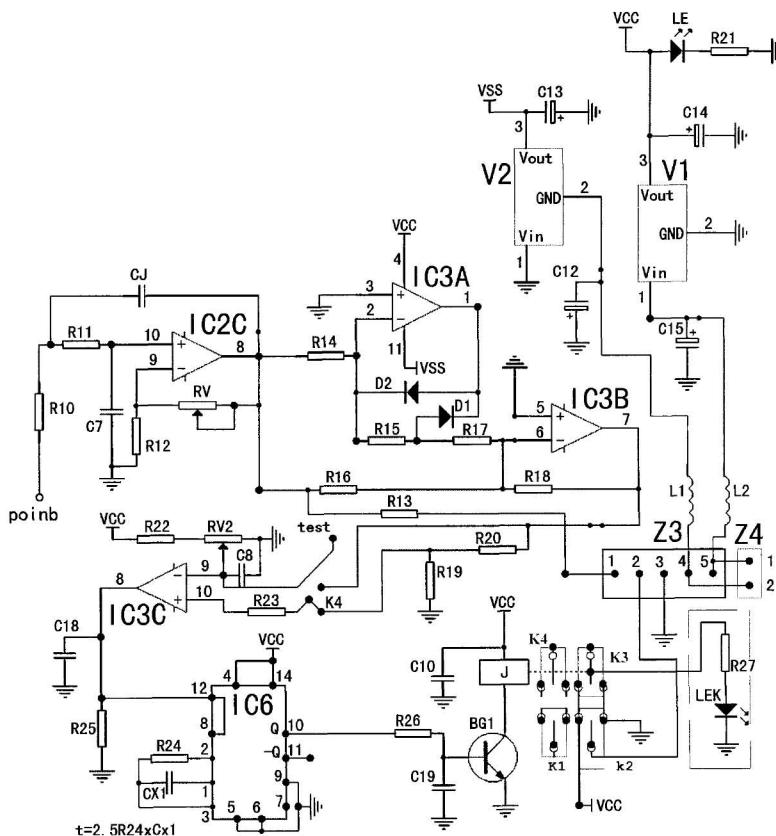


图 4

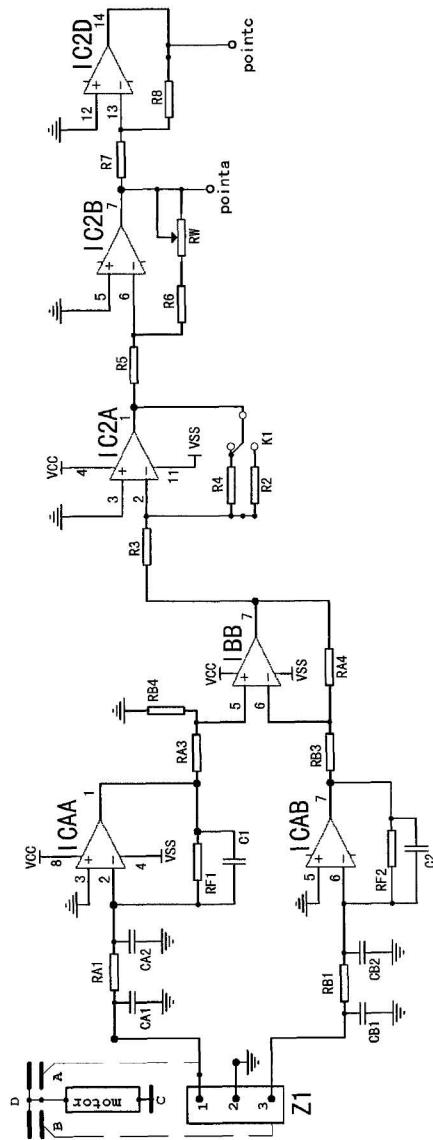


图5

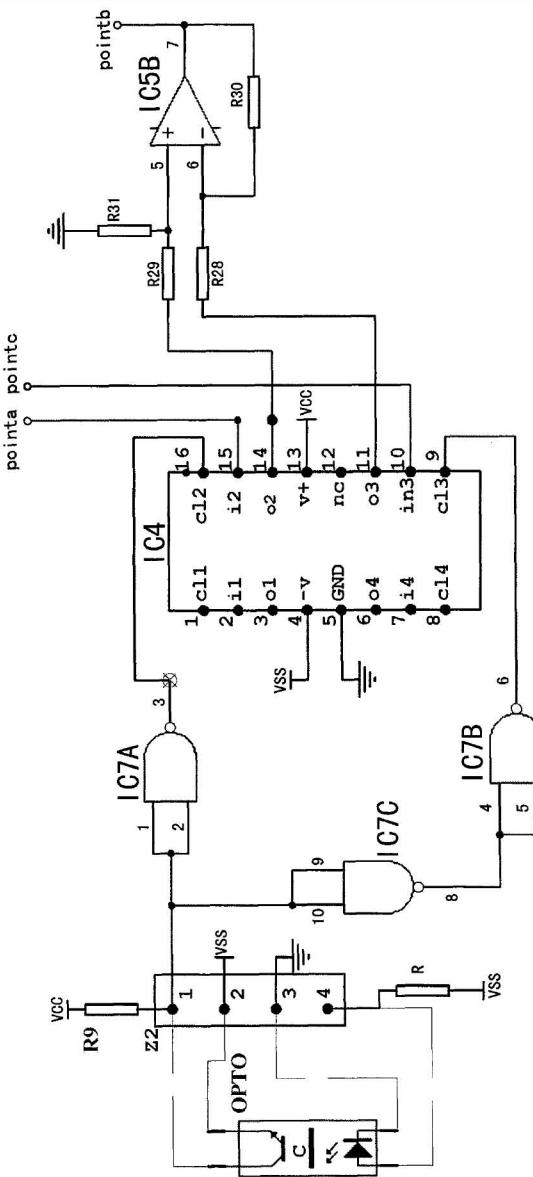


图6

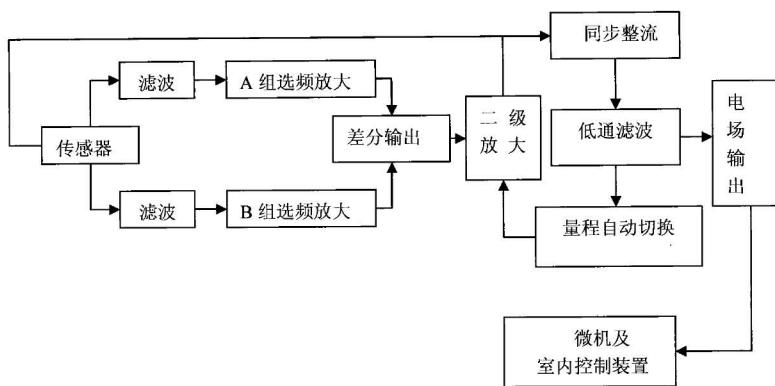


图 7

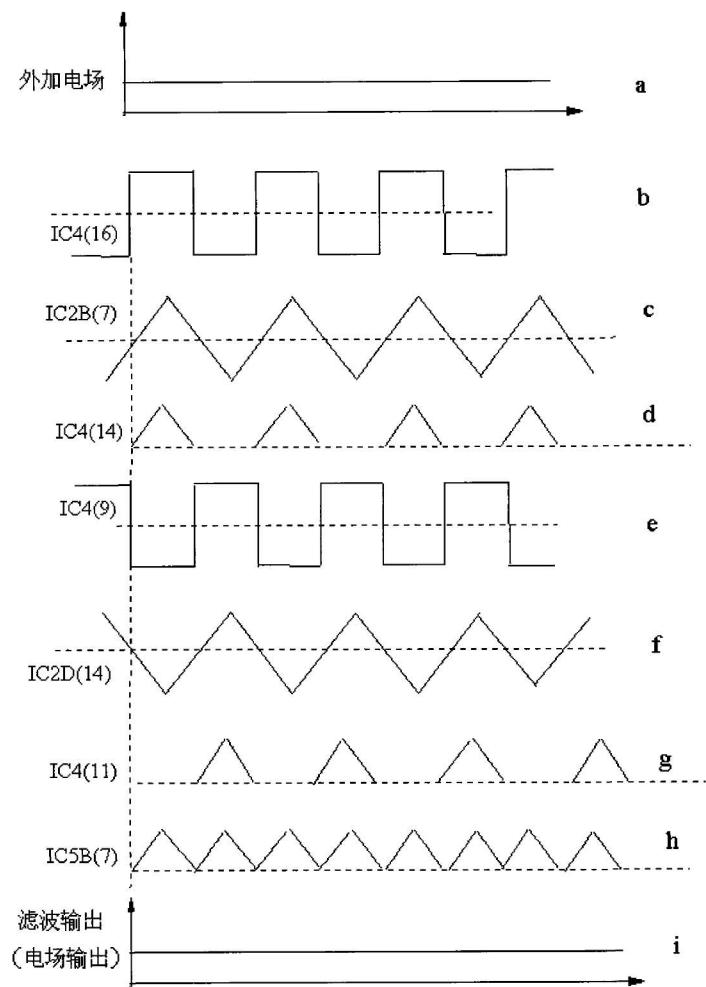


图 8