



[12] 发 明 专 利 说 明 书

[21] ZL 专利号 00809238.9

[45] 授权公告日 2005 年 1 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 1184485C

[22] 申请日 2000.4.21 [21] 申请号 00809238.9

[30] 优先权

[32] 1999. 4. 21 [33] US [31] 60/130,331

[86] 国际申请 PCT/US2000/010791 2000.4.21

[87] 国际公布 WO2000/063707 英 2000.10.26

[85] 进入国家阶段日期 2001.12.20

[71] 专利权人 布鲁斯·T·威廉姆斯

地址 美国纽约州

[72] 发明人 布鲁斯·T·威廉姆斯

审查员 王晓萍

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

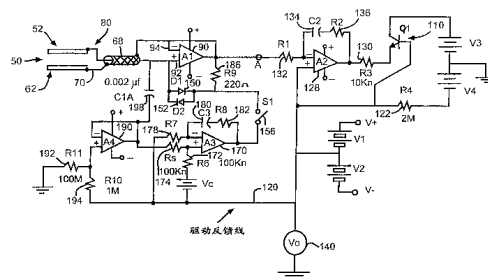
代理人 李 湘

权利要求书 3 页 说明书 14 页 附图 11 页

[54] 发明名称 浮动平板电压监视器

[57] 摘要

一种浮动平板离子监视系统和方法, 其中离子收集器组件(50)包括呈一定空间关系的离子导电表面(52)和屏蔽表面(62), 离子导电表面位于接收撞击离子的位置, 并且电势施加在屏蔽表面(62)上, 该表面复制并跟随离子导电表面(52)上的电压。因此建立起离子导电表面(52)与屏蔽表面(62)之间的电容并且独立于离子收集器组件(50)的物理结构。为此提供单位增益连接运算放大器(90)并将其正输入(92)与离子导电表面(52)连接而将其反相输入(94)与屏蔽表面(62)连接。连接放大器输出的指示器监视离子导电表面(52)上的电压。电压基准施加在电学建立的电容(98)上从而使电压标称值无需等于或大于离子导电表面上出现的电压限。所施加电压基准的大小可以改变电学建立电容(98)大小的方式变化。



1. 一种浮动平板离子监视系统，其特征在于包括：
 - a) 离子收集器组件，包括呈一定间隔关系的离子导电表面和屏蔽表面，离子导电表面位于接收离子撞击的位置；
 - b) 单位增益连接的运算放大器；
 - c) 将离子导电表面连接至放大器正输入的装置；
 - d) 将屏蔽表面连接至放大器反相输入的装置；
 - e) 连接在离子导电表面与提供和建立内部电学基准大小的电路之间的电容，使得所连接电容的电压标称值无需等于或大于离子导电表面上的电压限；以及
 - f) 连接至放大器输出的指示器；
 - g) 由此通过连接的电容在离子导电表面与屏蔽表面之间建立电容并且独立于离子收集器组件的物理结构。
2. 如权利要求 1 所述的监视系统，其特征在于，所述离子收集器组件的离子导电表面和屏蔽表面位于绝缘材料片的相对侧面上。
3. 如权利要求 1 所述的监视系统，其特征在于进一步包括与放大器连接的扩展监视器电压测量范围的装置。
4. 如权利要求 3 所述的监视系统，其特征在于电压范围扩展装置包括：
 - a) 具有与所述单位增益连接的运算放大器输出耦合的反相输入的第二运算放大器；
 - b) 连接至第二运算放大器输出的晶体管开关；以及
 - c) 连接在第二放大器正输入与晶体管开关之间的驱动反馈线。
5. 如权利要求 4 所述的监视系统，其特征在于进一步包括在第一与第二放大器之间的用于在衰减模式下操作监视器的切换装置。
6. 如权利要求 5 所述的监视系统，其特征在于进一步包含与所述切换装置相连的预充电离子导电表面的装置。
7. 如权利要求 3 所述的监视系统，其特征在于，由与扩展监视器电压测量范围的装置相连的电路来提供内部电学基准。
8. 如权利要求 7 所述的监视系统，其特征在于电路包括建立电压基准大小的分压器。

9. 如权利要求 8 所述的监视系统, 其特征在于进一步包含连接在分压器与电容器之间的缓冲放大器。

10. 如权利要求 7 所述的监视系统, 其特征在于电路包括建立可调整的电压基准大小的电势计。

11. 如权利要求 1 所述的监视系统, 其特征在于提供内部电学基准的电路包含建立电学基准大小的分压器。

12. 如权利要求 11 所述的监视系统, 其特征在于电路包括建立可调整的电压基准大小的电势计。

13. 一种浮动平板离子监视系统, 其特征在于包括:

a) 离子收集器组件, 包括呈一定间隔关系的离子导电表面和屏蔽表面, 离子导电表面位于接收离子撞击的位置;

b) 单位增益连接的运算放大器;

c) 将离子导电表面连接至放大器正输入的装置;

d) 将屏蔽表面连接至放大器反相输入的装置;

e) 具有连接至离子导电表面的一端和另一端的电容器;

f) 与扩展监视器电压测量范围的放大器相连的网络; 以及

g) 与所述网络和所述电容器另一端相连以提供内部电学基准的电路;

h) 由此通过连接的电容在离子导电表面与屏蔽表面之间建立电容并且独立于离子收集器组件的物理结构, 并且由此使连接电容的电压标称值不必等于或大于离子导电表面上的电压限。

14. 如权利要求 13 所述的监视系统, 其特征在于, 所述离子收集器组件的离子导电表面和屏蔽表面位于绝缘材料片的相对侧面上。

15. 如权利要求 13 所述的监视系统, 其特征在于电路包括建立电学基准大小的分压器和将分压器与电容器另一端耦合的装置。

16. 如权利要求 15 所述的监视系统, 其特征在于耦合装置包含缓冲放大器。

17. 如权利要求 13 所述的监视系统, 其特征在于电路包括建立可调整的电压基准大小的电势计。

18. 如权利要求 16 所述的监视系统, 其特征在于进一步包括连接在所述缓冲放大器与所述电容器之间的建立可调整的电压基准大小的电势计。

19. 一种浮动平板离子监视方法, 其特征在于包括以下步骤:

a) 提供离子收集器组件，包括呈一定间隔关系的离子导电表面和屏蔽表面，离子导电表面位于接收离子撞击的位置；

b) 将复制和跟随离子导电表面上电压的电势施加在屏蔽表面上；

c) 将电容与离子导电表面连接从而以电学方式在离子导电表面与屏蔽表面之间建立电容并且独立于离子收集器组件的物理结构；以及

d) 将电压基准施加在连接的电容上从而使电压标称值无需等于或大于离子导电表面上的电压限。

20. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于进一步包括改变连接的电容的大小。

21. 如权利要求 19 所述的方法，其特征在于进一步包括通过改变所施加电压基准的大小来改变连接的电容的大小。

浮动平板电压监视器

相关申请的交叉引用

申请人对于 1999 年 4 月 21 日提交并且题为“浮动平板电压监视器”的临时申请 No. 60/130,331 要求优先权，该申请作为参考包含在本文中。

发明领域

本发明涉及电气测量技术，并且特别涉及为孤立的和/或远程表面或结构（例如浮动平板离子监视系统的离子收集平板单元）提供电压测量和预充电的电气测量方法和装置。

背景技术

浮动平板离子监视系统一般用于测量半导体制造工业中所用室内空气离子化系统的有效性和效率，从而减少或消除制造过程中电荷灵敏半导体或 LCD（液晶器件）上的电荷积累。

众所周知，如果不能控制或消除电荷敏感半导体元件（金属氧化物半导体门阵列、数字存储器或逻辑单元或利用 TFT 器件（薄膜晶体管）的 LCD 器件）上的电荷积累，将导致这些器件半导体结的即刻损坏或者场失效的早期发生。

正和负空气离子一般用于淹没区域（flood area），在那里半导体器件被处理为提供一团移动空气离子电荷，它们可被与所处理的半导体器件相关的不需要电荷吸引从而有效地抵消而得到零净电荷。

典型的浮动平板离子监视系统通过提供测量空气离子化系统产生的每种极性移动空气离子的数量的手段和通过提供测量所产生空气离子场将各种与半导体工艺线相关的空间区域保持在零电压水平上或附近的能力，在空气离子控制系统中起着重要的作用。

在使用中，典型的浮动平板监视系统提供两种操作模式，“衰减”模式和“浮动”模式。在衰减模式中，与监视器相关的离子采集板或表面被预先充电至一般为 1000 伏或以上的正或负电压水平。采集平板通过来自离子场的离子碰撞而放电至起始值 10% 水平（即 100 伏）所需的时间由监视器内的定时器测

量以指示与离子场相关的任一极性空气离子的数量。该测量在预先充电为正的 1000 伏下进行以指示负空气离子的数量或者在预先充电为负的 1000 伏下进行以指示正空气离子的数量。在任一情况中，测量通过相反充电的空气离子被离子收集平板吸引而使平板放电至 100 伏特水平所需的时间并且用其指示场内特定离子的“富集度”。

在浮动模式中，离子收集平板开始时被预设为零电压水平并且随后被允许因离子场的入射离子的碰撞而“浮动”至要求的电压水平。浮动测量指示场将半导体器件上净电荷减少至较低数值的有效性，与此同时还指示了所有器件（甚至开始时未被充电的器件）将被离子场驱动至的电压水平。

这里所用的浮动平板监视系统存在众多缺点。一个缺点源于通过高阻抗与接地隔离的监视系统的离子收集平板单元一般利用指示以接地为基准的平板单元电压水平的非接触静电电压计探头装置监视。这些静电电压计探头（一般是场“感应(mill)”或调谐叉形断路器型）是昂贵的并且需要在离子收集平板逐渐上占用较大的安装空间以有效读取平板电压。

另一缺点是对于预充电衰减模式测量的离子收集平板，一般采用继电器或螺线管将平板瞬时连接至预充电水平电压源。这要求低泄漏继电器方案以使平板相对接地维持较高的阻抗水平，因此一般要求继电器位于离子收集平板结构上。

进一步的缺点源于的事实是，如测量标准所规定的，离子收集平板与其相关的接地基准结构之间的电容必须保持为特定的电容值上，一般为 $20\text{pf} \pm 10\%$ 。这要求使离子收集平板结构体积最小的特定平板几何结构。该结构一般较大，最小为 $15\text{cm} \times 15\text{cm}$ ，厚度为 6—7cm。利用这种类型结构，无法使离子收集平板结构直接定位在带半导体器件的作业线上以直接测量半导体器件位置上离子场的有效性，由此降低了测量精度。

另一缺点是为了操作离子收集平板组件，一般采用连接至监视器电子组件的大直径连接电缆容纳静电探测装置的引线、HV 继电器装置触发引线、预充电电源的高压引线和接地基准单元的接地基准连接。这导致离子收集平板组件体积庞大，限制了组件位置的灵活性和安装的方便性。

进一步的缺点是尽管需要构造相对尺寸和厚度与放置在离子场内的半导体器件相同的离子收集平板，但是由于需要容纳继电器、静电探头和测量电容的尺寸，所以无法构造所需尺寸的现有技术离子收集单元。

另一缺点是为了形成所需的相对接地基准单元的离子收集平板电容,需要精确制造离子收集平板,与此同时诸如支撑离子收集平板单元的垫圈之类的其他机械单元也必须是高精度、低泄漏和高成本构造。

进一步的缺点是现有技术浮动平板监视系统的带宽(频率响应)由于采用典型的静电探测装置来监视离子收集平板,所以局限于40—50Hz。这是一个严重的限制,特别是采用交流型空气离子形成设备时。交流型离子形成设备可能导致破坏半导体器件位置上的交流场和电压并且无法利用现有技术浮动平板监视器来精确测量。

发明内容

因此本发明的主要目标是在降低系统成本的同时消除这里所用浮动平板监视系统中的上述缺点。

本发明的进一步目标是消除离子平板组件构造中典型静电电压探头的需要和使用。

本发明的进一步目标是消除离子平板组件构造中高压继电器或螺线管的需要和使用。

本发明的进一步目标是消除提供依赖于机械考虑(例如相对接地基准结构平板面积和平板间隔)离子收集平板结构的需求以建立对接地基准的特定离子平板电容,但是利用电气手段建立特定的电容。

本发明进一步的目标是将连接离子收集平板结构的连接电缆简化至高度灵活的小直径电缆从而利用单个导体屏蔽电缆使离子平板组件容易地定位在测量区域。

本发明进一步的目标是提供高带宽能力浮动平板电压监视系统来检测和测量离子收集平板附近的交流电场。

本发明进一步的目标是提供一种技术从而在“充电”序列期间使孤立表面或结构可以充电至给定电压水平,而在“读取”序列期间可以利用单个屏蔽导体至浮动平板组件来监视孤立表面或结构的电压水平以充电、放电和监视离子收集表面或结构。

本发明进一步的目标是提供一种技术,从而可以使孤立的表面或结构在所需数量的表面或结构多侧与外界静电荷、电压或电场屏蔽开来,与此同时使得从离子收集表面至屏蔽电极的泄漏引起或连接电缆的电容或泄漏效应的电容

负载或电阻负载非常低。

本发明进一步的目标是提供一种技术，它可以不使用静电探测设备、继电器设备和/或庞大的电缆就可以使离子收集器平板组件工作，从而与通过响应离子场和/或交流场的半导体器件的浮动平板监视系统提供高精度模拟所需的各种半导体器件尺寸和厚度比较，组件可以构造为各种尺寸和厚度。

本发明的进一步目标是通过避免使用诸如静电探头和继电器或螺线管来提供维护费用低并且可靠性高的浮动平板监视系统。

本发明提供一种浮动平板离子监视系统和方法，其中离子收集器组件包括相隔一定距离的离子导电表面和屏蔽表面，离子导电表面位于接收撞击离子的位置，并且电势施加在屏蔽表面上，该表面复制并跟随离子导电表面上的电压。因此建立起离子导电表面与屏蔽表面之间的电容并且独立于离子收集器组件的物理结构。为此提供单位增益连接运算放大器并将其正输入与离子导电表面连接而将其反相输入与屏蔽表面连接。连接放大器输出的指示器监视离子导电表面上的电压。电压基准施加在电学建立的电容上从而使电压标称值无需等于或大于离子导电表面上出现的电压限。所施加电压基准的大小可以改变电学建立电容大小的方式变化。

通过以下结合附图对本发明的描述可以进一步理解本发明的上述和其他优点和特征。

附图简述

图 1 为现有技术浮动平板离子监视系统的视图；

图 2 为图 1 系统一部分的剖面图；

图 3A 为本发明离子收集平板组件的示意图；

图 3B 为图 3A 组件的平面图；

图 4 为本发明浮动平板监视器的示意图；

图 5 为图 4 监视器扩展范围实施例的示意图；

图 6 为衰减模式下操作的本发明监视器实施例的示意图；

图 7 为允许离子收集表面预充电或归零的本发明监视器实施例的示意图；

图 8 为图 7 监视器改进的电路图；

图 9A 为减少电容器电压标称值的本发明监视器实施例的示意图；

图 9B 为改变电容大小的图 9A 实施例基本形式的示意图；
图 9C 为改变电容的图 9A 实施例较佳形式的示意图；以及
图 10 为组合图 7、8 和 9 实施例的本发明监视器的示意图。

实施发明的较佳方式

图 1 示出了典型的现有技术浮动平板离子监视系统 10。所示离子收集平板组件 12 经电缆 14 与监视电子组件 16 连接。离子收集器平板 20 一般在侧面上为 15cm 尺寸，面积为 225cm^2 ，并且通过四个低泄漏垫圈与接地基准结构 22 相隔 2.5cm 左右从而在表面 20 与接地基准结构 22 之间根据测量标准需要建立 $20\text{pf} \pm 10\%$ 的电容。

图 2 示出了带剖面中所示接地基准结构 22 的离子收集器平板组件 12 以示出由安装装置 32 支撑从而电容耦合探头 30 以通过孔径 36 测量离子收集平板 20 表面 30 电压的静电探头 30。还示出了螺线管，当赋能时，螺线管与表面 34 接触从而将电压施加在表面 34 上以为衰减模式操作测量预充电表面或者为浮动模式操作放电至零。

电缆 14 包含探头 30 电子线路的引线，探头包含探头调制器激发信号、信号输出和功率源连接。电缆 14 还包含接地基准结构 22 的引线、螺线管衰减信号和预充电偏压水平电源。

图 3A 示出了本发明的离子收集平板组件 50。图 3B 为组件(即支撑表面 54 上的离子收集表面 52)顶部的平面图。表面 52 的尺寸示为 S_1 和 S_2 ，可以是与所需应用相符的任何尺寸。变化可以包括矩形、圆形或其他形状或尺寸的组合。此外，表面不必是平坦的而是可以采用各种形状，例如球面或锥形。作为离子收集表面工作的表面 52 比较好的是导电表面，例如金属或其表面和/或体电阻率最大为 $10^8 - 10^{10}$ 欧姆/平方左右的半导体表面。表面 52 可以利用平坦或形成的导电材料的金属平板提供，例如铝或黄铜，也可以由刚性或柔性的粘合、淀积或蒸发在支撑表面 54 上的导电或半导体薄膜、绝缘材料提供。术语“离子导电表面”因此包含各种形式的表面 52。如果表面 52 是刚性表面或结构，则无需支撑表面 54 并且可以采用分立的垫圈。

组件 50 还包含屏蔽表面 62，比较好的是起屏蔽表面 52 屏蔽静电影响(例如试图从组件底部或侧面与表面 52 耦合的电压、电荷或电场)的导电表面。屏蔽表面 62 的尺寸和形状与表面 52 的一致从而使表面 62 能够使表面 52 屏蔽不

与外部源的耦合。与现有技术的离子收集组件不同，屏蔽表面 62 不与接地基准连接但是具有施加在上的电压，该电压复制和跟随离子收集表面 52 上的电压，其目的将在下面解释。由于表面 52 能够经受 ± 1000 伏或更大的电压，所以表面 62 将被驱动以跟随出现在离子收集表面 52 上的同一电压极限。表面 62 因此应该与底面绝缘从而防止与其靠近时对接地或其他表面的电弧。因此与表面 62 有关的表面 64 为绝缘表面以提供所需的绝缘。绝缘外壳 66 被用来覆盖屏蔽电缆 68 以防止电缆屏蔽 70 对接地目标放电弧。

图 3A 箭头 74 所示的离子收集组件 50 的厚度可以是适合许多应用的数值。如果采用绝缘表面 54，则其与屏蔽表面 64 之间的间距可以用表面 54 的厚度表示(如果例如表面 52 和表面 62 通过在表面 54 每一面淀积或粘合金属薄膜制成)。这种双面粘合金属结构可以利用便宜而容易获得的标准双面印刷电路板构造。或者如果需要，可以采用两片单面印刷电路板材料构造整个组件，其中利用一片单面印刷电路板构成绝缘表面 64 和屏蔽表面 62 而另一片用作绝缘表面 54 和离子收集表面 52。如果需要非常薄的组件，可以将两片粘合在一起，或者如果需要更厚的组件，利用分立的垫圈或其他绝缘材料使两片互相间隔。

一般情况下，这些低成本技术制造的组件将在离子收集表面 52 与屏蔽表面 62 之间产生大范围的电容并因用作绝缘表面 54 的介电材料的泄漏电阻而产生各种程度的表面 52 的电阻负载，或者如果利用分立的垫圈，则由于垫圈的泄漏特性引起。此外，屏蔽电缆 68 的中心导体 80 与屏蔽 70 之间的电容由于电缆长度变化而变化较大。导体 80 与屏蔽 70 之间的电缆绝缘电阻高度依赖于绝缘材料的电缆长度和类型。

本发明的主要目标是消除离子收集表面 52 与屏蔽表面 62 之间电容上离子收集平板组件 50 物理结构的影响和连接电缆 68 的电容负载效应。图 4 所示的本发明离子收集平板组件 50 经电缆 68 装置的连接将实现该目标。

参见图 4，它简化示出了包含离子收集表面 52 和连接至单位增益操作放大器 90(即缓冲器)的屏蔽表面 62。特别是，表面 52 经屏蔽电缆 68 的中心导体 80 连接至输入端 92(表示为放大器/缓冲器 90 的(+))。屏蔽表面 62 和电缆 70 的屏蔽与输出和反相输入 94 连接，用放大器/缓冲器 90 的(-)表示。众所周知，放大器 90 的输出是紧紧跟随施加在输入 92(+)上电压的电压，其增益接近 1(即 0.99999)。由于屏蔽表面 62 和电缆 68 的屏蔽 70 与跟随施加在离子收集表面 52 上电压的电压源的连接，所以对于施加在表面 52 上的属于放大器/缓

冲器 90 线性工作电压范围内的电压,表面 52 与表面 62 之间或者连接 80(电缆中心导体)与连接 70(电缆屏蔽)之间没有电压差。因此表面 52 与 62 之间存在的物理电容和电缆 68 的中心导体 80 与屏蔽 70 之间的物理电容将被驱动至接近零电容。

例如假定对于特定应用选择的特定的离子平板组件 50 的物理几何结构,表面 52 与表面 62 之间的电容为 100 皮法,而中心导体 80 与其屏蔽 70 之间电缆 68 的电容额定为 25 皮法/英尺,例如 10 英尺长的电缆为 250 皮法,总计物理电容为 350 皮法。在将该组件/电缆连接入放大器/缓冲器 90 的电路时,电容将减少为: $CD = C_p(1-A)$, 这里 CD 为电容的工作值, C_p 为物理电容,而 A 为放大器/缓冲器 90 的增益。工作电容为:

$$CD = (350)(1 - .9999) \times 10^{-12} = 350 \times 10^{-17} \text{ 法拉或 } 350 \times 10^{-5} \text{ 皮法}$$

这使得 C1 的数值(图 4 中用 98 表示)作为系统的主要电容被选定为例如 $20\text{pf} \pm 10\%$ 。由于 C1 数值上工作电容引起的误差小于 0.002%。当 C1 连接在离子收集表面 52 与接地基准之间时,在表面 52 与接地基准之间,根据测量标准要求电容为 $20\text{pf} \pm 10\%$ 。

同样,由于零电压差,离子收集表面 52 与屏蔽表面 62 之间的电阻泄漏电流和屏蔽电缆 68 的中心导体 80 与屏蔽 70 之间的电阻泄漏电流被驱动至非常低的数值。因此无需使用昂贵的低泄漏绝缘材料用于绝缘表面 54 和/或绝缘垫圈(如果需要)或者电缆介电材料。

显而易见的是,对于任何与离子收集平板组件 50 相关的由各种测量应用规定的物理几何变化,组件和电缆的物理电容之和(C_p)对 C1 建立的电容具有非常小的可以忽略的影响。因此 C1 通过电学装置设定了离子收集表面 52 对接地的电容并且使离子收集平板组件的机械电容(和电缆电容)忽略不计,这是本发明的目标。

图 4 的电路还包括连接至放大器 90 和连接在放大器 90 输出与接地之间的指示器(例如电压计 106)的偏压源 102 和 104。

本发明的电压跟随技术在允许平板通过同一小直径电缆充电和监视的同时虚拟提供了离子收集平板组件 50 无限大的阻抗负载。因此离子导电平板组件 50 的尺寸和形状及其对地电容可以根据特定的需要调整。例如,可以使平

板电容与特定静电放电（ESD）敏感装置的电容匹配，或者可以使平板尺寸允许在远地或限制地点放置平板组件 50。

图 4 的电路局限于监视由放大器/缓冲器 90 电压范围能力决定的范围内的离子收集表面 52 的电压并且一般对于单片结构放大器为 ± 30 伏特的范围。图 5 所示电路可以用来扩展离子平板电压测量范围以覆盖直到晶体管 Q1（也用 110 表示）能力决定的上限的较高电压，供电电压为 V3 和 V4。也可以应用其他高压调整方案，例如利用栅地阴地双极或 FET 器件、高压光电池或升高调整开关变压器等，从而获得所需的千伏的电压范围。图 5 所示特定的电压扩展方案工作方式如下。

如图 4 所示，电源 V1 和 V2 的中心抽头不是连接至接地，而是返回至“驱动反馈线” 120。驱动反馈线 120 的电压由电压 V3 沿正向限制而由电压 V4 在反向限制，它由晶体管 Q1 控制。例如，如果 Q1 完全关闭，则 V4 电源通过电阻 122（用 R4 表示）将驱动反馈线 120 拉至 V4。如果 Q1 完全导通则电流等于 $V3 - V4$ 除以 R4，则驱动反馈线 120 被拉至 V3 电源。经过 Q1 的电流导致驱动反馈线 120 在 V3 和 V4 限定的范围内呈现各种电压水平。用 A2 表示的运算放大器比较驱动反馈线 120 与点 A 处/缓冲器 90 输出的电压之差并且控制通过 Q1 的电流大小。因此放大器 A2 控制驱动反馈线 120 的电压水平。

例如如果点 A 处的放大器/缓冲器 90 的输出超过驱动反馈线 120 上的电压，则放大器 A2 的输出进行负积分以增加通过电阻 130（又称 R3）的 Q1 发射极电流至一数值，该值使驱动反馈电压增大以使点 A 与驱动反馈线 120 之间的电压差为零。对于任何属于 V3 和 V4 建立的电压限内的放大器/缓冲器 90 的电压输出，都将发生使放大器/缓冲器 90 与驱动反馈线 120 之间的电压差为零的同样过程。

电源 V1 与 V2 中心抽头与驱动反馈线 120 的连接将为放大器/缓冲器 90 和运算放大器 A2 提供合适的工作电压源。在这种情况下，V3 和 V4 的限制在 500 伏特量级，Q1 在集电极和发射极之间的电压（VCE）耐压选择为 1000 伏特的。为了获得 ± 1000 伏特的操作，Q1 将栅地阴地放大至 2000 伏特 VCE 耐压能力并且 V3 和 V4 都增大至 1000 伏特。R4 的数值将在 1—10 兆欧范围内，R3 选择为提供最大 2ma 左右并且对于 A2 的 -10 伏特输出将是 5 千欧姆。分别表示为 132、134 和 136 的 R1、C2 和 R2 选择提供稳定操作下的高带宽并且是 10 千欧姆、1000 皮法和 1 千欧姆。Vo 为输出指示器，可以连接至驱动反馈线 120 或者如图 4

所示由于这些点之间的零电压而连接至放大器/缓冲器 90 的输出。如上所述,电压扩展放大器部分可以采用多种形式,包括利用高压光学耦合器、有源半导体器件代替 R4 等,图 5 的电路是最简单的一种。

图 6 所示为图 5 所示电路加上原件 D1、D2、S1 和电压源 V_b 。增加单元的目的是完成提供避免使用继电器或螺线管将离子收集表面 52 充电至预设水平(对于衰减模式的监视器工作是正负 1 千伏特)的装置的目的。二极管 D1 和 D2 也表示为 150 和 152,是低电容、低泄漏型的,它们不允许放大器/缓冲器 90(A1)的输入连接 92(+输入)与驱动反馈线 120 的电压差超过正负 0.5 伏左右。

如上图 5 电路的操作所示,放大器/缓冲器 90(A1)的输入 (+)与驱动反馈线 120 的电压差一般驱动至零。因此对于这种普通的工作情况,二极管 D1 和 D2 为“透明的”并且在电路中无作用,除了提供在施加在离子收集表面 52 的电压超过 V3 和 V4 建立的监视器线性工作电压时对放大器/缓冲器(A1)的保护以外。对于这种过电压情况,D1 和 D2 将使电流从表面 52 流入驱动反馈线以保护放大器/缓冲器 90(A1)的输入电路。

当用 156 表示的开关 S1 位于“读取”位置,图 6 的电路与图 5 的相同,除了增加二极管 D1 和 D2 以外。但是当 S1 置于“充电”位置时,用 158 表示的电压源 V_b 连接入点 A 处的放大器(A2)的输入而从放大器/缓冲器(A2)输入电路与放大器/缓冲器(A1)的输出断开。这将使驱动反馈线 120 驱动至电势 V_b 而不是放大器/缓冲器(A1)输出的电势。

随着驱动反馈线 120 的电势脱离跨越 C1 的电压,二极管 D1 或 D2 将正向导通至 V_b 从而使 C1 充电至 V_b 减去 D1 或 D2 的正向电压降的电压值。C1 至离子收集表面 52 和放大器/缓冲器(A1)输入的连接将使这些元件预充电至比 V_b 小 0.5 伏特左右的电压水平。 V_b 可以选择为在 V3 和 V4 建立的监视器线性电压范围内任何正或负电压。这无需利用继电器或螺线管就完成了离子收集表面 52 的充电并且允许如读取表面电压水平那样通过同一连接(即(80))预充电表面 52,二者都是本发明的目标。

在完成预充电顺序之后,开关 S1 返回“读取”位置以再次监视放大器/缓冲器(A1)和离子收集表面 52 的输出电压。如果 V_b 等于零电压,则充电序列将使表面 52 放电至零电压加或减 0.5 伏特。如果在一些应用中无法容忍因 D1 或 D2 正向电压降引起的 V_b 的 ± 0.5 伏误差,则可以通过几种技术消除,例如在放大器/缓冲器(A1)输入端(+)上放置跨越 D1 和 D2 的第二开关至驱动反馈线

120 从而在 S1 进入充电模式时,第二开关使二极管 D1 和 D2 短路以消除正向电压降。开关 S1 和第二开关(如果使用)可以是半导体型固体状态开关而不是普通已知的机械开关。

图 7 示出了另一实施例,它允许通过导体 80 预充电(或放电)离子收集表面 52。利用该实施例,二极管 D1 和 D2 的正向电压降在预充电电压控制环路的“内部”并且因此对误差电压没有贡献。

在图 7 中,用 170 表示的运算放大器(A3)被用来将通过用 172 表示的电阻(R6)从基准电压(V_c)得到的基准电流(i_c)与从用 174 表示的与接地基准连接的电阻(R5)得到的电流(i_g)进行比较。R5 与 R6 的电阻之比选择为使 V_c 得自 V1 或 V2 电源的正或负电压能够产生被(i_g)接地基准电流匹配的基准电流(i_c)。例如,如果 V_c 等于-10 伏并且 R6 为 1 兆欧姆,则将出现-10 微安(μa)的数值。如果电阻为 100:1,即如果 R5 等于 100 兆欧姆并且(i_c)与(i_g)的值相等(都为 $10\mu a$),则相对接地在 R5 上将出现-1000 伏特的电压。

以下是本实施例预充电功能的操作。假定离子收集表面 52 上电压当前值为 0 伏特并且我们希望将 C1 和表面 52 充电至-1000 伏特。如果 V_c 为-10 伏特以产生-10 μa 的 i_c 值,则运算放大器 A3 的正端将被相对负输入端推向负向。这将使放大器 A3 的输出被负向驱动。如果开关 S1 现在处于“充电”位置,则 A3 输出上的负电压将正向偏置二极管 D1 并且负向充电电容器 C1 直到 R5 上电压达到 1000 伏特以在放大器 A1 的正输入上产生非常接近零的电压。此时,放大器 A3 的输出电压值将达到防止进一步充电 C1 所需的值,即 0.5 伏特。因此二极管 D1 和 D2 被放入电压控制环路内部以消除作为误差源的电压降。当 S1 随后返回“读取”位置时,继续读取表面 52 上的电压。用 178、180 和 182 表示的 R7、C3 和 R8 的数值分别选择为补偿 A3 环路以提供环路的稳定性能。

为了进一步降低本发明浮动平板监视系统的成本和提高监视器的动态响应,可能需要使二极管 D1 和 D2 返回如图 8 所示(A1)缓冲器/放大器 90 的输出电路。在图 8 中,二极管 D1 和 D2 经 100 欧姆—1 千欧姆的用 186 表示的低值电阻 R9 返回放大器 A1 的输出电路。这使得可以在图 6 和 7 的连接中采用成本更低、电容更大并且泄漏型更高的二极管。由于放大器/缓冲器(A1)比随后的高压增强放大器 A2 和晶体管 Q1 具有更大的带宽并且即使在离子收集表面 52 上发生非常快速的电压过渡时也可以使二极管 D1 和 D2 上的电压保持为常数,所以获得了好处。电阻 R9 的使用使得可以将预充电信号引入二极管 D1 和 D2

而无需过载放大器/缓冲器(A1)的输出。

图 9A 示出了本发明另一实施例,离子收集平板 52 与接地基准之间的电容器 C1 连接至省去使 C1 电容器电压标称值至等于或大于离子收集表面 52 上电压限的电路。由于具有较高电压标称值的低泄漏电容器成本较高,所以这是需要的。因此代之以连接在离子收集平板 52 与接地基准之间的电容器,电容器连接在离子收集平板 52 与将需要由电路提供的内部电学基准之间,对此说明如下。图 9A 以局部形式示出了为减少电压标称值而提供的电路。用 190 表示的放大器(A4)作为单位增益缓冲放大器连接,它监视分别用 192 和 194 表示的 R10 和 R11 的电阻分压器的电压。选择的电阻比值通过 A4 线性电压工作范围内所需的比值降低用 198 表示的电容器 C1A 上的电压压力。例如,如果通过例如使 R10 为 101 千欧姆而 R11 为 10 兆欧姆使分压器比值为 100:1,则产生分压器比值 100:1。在该比值上,当驱动反馈线 120 例如上升至相对接地基准为 1000 伏特时,在 A4 缓冲放大器 190 的输出上相对驱动反馈线 120 将出现负 10 伏特信号。由于如上所述至 A1 放大器/缓冲器 90 的输入与驱动反馈线 120 之间的电压差维持为零,所以在电容器 C1A 上出现 10 伏电荷。因此对于驱动反馈线与接地基准之间电压差为 1000 伏特的前述实施例中,电容器 C1 上为 1000 伏特水平,而在对于驱动反馈线与接地基准之间电压差为 1000 伏特的本实施例中,电容器 C1A 上仅仅为 10 伏特。

C1 和 C1A 必需相对离子收集表面 52 上的电压变化保持相同的电荷。为此,我们需要将 C1A 相对 C1 的数值乘以由 R11 和 R10 建立的 100~1 的同一分压器比值,由此使 C1A 的值等于 2000 皮法。当 C1A 为 2000 皮法时(0.002 微法),离子收集表面 52 的表观电容如同在图 4—8 的实施例中那样为 20 皮法。由于 10 伏特标称值的低泄漏 0,002 微法电容器体积较小,并且容易低成本得到,所以图 9A 的实施例是比较好的。缓冲放大器 190 的提供防止了连接至驱动反馈线 120 的电路内电池的抽取。

如上所述,离子收集表面 52 观察到的电容大小用 Cs 表示,由先前已经在图 4 描述中给出的关系后下列关系得到:

$$C_s = C1A(1 - 1/\frac{R_{10} + R_{11}}{R_{11}})$$

这里 $1/\frac{R_{10} + R_{11}}{R_{11}}$ 项对应图 4 实施例中 CD 与 Cp 之间的关系中的 A。

图 9B 示出了图 9A 实施例的基本形式，其中电容器 C1A 的数值可以电学方式变化。当当前测量标准将 20pf 定义为离子收集表面 52 观察到电容值时，可能出现的情况是需要改变该值。电阻 192 和 194 被连接在驱动反馈线 120 与接地基准之间的电势计代替。电势计 210 的滑臂 212 连接至电容器的 C1A 一端，电容器另一端如在图 9 的实施例中那样连接至离子导电表面 52。从零电阻至最大电阻的电势计 210 的可调整范围从零至图中所示 C1A 实际值改变了表面 52 观察的 C1A 电容器数值。

图 9C 示出了图 9A 实施例电学方式改变电容器 C1A 值的较佳形式。电阻器 220 与 222 的串联组合连接在驱动反馈线 120 与接地基准之间。电阻器 220、222 的结与图 9A 电路中的缓冲放大器 190 一样连接至缓冲器/放大器 224 的正输入。电势计连接在放大器 224 输出与接地基准之间。电势计 226 的滑臂 212 连接至电容器的 C1A 一端，电容器另一端如在图 9A 的实施例中那样连接至离子导电表面 52。

如在图 9A 的实施例中那样，缓冲放大器 224 防止连接至驱动反馈线 120 的电路中电池的抽取。电势计 226 改变电容器 C1A 的数值。所示电路中的典型值对于电阻 220 为 100K，对于电阻器 222 为 1M 而对于电势计 226 的最大值为 10K。在所示装置中，电势计 226 的滑臂 212 将由带显示电容器 C1A 可调整数值范围的拨盘的手动操作旋钮控制。

电势计 226 可以由连接在放大器 224 输出与接地基准之间的两个电阻器的串联组合代替并且两个电阻器的节点连接至电容器 C1A。可以采用与微处理器组合的数字一模拟连接器改变两个电阻器的比值。另外，电势计可以由数字电势计代替。在任一情况下，上述能够使电容器 C1A 的数值由连接至装置的计算机以电学方式改变。

如本领域内普通技术人员将会看到的，图 7、8 和 9 的实施例可以如图 10 的实施例那样容易地组合。图 7、8 和 9 中实施例如同图 10 中那样的组合提供了较佳实施例。当采用图 10 中的实施例时，可以将图 7 中 R5 和 R6 建立的电阻分压器比值降低为 1:1。由于图 7 中所示与接地基准连接的 R5 返回图 10 中 A4 的输出，因此这是可以做到的。由于放大器 A4 具有连接至 100 比 1 输入的电阻比值，所以 A4 输出具有可以直接为 A3 电路使用的 100 比 1 的比值。

显而易见的是，指示器 Vo 可以是直流响应装置或交流响应装置或者较佳的是同时是二者。由于电压范围增强电路 A2 和 Q1 将驱动反馈线 120 驱动至匹

配点(A)处的信号,所以指示器Vo还可以连接至点A代替驱动反馈线120。而且C1或C1A的数值可以是不同于指示器的值以提供不同于2000pf的离子收集表面52的电容。C1A的数值可以如上所述以电学方式变化。其他变化包括屏蔽68连接至驱动反馈线120而不是连接至放大器/缓冲器(A1)的输出,这是因为它们处于相同的信号电平。如果需要,为了保护好放大器/缓冲器(A1),可以在二极管D1的阴极和二极管D2的阳极的节点与驱动反馈线120之间连接一对串联反相的齐纳二极管或其他保护装置。

由于这些实施例在离子采集平板组件上不采用静电探头装置,所以监视器带宽不受低频限制而可以根据所用单元扩展至数十或数百千赫,因此达到了较高的带宽能力,这是本发明的目的。

在由于省略机械装置而提高可靠性的同时,除了不使用静电探头装置和预充电继电器或螺线管装置以外,也无需频繁的清洗和/或维护。

当本发明的监视器用于衰减模式时,离子收集平板被预充电至高于衰减定时器的预设起始电压的电压水平。监视器测量入射空气离子使离子收集平板从预设起始电压放电至预设停止电压所需的时间。当在浮动模式中采用本发明的监视器时,离子收集平板开始时放电至零电压并且随后浮动至由入射空气离子流至离子收集平板控制的电压水平。

本发明的监视器能够包括与计算机接口的能力,因此串行通信端口和应用软件程序能够使监视器通过计算机操作。这有利于数据的自动采集和存储、统计信息的积累、时域内平板电压的图形显示、报告生成、衰减时间的更高分辨率和逐伏调整起始和停止电压设定点。可以完成离子平衡测试和衰减测试并且顺序自动重复运行测试和数据采集,并且可以获得数据并以图形形式显示以提高测试结果的解释。

特别是,在选定衰减模式时,可以完成正和负衰减测试以评价离子化器中和工作位置表面上电荷的能力。对于每种衰减测试,当平板电压达到编程的停止电压时可以观察到衰减波形并且衰减时间的分辨率为10毫秒量级。当选择离子平衡模式时,可以完成离子平衡测试以评价正和负空气离子的平衡。测试周期可以是任意的特定长度。对于每个测试周期,记录和显示平均、最大和最小平板电压并且图形显示平板电压随时间的变化。

监视器的计算机操作还可以使测试系列编程和运行。经常需要对多个离子化器重复同一平衡和衰减测试并记录测试结果。利用本发明监视器的计算机能

力进行自动化操作特别有利。为此输入测试序列模式以编程和执行一系列的测试步骤。通过建立一系列的离子平衡和衰减测试步骤建立程序。对于每个步骤，规定了测试类型(平衡或衰减)并且随后由程序提示指定每个测试步骤的参数。在测试步骤之间提供循环和编程时间延迟进一步加强了测试序列的编程和运行。通过识别测试步骤完成测试序列的编辑，其中程序给出提示输入该步骤的新参数。利用同样的方法删除不需要的测试步骤。

所有保存的数据以文本文件保存，因此容易利用表格软件打开。一种是能够记录随测试数据的附加注释。可以根据分析需要操作数据。测试数据还可以在应用程序内检索和显示。

显而易见的是本发明实现所需的目标。虽然详细描述了本发明的实施例，但是仅仅是示意性质的，无限制作用。

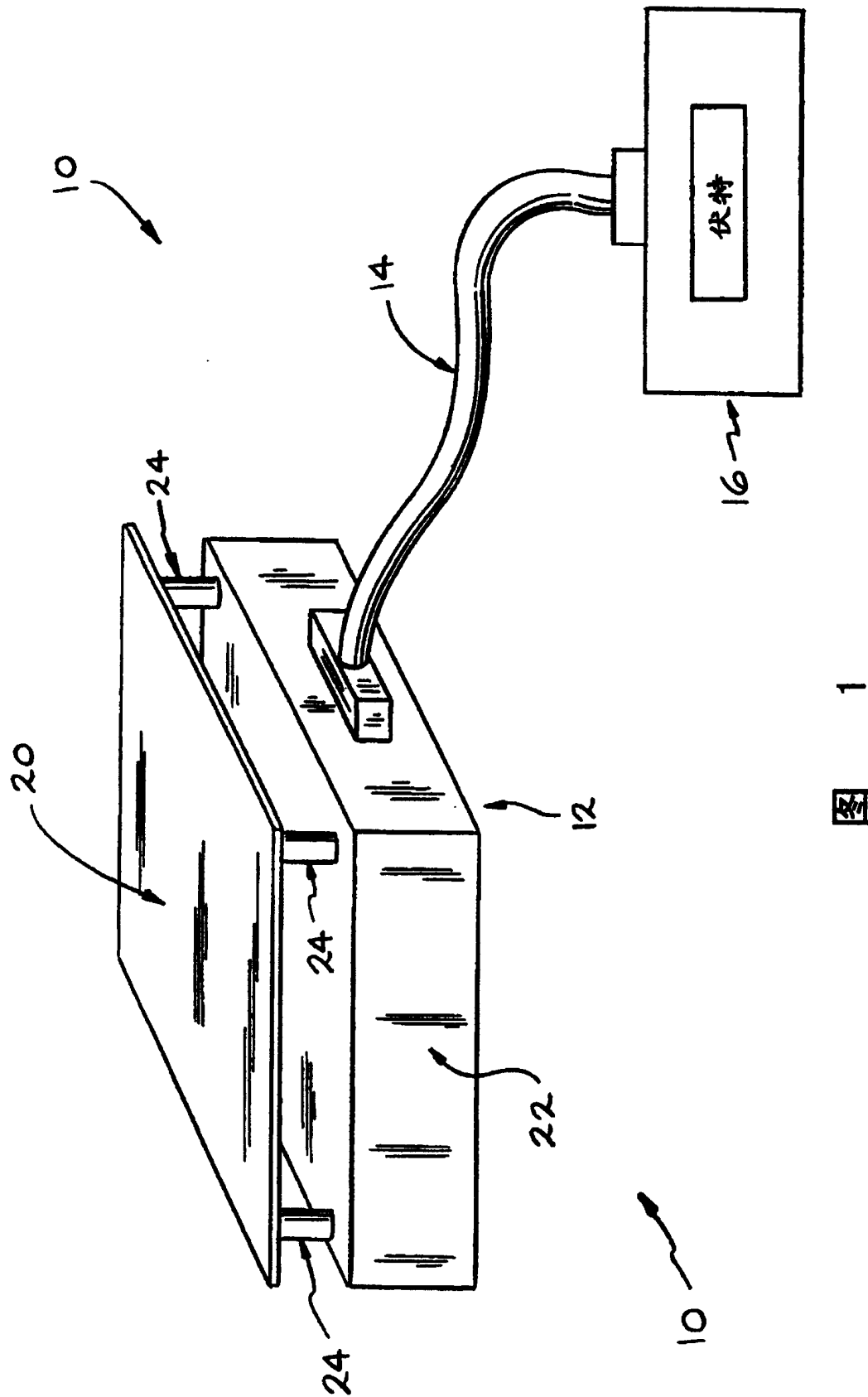


图 1

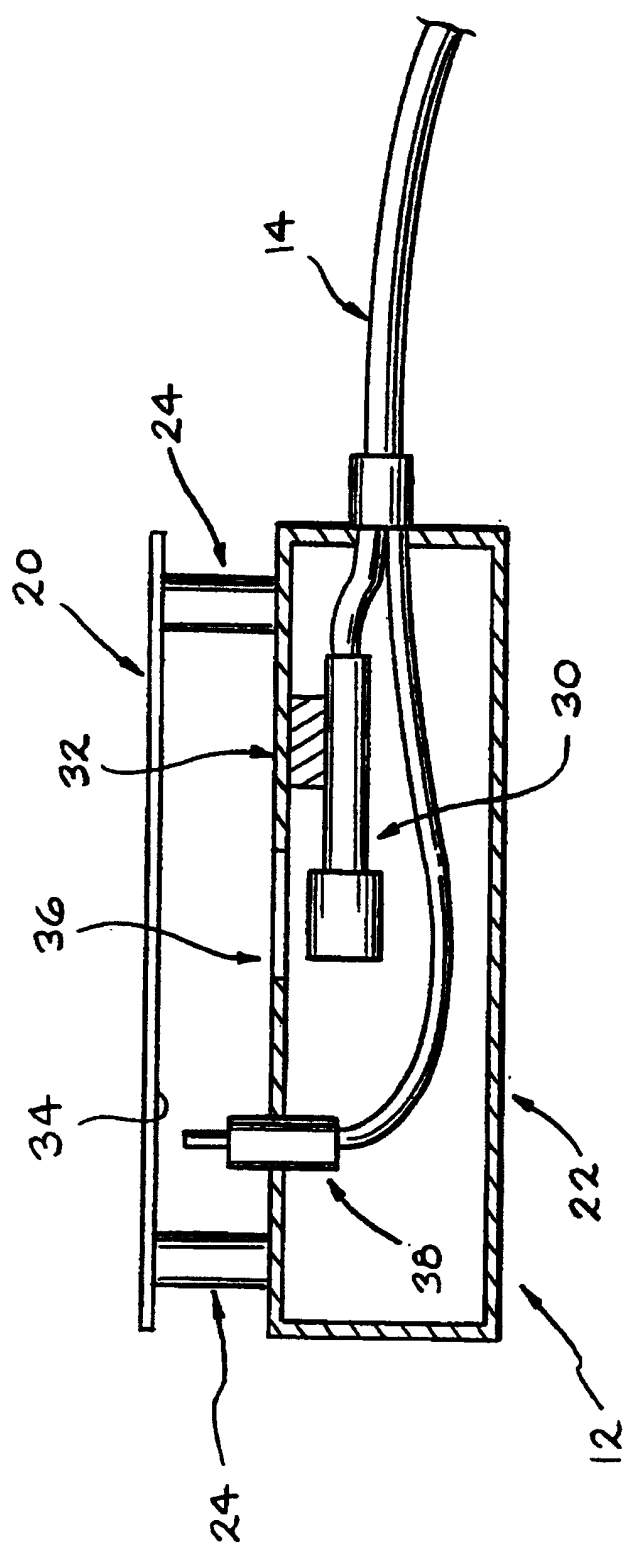


图 2

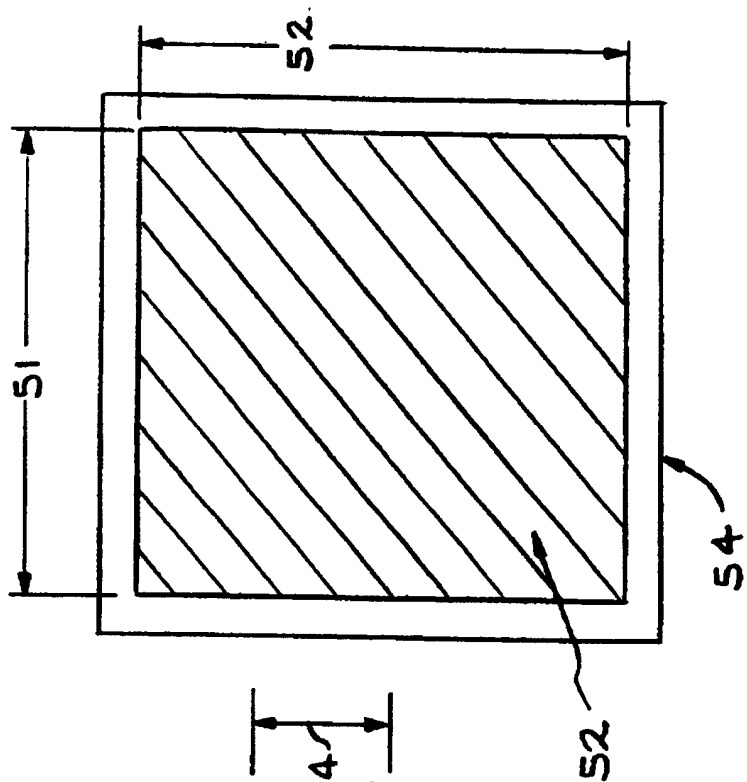


图 3B

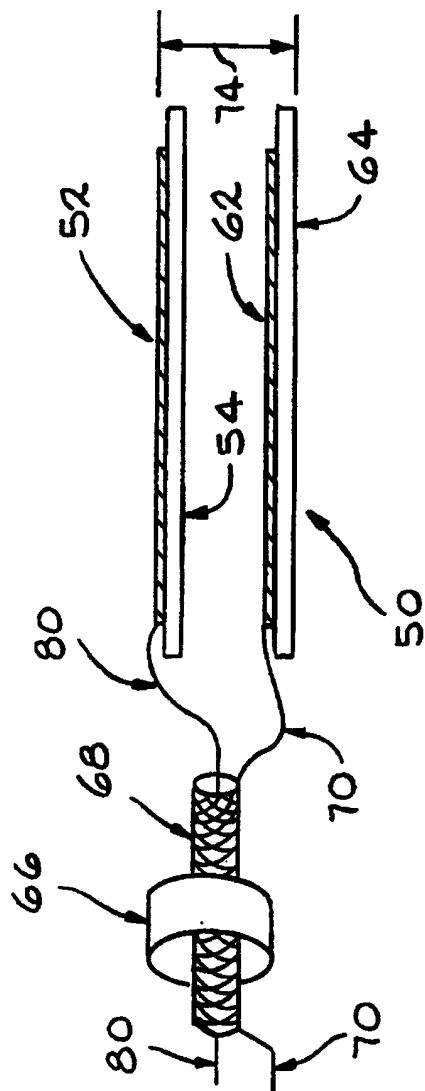
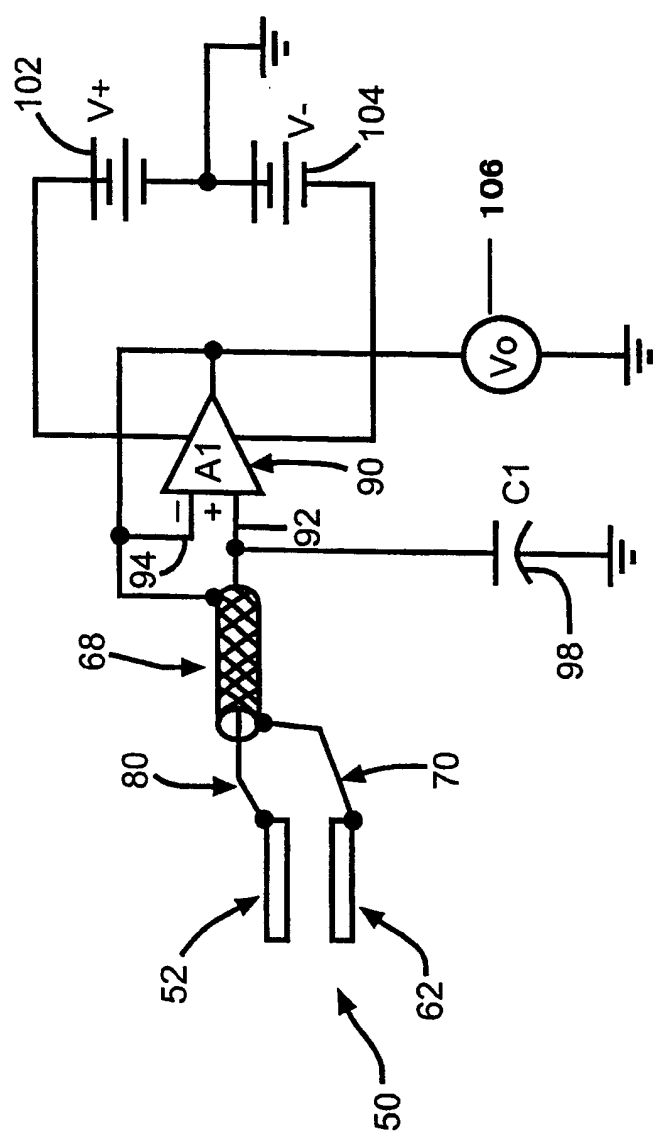


图 3A



4



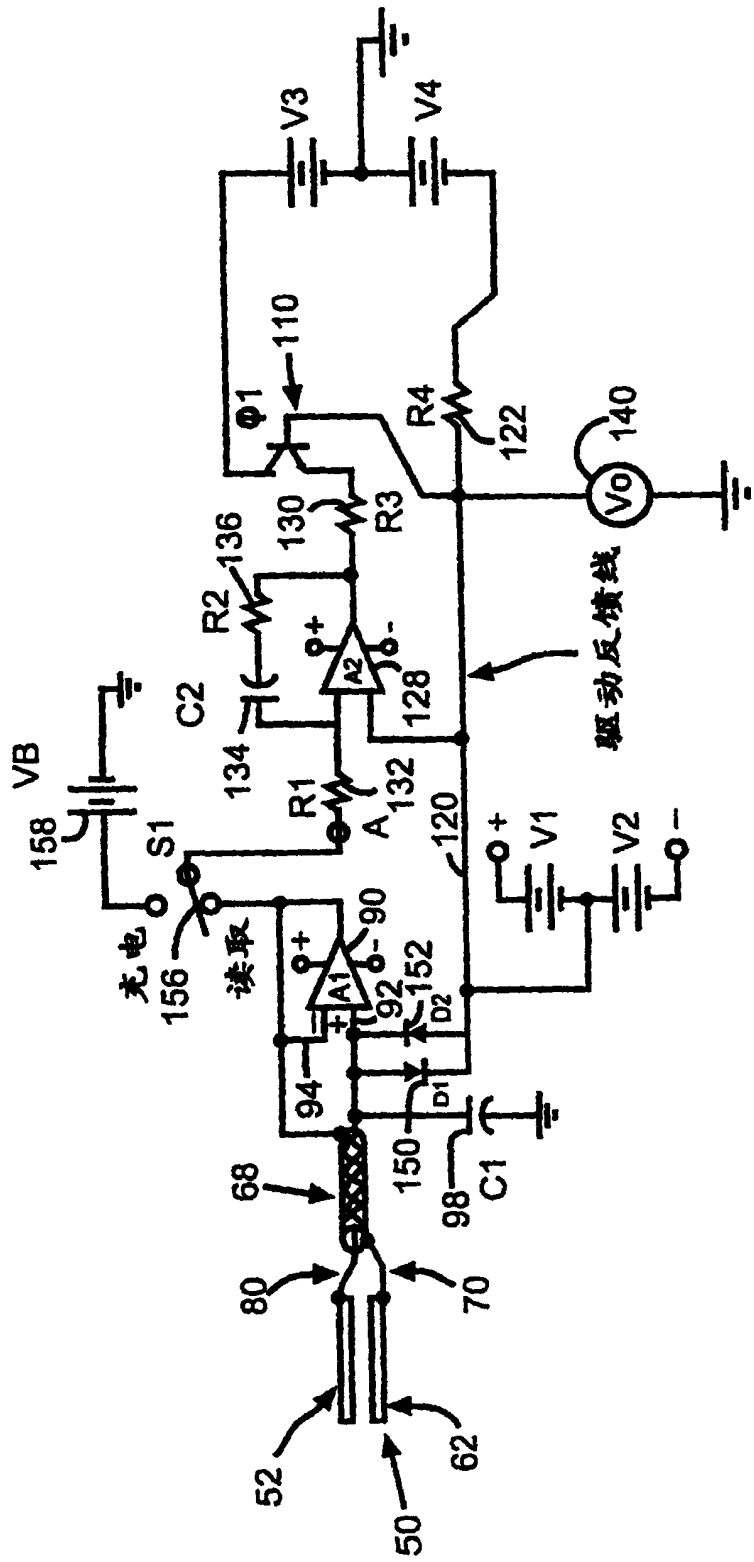


图 6

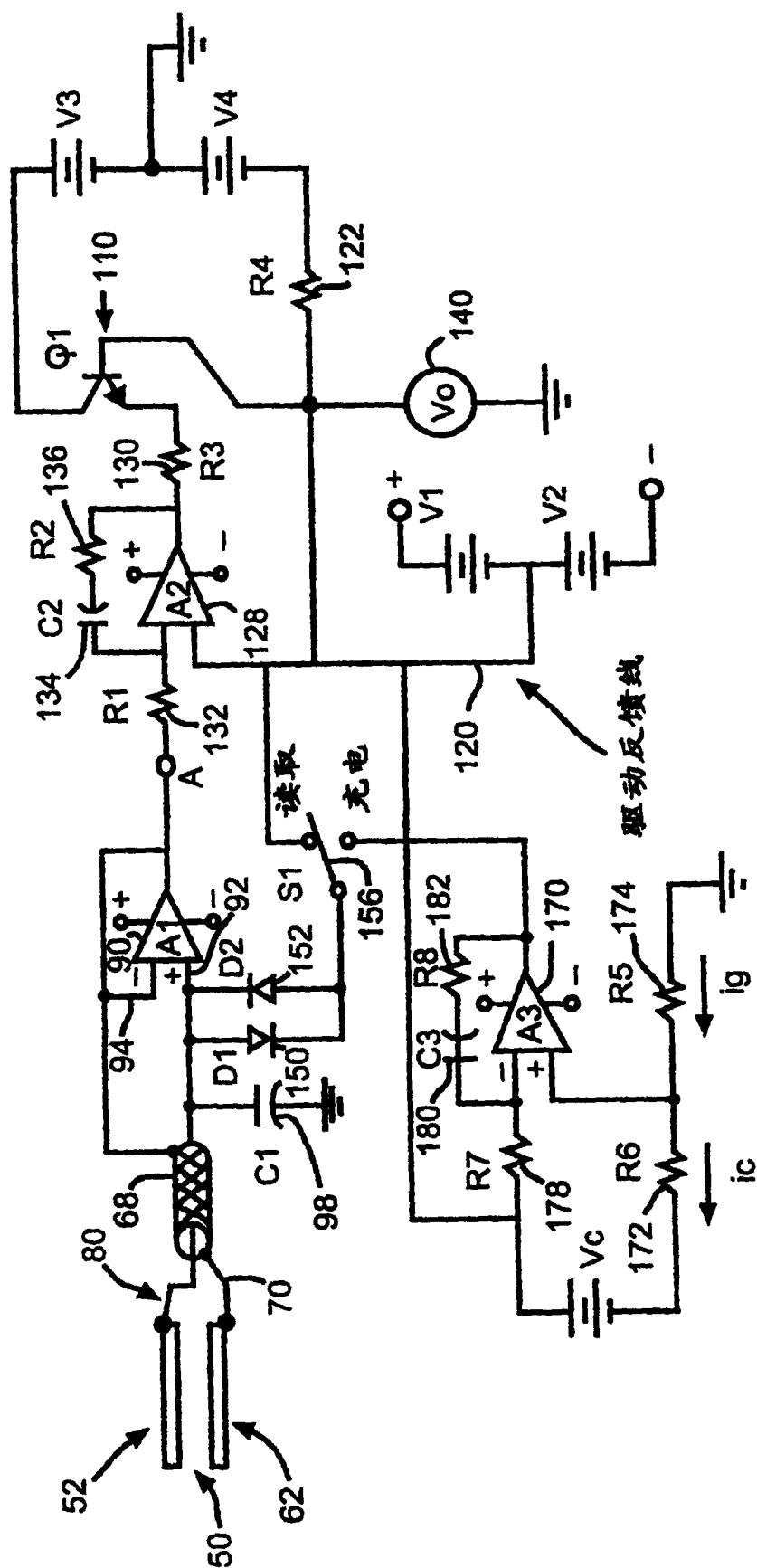


图 7

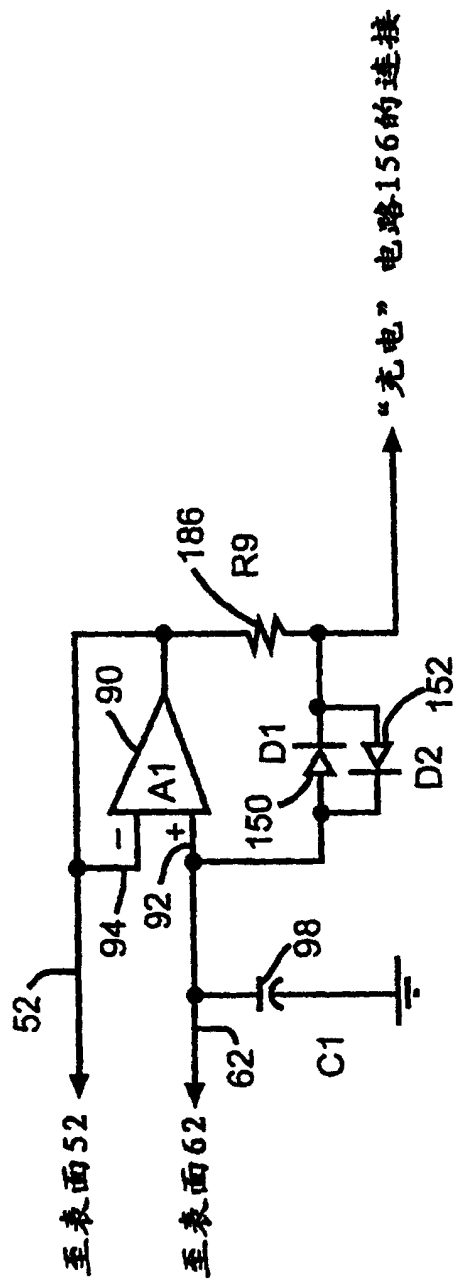


图 8

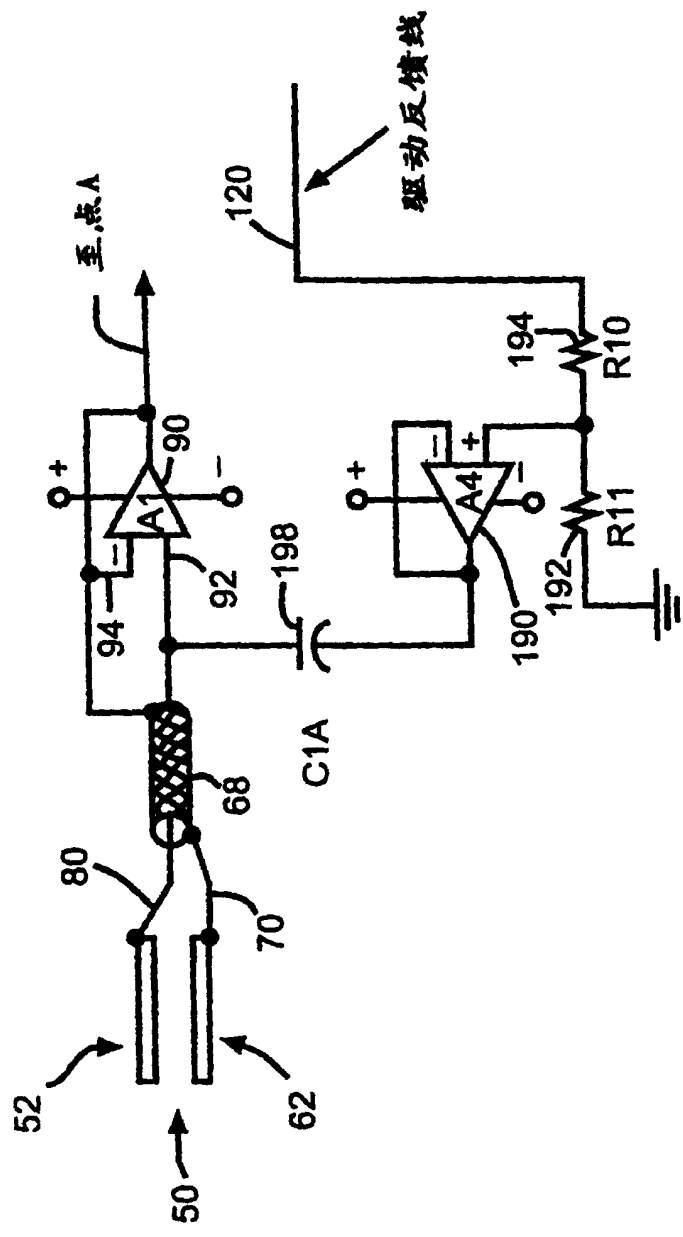


图 9A

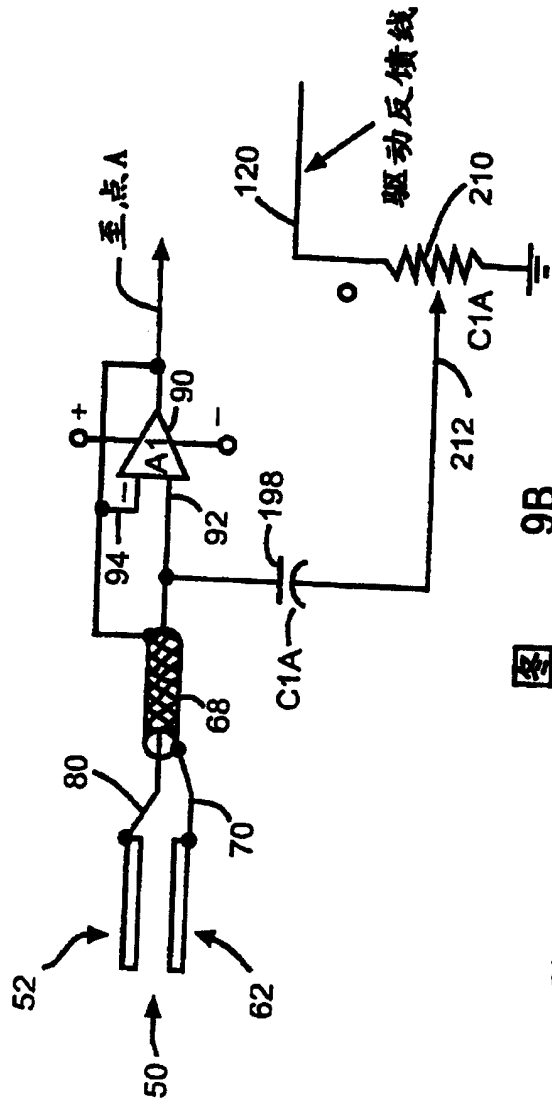


图 9B

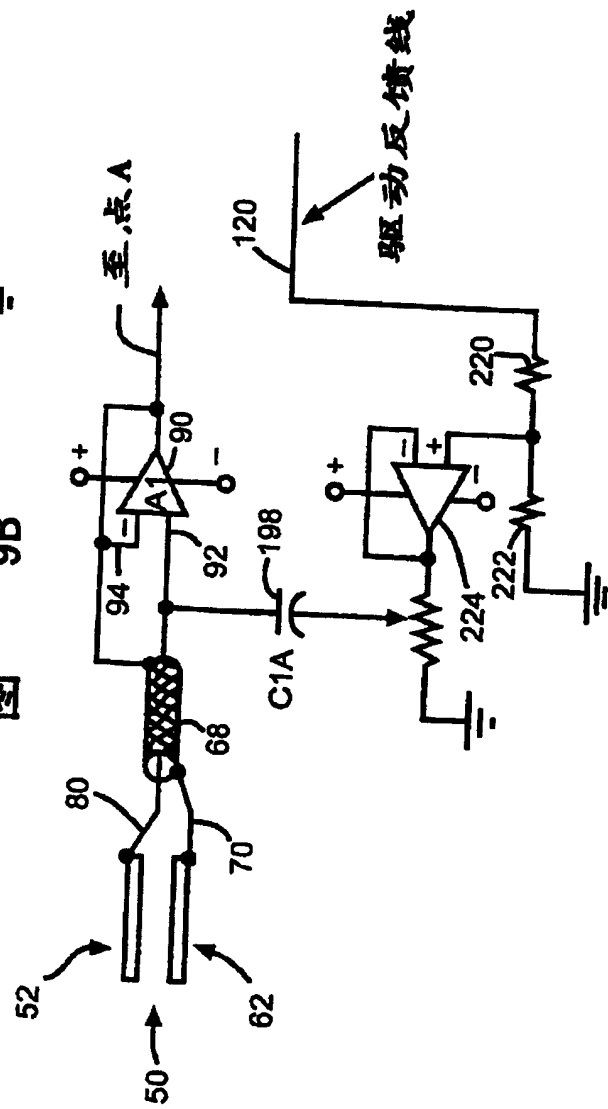


图 9C

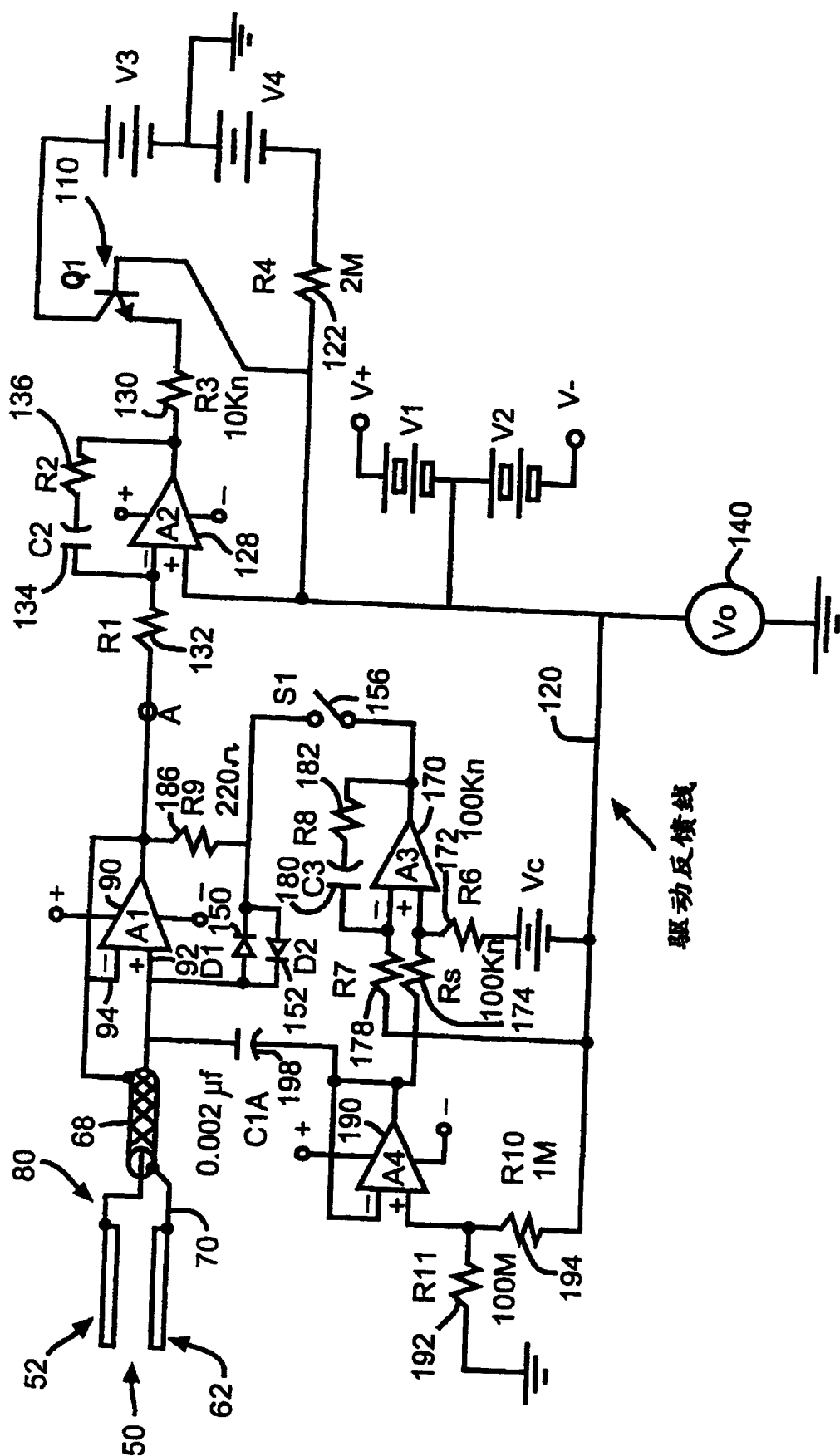


图 10