



(21) 申请号 201010534901. 0

(22) 申请日 2010. 11. 03

(73) 专利权人 北京普源精电科技有限公司  
地址 102206 北京市昌平区沙河镇踩河村  
156 号

(72) 发明人 王悦 王铁军 李维森

(51) Int. Cl.  
G01R 27/26 (2006. 01)

审查员 韦斌

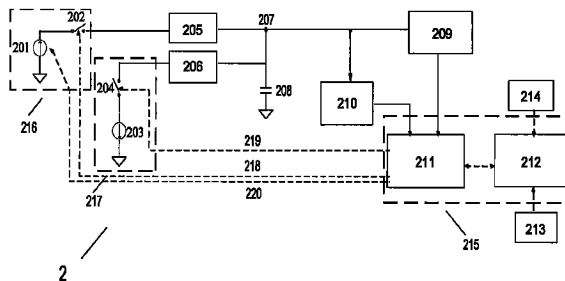
权利要求书1页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种具有电容测量功能的测量装置

(57) 摘要

本发明提供了一种具有电容测量功能的测量装置,包括电容测量端(207),充电模块(216),放电模块(217),A/D转换模块(209),双限比较器(210),控制处理模块(215),第一分压电路(205)和第二分压电路(206)。本发明中,控制处理模块(215)的充电计时器设有两个充电结束条件:最大充电时间和第一阈值电压V<sub>H</sub>。在达到充电结束条件时,充电计时器结束计时,并且控制A/D转换模块(209)测量此时的电压。通过上面的方法得到公式  $C = I_c \Delta t / \Delta V$  中的充电时间  $\Delta t$  和电压值  $\Delta V$ ,从而计算得到被测电容(208)的电容值。本发明的测量装置解决了现有技术中不能自动适用于测量小电容和大电容的问题。



1. 一种具有电容测量功能的测量装置,包括一个充电模块,一个放电模块,一个 A/D 转换模块和一个控制处理模块,

所述的充电模块,用于在控制处理模块的控制下,为被测电容充电;

所述的放电模块,用于在控制处理模块的控制下,为被测电容放电;

所述的 A/D 转换模块,用于在控制处理模块的控制下,测量被测电容上的电压;

所述的控制处理模块,用于测量被测电容的充电时间,

其特征在于:

还包括一个第一电压比较器,所述的第一电压比较器对被测电容的电压高于一个第一阈值电压敏感,产生一个第一测量控制信号;

所述的控制处理模块对所述的第一测量控制信号敏感,使所述的充电模块停止为被测电容充电,使所述的 A/D 转换模块测量被测电容上的电压,

所述的第一阈值电压小于或等于所述的 A/D 转换模块的最大输入额定电压,还包括一个第二电压比较器,

所述的第二电压比较器对被测电容上的电压低于一个第二阈值电压敏感,产生一个第二测量控制信号;对被测电容上的电压高于所述的第二阈值电压敏感,产生一个第三测量控制信号;

所述的控制处理模块对所述的第二测量控制信号敏感,使所述的放电模块停止为被测电容放电,使所述的充电模块为被测电容充电;

所述的控制处理模块还对所述的第三测量控制信号敏感,首先使所述的充电模块先停止为被测电容充电,使所述的 A/D 转换模块测量被测电容上的电压,然后再使所述的充电模块为被测电容充电,并同时开始测量充电时间,

所述的第二阈值电压大于或等于所述的 A/D 转换模块的最小输入额定电压。

2. 根据权利要求 1 所述的测量装置,其特征在于:还具有一个最大充电时间,所述的控制处理模块对所述的充电时间达到所述的最大充电时间敏感,使所述的充电模块停止为被测电容充电,使所述的 A/D 转换模块测量被测电容上的电压。

3. 根据权利要求 2 所述的测量装置,其特征在于:在被测电容与所述的充电模块之间串联有一个第一分压电路,用于为所述的充电模块提供过压保护,在被测电容与所述的放电模块之间串联有一个第二分压电路,用于为所述的放电模块提供过压保护。

4. 根据权利要求 1 所述的测量装置,其特征在于:在被测电容与所述的充电模块之间串联有一个第一分压电路,用于为所述的充电模块提供过压保护,在被测电容与所述的放电模块之间串联有一个第二分压电路,用于为所述的放电模块提供过压保护。

5. 根据权利要求 3 所述的测量装置,其特征在于:所述的第一电压比较器、第二电压比较器和所述的控制处理模块均由 FPGA 器件实现。

## 一种具有电容测量功能的测量装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及测量装置领域,特别是涉及到电容测量装置领域。

### 背景技术

[0002] 现有技术中,为了提高小电容测量的精度和大电容测量的速度,采用了许多种测量方法。

[0003] 在中国专利申请《镜像恒流源测电容的方法》(公开号为 101082644A)中,介绍了一种电容测量方法。如图 1 所示,测量装置 1 包括依次串联连接的被测电容 101、镜像恒流源充放电模块 102、电压检测模块 107、控制模块 108 和时钟发生器 109,镜像恒流源充放电模块 102 中包括恒流源 103、充放电电路 104、镜像电路 105 和充放电开关控制电路 106。该专利说明书中公开了两种实施方式。在这两个实施例中充放电开关控制电路 106 由可控开关 K1 构成。

[0004] 一种实施方式是固定充电时间的测量方法,控制模块 108 通过测量被测电容 101 的充电以前的电压和充电以后的电压的差值,从而计算出电容值。整个测量过程包括充电期间、放电期间。完成一个充、放电的周期就可以测出被测电容 101 的电容值。其中电压检测模块 107 由 A/D 转换器构成。

[0005] 步骤一:充电期间,控制模块 108 控制 K1 打开,打开充电电路,关闭放电电路。同时控制模块 108 开始计时。

[0006] 步骤二:计时器计到一定时间 T 的时候,计时器复位清零,重新开始计时。控制模块 108 控制 K1 闭合,关闭充电电路,打开放电电路。并同时通过 A/D 转换器,读取此时被测电容上的电压值  $v_1$ 。

[0007] 步骤三:计时器计到一定时间 T 的时候,计时器复位清零,重新开始计时。控制模块 108 控制 K1 打开,打开充电电路,关闭放电电路。并同时通过 A/D 转换器,读取此时电容上的电压值  $v_2$ 。

[0008] 由此,我们可以计算出被测电容 101 的电容值  $C_x$  :

$$[0009] \quad \Delta U = |v_2 - v_1|$$

$$[0010] \quad C_x = (\text{充电电流 } I_1 \times T) / \Delta U$$

[0011] 重复上述的步骤二、步骤三,可以进行周期性的测量。

[0012] 因为这种方法充、放电时间短,所以十分适用于对大的电容的测量。

[0013] 另一种实施方式是固定电压差的测量方法,控制模块 108 通过被测电容 101 上的电压从预置电压值  $v_1$  变化到预置电压值  $v_2$  的时间  $\Delta t$ ,从而计算出被测电容值。其中电压检测模块 107 由电压比较器 CV1 和电压比较器 CV2 构成。

[0014] 步骤一:放电步骤。控制模块 108 控制 K1 打开,打开放电电路,关闭充电电路。电容开始放电。当电容上的电压小于等于比较电压  $v_2$  的时候,电压比较器 CV2 的输出电平翻转;

[0015] 步骤二:当电容上的电压小于等于比较电压  $v_2$  的时候,电压比较器 CV2 的输出电

平翻转,控制模块 108 检测到 CV2 输出电平的变化,控制模块 108 控制 K1 闭合,打开充电电路,关闭放电电路。电容开始充电。同时,控制模块 108 开始计时。

[0016] 步骤三:当电容上的电压大于等于比较电压 v1 的时候,电压比较器 CV1 的输出电平翻转;控制模块 108 检测到电压比较器 CV1 的输出电平翻转,停止计时,记录下计时时间  $\Delta t$ ;控制模块控制 K1 打开,打开放电电路,关闭充电电路。电容开始放电。

[0017] 步骤四:重复步骤二、三。

[0018] 电压比较器 CV1 和电压比较器 CV2 的输出波形被送进控制模块 108 中,控制模块 108 测量电压比较器 CV1 输出的波形信号的频率 f,由于充电电流等于放电电流,所以充电时间等于放电时间,所以: $\Delta t = 1/f/2$ 。

[0019] 由此,我们可以计算出被测电容 101 的电容值  $C_x$ :

$$[0020] \quad \Delta U = v1 - v2$$

$$[0021] \quad \Delta t = 1/f/2$$

$$[0022] \quad C_x = (\text{充电电流 } I1 \times T) / \Delta U$$

[0023] 现有技术所述的固定时间的测量方法和固定电压差的测量方法均不能自动适应大电容测量和小电容的测量。

[0024] 比如,在所述的固定时间的测量方法下,当充电电流一定时,设置较长的充电时间,可以实现的较大电容的准确测量,但同样的充电时间就无法满足小电容的测量需要了。其原因在于,在同样的充电电流下,被测电容需要的充电时间很短。充电时间过长,往往会使得被测电容两端的电压超出 A/D 转换器输入电压范围,使电容测量不准确。

[0025] 又比如,在所述的固定电压差的测量方法下,当测量小电容时,为了获得较高的测量精度,往往设定一个较小的充电电流,但较小的充电电流,会使大电容测量的测量周期变长,甚至超出用户等待的极限。其原因在于,在同样的充电电流下,需要更长的充电时间,方能使大电容两端的电压达到设定电压值。

## 发明内容

[0026] 本发明的主要目的在于解决现有技术中存在的问题,提供了一种具有电容测量功能的测量装置,该装置能够自动适用于大电容和小电容的测量。

[0027] 本发明所述的具有电容测量功能的测量装置,包括一个充电模块,一个放电模块,一个 A/D 转换模块和一个控制处理模块,所述的充电模块,用于在控制处理模块的控制下,为被测电容充电;所述的放电模块,用于在控制处理模块的控制下,为被测电容放电;所述的 A/D 转换模块,用于在控制处理模块的控制下,测量被测电容上的电压;所述的控制处理模块,用于测量被测电容的充电时间,还包括一个第一电压比较器,所述的第一电压比较器对被测电容的电压高于一个第一阈值电压敏感,产生一个第一测量控制信号;所述的控制处理模块对所述的第一测量控制信号敏感,使所述的充电模块停止为被测电容充电,使所述的 A/D 转换模块测量被测电容上的电压。

[0028] 在本发明所述的测量装置中,所述的第一阈值电压可以小于或等于所述的 A/D 转换模块的最大输入额定电压。

[0029] 在本发明所述的测量装置中,还可以包括一个第二电压比较器,所述的第二电压比较器对被测电容上的电压低于一个第二阈值电压敏感,产生一个第二测量控制信号;对

被测电容上的电压高于所述的第二阈值电压敏感,产生一个第三测量控制信号;所述的控制处理模块对所述的第二测量控制信号敏感,使所述的放电模块停止为被测电容放电,使所述的充电模块为被测电容充电;所述的控制处理模块还对所述的第三测量控制信号敏感,首先使所述的充电模块先停止为被测电容充电,使所述的 A/D 转换模块测量被测电容上的电压,然后再使所述的充电模块为被测电容充电,并同时开始测量充电时间。

[0030] 在本发明所述的测量装置中,所述的第二阈值电压信号可以大于或等于所述的 A/D 转换模块的最小输入额定电压。

[0031] 在本发明所述的测量装置中,还可以具有一个最大充电时间,所述的控制处理模块对所述的充电时间达到所述的最大充电时间敏感,使所述的充电模块停止为被测电容充电,使所述的 A/D 转换模块测量被测电容上的电压。

[0032] 在本发明所述的测量装置中,在被测电容与所述的充电模块之间可以串联有一个第一分压电路,用于为所述的充电模块提供过压保护,在被测电容与所述的放电模块之间可以串联有一个第二分压电路,用于为所述的放电模块提供过压保护。

[0033] 在本发明所述的测量装置中,所述的第一电压比较器、第二电压比较器和所述的控制处理模块均可以由 FPGA 器件实现。

[0034] 本发明所述的测量仪器,不仅可以同时适用于大电容和小电容的测量,而且具有以下特点:

[0035] 1、本发明的电容测量控制方法可同时满足测量大电容和小电容,不必分开处理,控制方法更加简单。

[0036] 2、本发明为充、放电恒流源提供过压保护电路,可以防止由于误操作或测量过程中的过压损坏充、放电恒流源。

## 附图说明

[0037] 图 1 是采用现有技术的测量装置 1 的结构示意图。

[0038] 图 2 是本发明提供的测量装置 2 的结构示意图。

[0039] 图 3 是第一分压电路 205 的结构示意图。

[0040] 图 4 是第二分压电路 206 的结构示意图。

[0041] 图 5 是双限比较器 210 的结构示意图。

[0042] 图 6 是被测电容 208 充电达到第一阈值电压  $V_H$  时的电压测量波形。

[0043] 图 7 是被测电容 208 充电达到最大充电时间时的电压测量波形。

## 具体实施方式

[0044] 下面具体介绍本发明的最佳实施方式。

[0045] 参照图 2,测量装置 2 包括电容测量端 207,充电模块 216,放电模块 217,A/D 转换模块 209,双限比较器 210,控制处理模块 215,显示模块 213 和输入模块 214,第一分压电路 205 和第二分压电路 206。充电模块 216 中包括充电恒流源 201 和充电开关 202,放电模块 217 中包括放电恒流源 203 和放电开关 204,控制处理模块 215 包括数字逻辑电路 211,处理器系统 212。

[0046] 在本实施例中,测量装置 2 是数字万用表。作为另外的实施方式,测量装置 2 还可

以是具有电容测量功能的其他装置,例如,电容测量仪、电流计等等。

[0047] 在本实施例中,充电模块 216 由充电恒流源 201 和充电开关 202 组成,放电模块 217 是由放电恒流源 203 和放电开关 204 组成。作为另外的实施方式,也可以采用现有技术中的镜像恒流源充放电模块实现本发明中的充电模块 216 和放电模块 217 的功能。

[0048] 在本实施例中,控制处理模块 215 中的数字逻辑电路 211 和处理器系统 212 采用 FPGA 器件实现。作为另外的实施方式,数字逻辑电路 211 和处理器系统 212 也可以采用 CPLD、DSP 等器件实现。

[0049] 在本实施例中,

[0050] 电容测量端 207 用于与被测电容 208 连接。

[0051] 充电恒流源 201,充电开关 202、第一分压电路 205 和电容测量端 207 依次串联连接构成被测电容 208 的充电回路。

[0052] 在本实施例中,充电恒流源 201 是程控恒流源,处理器系统 212 根据输入模块 214 接收的用户输入信息,设定充电恒流源 201 输出电流  $I_c$  的大小,并通过数字逻辑电路 211 输出的第三控制信号 220 控制充电恒流源 201 输出合适的电流  $I_c$ 。用户可以根据需要测量的电容的大小设置合适的充电电流  $I_c$ 。作为另外的实施方式,处理器系统 212 也可以通过编程实现自动选择最佳测量量程,例如可以通过将测量值与量程上下限比较的方法选择最佳量程。

[0053] 根据数字逻辑电路 211 输出的第一控制信号 218 的控制,充电开关 202 打开或闭合,为被测电容 208 充电。

[0054] 第一分压电路 205 主要起到过压保护的作用,防止由于电容测量端 207 接入过高的电压损坏充电恒流源 201,具体结构请参见图 3,输入端  $I_{i1}$  与充电恒流源 201 的输出端串联连接,输出端  $I_{o1}$  与电容测量端 207 串联连接。正常充电时电流从输入端  $I_{i1}$  流入,从输出端  $I_{o1}$  流出时,三极管  $Q1 \sim Q8$  和二极管  $D1$  正向偏置,二极管  $D4$  反向偏置。三极管  $Q1 \sim Q8$  和二极管  $D1$  正向偏置时可以等效为一个低阻值的电阻,二极管  $D4$  反向偏置时可以认为开路,这样电流从输入端  $I_{i1}$  流入,从输出端  $I_{o1}$  输出。如果输出端  $I_{o1}$  加正向高压,二极管  $D1$  反向偏置,阻断了高压,保护充电恒流源 201 不会损坏;如果输出端  $I_{o1}$  加负向高压,二极管  $D4$  正向偏置,电阻  $R1 \sim R4$  上的电压增加,大部分电压降落到三极管  $Q1 \sim Q8$  和电阻  $R1 \sim R4$  上,保护充电恒流源 201 不会损坏。

[0055] 再参考图 2,放电恒流源 203,放电开关 204、第二分压电路 206 和电容测量端 207 依次串联连接构成被测电容 208 的放电回路。

[0056] 在本实施例中,放电恒流源 203 采用恒定电流源,放电速度快。

[0057] 放电开关 204 根据数字逻辑电路 211 输出的第二控制信号 219 的控制打开或闭合,为被测电容 208 放电。

[0058] 第二分压电路 206 主要起到过压保护的作用,防止由于电容测量端 207 接入过高的电压损坏放电恒流源 203,具体结构请见图 4,输入端  $I_{i2}$  与电容测量端 207 串联连接,输出端  $I_{o2}$  与放电恒流源 203 的输入端串联连接。正常放电时电流从输入端  $I_{i2}$  流入,从输出端  $I_{o2}$  流出时,三极管  $Q9 \sim Q16$  和二极管  $D2$  正向偏置,二极管  $D3$  反向偏置。三极管  $Q9 \sim Q16$  和二极管  $D2$  正向偏置时可以等效为一个低阻值的电阻,二极管  $D3$  反向偏置时可以认为开路,这样电流从输入端  $I_{i2}$  流入,只从输出端  $I_{o1}$  输出。如果输入端  $I_{i2}$  加负向高

压,二极管 D2 反向偏置,阻断了高压,保护放电恒流源 203 不会损坏;如果输出端 Io2 加正向高压,二极管 D3 正向偏置,电阻 R5 ~ R8 上的电压增加,大部分电压降落到三极管 Q9 ~ Q16 和电阻 R5 ~ R8 上,保护放电恒流源 203 不会损坏。

[0059] 再参考图 2, A/D 转换模块 209 与电容测量端 207 串联连接,在本实施例中 A/D 转换模块 209 由 A/D 转换器 ADS1256 构成,其最大输入额定电压为 3V,最小输入额定电压为 0V。用 ADS1256 测量被测电容 208 的模拟电压信号,并将其转化成数字电压信号后,送给数字逻辑电路 211。

[0060] 参考图 5 和图 2,双限比较器 210 由第一电压比较器 501 和第二电压比较器 502 构成,双限比较器 210 的输入端 Input 与电容测量端 207 串联连接。

[0061] 第一电压比较器 501 的正输入端 In1+ 通过电阻 R12 与输入端 Input 串联连接,用于从被测电容 208 获取模拟电压信号,其负输入端 In1- 用于输入第一阈值电压 VH,第一电压比较器 501 将正输入端 In1+ 电压信号与第一阈值电压 VH 比较,当正输入端 In1+ 电压信号超过第一阈值电压 VH 时,通过输出端 Output1 输出第一测量控制信号 505,在本实施例中,第一测量控制信号 505 为一个高电平信号,该信号被送给数字逻辑电路 211。作为另外的实施方式,第一测量控制信号 505 也可以为一个低电平信号。

[0062] 第二电压比较器 502 的正输入端 In2+ 通过电阻 R12 与输入端 Input 串联连接,用于从被测电容 208 获取模拟电压信号,其负输入端 In2- 用于输入第二阈值电压 VL,第二电压比较器 502 将正输入端 In2+ 电压信号与第二阈值电压 VL 比较,当正输入端 In2+ 电压信号低于第二阈值电压 VL 时,通过输出端 Output2 输出第二测量控制信号 506,在本实施例中,第二测量控制信号 506 是一个低电平信号,该信号被送给数字逻辑电路 211;当正输入端 In2+ 电压信号高于第二阈值电压 VL 时,通过输出端 Output2 输出第三测量控制信号 507,在本实施例中,第三测量控制信号 507 为一个高电平信号,该信号被送给数字逻辑电路 211。作为另外的实施方式,第二测量控制信号 506 也可以为一个高电平信号,第三测量控制信号 507 也可以为一个低电平信号。

[0063] 在本实施例中,通过电阻 R9、R10 和 R11 将参考电压 Vref 分配给第一阈值电压 VH 和第二阈值电压 VL。

[0064] 在本实施例中,电阻 R13 连接在正输入端 In1+ 和输出端 Output1 之间,电阻 R14 连接在正输入端 In2+ 和输出端 Output2 之间,电阻 R13 和电阻 R14 分别给第一电压比较器 501 和第二电压比较器 502 提供正反馈,可以使得比较器工作更稳定。在本实施例中,电阻 R13 和电阻 R14 的大小为电阻 R12 大小的 30 倍左右,因此正反馈量相对输入端 Input 的模拟电压信号很小,可以假定认为第一比较器正输入端 In1+ 和第二比较器正输入端 In2+ 的电压大小跟输入端 Input 的模拟电压大小相等。

[0065] 并且,为了实现正确的充放电过程,第一阈值电压 VH 要大于第二阈值电压 VL;为了使 A/D 转换模块 209 的输入不饱和,第一阈值电压 VH 取小于 A/D 转换模块 209 的最大输入额定电压,第二阈值电压 504 取大于 A/D 转换模块 209 的最小输入额定电压;为了使充电电压跟噪声电压之比尽量大,第一阈值电压 VH 和第二阈值电压 VL 之差的绝对值要尽量大。在本实施例中,第一阈值电压 VH 设置为 2.1V,第二阈值电压 VL 设置为 0.7V。作为另外的实施方式,第一阈值电压 VH 和第二阈值电压 VL 也可以选用其他数值,比如,第一阈值电压 VH 设置为 2.5V,第二阈值电压 VL 设置为 0.5V。或,第一阈值电压 VH 设置为 2.8V,第二阈

值电压 VL 设置为 0.2V。

[0066] 再参考图 2, 控制处理模块 215 包括数字逻辑电路 211、处理器系统 212、显示模块 213 和输入模块 214。在本实施例中, 数字逻辑电路 211 和处理器系统 212 通过 FPGA 器件实现。

[0067] 数字逻辑电路 211 用于控制电容测量过程, 根据第一测量控制信号 505、第二测量控制信号 506 和第三测量控制信号 507, 控制充电开关 202 和放电开关 204 的通断, 为被测电容 208 充放电, 并且根据这些测量控制信号控制 A/D 转换模块 209 获取被测电容 208 的电压值, 转换成数字电压信号后发送给数字逻辑电路 211。数字逻辑电路 211 中还具有充电计时器, 用于测量被测电容 208 的充电时间  $\Delta t$ 。

[0068] 处理器系统 212 根据用户通过输入模块 214 输入的电流大小, 设定充电恒流源 201 的电流  $I_c$  的大小, 并通过数字逻辑电路 211 控制充电恒流源 201 输出合适的电流  $I_c$ 。用户可以根据需要测量的电容的大小选择合适的充电电流  $I_c$ 。作为另外的实施方式, 处理器系统 212 也可以通过编程实现自动选择最佳测量量程, 例如可以通过将测量值与量程上下限比较的方法选择最佳量程。并且处理器系统 212 从数字逻辑电路 211 中获取充电时间和数字电压值, 并根据这些参数计算被测电容 208 的电容值。

[0069] 根据公式  $C = I_c \Delta t / \Delta V$ ,

[0070] 其中,  $I_c$  是充电恒流源 201 输出的电流值。

[0071]  $\Delta t$  是数字逻辑电路 211 测量得到的充电时间。

[0072]  $\Delta V$  是 A/D 转换模块 209 测量得到的电压值。

[0073] 在本发明中, 数字逻辑电路 211 的充电计时器中设定两个充电结束条件: 最大充电时间和第一阈值电压  $V_H$ 。在达到充电结束条件时, 充电计时器结束计时, 并且控制 A/D 转换模块 209 测量此时的电压。通过上面的方法得到公式中的充电时间  $\Delta t$  和电压值  $\Delta V$ , 从而计算得到被测电容 208 的电容值。

[0074] 下面详细介绍电容测量过程:

[0075] 参照图 6, 用户启动电容测量功能后,

[0076] 1、首先进入放电过程 D, 数字逻辑电路 211 控制充电开关 202 断开, 放电开关 204 闭合, 放电恒流源 203 通过第二分压电路 206 和放电开关 204 为被测电容 208 放电, 被测电容 208 两端的电压下降;

[0077] 2、在放电过程 D 中, 当双限比较器 210 中的第二电压比较器 502 检测到被测电容 208 的电压低于第二阈值电压 VL 时, 通过其输出端 Output2 输出第二测量控制信号 506 给数字逻辑电路 211, 数字逻辑电路 211 根据第二测量控制信号 506 控制电容测量进入预充过程 PC。由于双限比较器 210 的检测动作、充电开关 202 和放电开关 204 的动作存在延时, 而被测电容 208 在延时期的电压会下降很多, 所以需要要进行预充。进入预充过程 PC 后, 数字逻辑电路 211 控制充电开关 202 闭合, 放电开关 204 断开, 充电恒流源 201 通过充电开关 202 和第一分压电路 205 为被测电容 208 充电, 被测电容 208 的电压上升。

[0078] 3、在预充过程 PC 中, 当双限比较器 210 中的第二电压比较器 502 检测到被测电容 208 的电压高于第二阈值电压时, 通过其输出端 Output2 输出第三测量控制信号 507 给数字逻辑电路 211, 数字逻辑电路 211 根据第三测量控制信号 507 控制电容测量进入保持过程 H, 数据逻辑电路 211 控制充电开关 202 和放电开关 204 断开, 被测电容 208 的电压保持不



变,此时数字逻辑电路 211 控制 A/D 转换模块 209 测量被测电容 208 的电压,得到初始电压 V1。

[0079] 4、A/D 转换模块 209 测量完毕后,数字逻辑电路 211 控制电容测量进入充电过程 C,数字逻辑电路 211 控制充电开关 202 闭合,放电开关 204 断开,充电恒流源 201 通过充电开关 202 和第一分压电路 205 为被测电容 208 充电,被测电容 208 的电压上升,同时数字逻辑电路 211 控制其中的充电计时器清零,并开始充电计时。

[0080] 5、如果被测电容 208 的电压在充电计时器的充电时间达到最大充电时间之前,双限比较器 210 检测到被测电容 208 的电压超过第一阈值电压 VH,则输出第一测量控制信号 505,数字逻辑电路 211 根据第一测量控制信号 505 控制电容测量进入保持状态,控制充电开关 202 和放电开关 204 断开,并控制充电计时器停止计时,记录充电时间  $\Delta t$ ,同时控制 A/D 转换模块 209 测量被测电容 208 的终止电压 V2。

[0081] 此时,一个测量周期完成,处理器系统 212 从数字逻辑电路 211 中读取充电起始电压 V1、充电终止电压 V2 和充电时间  $\Delta t$ ,并根据公式  $C = I_c \Delta t / \Delta V$  计算被测电容 208 的电容值大小,其中  $I_c$  是充电恒流源 201 输出的电流值,  $\Delta V = V2 - V1$ 。

[0082] 5'、参见图 7,如果被测电容 208 的电压在充电计时器的充电时间达到最大充电时间时,没有上升到第一阈值电压 VH,数字逻辑电路 211 控制电容测量进入保持状态 H,控制充电开关 202 和放电开关 204 断开,并且控制充电计时器停止计时,同时控制 A/D 转换模块 209 测量被测电容 208 的终止电压 V2'。

[0083] 此时,一个测量周期完成,处理器系统 212 从数字逻辑电路 211 中读取充电起始电压 V1、充电终止电压 V2' 和充电时间  $\Delta t'$  (最大充电时间),并根据公式  $C = I_c \Delta t' / \Delta V$  计算被测电容 208 的电容值大小,其中  $I_c$  是充电恒流源 201 输出的电流值,  $\Delta V = V2' - V1$ 。

[0084] 作为进一步的说明,本实施例中的双限比较器 210 也可以采用窗口比较器实现;如果 A/D 转换器速度足够快,也可以通过 FPGA、CPLD 等数字逻辑器件实现。

[0085] 作为进一步的说明,本实施例中的第一分压电路 205 和第二分压电路 206 也可以采用普通电阻、PTC 电阻等具有分压功能的电路实现。

[0086] 本实施例所述的数字万用表具有如下优点:

[0087] 1、在设定同样充电电流的情况下,本实施例所述的万用表具有更宽的电容测量范围;

[0088] 2、在进行充电过程之前,先对被测电容进行预充电,解决了由于器件反应延时,电容过放电的问题;

[0089] 3、采用恒流源进行放电,放电速度更快,可以进一步缩短测量周期。

[0090] 以上具体实施方式仅用于说明本发明,而非用于限定本发明,本领域一般技术人员根据上述设计思想所作的任何不具有创造性的创造,均应视为在本专利的保护范围之内。

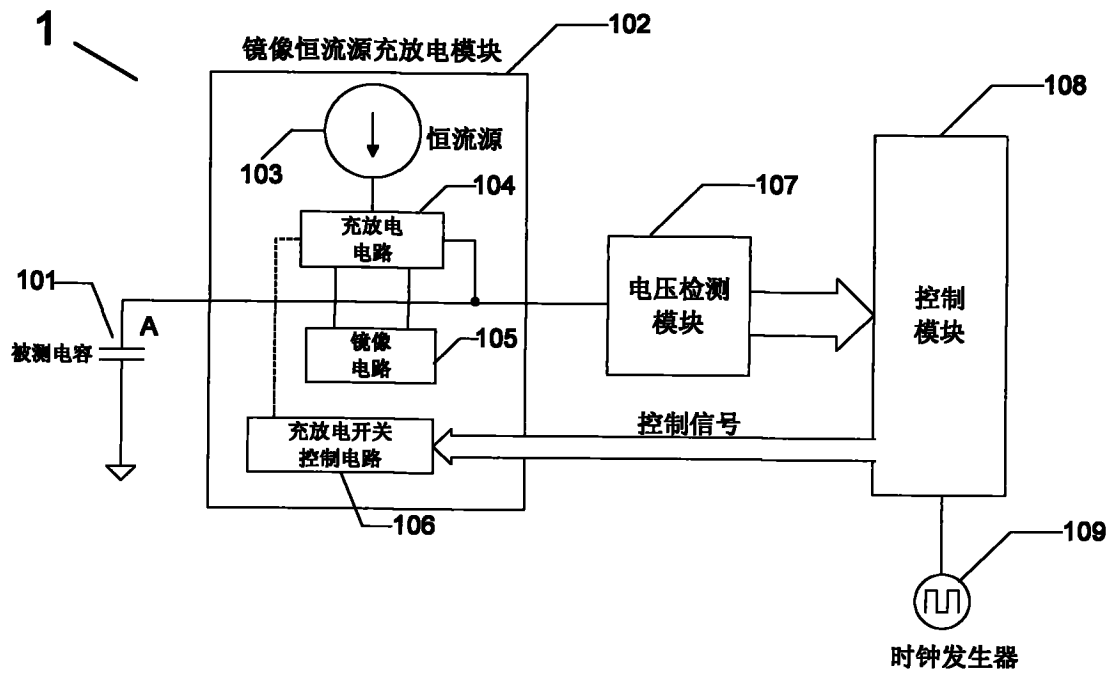


图 1

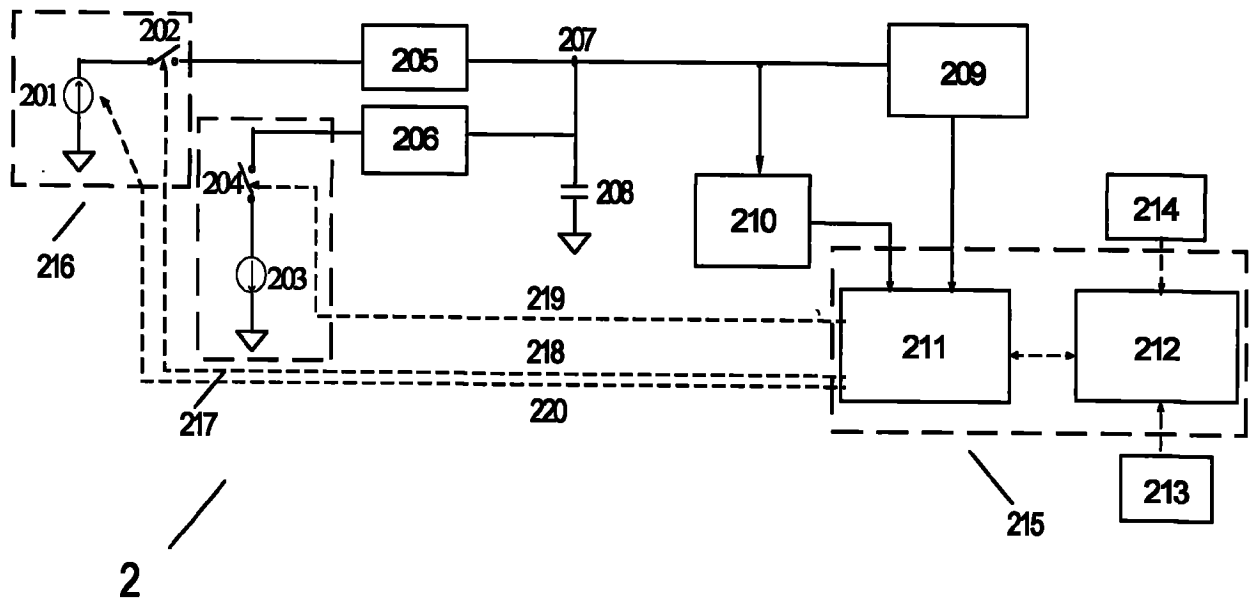


图 2

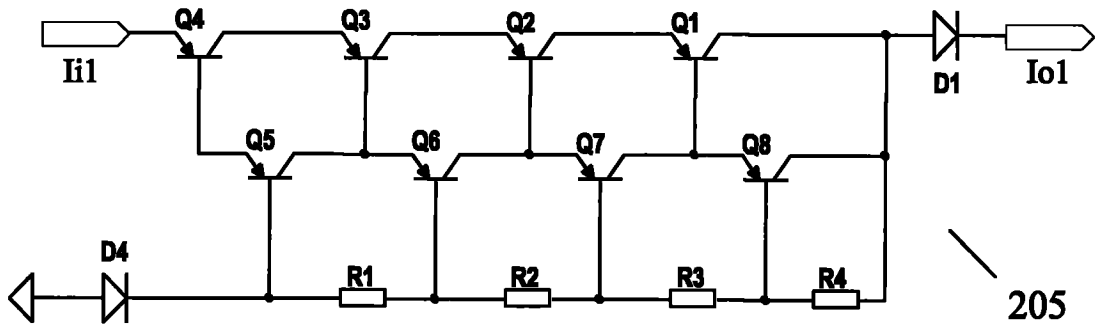


图 3

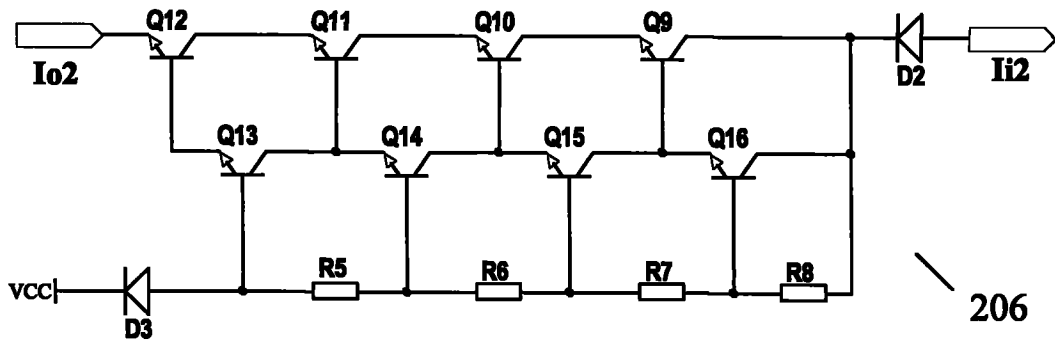


图 4

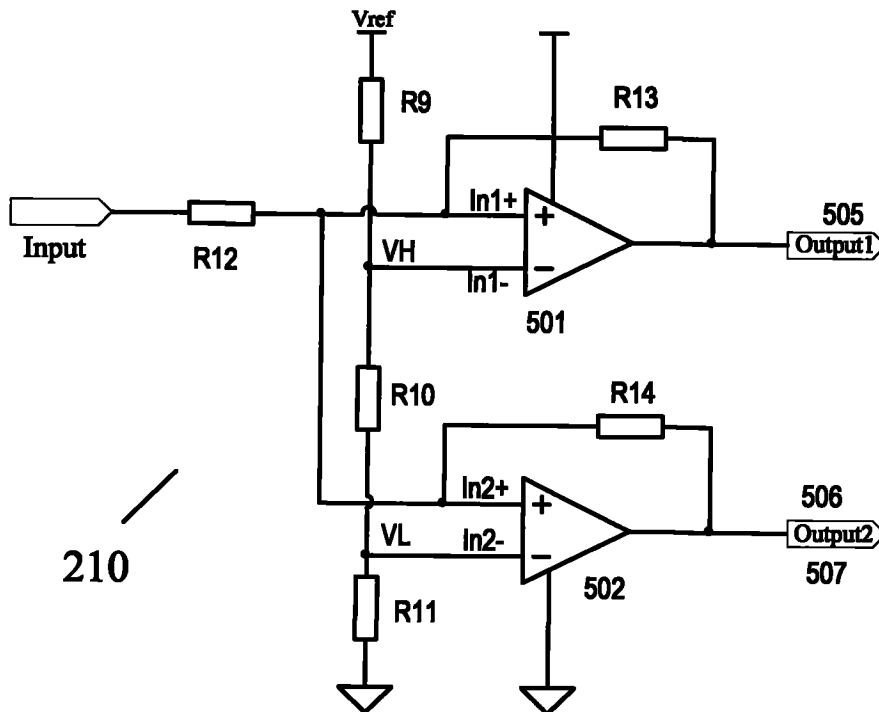


图 5

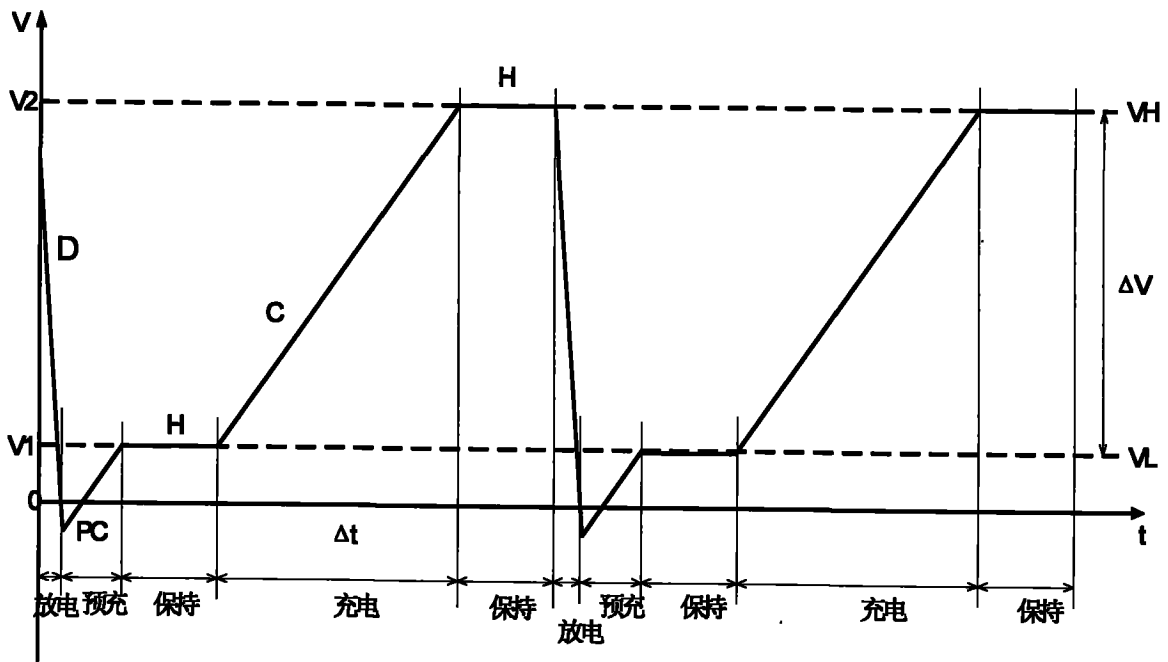


图 6

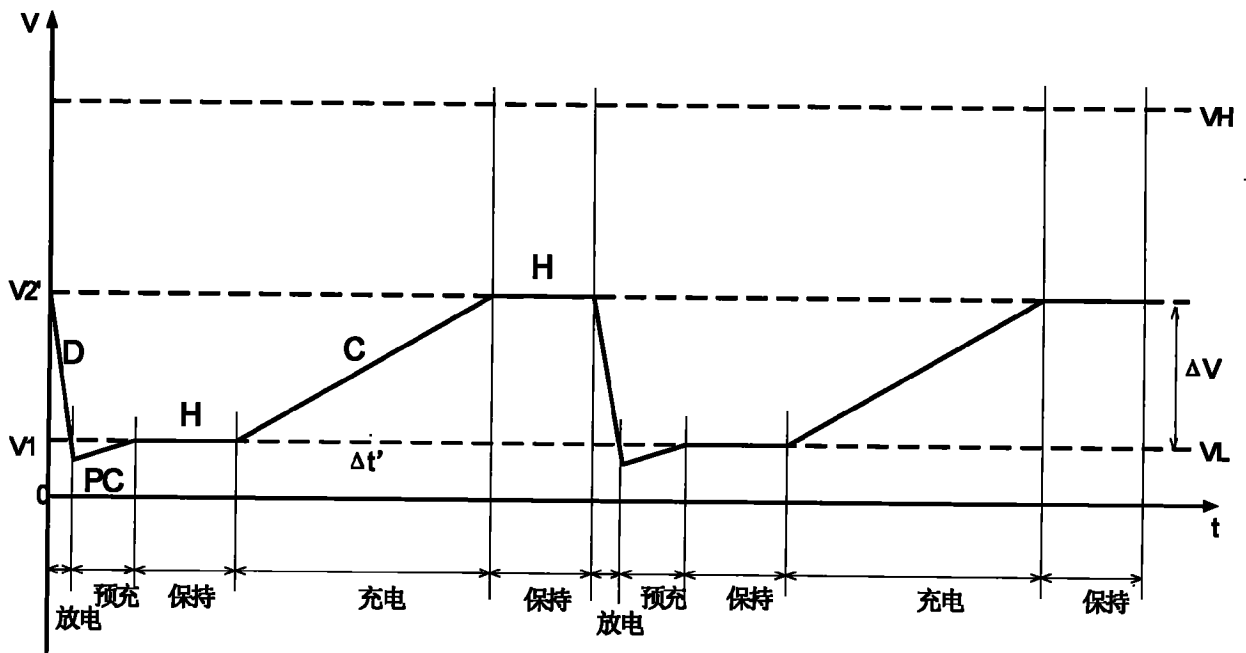


图 7