

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101082644 B

(45) 授权公告日 2011. 02. 09

(21) 申请号 200710003010. 0

刘波、王文双 . 基于 AD6645 的内插电路的设

(22) 申请日 2007. 01. 30

计 . 电子质量 10. 2005, (10), 4-5, 15.

(73) 专利权人 王锐

审查员 时鹏

地址 102206 北京市昌平区沙河镇躁河村
156 号

专利权人 王铁军
李维森

(72) 发明人 王锐 王铁军 李维森

(51) Int. Cl.

G01R 27/26 (2006. 01)

G05B 19/02 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 2766247 Y, 2006. 03. 22, 全文 .

JP 2003035733 A, 2003. 02. 07, 全文 .

CN 87216984 U, 1988. 10. 12, 全文 .

CN 1086941 A, 1994. 05. 18, 全文 .

CN 1090052 A, 1994. 07. 27, 说明书及其附

图 .

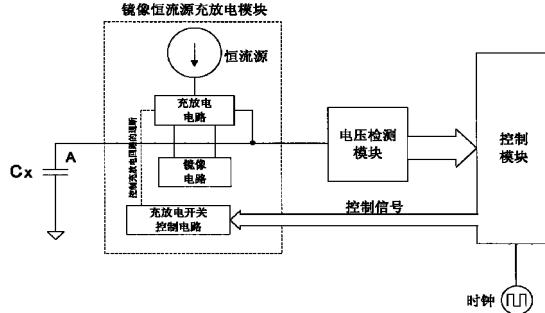
权利要求书 3 页 说明书 4 页 附图 4 页

(54) 发明名称

镜像恒流源测电容的方法

(57) 摘要

本发明为一种镜像恒流源测电容的装置及方法, 包括: 被测电容、镜像恒流源充放电模块、电压检测模块、控制模块、时钟发生器, 其特征在于: 所述充放电装置包括: 一个恒流源、一个镜像电路、一个充放电电路一个充放电开关控制电路。被测电容的充电电流与放电电流为一对镜像电流。控制模块可以通过固定测量时间, 测量不同时间点上的电容上的电压差来计算电容值; 也可以通过固定电容上的电压差, 测量充电时间来计算电容值, 以达到更加精确、快速的测量电容的功能。



1. 一种镜像恒流源测电容的装置,用于测量一被测电容,所述的镜像恒流源测电容的装置包括:电压检测模块、控制模块、时钟发生器,其特征在于,更包括:镜像恒流源充放电模块;

所述的镜像恒流源充放电模块,包括:恒流源、镜像电路、充放电电路、充放电开关控制电路;所述的镜像电路,使得被测电容的充电电流 I_1 与放电电流 I_2 成比例关系,也就是 $I_1 = K \times I_2$,其中 K 为一常数;

所述的镜像恒流源充放电模块,连接到所述的被测电容的一端 A,用于给所述的被测电容充、放电;

所述的电压检测模块,其输入端连接到上述被测电容的 A 端,其输出端连接到控制模块,用于检测被测电容上的电压信号;

所述的控制模块,与镜像恒流源充放电模块的控制端连接,控制充电回路的通断以及放电回路的通断;

所述的时钟发生器,输出与控制模块连接,为控制器提供计时时钟;

所述的恒流源与所述的充放电电路相连,用以提供给电容充电的电流;

所述的充放电电路与所述的被测电容的一端 A 相连,用以给被测电容充电、放电;

所述的镜像电路与所述的充放电电路相连,用以控制充电电流与放电电流成比例关系;

所述的充放电开关控制电路的控制端与所述的控制模块相连,用以控制被测电容的充电回路的通断以及放电回路的通断。

2. 一种利用权利要求 1 所述的镜像恒流源装置测电容的方法,其特征为以下步骤:

步骤一:充电过程,所述的控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,打开被测电容的充电电路,关闭被测电容的放电电路,开始给被测电容充电;同时控制模块读取并保存被测电容上此时的电压 V_1 ;同时控制模块打开计时器开始计时;

步骤二:当控制模块检测到充电计时时间 T_1 到,控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,关闭被测电容的充电电路,打开被测电容的放电电路,开始给被测电容放电;同时控制模块读取并保存被测电容上此时的电压 V_2 ;同时控制模块给计时器清零,重新开始计时;

步骤三:控制模块根据所测的被测电容上的电压,计算出被测电容值:

$$\text{被测电容值} = |V_1 - V_2| / (\text{充电电流 } I_1 \times \text{充电计时时间 } T_1);$$

步骤四:当控制模块检测到放电计时时间 T_2 到,控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,打开被测电容的充电电路,关闭被测电容的放电电路,开始给被测电容充电;同时控制模块读取并保存被测电容上此时的电压 V_1 ;同时控制模块给计时器清零,重新开始计时;

步骤五:重复步骤二到四,实现周期性测量。

3. 一种利用权利要求 1 所述的镜像恒流源装置测电容的方法,其特征在于,还可以包括以下步骤:

步骤一:充电过程,所述的控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,打开被测电容的充电电路,关闭被测

电容的放电电路,开始给被测电容充电;同时控制模块读取并保存被测电容上此时的电压V1;同时控制模块打开计时器开始计时;

步骤二:当控制模块检测到充电计时时间T1到,控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,关闭被测电容的充电电路,打开被测电容的放电电路,开始给被测电容放电;同时控制模块读取并保存被测电容上此时的电压V2;同时控制模块给计时器清零,重新开始计时;

步骤三:当控制模块检测到放电计时时间T2到,控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,打开被测电容的充电电路,关闭被测电容的放电电路,开始给被测电容充电;同时控制模块读取并保存被测电容上此时的电压V1;同时控制模块给计时器清零,重新开始计时;

步骤四:控制模块根据所测的被测电容上的电压,计算出被测电容值:

$$\text{被测电容值} = |V1 - V2| / (\text{放电电流 } I2 \times \text{放电计时时间 } T2);$$

步骤五:重复步骤二到四,实现周期性测量。

4. 一种利用权利要求1所述的镜像恒流源装置测电容的方法,其特征在于,还可以包括以下步骤:

步骤一:放电过程,所述的控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,关闭被测电容的充电电路,打开被测电容的放电电路,开始给被测电容放电;

步骤二:当控制模块检测到被测电容上的电压达到了预定电压值V1,控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,打开被测电容的充电电路,关闭被测电容的放电电路,开始给被测电容充电;

步骤三:当控制模块检测到被测电容上的电压达到了预定电压值V2,控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,关闭被测电容的充电电路,打开被测电容的放电电路,开始给被测电容放电;

步骤四:控制模块检测被测电容上的电压从V1到V2的过程的充电时间T1,计算出被测电容值:

$$\text{被测电容值} = |V1 - V2| / (\text{充电电流 } I1 \times \text{充电时间 } T1);$$

步骤五:重复步骤二到四,实现多周期测量。

5. 一种利用权利要求1所述的镜像恒流源装置测电容的方法其特征在于,还可以包括以下步骤:

步骤一:放电过程,所述的控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,关闭被测电容的充电电路,打开被测电容的放电电路,开始给被测电容放电;

步骤二:当控制模块检测到被测电容上的电压达到了预定电压值V1,控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,打开被测电容的充电电路,关闭被测电容的放电电路,开始给被测电容充电;

步骤三:当控制模块检测到被测电容上的电压达到了预定电压值V2,控制模块控制镜像恒流源充放电模块的充放电开关控制电路,从而控制镜像恒流源充放电模块的充放电电路,关闭被测电容的充电电路,打开被测电容的放电电路,开始给被测电容放电;

步骤四：控制模块检测被测电容上的电压从 V2 到 V1 的过程的放电时间 T2，计算出被测电容值：

$$\text{被测电容值} = |V1-V2| / (\text{放电电流 } I2 \times \text{放电时间 } T2)；$$

步骤五：重复步骤二到四，实现多周期测量。

6. 根据权利要求 4 的一种镜像恒流源装置测电容的方法，其特征在于：

所述的控制模块检测被测电容上的电压从 V1 到 V2 的过程的充电时间 T1 的方法包括：

如果被测电容上的电压从 V1 变化到 V2 的充电时间 T1 大于一规定时间，采用直接测量时间的方法测 T1；

如果被测电容上的电压从 V1 变化到 V2 的时间 T1 小于规定时间，采用多周期测量被测电容上的电压的频率 f 的方法，计算 $T1 = 1/f/(1+K)$ 。

镜像恒流源测电容的方法

[0001] 发明领域

[0002] 本发明一般涉及电容测量工作领域,更特别涉及高效率、高精确度的电容测量的领域。

[0003] 发明背景

[0004] 电容测量是许多场合需要具有的功能。

[0005] 在现有技术中已经使用了很多方法来实现这种功能。目前公知的有谐振法、频率法等测试电容的方法。这些方法虽然成本低廉,但是测量精度不高、测量时间长,只能用于泛泛的电容值的测量。

[0006] 图 1 所示的为谐振法测量电容的原理:

[0007] 电路的核心部分 CX->V 转换电路采用简单的有源 RC 反相微分和积分电路。文氏振荡器产生一固定频率的交流信号 V_r,它激励 CX->V 转换电路,得到一个与 CX 成正比的交流电压 V₀(V₁),经二阶带通滤波器滤波,滤除固定频率以外的杂波后,再经 AC/DC 转换后得到与 CX 成正比的直流输出电压 V。测量直流输出电压 V,就可以计算出 CX。

[0008] 除此之外,还有采用电压源充电、RC 电路放电,利用电压比较器和计数器来测量充电时间的方法来测量电容值。这种充放电的方法与本发明方法有类似之处,但是这种测量电容的方法依然具有精确度不高,放电时间长的缺点。而且,不同容值的电容接入的时候,放电的时间是随电容的增大而增大的。

[0009] 发明概述

[0010] 本发明的目的在于提供一种具备高精确度、测量时间短的电容测量方法。

[0011] 本发明的镜像恒流源测电容的装置及方法,包括:镜像恒流源充放电模块 2、电压检测模块 3、控制模块 4、时钟发生器 1,原理框图如图 2 所示。

[0012] 上述的镜像恒流源充放电模块 2,与被测电容 5 的一端 A 相连,用于给被测电容 5 充、放电。

[0013] 上述的电压检测模块 3,输入与被测电容 5 的一端 A 相连,用于检测被测电容 5A 端的电压值。

[0014] 上述的控制模块 4,与镜像恒流源充放电模块 2 的控制端连接,控制充电回路的通断以及放电回路的通断;所述控制模块 4 还与电压检测模块 3 相连,获得被测电容 5 上的电压信息。

[0015] 上述的镜像恒流源充放电模块 2 包括恒流源 11、镜像电路 13、充放电电路 12、充放电开关控制电路 14。

[0016] 上述的恒流源 11 为充电电路、放电电路提供电源;

[0017] 上述的充放电电路 12 用以给被测电容 5 充电、放电;

[0018] 上述的镜像电路 13 使得被测电容 5 的充电电流 I₁ 与放电电流 I₂ 成比例关系,即 I₁ = K × I₂,其中 K 为一常数;

[0019] 上述的充放电开关控制电路 14 用以控制充电电路的通断以及放电电路的通断。

[0020] 控制模块 4 可以固定充电时间,测量电容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。

[0021] 控制模块 4 也可以固定充电的电压值,当电容上的电压达到预定值的时候,测量充电过程的时间,从而计算出电容值。

[0022] 本发明与现有技术相比较有如下有益效果:

[0023] 1. 提高测量电容的精度。

[0024] 2. 缩短测量电容的时间,尤其是测量大容值的电容的时候,测量时间不增加。

[0025] 以下是具体实施方法。

[0026] 实施例 1

[0027] 本实施例的测电容的装置及方法,包括:包括:镜像恒流源充放电模块 24、电压检测模块 23、控制模块 22、一个时钟发生器 21,原理框图如图 3 所示。

[0028] 所述的镜像恒流源充放电模块 24 包括一个恒流源、一个充放电电路、一个镜像电路、一个充放电开关控制电路。

[0029] 所述的充放电电路由两个二极管 D1、D2 构成,通过 D1 向被测电容 Cx 充电,为充电电路;通过 D2 从被测电容 Cx 放电,为放电电路;

[0030] 所述镜像电路由三极管 Q1、三极管 Q2、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R 构成,对于本技术领域熟知的人知道,还可以有许多其他方式组成的镜像电路,此处仅举一例。其中,调节电阻 R1 与 R2 的比值就可以改变充电电流 I1 与放电电流 I2 的比值,此处,我们让 R1 = R2,这样就有 I1 = I2。

[0031] 所述充放电开关控制电路由可控开关 K1 构成,在实际中可控开关 K1 可以是继电器,也可以是三极管等。控制器通过控制可控开关 K1 的控制端来控制开关 K1 的通断。从图 3 可以看出,当 K1 断开时,恒流源通过 D1 向被测电容充电,D2 反向截止,关闭了放电电路;当 K1 闭合时,D1 反向截止,关闭充电电路,通过 Q1,从被测电容放电。

[0032] 上述的镜像恒流源充放电模块实现了对电容的充、放电功能,且充电电流等于放电电流。

[0033] 所述的电压检测模块 23 为一个 A/D 转换器,测量被测电容上的电压值,转换成数字信号,送给控制器。

[0034] 所述控制模块 22 通过控制充放电开关控制电路,就可以实现完整的电容测量周期了。

[0035] 本实施例测电容的方法如下:

[0036] 控制模块 22 固定充电时间,测量电容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 Cx 的电容值。

[0037] 步骤一:充电期间,控制模块 22 控制 K1 打开,打开充电电路,关闭放电电路。同时控制模块开始计时。

[0038] 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 22 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 v1。

[0039] 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 v2。

[0040] 重复上述的步骤二、步骤三,可以进行周期性的测量。

[0041] 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。

[0042] 由此,我们可以计算出电容值 Cx :

[0043] $\Delta U = |v2 - v1|$

[0044] $Cx = \Delta U / (\text{充电电流 } I1 \times T)$

[0045] 实施例 2

[0046] 本实施例的测电容的装置及方法,包括:镜像恒流源充放电模块 34、电压检测模块 33、控制模块 32、时钟发生器 31,原理框图如图 5 所示。

[0047] 所述的镜像恒流源充放电模块 34 包括一个恒流源、一个充放电电路、一个镜像电路、一个充放电开关控制电路。

[0048] 所述的充放电电路由两个二极管 D1、D2 构成,通过 D2 向被测电容 Cx 充电,为充电电路;通过 D1 从被测电容 Cx 放电,为放电电路;

[0049] 所述镜像电路由三极管 Q1、三极管 Q2、电阻 R1、电阻 R2、电阻 R 构成,对于本技术领域熟知的人知道,还可以有许多其他方式组成的镜像电路,此处仅举一例。其中,调节电阻 R1 与 R2 的比值就可以改变充电电流 I1 与放电电流 I2 的比值,此处,我们让 R2 = R1,这样就有 I1 = I2。

[0050] 所述充放电开关控制电路由可控开关 K1 构成,在实际中可控开关 K1 可以是继电器,也可以是三极管等。控制模块 32 通过控制可控开关 K1 的控制端来控制开关 K1 的通断。从图 5 可以看出,当 K1 断开时,恒流源通过 D1 从被测电容放电;当 K1 闭合时,通过 Q1,向被测电容充电。

[0051] 上述的镜像恒流源充放电模块实现了对电容的充、放电功能,且充电电流等于放电电流。

[0052] 所述的电压检测模块 33 包括一个电压比较器 CV1 和一个电压比较器 CV2,电压比较器 CV1 的一个输入与被测电容 35 的 A 端连接,另一个输入连接到固定的预置比较电压 v1,当被测电容 35 上的电压大于等于比较电压 v1 时,CV1 的输出电平发生变化;电压比较器 CV2 的一个输入与被测电容 35 的 A 端连接,另一个输入连接到固定的预置比较电压 v2,当被测电容 35 上的电压小于等于比较电压 v2 时,CV2 的输出电平发生变化。控制模块 32 通过检测 CV1、CV2 输出电平的变化而得知被测电容 A 端电压的范围。

[0053] 所述控制模块 32 通过控制充放电开关控制电路,就可以实现完整的电容测量周期了。

[0054] 本实施例测电容的方法如下:

[0055] 控制模块 32 检测充电过程中,被测电容 35 上的电压从预置电压值 v1 变化到预置电压值 v2 的时间 Δt ,从而计算出被测电容值。

[0056] 步骤一:放电步骤。控制模块 32 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 v2 的时候,电压比较器 CV2 的输出电平翻转;

[0057] 步骤二:当电容上的电压小于等于比较电压 v2 的时候,电压比较器 CV2 的输出电平翻转,控制模块 32 检测到 CV2 输出电平的变化,控制模块 32 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 32 开始计时。

[0058] 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 32 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 Δt ；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。

[0059] 步骤四：重复步骤二、三。

[0060] 比较电压器 1 和比较电压器 2 的输出波形如图 6 所示。这些波形被送进控制模块 32 中（如图 6 所示），控制模块 32 测量比较 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： $\Delta t = 1/f/2$ 。

[0061] 计算被测电容：

[0062] $\Delta U = v1-v2$

[0063] $\Delta t = 1/f/2$

[0064] $Cx = \Delta U / (\text{充电电流 } I1 \times \Delta t)$

[0065] 4. 说明书附图说明

[0066] 图 1 显示了谐振法测量电容的原理图

[0067] 图 2 的简化方框图显示了本发明的原理框图

[0068] 图 3 显示了本发明实施例 1 的原理框图

[0069] 图 4 显示了测量电容方法 1 的被测电容上的电压波形图

[0070] 图 5 显示了本发明实施例 2 的原理框图

[0071] 图 6 显示了测量电容方法 2 的测电容上的电压、比较电压器 CV1 与比较电压器 CV2 的波形时序图。

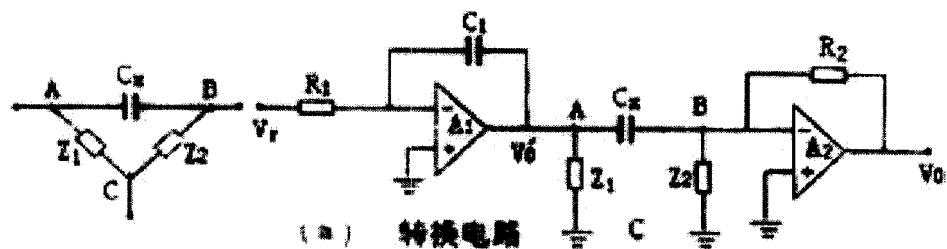


图 1

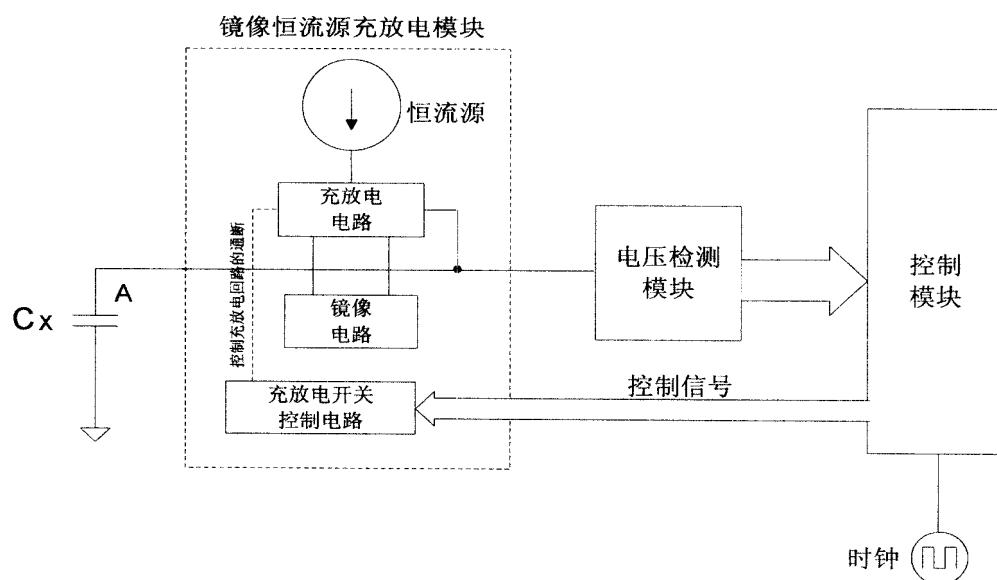


图 2

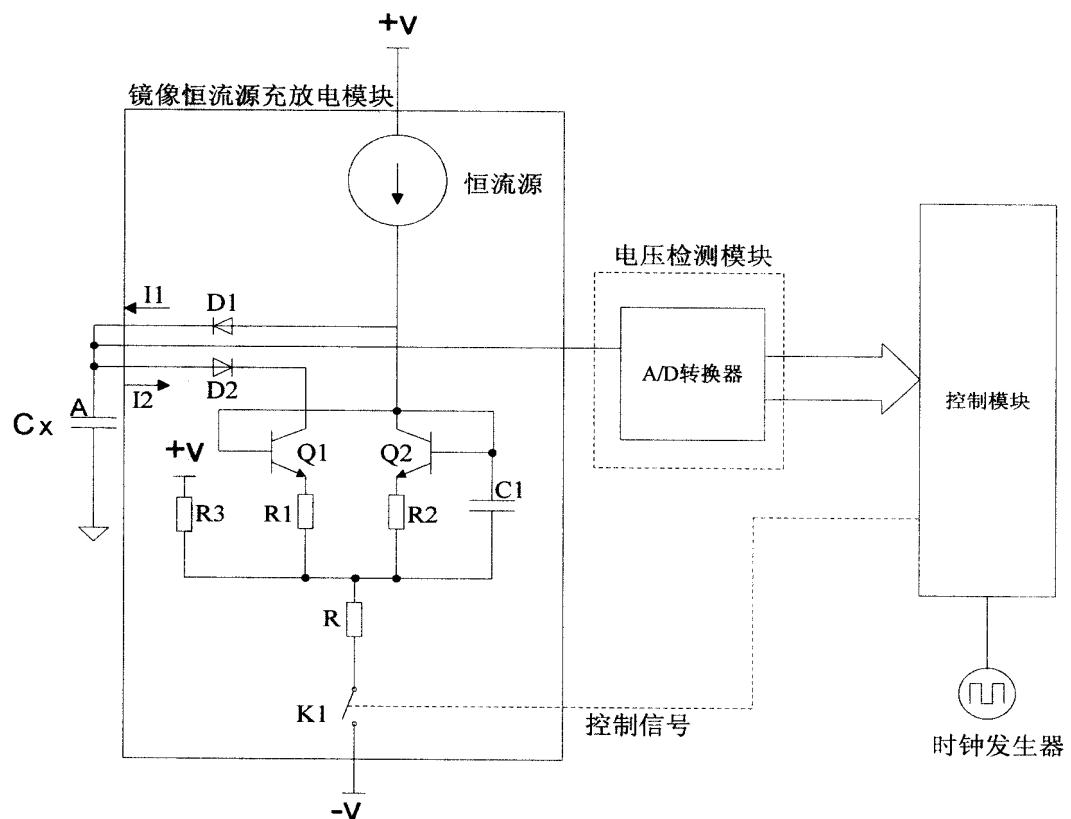


图 3

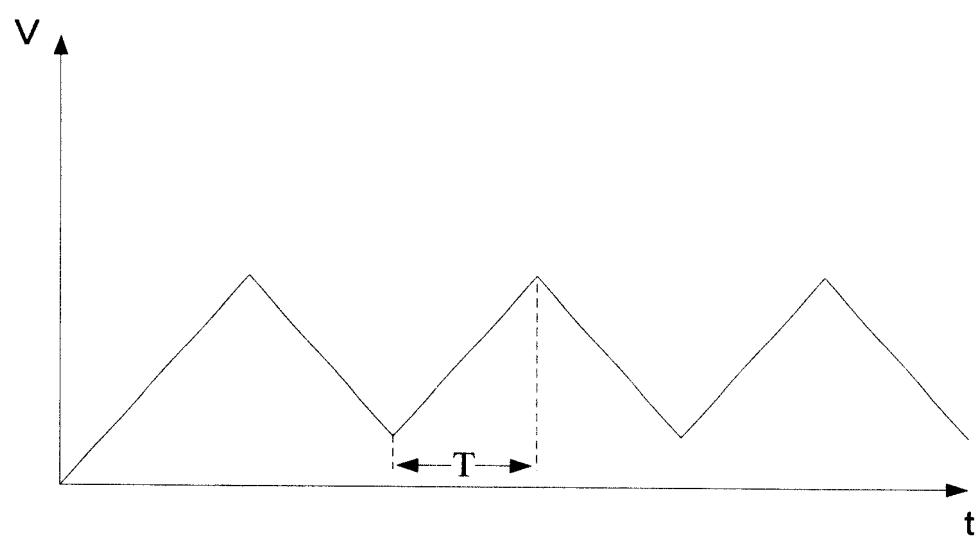


图 4

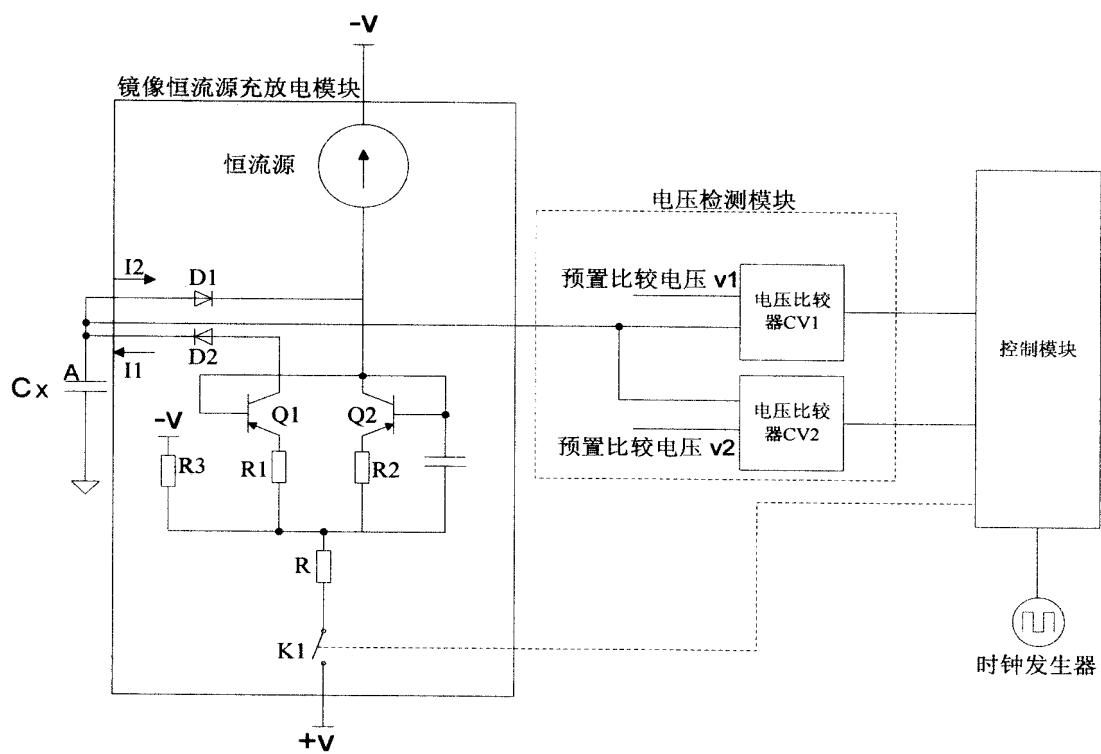
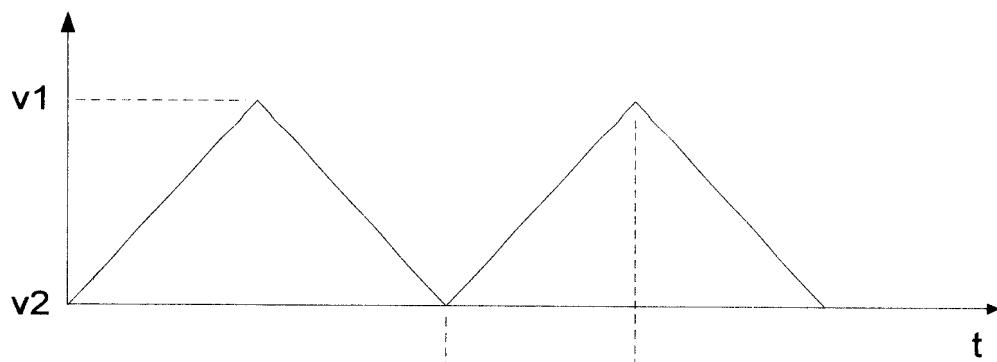


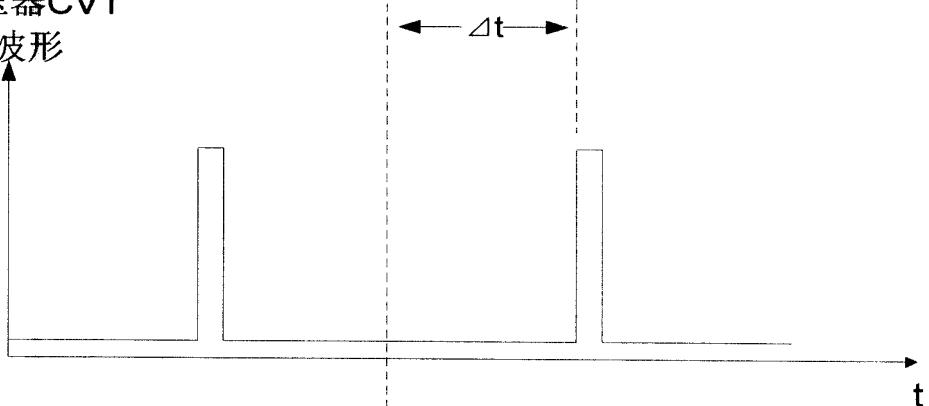
图 5

电容上的电压



比较电压器CV1

输出波形



比较电压器CV2

输出波形

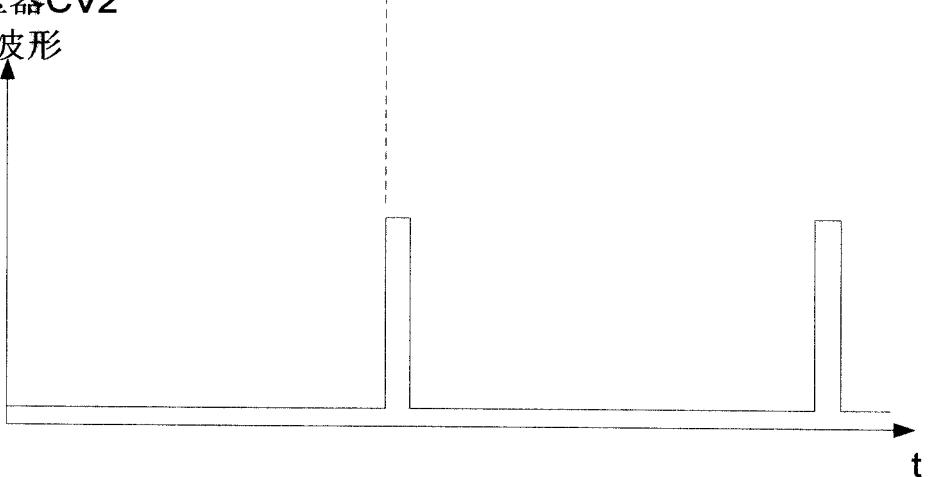


图 6