



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102193033 B

(45) 授权公告日 2015.02.18

(21) 申请号 201010118932.8

US 2009/0108914 A1, 2009.04.30, 全文.

(22) 申请日 2010.03.08

邱桂苹等. 微小电容测量电路. 《黑龙江电力》. 2006, 第 28 卷 (第 5 期), 第 362-366 页.

(73) 专利权人 上海海栎创微电子有限公司

审查员 黄金霞

地址 201203 上海市浦东新区张江高科技园区蔡伦路 1690 号 2 号楼 211 室

(72) 发明人 贾朝辉

(51) Int. Cl.

G01R 27/26 (2006.01)

G06F 3/044 (2006.01)

G01F 23/26 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101477152 A, 2009.07.08, 全文.

CN 101060321 A, 2007.10.24, 全文.

CN 1832349 A, 2006.09.13, 全文.

CN 101436112 A, 2009.05.20, 全文.

CN 101150309 A, 2008.03.26, 全文.

US 2007/0075710 A1, 2007.04.05, 全文.

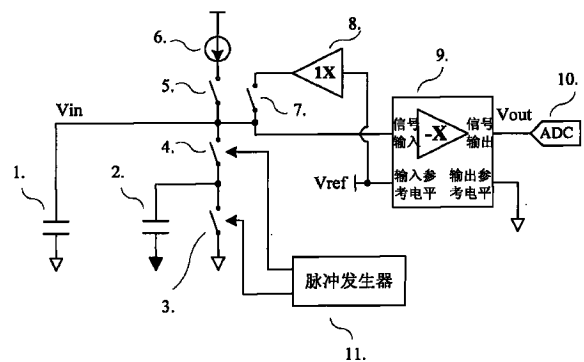
权利要求书 2 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种具有快速响应的自电容变化测量电路

(57) 摘要

本发明涉及一种用于电容变化进行快速检测的方法。检测电路在开始对被测电容 (2) 和滤波电容 (1) 快速充电,使电容初始电压建立在参考电压 Vref。然后利用电流源 (6) 对滤波电容 (1) 充电,同时通过被测电容 (2) 及开关 (3) 和开关 (4) 组成的开关电容电路放电。经一段时间后滤波电容 (1) 上电压达到稳定值,利用反相开关电容放大器 (9),对滤波电容 (1) 的电压和参考电压 Vref 的差值进行放大,并利用模拟-数字转换器 (10) 获取放大器输出电压值。当被测电容 (1) 发生变化时,滤波电容 (1) 上的电压也会发生变化,ADC 得到的结果也会不同。通过对 ADC 结果变化的分析,可以得到被测电容 (1) 的瞬时相对变化。



1. 一种具有快速响应的自电容变化测量电路,用于对外部被测试电路上的电容变化进行快速检测,所述电路包括滤波电容(1)、脉冲发生器(11)及相应的开关电路、可调电流源(6)、反相开关电容放大器(9)和快速模拟-数字转换器(10),其特征是:通过一个电压缓冲器(8),在开始检测阶段对被测电容(2)和滤波电容(1)进行快速预充电,使滤波电容(1)和被测电容(2)的初始电压快速到达参考电压 V_{ref} ;然后利用可调电流源(6)对滤波电容(1)充电,同时通过被测电容(2)及一对由脉冲发生器(11)控制的互补开关进行放电;经过一段时间后滤波电容(1)上电压达到稳定值,利用反相开关电容放大器(9),对滤波电容(1)上的电压和参考电压 V_{ref} 的差值进行放大,并利用快速模拟-数字转换器(10)获取反相开关电容放大器输出电压值;当被测电容(2)发生变化时,滤波电容(1)上的电压也会发生变化,快速模拟-数字转换器得到的结果也会不同,通过对快速模拟-数字转换器结果变化的分析,得到被测电容的瞬时相对变化量。

2. 根据权利要求1所述的电路,包括一个可调电流源(6),输出端顺序经过充电开关(5)、电荷平衡开关(4)和电荷泻放开关(3)接到地电平,其特征是:

- 1) 充电开关(5)和电荷平衡开关(4)的连接点也接到一个滤波电容(1)的非地端;
- 2) 电荷平衡开关(4)和电荷泻放开关(3)的连接点也接到被测电容(2)的非地端;
- 3) 在一定范围内调整可调电流源输出值,以适应不同被测电容大小的测量需要。

3. 根据权利要求1所述的电路,包括一个电压缓冲器,其特征是:

1) 电压缓冲器的输出端经过电压缓冲开关(7)接入充电开关(5)和电荷平衡开关(4)的连接点;

2) 电压缓冲器的输入端接到参考电压 V_{ref} 上,通过电压缓冲器的强驱动作用将滤波电容上的电压快速驱动到达参考电压 V_{ref} 。

4. 根据权利要求1所述的电路,包括一个反相开关电容放大器(9),其特征在于:

1) 反相开关电容放大器(9)用于对滤波电容(1)上的电压和参考电压 V_{ref} 的差值进行放大;

2) 在一定范围内调整反相开关电容放大器(9)的放大倍数,以适应不同被测电容大小的测量需要;

3) 反相开关电容放大器(9)的输出端直接或者通过电压缓冲器接入一个快速模拟-数字转换器(10)。

5. 根据权利要求1所述的电路,包括一个脉冲发生器,其特征在于:

1) 脉冲发生器输出为两路互补的信号,分别驱动电荷平衡开关(4)和电荷泻放开关(3);

2) 通过对电荷泻放开关(3)和电荷平衡开关(4)的交替导通,控制滤波电容(1)的放电;

3) 通过调整脉冲发生器脉冲频率,调整放电电流大小,以适应不同被测电容大小的测量需要。

6. 根据权利要求1所述的电路,包括一个快速模拟-数字转换器(10),其特征在于:快速模拟-数字转换器的输入直接或者间接接到反相开关电容放大器(9)的输出上,对反相开关电容放大器(9)的输出电压进行快速检测。

7. 根据权利要求1所述电路,其特征在于被测电容变化的测量包括如下步骤:

- 1) 在开始检测阶段时, 并联被测电容和滤波电容, 或仅仅连接滤波电容, 利用电压缓冲器进行快速预充电, 使滤波电容的初始电压到达参考电压 V_{ref} ;
- 2) 然后断开电压缓冲器, 利用一个可调电流源和一个脉冲发生器, 使被测电容交替接到滤波电容和地电平, 使得滤波电容做充放电动作 ;
- 3) 当滤波电容上电压达到或者接近稳定时, 利用一个反相开关电容放大器, 对滤波电容上的电压和参考电压 V_{ref} 的差值进行放大 ;
- 4) 同时利用一个快速模拟 - 数字转换器获取反相开关电容放大器输出电压值 ;
- 5) 对快速模拟 - 数字转换器结果变化进行分析, 得到被测电容的瞬时相对变化量。

一种具有快速响应的自电容变化测量电路

技术领域

[0001] 本发明涉及一种具有快速响应的自电容变化测量电路,以及在集成电路中的实现方法。该方法可以用于触摸控制应用中,例如触摸按键,电容式触摸屏,鼠标触摸板等广泛应用中。

背景技术

[0002] 传统的电容式触摸感应按键的基本原理就是一个不断地充电和放电的张弛振荡器。如果没有触摸时候,张弛振荡器有一个固定的充电放电周期,频率是可以测量的。如果用手指或者其它物体触摸按键区域,就会增加按键的分布电容的介电常数,充电放电周期就变长,频率就会相应减少。测量周期的变化,就可以侦测触摸动作。

[0003] 原有技术方法没有电压缓冲放大器,采用比较器,定时器测量振荡器的振荡周期,或者采用单斜率电压模拟-数字转换器对振荡周期变化进行检测。

[0004] 其缺点是:1) 电压模拟-数字转换器的输入信号从零开始变化,需要较长时间稳定,从而影响到每次检测所需要的时间;2) 滤波电容不能任意加大,否则单斜率电压模拟-数字转换器会溢出,从而限制了抗干扰能力。3) 这种方法容易受到电磁干扰,产生误动作。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种快速响应的电容变化检测方法,可用于触摸控制等应用中。为达到以上目的,本发明所采用的解决方案是:

[0006] 通过一个电压缓冲器,在开始检测阶段对被测量的电容和滤波电容进行快速预充电,使电容初始电压建立在参考电压 V_{ref} 上;然后利用一个电流源和一对由脉冲发生器控制的开关,对滤波电容充放电;经过一定时间达到或者接近平衡后,利用一个反相开关电容放大器,将滤波电容上的电压对参考电压 V_{ref} 的差值进行放大,并利用一个快速的模拟-数字转换器(ADC)获取电压值转换值。当被测量电容发生变化时候,滤波电容上的电压会发生变化,通过对电压值变化的判断,可以分析出被测量电容的瞬时变化,以便后续处理。

[0007] 由于采用了上述方案,本发明具有以下特点:1) 每次检测电容变化的时间短,减少系统等待时间;2) 抗干扰能力强,利用滤波电容以减小外部瞬时噪声对测量结果的干扰;3) 利用反相开关电容放大器将一个相对于 V_{ref} 参考电压的输入电压放大并转换到相对于地一个输出电压,从而充分利用了 0V 到电源电压的有效电压工作范围;4) 电路简单,容易在集成电路上实现。只需要一个外部的滤波电容,其余全部可以集成在集成电路上。

附图说明

[0008] 图 1 检测电路的系统框图

[0009] 图 2 反相开关电容放大器内部电路

- [0010] 图 3 检测电路在预充电阶段的等效电路图
[0011] 图 4 检测电路在滤波电容充放电阶段的等效电路图
[0012] 图 5 反相开关电容放大器的信号输入端和输出端在测量周期的电压变化
[0013] 图 6 电容变化时引起的输入信号电压的变化

具体实施方式

[0014] 以下结合附图所示实施例对本发明作进一步的说明。

[0015] 图 1 是测量电路的基本系统电路图。本测量电路的一个测量周期可以分为三个步骤,分别是:

[0016] 1) 滤波电容预充电阶段

[0017] 在图 1 中,断开开关 (5) 和开关 (3),闭合开关 (4) 和开关 (7),由电压缓冲器对滤波电容和被测电容进行快速充电至参考电压 V_{ref} 的电平。其等效电路如图 3 所示,反相开关电容放大器的信号输入端和输出端的电压波形变化如图 5 中所示的 $t_0 \sim t_1$ 阶段。此时并不关心反相开关电容放大器的输出值。

[0018] 2) 滤波电容连续充放电阶段

[0019] 在图 1 中,断开开关 (7),闭合开关 (5),由脉冲发生器产生的互补脉冲输出驱动开关 (4) 和开关 (3),同时反相开关电容放大器继续工作。在一定频率的脉冲输出驱动下,开关 (3),开关 (4) 及被测量电容 (2) 可以等效成一个电阻 (R),其阻值大小和脉冲频率及被测电容大小的乘积的倒数相关。通过调整脉冲发生器的开关频率,可以调整等效电阻的阻值大小,从而适应不同的被测电容。

[0020] 其等效电路如图 4 所示,反相开关电容放大器的信号输入端和输出端的电压波形变化如图 5 中所示的 $t_1 \sim t_2$ 阶段。此时仍不关心反相开关电容放大器的输出值。

[0021] 通过调整电流源 (6),相当于调整流过等效电阻的电流,从而可以调整在滤波电容上的电压,得到正确的放大器输入电压范围。

[0022] 3) 电压测量阶段

[0023] 经过一段时间后,即图 5 所示的 t_3 点,当开关 (5) 和开关 (4) 连接点,即反相开关电容放大器的信号输入端,其电压 V_{in} 达到或者接近稳定值 V_a ,此时电压变化趋势比较平坦。

[0024] V_a 与参考电压的差值 $\Delta V = (V_{ref} - V_a)$,经过放大器的倍数 (N) 放大后,在输出端得到 $N * (V_{ref} - V_a)$ 的电压。这个电压被送入到快速的模拟 - 数字转换器进行测量,得到被测电容读数。

[0025] 反相开关电容放大器输出电压值 V_{out} 为:

[0026] $V_{out} = N * (V_{ref} - V_a)$

[0027] 其中 V_a 为放大器输入信号电压值, N 为放大器的放大倍数。

[0028] 图 5 是反相开关电容放大器的信号输入端和输出端在一个测量周期内的电压变化情况。

[0029] 由于采用以下方法,本电路具有快速的电容变化响应:

[0030] 1) 采用电压缓冲器对滤波电容和被测电容进行快速充电至参考电压 V_{ref} ,缩短预充电阶段的时间。然后在此基础上,通过放电电路,使滤波电容上的电压仅仅下降几百毫

伏就到达稳定电压,从而缩短了放电阶段的时间。

[0031] 2) 采用快速模拟-数字转换器对经过放大的信号进行快速的模数转换,避免了采用单斜率电压模拟-数字转换器所需的较长的转换时间。

[0032] 具体在做触摸检测时,由于外部电路存在一定的分布电容,这个分布电容是相对稳定的。因此,在给定的脉冲发生器的频率,恒流源输出值及滤波电容大小等条件下,放大器的信号输入端的电压在放电阶段达到平衡时候,电压值稳定在 V_a 附近。如果外部电路发生变化,例如有手指接触使得分布电容发生改变,此时外部电路的等效电容将增加,在放电阶段达到平衡时候,放大器的输入信号电压值将变为 V_a' ,参看图 6。从 ADC 的读数结果可以反映出来外部电路的电容瞬时变化,从而检测到手指的接触等变化。通过在后接的处理器上做一定的数据处理(例如数字滤波),并设置合理的门限值,当读取的 ADC 结果的数据变化大于门限值的时候,可以判断为外部物体的接触。

[0033] 应当理解的是,对本发明所在领域的普通技术人员来说,可以根据本发明的技术方案及其构思进行相应的等同改变或替换,而所有这些改变或替换,都应属于本发明所附权利要求的保护范围。

[0034] 本发明除了可以使用在触摸检测的应用中以外,也可以用于接近检测,液体位置检测等其它传感器的应用中。这些应用都在本发明的保护范围内。

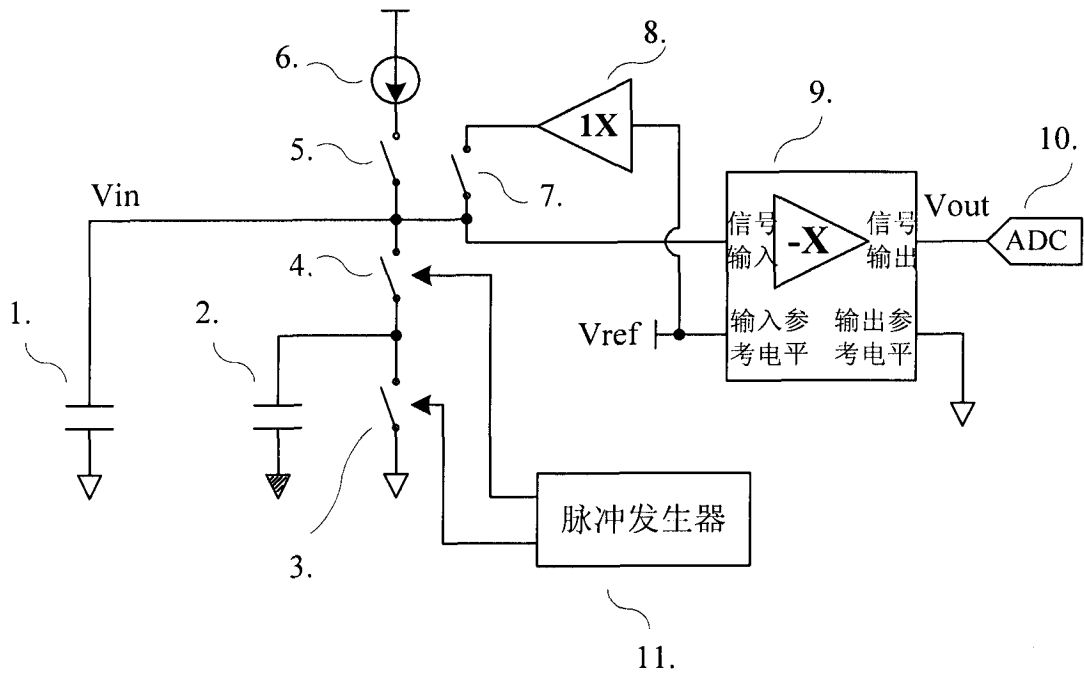


图 1

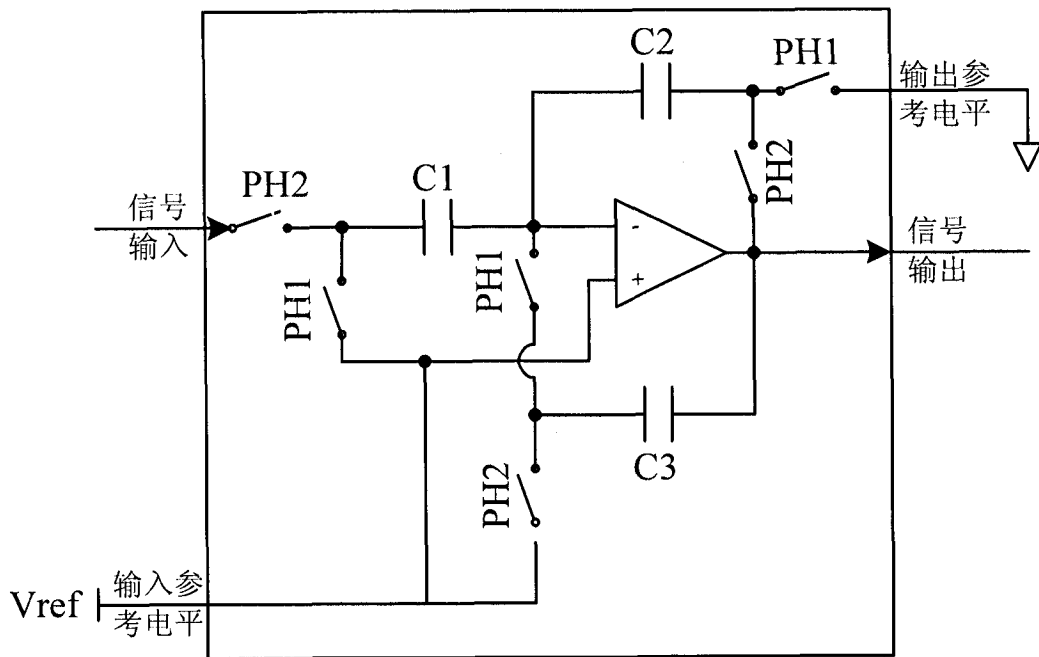


图 2

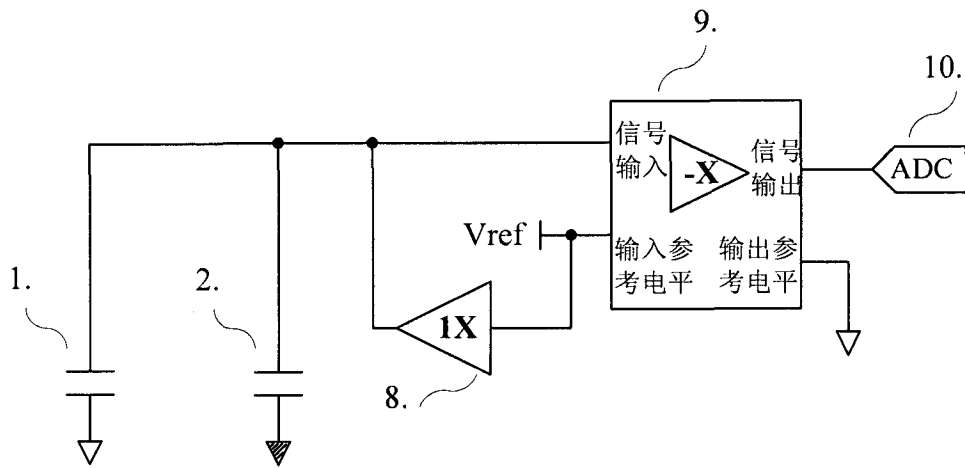


图 3

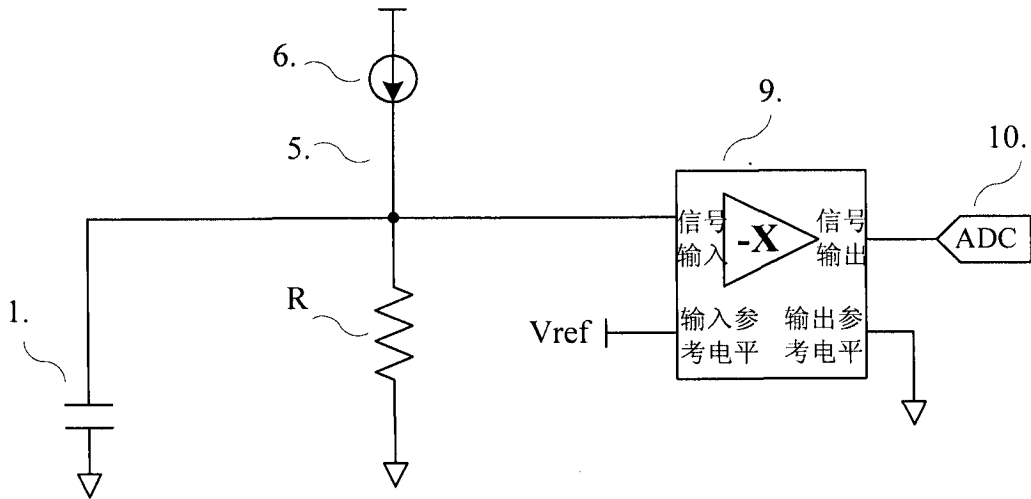


图 4

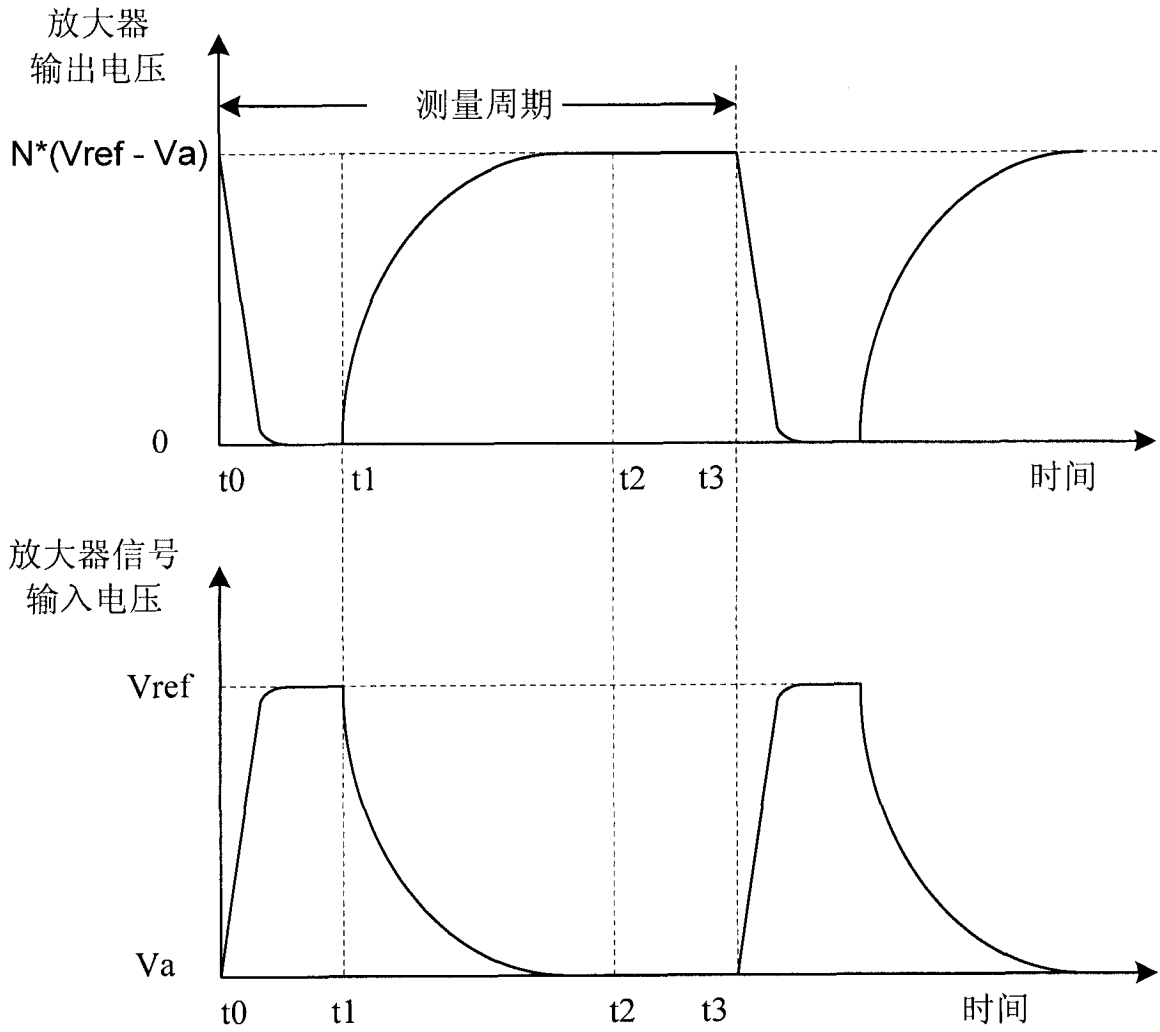


图 5

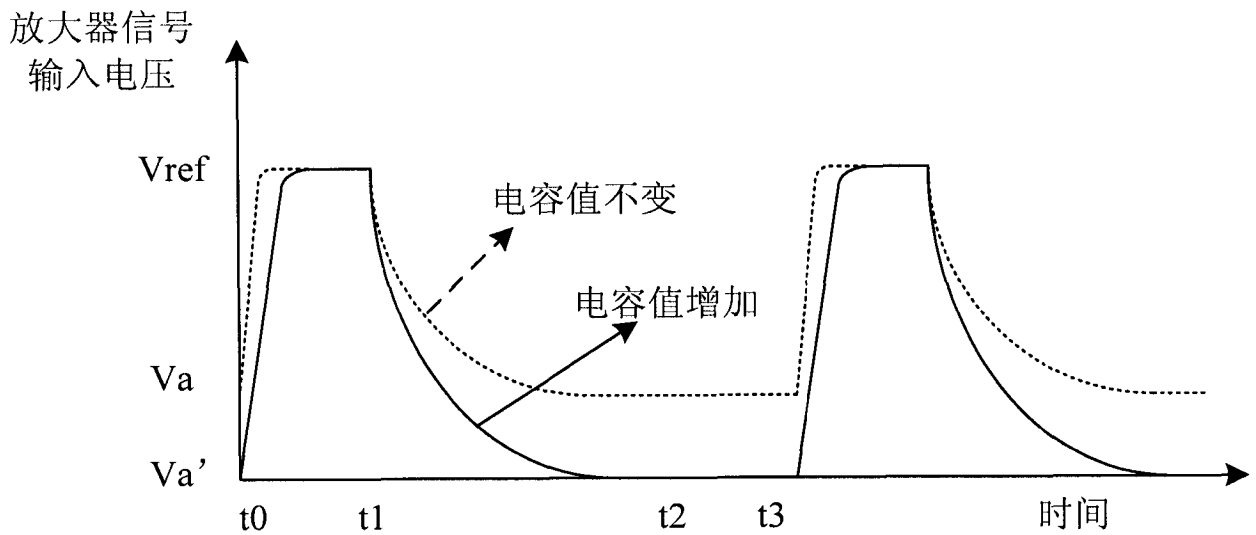


图 6