



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202453426 U

(45) 授权公告日 2012. 09. 26

(21) 申请号 201120505858. 5

(22) 申请日 2011. 12. 05

(73) 专利权人 广州周立功单片机科技有限公司

地址 510520 广东省广州市天河区高普路  
1039 号第 3 层 303 房

(72) 发明人 周立功

(51) Int. Cl.

G01R 27/26 (2006. 01)

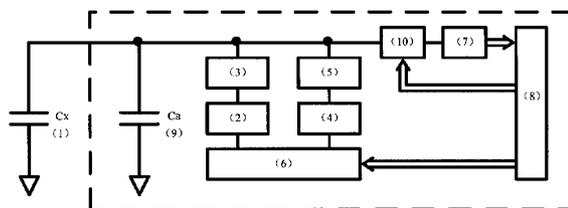
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 3 页

(54) 实用新型名称

一种基于偏置电容的恒流充放电方法测电容装置

(57) 摘要

本实用新型是一种基于偏置电容的恒流充放电方法测电容装置,涉及需要进行电容测量的相关领域,目的在于提供了快速、稳定、准确测量电容的装置。本实用新型结构包括:被测电容  $C_x$  (1), 恒流源 (2), 充电及保护电路 (3), 镜像电流源 (4), 放电及保护电路 (5), 充放电控制电路 (6), 电压比较电路 (7), 状态检测、计时及控制电路 (8), 改良的结构包括偏置电容  $C_b$  (9) 和比较电压门限设置电路 (10), 通过改良结构不仅提高了小电容测量的稳定性,而且也提高了全量程电容测量的精度。



1. 一种基于偏置电容的恒流充放电方法测电容装置,包括:被测电容  $C_x$ (1),恒流源(2),充电及保护电路(3),镜像电流源(4),放电及保护电路(5),充放电控制电路(6),电压比较电路(7),状态检测、计时及控制电路(8),其特征在于,还包括:偏置电容  $C_b$ (9),比较电压门限设置电路(10),其中:

偏置电容  $C_b$ (9) 与被测电容  $C_x$ (1) 并联,用于测量小电容时将其转换为大电容进行测量;比较电压门限设置电路(10)与电压比较电路(7)串联接入电路,用于设置电压比较电路(7)的门限电压。

2. 根据权利要求1所述的一种基于偏置电容的恒流充放电方法测电容装置,其特征在于:所述的恒流源(2)通过充电及保护电路(3)与被测电容  $C_x$ (1)和偏置电容  $C_b$ (9)进行连接,在充电过程中进行充电。

3. 根据权利要求1所述的一种基于偏置电容的恒流充放电方法测电容装置,其特征在于:所述的镜像电流源(4)是以恒流源(2)为参考产生镜像电流,然后通过放电及保护电路(5)与被测电容  $C_x$ (1)和偏置电容  $C_b$ (9)进行连接,以此镜像电流在放电过程中放电。

## 一种基于偏置电容的恒流充放电方法测电容装置

### 技术领域

[0001] 本实用新型一般涉及电容测量领域,特别是涉及要求快速、稳定、高精度测量电容设备领域。

### 背景技术

[0002] 现代技术中,测量电容的方法非常多,例如,容抗法、振荡频率法、比较法等,虽然这些方法成本低、容易实现,但是由于测量速度慢、精度较低等不足使得这些电容测量方法只适合一些对测量结果要求不高的场合使用。

[0003] 容抗法测电容基本原理如下:

[0004] 振荡电路产生频率为  $f$  的正弦波电压,经过运算电路反相后作用于被测电容  $C_x$ ,电容 / 交流电压转换电路将被测电容  $C_x$  转换为交流电压信号,再经过滤波器滤掉除频率  $f$  以外的干扰信号,输出幅值与  $C_x$  成比例的频率为  $f$  的正弦波电压,此电压再经过 AC/DC 转换电路转换成直流电压,并由 ADC 转换成数字信号,再由处理器进行数据处理,从而得到被测量电容量。

[0005] 容抗法测电容可以实现自动调零,但是,实现此方法测电容的电路复杂,并且测量精度不高,因此,只适合一些对测量结果精度要求不高的场合使用。

[0006] 本实用新型针对以上电容测量方法的不足,在综合了几种电容测量方法的基础上,实现了基于偏置电容的恒流充放电方法测电容,这种方法测量速度快、精度高,尤其在测量小电容上性能更加优越。

### 实用新型内容

[0007] 本实用新型目的是实现快速、稳定及高精度的测量电容,通过以下技术方案实现此目的。

[0008] 本设计公开了一种基于偏置电容的恒流充放电方法测电容装置,结构如图 1 所示,包括:被测电容  $C_x$  (1),恒流源 (2),充电及保护电路 (3),镜像电流源 (4),放电及保护电路 (5),充放电控制电路 (6),电压比较电路 (7),状态检测、计时及控制电路 (8),其特征在于,还包括:偏置电容  $C_B$  (9),比较电压门限设置电路 (10)。偏置电容  $C_B$  (9) 与被测电容  $C_x$  (1) 并联,比较电压门限设置电路 (10) 确保电压比较电路 (7) 的窗口电压  $\Delta U$  在每个量程中保持基本一致,状态检测、计时及控制电路 (8) 只需测量充电或放电过程被测电容  $C_x$  上的电

压变化  $\Delta U$  所需的时间  $\Delta T$  即可,根据公式  $C_x = I \frac{\Delta T}{\Delta U} - C_B$  计算出被测电容值,实现快速、

稳定及高精度的测量电容。

[0009] 本实用新型改进电路包括偏置电容  $C_B$  (9) 和比较电压门限设置电路 (10)。

[0010] 偏置电容  $C_B$  (9) 与被测电容  $C_x$  (1) 并联,增加偏置电容  $C_B$  (9) 的目的是将小电容的测量转换为大电容测量,使测量小电容时过充 / 放电压更小,保证  $\Delta U$  基本不变,这样做不仅减小了测量小电容时受到的干扰,使测量性能稳定,而且也提高了测量的准确度。

[0011] 比较电压门限设置电路 (10) 与电压比较电路 (7) 串联接入电路,其中,比较电压门限设置电路 (10) 通过设置电压比较电路 (7) 的比较电压,使窗口电压  $\Delta U$  在每个量程中保持基本一致,这样做省却了对被测电容上的电压进行测量的过程,使测量控制更加简化,从而保证全量程范围内测量性能的稳定。

[0012] 恒流源 (2) 通过充电及保护电路 (3) 与被测电容  $C_x$  (1) 和偏置电容  $C_b$  (9) 进行连接,构成充电回路,在充电过程中对被测电容  $C_x$  (1) 和偏置电容  $C_b$  (9) 进行充电。

[0013] 镜像电流源 (4) 是以恒流源 (2) 为参考产生镜像电流,然后通过放电及保护电路 (5) 与被测电容  $C_x$  (1) 和偏置电容  $C_b$  (9) 进行连接,构成放电回路,以此镜像电流在放电过程中对被测电容  $C_x$  (1) 和偏置电容  $C_b$  (9) 进行放电。

[0014] 电压比较电路 (7) 经由比较电压门限设置电路 (10) 设定比较电压后与被测电容  $C_x$  (1) 及偏置电容  $C_b$  (9) 连接,检测被测电容  $C_x$  (1) 及偏置电容  $C_b$  (9) 上的电压,由电压比较电路 (7) 得到当前被测电容的电压状态,然后通过状态检测、计时及控制电路 (8) 控制充放电控制电路 (6) 对被测电容  $C_x$  (1) 及偏置电容  $C_b$  (9) 进行充电或放电,实现对被测电容  $C_x$  (1) 的周期测量。

[0015] 本实用新型通过改进电路,使恒流充放电方法测电容得到了很大改善,不仅保证了快速稳定的测量,而且还提高了测量精度,尤其是在测量小电容上性能得到了很大改善。

[0016] 附图说明

[0017] 图 1 为本技术方案原理框图;

[0018] 图 2 为充放电及控制电路简图;

[0019] 图 3 为比较器及门限设置电路简图;

[0020] 图 4 为被测电容充放电电压波形图;

[0021] 图 5 为控制时序图。

[0022] 具体实施方式

[0023] 以下结合附图对本实用新型作进一步说明。

[0024] 图 1 所示的是一种基于偏置电容的恒流充放电方法测电容装置,包括被测电容  $C_x$  (1),恒流源 (2),充电及保护电路 (3),镜像电流源 (4),放电及保护电路 (5),充放电控制电路 (6),电压比较电路 (7),状态检测、计时及控制电路 (8),偏置电容  $C_b$  (9),比较电压门限设置电路 (10)。被测电容  $C_x$  (1) 与偏置电容  $C_b$  (9) 并联,恒流源 (2) 经充电及保护电路 (3) 与被测电容连接构成充电回路,镜像电流源 (4) 经放电及保护电路 (5) 与被测电容相连接构成放电回路,电压比较电路 (7) 的门限电压由比较电压门限设置电路 (10) 设置后用于检测被测电容上的电压,当被测电容上的电压达到门限电压比较电路输出状态改变,经由状态检测、计时及控制电路 (8) 判断后输出给充放电控制电路 (6) 切换充 / 放电过程。

[0025] 图 2 为充放电及控制电路简图。D1、Q1、Q2、Q3、Q4、R1、R2 及恒流源 I 组成充电及保护电路,D2、Q5、Q6、Q7、Q8、R3、R4 及镜像电流源组成放电及保护电路,当输入端被误接入电压源并超过一定电压时,保护电路工作,使设备不致被烧坏。R7、R8 和 Q9 组成充放电切换电路,当 Ctrl 为低电平时,Q9 截止,镜像电流源被关闭,被测电容处于充电过程;当 Ctrl 为高电平时,Q9 导通,镜像电流源打开,被测电容处于放电过程。

[0026] 图 3 所示为比较器及门限设置电路简图。门限设置电路是由多路开关和电阻构成,每个电阻对应一个量程,由状态检测、计时及控制电路选择 R9、R10、...、Rn 中的一个电

阻接入电路,进行电容测量,再根据所测电容值重新进行量程选择,最终确定合适量程进行电容测量。电阻 R9、R10、…、Rn 的目的就是使每个量程比较器电路动作的电压基本保持一致。比较器电路的输出  $U_{o1}$ 、 $U_{o2}$  通过状态检测、计时及控制电路的逻辑运算得到控制信号 Ctrl,由信号 Ctrl 控制被测电容的充放电切换。

[0027] 图 4 所示被测电容上的电压波形图。 $U_1$ 、 $U_2$  为门限设置电路设定的比较电压值,其中,

$$[0028] \quad U_1 = \left( 1 + \frac{R_n}{R_{f2}} \right) U_{ref2} - \frac{R_n}{R_{f2}} U_{o2},$$

$$[0029] \quad U_2 = \left( 1 + \frac{R_n}{R_{f1}} \right) U_{ref1} - \frac{R_n}{R_{f1}} U_{o1},$$

[0030] 当接上被测电容时电压由 0 开始上升,当升到  $U_1$  时开始计时为  $T_1$ ,被测电容继续被充电,当充电电压达到  $U_2$  时计时为  $T_2$ ,充电过程结束,转为放电过程,当放电电压降为  $U_1$  时计时为  $T_3$ ,完成单周期测电容,如此反复可以进行多周期测量,使测量结果更加准确。

[0031] 图 5 所示比较器电路输出  $U_{o1}$ 、 $U_{o2}$  时序图及由此得到的控制信号 Ctrl 的时序图。当被测电容的电压上升到  $U_1$  时,比较器输出电平  $U_{o2}$  由 0 变为 1,电容电压继续上升,当电压达到  $U_2$  时,比较器输出电平  $U_{o1}$  由 0 变为 1,电平信号  $U_{o1}$ 、 $U_{o2}$  经过状态检测、计时及控制电路 (8) 进行逻辑处理后使控制信号 Ctrl 电平由 0 变为 1,由充电过程转为放电过程,当被测电容的电压降到  $U_2$  时,比较器输出电平  $U_{o1}$  由 1 变为 0,被测电容继续放电,当电压降到  $U_1$  时,比较器输出电平  $U_{o2}$  由 1 变为 0,经过状态检测、计时及控制电路 (8) 进行逻辑处理后使控制信号 Ctrl 电平由 1 变为 0,由放电过程转为充电过程,如此往复实现对被测电容的周期充放电。

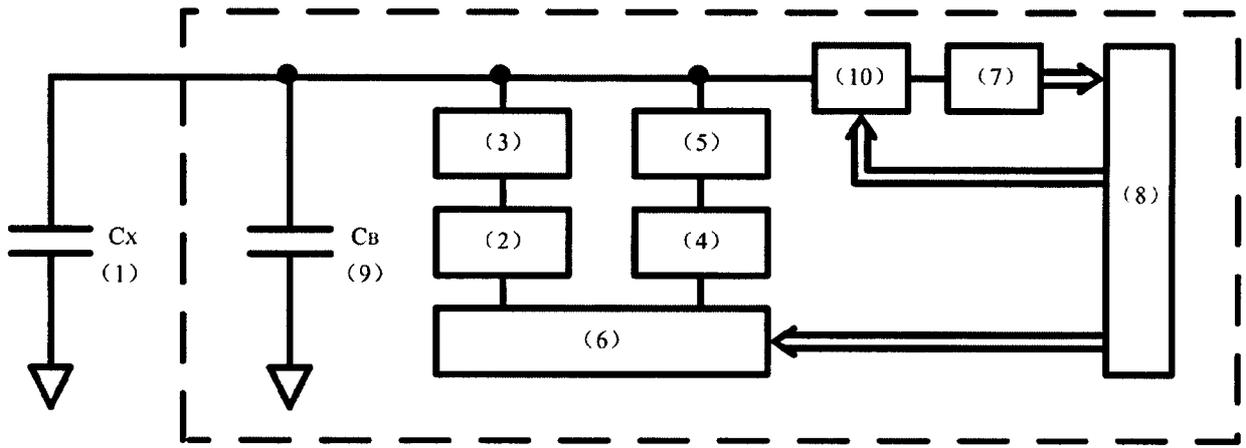


图 1

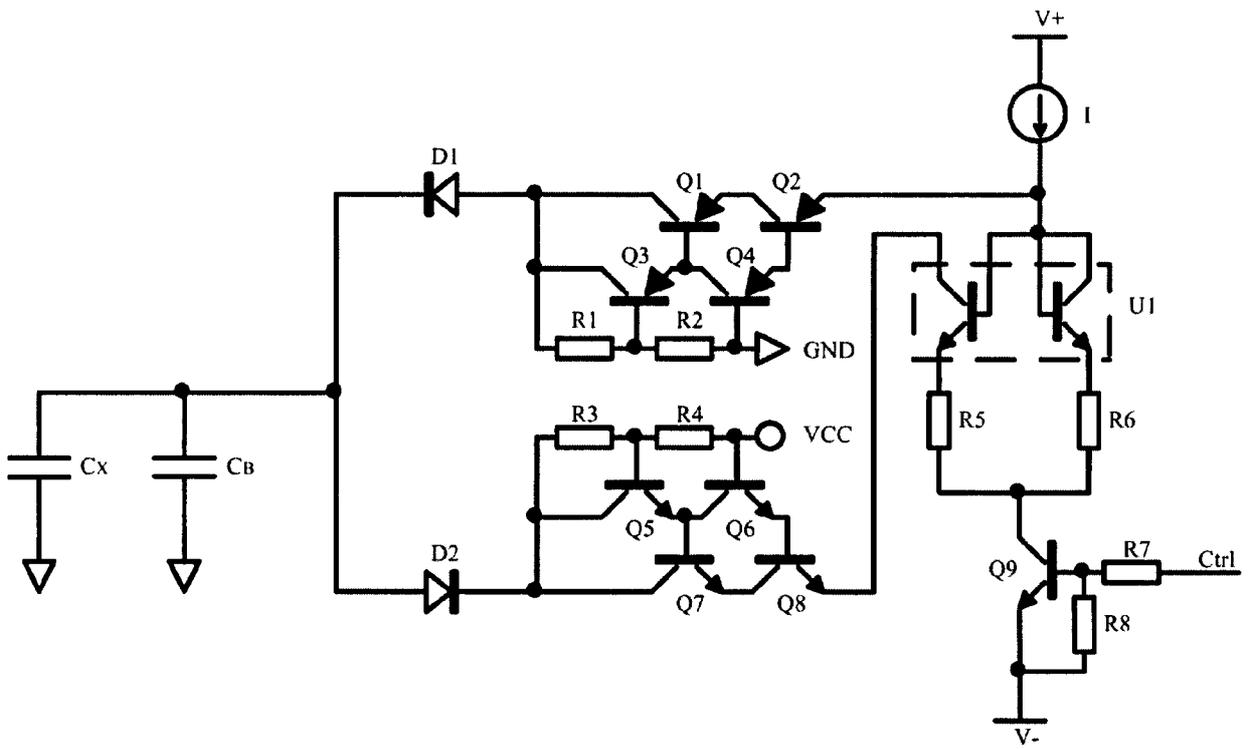


图 2

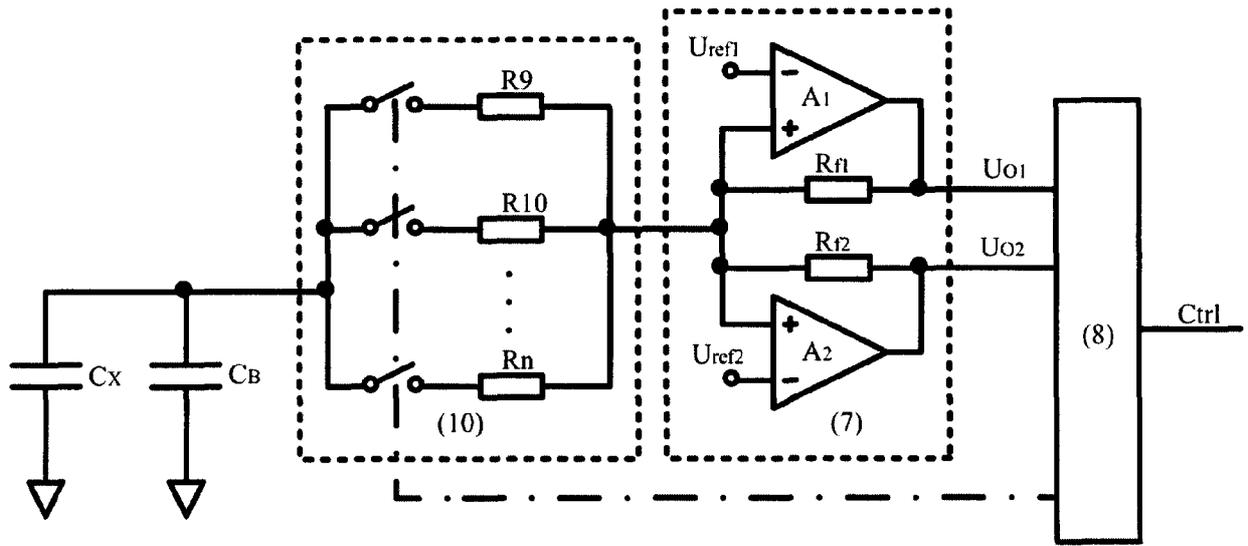


图 3

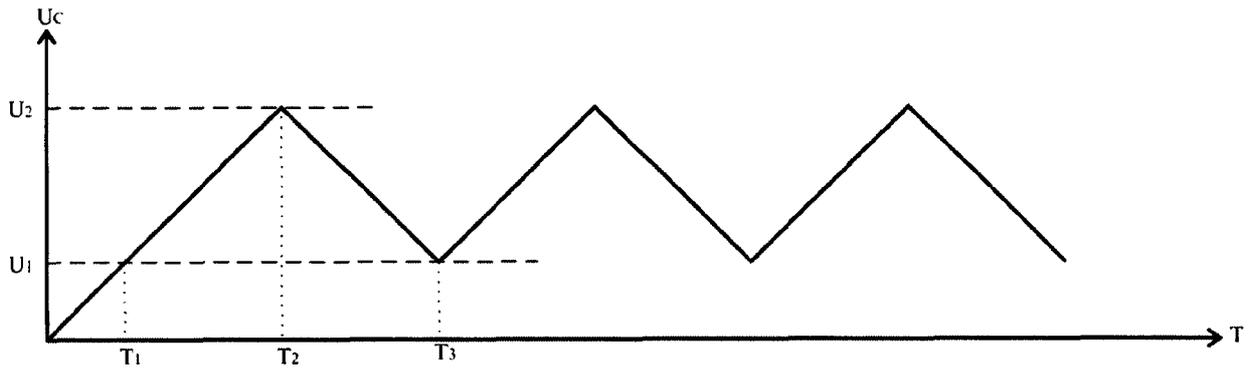


图 4

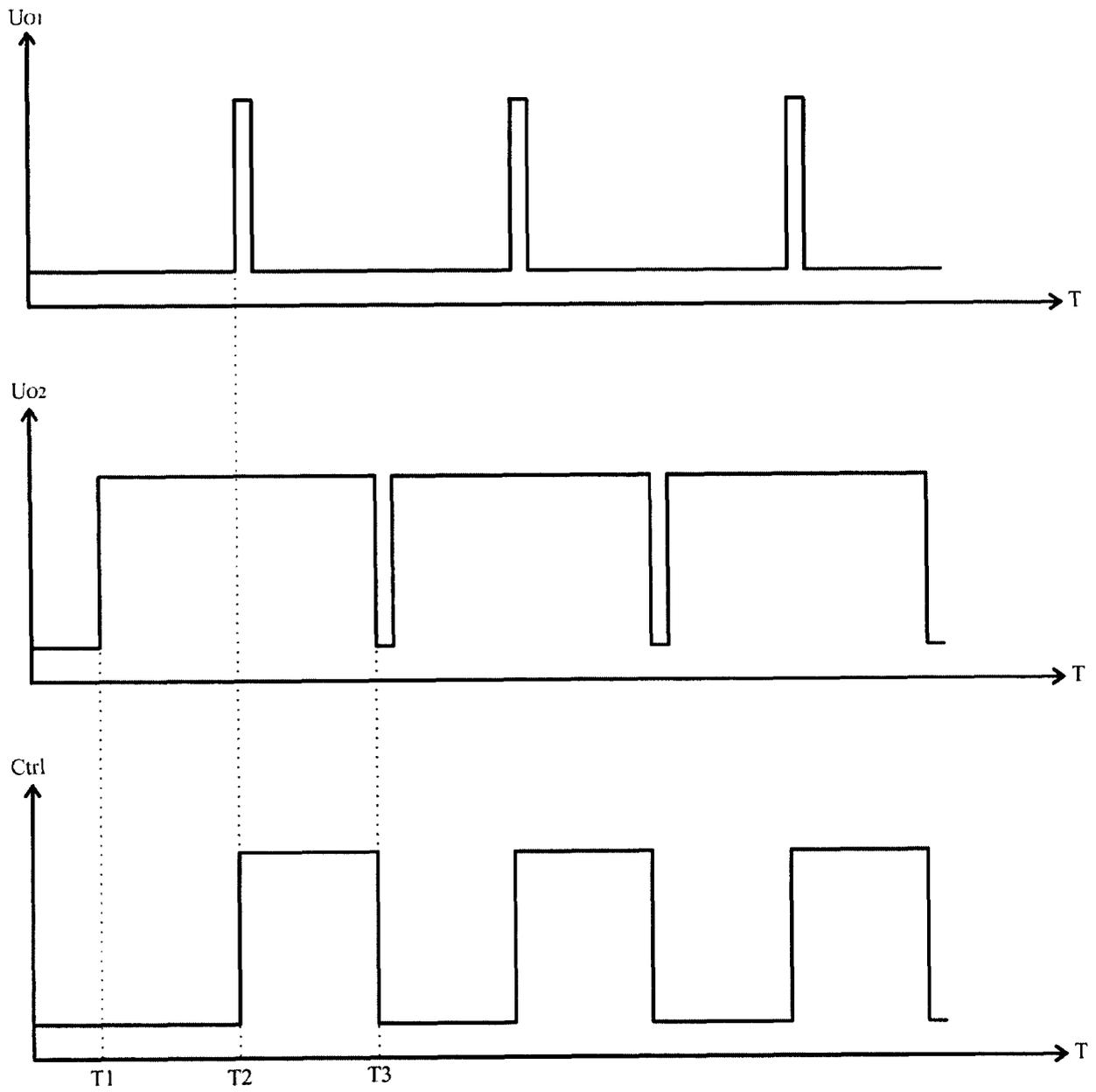


图 5