



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108475155 B

(45) 授权公告日 2020.10.27

(21) 申请号 201880000278.5

(72) 发明人 袁广凯 蒋宏 李国炮

(22) 申请日 2018.03.30

(74) 专利代理机构 北京龙双利达知识产权代理有限公司 11329

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 108475155 A

代理人 王君 毛威

(43) 申请公布日 2018.08.31

(51) Int.Cl.

G06F 3/044 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2018.04.16

G06F 3/041 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/CN2018/081331 2018.03.30

(56) 对比文件

CN 206440771 U, 2017.08.25

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/183922 ZH 2019.10.03

CN 104316087 A, 2015.01.28

审查员 武晓冬

(73) 专利权人 深圳市为通博科技有限责任公司
地址 518052 广东省深圳市南山区南头街
道南海大道西桃园路南西海明珠花园
F座11楼B79

权利要求书2页 说明书15页 附图10页

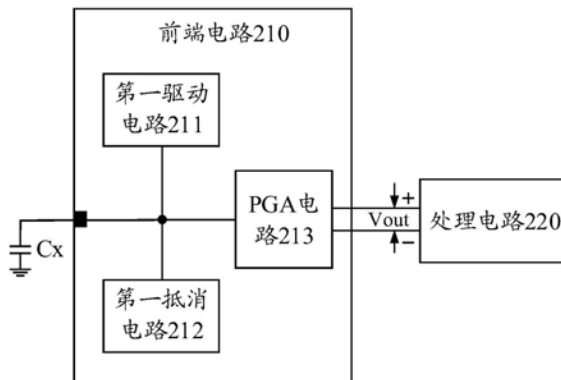
(54) 发明名称

电容检测电路、触摸检测装置和终端设备

(57) 摘要

本申请提供一种电容检测电路和触摸检测装置,能够提高电容检测的灵敏度。该电容检测电路包括前端电路和处理电路;其中,所述前端电路包括第一驱动电路、第一抵消电路和PGA电路,所述第一驱动电路、所述第一抵消电路和所述PGA电路均与所述待测电容器的第一端相连,所述待测电容器的第二端接地,所述第一驱动电路用于对所述待测电容器进行充放电,所述第一抵消电路用于抵消所述待测电容器的基础电容,所述PGA电路用于将抵消所述基础电容后的所述待测电容器的电容信号转化为电压信号;所述处理电路与所述前端电路的输出端相连,用于根据所述前端电路输出的电压信号确定所述待测电容器的电容相对于所述基础电容的电容变化量。

200



1. 一种电容检测电路,用于检测待测电容器的电容,其特征在于,所述电容检测电路包括前端电路、控制电路和处理电路;

其中,所述前端电路包括第一驱动电路、第二驱动电路、第一抵消电路、第二抵消电路和可编程增益放大PGA电路,所述第一驱动电路和所述PGA电路均与所述待测电容器的第一端相连,所述待测电容器的第二端接地,所述第一抵消电路的一端与所述待测电容器的第一端相连,所述第一抵消电路的另一端接地,所述第二驱动电路和所述第二抵消电路均与所述待测电容器的第一端相连,所述PGA电路包括运算放大器和跨接在所述运算放大器的输入端和输出端的反馈电阻,

所述第一驱动电路和所述第二驱动电路用于对所述待测电容器进行充放电,所述第一抵消电路和所述第二抵消电路用于抵消所述待测电容器的基础电容,所述PGA电路用于在抵消所述待测电容器的基础电容之后,再将抵消所述基础电容后的所述待测电容器的电容信号转化为电压信号;

所述处理电路与所述前端电路的输出端相连,用于根据所述前端电路输出的电压信号确定所述待测电容器的电容相对于所述基础电容的电容变化量;

所述控制电路与所述前端电路相连,所述控制电路用于:在第一阶段,控制所述第一驱动电路向所述待测电容器充电;在第二阶段,控制所述待测电容器向所述第一抵消电路放电,其中,所述待测电容器向所述第一抵消电路放电的过程中转移的电荷量为所述待测电容器的所述基础电容对应的电荷量;在第三阶段,控制所述PGA电路将放电后的所述待测电容器的电容信号转化为所述电压信号;在第四阶段,控制电路用于控制所述待测电容器向所述第二驱动电路放电;在第五阶段,所述控制电路用于控制所述第二抵消电路向所述待测电容器充电,其中,所述第二抵消电路向所述待测电容器充电的过程中转移的电荷量,为所述待测电容器的所述基础电容对应的电荷量;在第六阶段,所述控制电路用于控制所述PGA电路将充电后的所述待测电容器的电容信号转化为所述电压信号;或者,

所述控制电路用于:在第一阶段,控制所述待测电容器向所述第一驱动电路放电;在第二阶段,控制所述第一抵消电路向所述待测电容器充电,其中,所述第一抵消电路向所述待测电容器充电的过程中转移的电荷量为所述待测电容器的所述基础电容对应的电荷量;在第三阶段,控制所述PGA电路将充电后的所述待测电容器的电容信号转化为所述电压信号;在第四阶段,控制电路用于控制所述第二驱动电路向所述待测电容器充电;在第五阶段,所述控制电路用于控制所述待测电容器向所述第二抵消电路放电,其中,所述待测电容器向所述第二抵消电路放电的过程中转移的电荷量,为所述待测电容器的所述基础电容对应的电荷量;在第六阶段,所述控制电路用于控制所述PGA电路将放电后的所述待测电容器的电容信号转化为所述电压信号。

2. 根据权利要求1所述的电容检测电路,其特征在于,所述第一抵消电路包括第一抵消电容、第一抵消电阻或者第一电流源。

3. 根据权利要求1或2所述的电容检测电路,其特征在于,所述控制电路包括第一开关、第二开关和第三开关,

所述第一驱动电路通过所述第一开关与所述待测电容器的第一端相连,所述第一抵消电路通过所述第二开关与所述待测电容器的第一端相连,所述PGA电路的一个输入端通过所述第三开关与所述待测电容器的第一端相连,所述PGA电路的另一个输入端的输入电压

为预定电压。

4. 根据权利要求3所述的电容检测电路,其特征在于,

在所述第一阶段,所述第一开关闭合,所述第二开关和所述第三开关均断开;

在所述第二阶段,所述第二开关闭合,所述第一开关和所述第三开关均断开;

在所述第三阶段,所述第三开关闭合,所述第一开关和所述第二开关均断开;或者,在所述第三阶段,所述第二开关和所述第三开关闭合,所述第一开关断开。

5. 根据权利要求4所述的电容检测电路,其特征在于,所述第一抵消电路包括第一抵消电容时,所述第二开关和所述第三开关在所述第三阶段闭合,所述第一开关在所述第三阶段断开,其中,所述PGA电路在所述第三阶段将所述待测电容器和所述第一抵消电容的电容信号转化为所述电压信号;

所述第一抵消电路包括第一抵消电阻或者第一电流源时,所述第三开关在所述第三阶段闭合,且第一开关和所述第二开关在所述第三阶段断开。

6. 根据权利要求3所述的电容检测电路,其特征在于,所述第二抵消电路包括第二抵消电容、第二抵消电阻或者第二电流源。

7. 根据权利要求6所述的电容检测电路,其特征在于,所述控制电路还包括第四开关和第五开关,

所述第二驱动电路通过所述第四开关与所述待测电容器的第一端相连,所述第二抵消电路通过所述第五开关与所述待测电容器的第一端相连。

8. 根据权利要求7所述的电容检测电路,其特征在于,

在所述第四阶段,所述第四开关闭合,所述第五开关和所述第三开关均断开;

在所述第五阶段,所述第五开关闭合,所述第四开关和所述第三开关均断开;

在所述第六阶段,所述第三开关闭合,所述第五开关和所述第四开关均断开;或者,在所述第六阶段,所述第五开关和第三开关闭合,所述第四开关断开。

9. 根据权利要求8所述的电容检测电路,其特征在于,所述第一抵消电路包括第二抵消电容时,所述第五开关和所述第三开关在所述第六阶段闭合,所述第四开关在所述第六阶段断开,其中,所述PGA电路在所述第六阶段将所述待测电容器和所述第二抵消电容的电容信号转化为所述电压信号;

所述第一抵消电路包括第一抵消电阻或者第一电流源时,所述第三开关在所述第六阶段闭合,所述第四开关和所述第五开关在所述第六阶段断开。

10. 根据权利要求1或2所述的电容检测电路,其特征在于,所述处理电路具体用于:

根据所述前端电路在所述第三阶段和所述第六阶段输出的电压信号的差值,确定所述待测电容器的电容相对于所述基础电容的电容变化量。

11. 根据权利要求1或2所述的电容检测电路,其特征在于,所述前端电路还包括滤波电路和/或积分电路,其中,所述滤波电路用于过滤所述前端电路输出的所述电压信号中的干扰信号,所述积分电路用于对所述前端电路输出的所述电压信号进行积分放大处理。

12. 一种触摸检测装置,其特征在于,包括:如权利要求1至11中任一项所述的电容检测电路,所述触摸检测装置根据所述电容检测电路确定的所述待测电容器相对于基础电容的电容变化量,确定用户的触摸位置。

13. 一种终端设备,其特征在于,包括:如权利要求12所述的触摸检测装置。

电容检测电路、触摸检测装置和终端设备

技术领域

[0001] 本申请涉及电子技术领域,尤其涉及一种电容检测电路、触摸检测装置和终端设备。

背景技术

[0002] 电容型传感器广泛应用于电子产品的人机交互领域,具体地,在检测电极和大地之间会形成电容(或称为基础电容或初始电容),当有导体(例如手指)靠近或触摸检测电极时,检测电极和大地之间的电容会发生变化,通过检测电容的变化量可以获取导体靠近或触摸检测电极的信息,从而判断用户的操作。但是由于基础电容往往比较大,当导体靠近或触摸检测电极时引起的电容变化量较小,所以已有的电容检测方式灵敏度较低,无法准确进行电容检测。

发明内容

[0003] 本申请实施例提供了一种电容检测电路、触摸检测装置和终端设备,能够提高电容检测的灵敏度。

[0004] 第一方面,提供了一种电容检测电路,用于检测待测电容器的电容,所述电容检测电路包括前端电路和处理电路;其中,所述前端电路包括第一驱动电路、第一抵消电路和可编程增益放大PGA电路,所述第一驱动电路、所述第一抵消电路和所述PGA电路均与所述待测电容器的第一端相连,所述待测电容器的第二端接地,所述第一驱动电路用于对所述待测电容器进行充放电,所述第一抵消电路用于抵消所述待测电容器的基础电容,所述PGA电路用于将抵消所述基础电容后的所述待测电容器的电容信号转化为电压信号;所述处理电路与所述前端电路的输出端相连,用于根据所述前端电路输出的电压信号确定所述待测电容器的电容相对于所述基础电容的电容变化量。

[0005] 因此,本申请实施例中的电容检测电路,前端电路通过在将电容信号转化为电压信号之前,对待测电容器的基础电容进行抵消,使得处理电路从该前端电路接收到的电压信号能够直接反应待测电容器的电容相对于该基础电容的变化量,从而实现了电容检测过程中对基础电容的抵消,提高了电容检测的灵敏度,以得到更加准确的测量结果。

[0006] 结合第一方面,在第一方面的一种可能的实现方式中,所述第一抵消电路包括第一抵消电容、第一抵消电阻或者第一电流源。

[0007] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,所述电容检测电路还包括控制电路。在第一阶段,所述控制电路用于控制所述第一驱动电路向所述待测电容器充电;在第二阶段,所述控制电路用于控制所述待测电容器向所述第一抵消电路放电,其中,所述待测电容器向所述第一抵消电路放电的过程中转移的电荷量为所述待测电容器的所述基础电容对应的电荷量;在第三阶段,所述控制电路用于控制所述PGA电路将放电后的所述待测电容器的电容信号转化为所述电压信号。

[0008] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方

式中,所述电容检测电路还包括控制电路。在第一阶段,所述控制电路用于控制所述待测电容器向所述第一驱动电路放电;在第二阶段,所述控制电路用于控制所述第一抵消电路向所述待测电容器充电,其中,所述第一抵消电路向所述待测电容器充电的过程中转移的电荷量为所述待测电容器的所述基础电容对应的电荷量;在第三阶段,所述控制电路用于控制所述PGA电路将充电后的所述待测电容器的电容信号转化为所述电压信号。

[0009] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,所述控制电路包括第一开关、第二开关和第三开关。其中,所述第一驱动电路通过所述第一开关与所述待测电容器的第一端相连,所述第一抵消电路通过所述第二开关与所述待测电容器的第一端相连,所述PGA电路的一个输入端通过所述第三开关与所述待测电容器的第一端相连,所述PGA电路的另一个输入端的输入电压为预定电压。

[0010] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,在所述第一阶段,所述第一开关闭合,所述第二开关和所述第三开关均断开;在所述第二阶段,所述第二开关闭合,所述第一开关和所述第三开关均断开;在所述第三阶段,所述第三开关闭合,所述第一开关和所述第二开关均断开;或者,在所述第三阶段,所述第二开关和所述第三开关闭合,所述第一开关断开。

[0011] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,所述第一抵消电路包括第一抵消电容时,所述第二开关和所述第三开关在所述第三阶段闭合,所述第一开关在所述第三阶段断开,其中,所述PGA电路在所述第三阶段将所述待测电容器和所述第一抵消电容的电容信号转化为所述电压信号;所述第一抵消电路包括第一抵消电阻或者第一电流源时,所述第三开关在所述第三阶段闭合,且所述第一开关和所述第二开关在所述第三阶段断开。

[0012] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,所述前端电路还包括第二驱动电路和第二抵消电路,所述第二驱动电路和所述第二抵消电路均与所述待测电容器的第一端相连。其中,所述第二驱动电路用于对所述待测电容器进行充放电,所述第二抵消电路用于抵消所述待测电容器的所述基础电容,所述PGA电路用于将抵消所述基础电容后的所述待测电容器的电容信号转化为电压信号。

[0013] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,所述第二抵消电路包括第二抵消电容、第二抵消电阻或者第二电流源。

[0014] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,在第四阶段,控制电路用于控制所述待测电容器向所述第二驱动电路放电;在第五阶段,所述控制电路用于控制所述第二抵消电路向所述待测电容器充电,其中,所述第二抵消电路向所述待测电容器充电的过程中转移的电荷量,为所述待测电容器的所述基础电容对应的电荷量;在第六阶段,所述控制电路用于控制所述PGA电路将充电后的所述待测电容器的电容信号转化为所述电压信号。

[0015] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,在第四阶段,控制电路用于控制所述第二驱动电路向所述待测电容器充电;在第五阶段,所述控制电路用于控制所述待测电容器向所述第二抵消电路放电,其中,所述待测电容器向所述第二抵消电路放电的过程中转移的电荷量,为所述待测电容器的所述基础电容对应的电荷量;在第六阶段,所述控制电路用于控制所述PGA电路将放电后的所述待测电容器

的电容信号转化为所述电压信号。

[0016] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,所述控制电路还包括第四开关和第五开关。其中,所述第二驱动电路通过所述第四开关与所述待测电容器的第一端相连,所述第二抵消电路通过所述第五开关与所述待测电容器的第一端相连。

[0017] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,在所述第四阶段,所述第四开关闭合,所述第五开关和所述第三开关均断开;在所述第五阶段,所述第五开关闭合,所述第四开关和所述第三开关均断开;在所述第六阶段,所述第三开关闭合,所述第五开关和所述第四开关均断开;或者,在所述第六阶段,所述第五开关和第三开关闭合,所述第四开关断开。

[0018] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,所述第一抵消电路包括第二抵消电容时,所述第五开关和所述第三开关在所述第六阶段闭合,所述第四开关在所述第六阶段断开,其中,所述PGA电路在所述第六阶段将所述待测电容器和所述第二抵消电容的电容信号转化为所述电压信号;所述第一抵消电路包括第一抵消电阻或者第一电流源时,所述第三开关在所述第六阶段闭合,所述第四开关和所述第五开关在所述第六阶段断开。

[0019] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,所述处理电路具体用于:根据所述前端电路在所述第三阶段和所述第六阶段输出的电压信号的差值,确定所述待测电容器的电容相对于所述基础电容的电容变化量。

[0020] 结合第一方面或上述任一种可能的实现方式,在第一方面的另一种可能的实现方式中,所述前端电路还包括滤波电路和/或积分电路,其中,所述滤波电路用于过滤所述前端电路输出的所述电压信号中的干扰信号,所述第一积分电路用于对所述前端电路输出的所述电压信号进行积分放大处理。

[0021] 第二方面,本申请实施例提供了一种触摸检测装置,包括:第一方面或第一方面的任一种可能实现方式中所述的电容检测电路,所述触摸检测装置根据所述电容检测电路确定的所述待测电容器相对于基础电容的电容变化量,确定用户的触摸位置。

[0022] 第三方面,本申请实施例提供了一种终端设备,包括如第二方面所述的触摸检测装置。

[0023] 本申请实施例中的终端设备,能够更加准确判断用户在触摸检测装置上的触摸位置,并且克服了基础电容对触控灵敏度的影响,提高了终端设备触控灵敏度,进而能够优化现有的基础电容检测设备。

附图说明

[0024] 图1是本申请实施例的电容检测电路的一种可能的应用场景的示意图。

[0025] 图2是本申请实施例的电容检测电路的示意性框图。

[0026] 图3是本申请实施例的电容检测电路的示例性结构示意图。

[0027] 图4是本申请实施例的电容检测电路的逻辑时序图。

[0028] 图5是本申请实施例的电容检测电路的另一示例性结构示意图。

[0029] 图6是本申请实施例的电容检测电路的另一逻辑时序图。

- [0030] 图7是本申请实施例的电容检测电路的另一示例性结构示意图。
- [0031] 图8是本申请实施例的电容检测电路的另一逻辑时序图。
- [0032] 图9是本申请实施例的电容检测电路的另一示例性结构示意图。
- [0033] 图10是本申请实施例的电容检测电路的另一逻辑时序图。
- [0034] 图11是本申请实施例的电容检测电路的另一示例性结构示意图。
- [0035] 图12是本申请实施例的电容检测电路的另一示例性结构示意图。
- [0036] 图13是本申请实施例的电容检测电路的另一逻辑时序图。
- [0037] 图14是本申请实施例的电容检测电路的另一示例性结构示意图。
- [0038] 图15是本申请实施例的一种触摸检测装置的示意性电路图。

具体实施方式

- [0039] 结合图1描述本申请实施例的电容检测电路的一种可能的应用场景的示意图。
- [0040] 应理解,“电容器”也可以简称为“电容”,相应地,电容器的电容也可以称为电容值。以下为了便于描述,以电容器和电容器的电容为例进行说明。
- [0041] 图1示出了一种电容检测装置100,该电容检测装置100包括主机(Host)110、触控芯片(Touch IC)120和触控传感器(sensor)130。其中,触控传感器(或称为触摸检测装置)130为两层结构,包括驱动通道(Tx)层和感应通道(Rx)层,其中Tx层包括Tx1通道、Tx2通道、Tx3通道、Tx4通道和Tx5通道,Rx层包括Rx1通道、Rx2通道、Rx3通道、Rx4通道、Rx5通道。在Tx层中,Tx1通道、Tx2通道、Tx3通道、Tx4通道和Tx5通道的对地电容分别是C0、C1、C2、C3、C4;在Rx层中,Rx1通道、Rx2通道、Rx3通道、Rx4通道和Rx5通道的对地电容分别是C9、C8、C7、C6、C5。触控传感器130中,每个Tx层均与触控芯片120相连接,且每个Rx层均与触控芯片120相连接。触控芯片120与主机110相连接,可以与主机110进行通信。在自电容检测(简称自容检测)中,检测的是各通道电极对地的电容变化;在互电容检测(简称互容检测)中,检测的是Tx通道和Rx通道之间互电容变化。
- [0042] 例如,在进行自容检测时,触控芯片120会扫描每个Tx通道和每个Rx通道对地的电容变化情况,当手指靠近或接触的时候,手指附近的通道的自电容会变大,手指和Tx通道会产生Cd电容,手指和Rx通道会产生Cs电容,由于人体是导电的并且和地相连接,手指靠近或接触的通道Tx2的自电容,会由C1变成C1+Cd,而Rx3通道的自电容,会由C7变成C7+Cs。触控芯片120检测各通道的自电容变化,就能计算出手指触摸的位置。若通道与地之间形成的基础电容(即没有导体靠近或触摸时形成的自电容)太大,且手指靠近或触摸引起的电容变化量较小,则触控芯片120难以检测出手指靠近或触摸造成的通道的电容变化,也就没法计算手指触摸位置。
- [0043] 由于基础电容相对较大,而手指靠近或触摸引起的电容变化量相对较小,现有的自容检测方法就存在触控灵敏度低的问题。
- [0044] 因此,本申请实施例提供了一种电容检测电路,通过在将电容信号转化为电压信号之前,对待测电容器的基础电容进行抵消,使得采集到的电压信号能够直接反应待测电容器的电容相对于该基础电容的变化量,从而实现了电容检测过程中对基础电容的抵消,提高了电容检测的灵敏度。尤其在自电容较大的情况下,当导体靠近或触摸检测电极时引起的电容变化量相对较小时,依然能够较准确地得到电容变化量,从而提升了触控灵敏度,

以得到更加准确的测量结果。

[0045] 应理解,本申请实施例的电容检测电路能够应用在任何需要进行电容检测的场景下,本申请实施例以该电容检测电路应用在触摸检测装置中为例进行描述,但本申请实施例不限于此。当该电容检测电路应用在触摸检测装置中时,待测电容器即为触摸检测装置中的检测电极,例如图1中所示的各个通道。

[0046] 以下,结合图2至图14详细说明根据本申请实施例的电容检测电路。

[0047] 图2是本申请实施例的电容检测电路200的示意性结构图。该电容检测电路200用于检测待测电容器 C_x 的电容。如图2所示,该电容检测电路200包括前端电路210和处理电路220。

[0048] 其中,该前端电路210包括第一驱动电路211、第一抵消电路212和可编程增益放大(Programmable Gain Amplification,PGA)电路213,该第一驱动电路211、该第一抵消(cannel)电路212和该PGA电路213均与该待测电容器 C_x 的第一端相连,该待测电容器 C_x 的第二端接地。

[0049] 该第一驱动电路用211用于对该待测电容器 C_x 进行充放电;该第一抵消电路212用于抵消该待测电容器 C_x 的基础电容,该PGA电路213用于将抵消基础电容后的该待测电容器 C_x 的电容信号转化为电压信号。

[0050] 该处理电路220与该前端电路210的输出端相连,用于根据该前端电路210输出的电压信号确定该待测电容器 C_x 的电容相对于该基础电容的电容变化量 ΔC_x 。

[0051] 可选地,该处理电路220例如可以是数字处理模块(Digital Process Block)。

[0052] 应理解,该处理电路220具有运算和存储功能。

[0053] 可选地,该处理电路220可以具有解调功能,即,具有解调信号的能力。

[0054] 应理解,该处理电路220接收到的前端电路210输出的电压信号为经过模数转化之后的信号。

[0055] 例如,可以通过模数转换(Analog to Digital Conversion,ADC)电路实现电压信号的模数转换。

[0056] 因此,本申请实施例中的电容检测电路中,前端电路(或称为前级电路)通过在将电容信号转化为电压信号之前,对待测电容器的基础电容进行抵消,使得处理电路从该前端电路接收到的电压信号能够直接反应待测电容器的电容相对于基础电容的变化量,从而实现了电容检测过程中对基础电容的抵消(cancel),提高了电容检测的灵敏度,以得到更加准确的测量结果。

[0057] 可选地,如图3所示,该电容检测电路200还包括控制电路230。

[0058] 其中,在第一阶段 t_1 ,该控制电路230用于控制该第一驱动电路211向该待测电容器 C_x 充电;在该第二阶段 t_2 ,该控制电路230用于控制该待测电容器 C_x 向该第一抵消电路212放电,其中,该待测电容器 C_x 向该第一抵消电路212放电的过程中转移的电荷量,为该待测电容器 C_x 的该基础电容对应的电荷量;在第三阶段 t_3 ,该控制电路230用于控制该PGA电路213将放电后的该待测电容器 C_x 对应的电容信号转化为该电压信号。

[0059] 或者,可选地,在第一阶段 t_1 ,该控制电路230用于控制该待测电容器 C_x 向该第一驱动电路211放电;在该第二阶段 t_2 ,该控制电路230用于控制该第一抵消电路212向该待测电容器 C_x 充电,其中,该第一抵消电路212向该待测电容器 C_x 充电的过程中转移的电荷量为

该待测电容器 C_x 的基础电容对应的电荷量;在第三阶段 t_3 ,该控制电路230用于控制该PGA电路213将充电后的该待测电容器 C_x 对应的电容信号转化为该电压信号。

[0060] 具体地,该第一驱动电路211可以在第一阶段 t_1 内,向待测电容器 C_x 充电,并且在第二阶段 t_2 内该待测电容器 C_x 向该第一抵消电路212放电;或者也可以,该待测电容器 C_x 在该第一阶段 t_1 内向该第一驱动电路211放电,而在第二阶段 t_2 内该第一抵消电路212向该待测电容器 C_x 充电。该待测电容器 C_x 向该第一抵消电路212放电或者该第一抵消电路212向该待测电容器 C_x 充电时转移的电荷量,应为该待测电容器 C_x 的基础电容对应的电荷量。这样,当该待测电容器 C_x 的电容没有发生变化,即该待测电容器 C_x 的电容等于基础电容时,PGA电路213输出的电压信号为零;而当该待测电容器 C_x 的电容发生变化(变化量 ΔC_x)时,该PGA电路213输出的电压信号即为 ΔC_x 对应的电压信号。

[0061] 因此,该第一抵消电路212抵消了该待测电容器 C_x 的基础电容(或者也可以说,该待测电容器 C_x 的基础电容对PGA电路213的输出电压的贡献量为零),前端电路210向PGA电路213输出的电压信号就为该待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 对应的电压信号,从而实现了电容检测过程中对基础电容的抵消,提高了电容检测的灵敏度。由于在PGA电路213将电容信号转换为电压信号之前,就对待测电容器 C_x 的基础电容进行了抵消,因此还能够抑制噪声。

[0062] 可选地,如图3所示,该控制电路230包括第一开关 K_1 、第二开关 K_2 和第三开关 K_3 。其中,该第一驱动电路211通过第一开关 K_1 与待测电容器 C_x 的第一端相连,该第一抵消电路212通过第二开关 K_2 与待测电容器 C_x 的第一端相连,该PGA电路213的一个输入端通过第三开关 K_3 与待测电容器 C_x 的第一端相连,该PGA电路213的另一个输入端的输入电压为预定电压 V_{CM} 。

[0063] 例如,该预定电压 V_{CM} 为PGA电路213工作中间点的电压。

[0064] 结合图4所示的时序图,在第一阶段 t_1 ,该第一开关 K_1 闭合,而第二开关 K_2 和第三开关 K_3 断开,从而该第一驱动电路211向该待测电容器 C_x 充电,例如充电至电源电压 V_{CC} ;在第二阶段 t_2 ,该第一开关 K_1 和第三开关 K_3 断开,而第二开关 K_2 闭合,待测电容器 C_x 上的电荷向第一抵消电路212转移;在第三阶段 t_3 ,该第一开关 K_1 断开,而第二开关 K_2 和第三开关 K_3 闭合;或者,在第三阶段 t_3 ,该第一开关 K_1 和第二开关 K_2 断开,而第三开关 K_3 闭合,从而将待测电容器 C_x 上未被第一抵消电路212转移走的电荷,转移到PGA电路213。该PGA电路213将待测电容器 C_x 当前的电容信号转化为电压信号,并输出 V_{OUT} ,该 V_{OUT} 即为该待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 对应的电压。处理电路220可以根据前端电路210输出的 V_{OUT} 的大小,确定待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 。

[0065] 或者,在第一阶段 t_1 ,该第一开关 K_1 闭合,而第二开关 K_2 和第三开关 K_3 断开,从而该待测电容器向第一驱动电路放电,例如放电至电压为0;在第二阶段 t_2 ,该第一开关 K_1 和第三开关 K_3 断开,而第二开关 K_2 闭合,该第一抵消电路212向待测电容器 C_x 充电;在第三阶段 t_3 ,该第一开关 K_1 断开,而第二开关 K_2 和第三开关 K_3 闭合;或者,在第三阶段 t_3 ,该第一开关 K_1 和第二开关 K_2 断开,而第三开关 K_3 闭合,从而将待测电容器 C_x 上未被第一抵消电路212转移走的电荷,转移到PGA电路213。该第一抵消电路212向待测电容器 C_x 充电过程中转移的电荷量为该待测电容器 C_x 的基础电容对应的电荷量。该PGA电路213将该待测电容器 C_x 当前的电容信号转化为电压信号,并输出 V_{OUT} ,该 V_{OUT} 即为该待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 对

应的电压。处理电路220可以根据前端电路210输出的 V_{OUT} 的大小,确定待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 。

[0066] 本申请实施例中,第一抵消电路212可以包括第一抵消电容、第一抵消电阻或者第一电流源。第一抵消电容、第一抵消电阻或者第一电流源均可以用来对待测电容器 C_x 的基础电容进行抵消。

[0067] 可选地,该第一抵消电容的一端与待测电容器 C_x 的第一端相连且另一端接地;该第一抵消电阻的一端与待测电容器 C_x 的第一端相连且另一端接地;该第一电流源的一端与待测电容器 C_x 的第一端相连且另一端接地。

[0068] 其中,可选地,第一抵消电路212包括第一抵消电阻或者第一电流源时,第三开关 K_3 在第三阶段 t_3 闭合,第一开关 K_1 和第二开关 K_2 在第三阶段 t_3 断开,其中,PGA电路213在第三阶段 t_3 将待测电容器 C_x 的电容信号转化为电压信号;第一抵消电路212包括第一抵消电容时,第二开关 K_2 和第三开关 K_3 在第三阶段闭合,第一开关 K_1 在第三阶段断开,其中,PGA电路213在第三阶段 t_3 将待测电容器 C_x 和第一抵消电容 C_c 的电容信号共同转化为电压信号。

[0069] 下面结合图5至图12分别对该第一抵消电路212的几种实现方式进行描述。

[0070] 方式1

[0071] 该第一抵消电路212包括第一抵消电容 C_c 。

[0072] 例如图5所示,该第一驱动电路211为电源 V_{CC} ,该电源 V_{CC} 通过第一开关 K_1 与待测电容器 C_x 的第一端相连;该第一抵消电路212为第一抵消电容 C_c ,该第一抵消电容 C_c 的一端接地,且另一端通过第二开关 K_2 与待测电容器 C_x 的第一端相连;PGA电路213的一个输入端通过第三开关 K_3 与待测电容器 C_x 的第一端相连,PGA电路213的另一个输入端的输入电压等于预定电压 V_{CM} 。

[0073] 结合图6所示的时序图,在第一阶段 t_1 ,控制电路230控制该第一开关 K_1 闭合而第二开关 K_2 和第三开关 K_3 断开,从而该第一驱动电路211向该待测电容器 C_x 充电至 U_0 (例如 $U_0 = V_{CC}$)。

[0074] 在第二阶段 t_2 ,该第一开关 K_1 和第三开关 K_3 断开而第二开关 K_2 闭合,待测电容器 C_x 上的电荷向该第一抵消电容 C_c 转移。

[0075] 此时,该待测电容器 C_x 的电压 $U_x = U_0 \times (C_0 + \Delta C_x) / (C_0 + \Delta C_x + C_c)$,其中 C_0 为待测电容器 C_x 的基础电容, ΔC_x 为待测电容器 C_x 的电容变化量。

[0076] 在第三阶段 t_3 ,该第一开关 K_1 断开而第二开关 K_2 和第三开关 K_3 闭合,PGA电路213将待测电容器 C_x 对应的电容信号转化为电压信号并输出 V_{OUT} 。

[0077] 下面以该电容检测电路应用在图1所示的触摸检测装置中为例,描述如何确定第一抵消电容 C_c 的电容大小。当没有手指触摸或靠近(即 $\Delta C_x = 0$)时,调整该第一抵消电容 C_c 的电容大小,使得该待测电容器 C_x 的电压 $U_x = V_{CM}$,即 $U_x = U_0 \times C_0 / (C_0 + C_c) = V_{CM}$,从而得到该第一抵消电容 C_c 的电容大小为 $C_c = (U_0 - V_{CM}) \times C_0 / V_{CM}$ 。这时,待测电容器 C_x 和该第一抵消电容 C_c 不会对PGA电路213释放电荷或吸收电荷,或者说第一抵消电容 C_c 对待测电容器 C_x 抵消达到完美,PGA电路213输出的电压 $V_{OUT} = 0V$ 。

[0078] 保持该第一抵消电容 C_c 的电容大小不变,并根据上述三个阶段的操作对待测电容器 C_x 的电容进行检测。当手指触摸或靠近(即 $\Delta C_x \neq 0$)时,若 $U_x > V_{CM}$,待测电容器 C_x 和第一抵消电容 C_c 会对PGA电路213的反馈电阻 R_f 和电容 C_f 释放电荷直到待测电容器 C_x 电压到达 $U_x =$

V_{CM} , 这时PGA电路213会输出一个负向电压 V_{OUT} 。根据电荷守恒, 待测电容器 C_x 对PGA电路213释放掉的电荷 $Q_x = U_0 \times (C_0 + \Delta C_x) - V_{CM} \times [(C_0 + \Delta C_x) + C_c]$, 根据 $C_c = (U_0 - V_{CM}) \times C_0 / V_{CM}$, 得到 $Q_x = (U_0 - V_{CM}) \times \Delta C_x$ 。

[0079] 可以看出, 待测电容器 C_x 和第一抵消电容 C_c 对PGA电路213释放掉的电荷量 Q_x 只与待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 相关, 而与待测电容器 C_x 的基础电容 C_0 无关。因此, PGA电路213输出的电压 V_{OUT} 直接反应应该待测电容器的 C_x 的电容变化量 ΔC_x 。

[0080] 同样, 若 $U_x < V_{CM}$, PGA电路213会通过其反馈电阻 R_f 和电容 C_f 向待测电容器 C_x 和第一抵消电容 C_c 释放电荷直到待测电容器 C_x 电压到达 $U_x = V_{CM}$, 这时PGA电路213会输出一个正向电压 V_{OUT} 。根据电荷守恒, 待测电容器 C_x 吸收的电荷 $Q_x = V_{CM} \times [(C_0 + \Delta C_x) + C_c] - U_0 \times (C_0 + \Delta C_x)$, 根据 $C_c = (U_0 - V_{CM}) \times C_0 / V_{CM}$, 得到 $Q_x = (V_{CM} - U_0) \times \Delta C_x$ 。

[0081] 可以看出, PGA电路213对待测电容器 C_x 和第一抵消电容 C_c 释放掉的电荷量 Q_x 只与待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 相关, 而与待测电容器 C_x 的基础电容 C_0 无关。因此, PGA电路213输出的电压 V_{OUT} 直接反应应该待测电容器的 C_x 的电容变化量 ΔC_x 。

[0082] 可选地, 该第一抵消电容 C_c 的另一端还可以通过第八开关K8与接地, 第八开关K8可以在第一阶段 t_1 闭合, 从而使该第一抵消电容 C_c 放电至0, 实现对该第一抵消电容 C_c 的复位。

[0083] 可选地, 该PGA电路213中可以包括运算放大器 (Operational Amplifier, OP) 以及跨接在该运算放大器两端的反馈电阻 R_f 和电容 C_f 。并且, 可选地, 该运算放大器的输入端和输出端之间还连接有开关, 例如图5中的开关K6和K7。当存在K6和K7时, K6和K7可以在第一阶段 t_1 和第二阶段 t_2 是闭合的, 且在第三阶段 t_3 是断开的。

[0084] 在方式1中, 由于采用第一抵消电容 C_c 对待测电容器 C_x 的基础电容直接进行抵消, 不需要借助其他有源器件实现, 有利于减小电路的噪声。

[0085] 应理解, 在方式1中, 在对待测电容器 C_x 进行检测时, 在第三阶段 t_3 , 也可以是该第一开关K1和第二开关K2断开, 而第三开关K3闭合, 从而将第二阶段 t_2 中待测电容器 C_x 上未被第一抵消电容 C_c 转移走的电荷量, 即电容变化量 ΔC_x 对应的电荷量, 转移至PGA电路213, 本申请对此不作限定。

[0086] 方式2

[0087] 该第一抵消电路212包括第一电流源 I_1 。

[0088] 例如图7所示, 该第一驱动电路211为电源 V_{CC} , 该电源 V_{CC} 通过第一开关K1与待测电容器 C_x 的第一端相连; 该第一抵消电路212为第一电流源 I_1 , 该第一电流源 I_1 的一端接地, 另一端通过第二开关K2与待测电容器 C_x 的第一端相连; PGA电路213的一个输入端通过第三开关K3与待测电容器 C_x 的第一端相连, PGA电路213的另一个输入端的输入电压等于预定电压 V_{CM} 。

[0089] 结合图8所示的时序图, 在第一阶段 t_1 , 第一开关K1闭合而第二开关K2和第三开关K3断开, 从而该第一驱动电路211向该待测电容器充电至 U_0 (例如 $U_0 = V_{CC}$)。

[0090] 此时, 该待测电容器 C_x 的电荷量为 $Q_0 = (C_0 + \Delta C_x) \times U_0$, 其中 C_0 为待测电容器 C_x 的基础电容, ΔC_x 为待测电容器 C_x 的电容变化量。

[0091] 在第二阶段 t_2 , 第一开关K1和第三开关K3断开而第二开关K2闭合, 待测电容器 C_x 上的电荷向该第一电流源 I_1 转移。

[0092] 此时,该待测电容器 C_x 被转移走的电荷量为 $Q_c = I_1 \times t_2$,该第一电流源的电流为 I_1 。

[0093] 此时,该待测电容器 C_x 的电压 $U_x = (Q_0 - Q_c) / (C_0 + \Delta C_x)$ 。

[0094] 在第三阶段 t_3 ,该第一开关 K_1 和第二开关 K_2 断开而第三开关 K_3 闭合,PGA电路213将待测电容器 C_x 对应的电容信号转化为电压信号并输出 V_{OUT} 。

[0095] 下面以该电容检测电路应用在图1所示的触摸检测装置中为例,描述如何确定该第一电流源 I_1 的电流大小。当没有手指触摸或靠近(即 $\Delta C_x = 0$)时,调整该第一电流源 I_1 的电流大小和/或第二阶段 t_2 的时长,使得该待测电容器 C_x 的电压 $U_x = V_{CM}$,即 $U_x = (Q_0 - Q_c) / C_0 = V_{CM}$,得到 $I_1 \times t_2 = (U_0 - V_{CM}) \times C_0$ 。这时,待测电容器 C_x 不会对PGA电路213释放电荷或吸收电荷,或者说第一电流源 I_1 对待测电容器 C_x 抵消(cancel)达到完美,PGA电路213输出的电压 $V_{OUT} = 0V$ 。

[0096] 保持该第一电流源 I_1 的电流大小和第二阶段 t_2 的时长不变,并根据上述三个阶段的操作对待测电容器 C_x 的电容进行检测。当手指触摸或靠近(即 $\Delta C_x \neq 0$)时,若 $U_x > V_{CM}$,待测电容器 C_x 会对PGA电路213的反馈电阻 R_f 和电容 C_f 释放电荷直到待测电容器 C_x 的电压到达 $U_x = V_{CM}$,这时PGA电路213会输出一个负向电压 V_{OUT} 。根据电荷守恒,待测电容器 C_x 对PGA电路213释放掉的电荷 $Q_x = Q_0 - Q_c - V_{CM} \times (C_0 + \Delta C_x)$,根据 $I_1 \times t_2 = (U_0 - V_{CM}) \times C_0$,得到 $Q_x = (U_0 - V_{CM}) \times \Delta C_x$ 。

[0097] 可以看出,待测电容器 C_x 对PGA电路213释放掉的电荷 Q_x 只与待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 相关,而与待测电容器 C_x 的基础电容 C_0 无关。因此,PGA电路213输出的电压 V_{OUT} 直接反应该待测电容器的 C_x 的电容变化量 ΔC_x 。

[0098] 同样,若 $U_x < V_{CM}$,PGA电路213会通过其反馈电阻 R_f 和电容 C_f 向待测电容器 C_x 释放电荷直到待测电容器 C_x 电压到达 $U_x = V_{CM}$,这时PGA电路213会输出一个正向电压 V_{OUT} 。根据电荷守恒,待测电容器 C_x 吸收的电荷 $Q_x = -Q_0 + Q_c + V_{CM} \times (C_0 + \Delta C_x)$,根据 $I_1 \times t_2 = (U_0 - V_{CM}) \times C_0$,得到 $Q_x = (V_{CM} - U_0) \times \Delta C_x$ 。

[0099] 可以看出,PGA电路213对待测电容器 C_x 释放掉的电荷 Q_x 只与待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 相关,而与待测电容器 C_x 的基础电容 C_0 无关。因此,PGA电路213输出的电压 V_{OUT} 直接反应该待测电容器的 C_x 的电容变化量 ΔC_x 。

[0100] 可选地,该PGA电路213中可以包括运算放大器以及跨接在该运算放大器两端的反馈电阻 R_f 和电容 C_f 。并且,可选地,该运算放大器的输入端和输出端之间还连接有开关,例如图5中的开关 K_6 和 K_7 ,当存在 K_6 和 K_7 时, K_6 和 K_7 可以在第一阶段 t_1 和第二阶段 t_2 是闭合的,且在第三阶段 t_3 是断开的。

[0101] 在方式2中,通过使第一电流源 I_1 导通一段时间 t_2 ,以实现方式1中的第一抵消电容 C_c 的作用,从而不需要使用大容值的第一抵消电容 C_c ,降低了器件成本。

[0102] 方式3

[0103] 该第一抵消电路212包括第一抵消电阻 R_c 。

[0104] 例如图9所示,该第一驱动电路211为电源 V_{CC} ,该电源 V_{CC} 通过第一开关 K_1 与待测电容器 C_x 的第一端相连;该第一抵消电路212为第一抵消电阻 R_c ,该第一抵消电阻 R_c 的一端接地,另一端通过第二开关 K_2 与待测电容器 C_x 的第一端相连;PGA电路213的一个输入端通过第三开关 K_3 与待测电容器 C_x 的第一端相连,PGA电路213的另一个输入端的输入电压等于预

定电压 V_{CM} 。

[0105] 结合图10所示的时序图,在第一阶段 t_1 ,该第一开关 K_1 闭合而第二开关 K_2 和第三开关 K_3 断开,从而该第一驱动电路向该待测电容器充电至 U_0 (例如 $U_0=V_{CC}$)。

[0106] 此时,该待测电容器 C_x 的电荷量为 $Q_0=(C_0+\Delta C_x)\times U_0$,其中 C_0 为待测电容器 C_x 的基础电容, ΔC_x 为待测电容器 C_x 的电容变化量。

[0107] 在第二阶段 t_2 ,第一开关 K_1 和第三开关 K_3 断开而第二开关 K_2 闭合,待测电容器 C_x 通过该第一抵消电阻 R_C 对地释放电荷。

[0108] 此时,该待测电容器 C_x 的电压 $U_x=U_0\times e^{\frac{-t_2}{R_C\times(C_0+\Delta C_x)}}$,该待测电容器 C_x 通过该第一抵消电阻 R_C 释放的电荷量为:

$$[0109] \quad Q_C=\left(U_0-U_0\times e^{\frac{-t_2}{R_C\times(C_0+\Delta C_x)}}\right)\times(C_0+\Delta C_x)$$

[0110] 在第三阶段 t_3 ,第一开关 K_1 和第二开关 K_2 断开而第三开关 K_3 闭合,PGA电路213将待测电容器 C_x 对应的电容信号转化为电压信号并输出 V_{OUT} 。

[0111] 下面以该电容检测电路应用在图1所示的触摸检测装置中为例,描述如何确定第一抵消电阻 R_C 的电阻大小。当没有手指触摸或靠近(即 $\Delta C_x=0$)时,调整第一抵消电阻 R_C 的电阻大小和/或第二阶段 t_2 的时长,使得该待测电容器 C_x 的电压 $U_x=V_{CM}$,即

$$U_x=U_0\times e^{\frac{-t_2}{R_C\times C_0}}=V_{CM}, \quad \text{得到} R_C \text{和} t_2 \text{的值满足} t_2/R_C=-C_0\times \ln(V_{CM}/U_0)。$$

[0112] 这时,待测电容器 C_x 不会对PGA电路213释放电荷或吸收电荷,或者说第一电流源 I_1 对待测电容器 C_x 抵消(cancel)达到完美,PGA电路213输出的电压 $V_{OUT}=0V$ 。

[0113] 保持该第一抵消电阻 R_C 的电阻大小和第二阶段 t_2 的时长不变,并根据上述三个阶段的操作对待测电容器 C_x 的电容进行检测。当手指触摸或靠近(即 $\Delta C_x\neq 0$)时,若 $U_x>V_{CM}$,待测电容器 C_x 会对PGA电路213的反馈电阻 R_f 和电容 C_f 释放电荷直到待测电容器 C_x 的电压到达 $U_x=V_{CM}$,这时PGA电路213会输出一个负向电压 V_{OUT} 。根据电荷守恒,待测电容器 C_x 对PGA电路213释放掉的电荷 $Q_x=Q_0-Q_C-V_{CM}\times(C_0+\Delta C_x)$,根据 $t_2/R_C=-C_0\times \ln(V_{CM}/U_0)$,得到 $Q_x=\Delta C_x\times V_{CM}\times \ln(U_0/V_{CM})$ 。

[0114] 可以看出,待测电容器 C_x 对PGA电路213释放掉的电荷 Q_x 只与待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 相关,而与待测电容器 C_x 的基础电容 C_0 无关。因此,PGA电路213输出的电压 V_{OUT} 直接反应该待测电容器的 C_x 的电容变化量 ΔC_x 。

[0115] 同样,若 $U_x<V_{CM}$,PGA电路213会通过其反馈电阻 R_f 和电容 C_f 向待测电容器 C_x 释放电荷直到待测电容器 C_x 电压到达 $U_x=V_{CM}$,这时PGA电路213会输出一个正向电压 V_{OUT} 。根据电荷守恒,待测电容器 C_x 吸收的电荷 $Q_x=-Q_0+Q_C+V_{CM}\times(C_0+\Delta C_x)$,根据 $t_2/R_C=-C_0\times \ln(V_{CM}/U_0)$,得到 $Q_x=-\Delta C_x\times V_{CM}\times \ln(U_0/V_{CM})$ 。

[0116] 可以看出,PGA电路213对待测电容器 C_x 释放掉的电荷 Q_x 只与待测电容器 C_x 的电容变化量 ΔC_x 相关,而与待测电容器 C_x 的基础电容 C_0 无关。因此,PGA电路213输出的电压 V_{OUT} 直接反应该待测电容器的 C_x 的电容变化量 ΔC_x 。

[0117] 可选地,该PGA电路213中可以包括运算放大器以及跨接在该运算放大器两端的反馈电阻 R_f 和电容 C_f ,并且,可选地,该运算放大器的输入端和输出端之间还连接有开关,例如如图5中的开关K6和K7,当存在K6和K7时,K6和K7可以在第一阶段 t_1 和第二阶段 t_2 是闭合的,且在第三阶段 t_3 是断开的。

[0118] 在方式3中,通过使待测电容器 C_x 向第一抵消电阻 R_c 放电一端时间 t_2 ,以实现方式1中的第一抵消电容 C_c 的作用,从而不需要使用大容值的第一抵消电容 C_c ,降低了器件成本,并且也不需要复杂的恒流源电路,仅通过一个电阻就可以实现对待测电容器 C_x 的基础电容的抵消,电路设计简单。

[0119] 该实施例中,上述的第一阶段至第三阶段可以认为是一个检测周期,电容检测电路200可以重复执行第一阶段至第三阶段的操作 N 次,并且,可选地,可以将这 N 次操作中分别得到的电容变化量 ΔC_x 的平均值,作为该电容变化量 ΔC_x 的实际测量值。

[0120] 另外,可选地,在图6、图8和图10中,第一阶段 t_1 与第二阶段 t_2 之间、以及第二阶段 t_2 与第三阶段 t_3 之间均设置有死区阶段,即为第一开关K1、第二开关K2和第三开关K3之间的切换所预留的时间。例如,第一阶段 t_1 与第二阶段 t_2 之间间隔的时段即为第一阶段 t_1 与第二阶段 t_2 之间的死区阶段,能够保证K1断开之后K2才闭合。从而能够避免在打码时存在瞬态过冲,导致基础电容不能有效抵消,进而影响电容检测灵敏度的问题。

[0121] 前面描述的前端电路210中均包括一个抵消电路和一个驱动电路,但本申请并不限于此,该前端电路210中还可以包括多个抵消电路和多个驱动电路,下面举例进行描述。

[0122] 可选地,例如如图11所示,前端电路210还可以包括第二驱动电路214和第二抵消电路215,第二驱动电路214和第二抵消电路215均与待测电容器 C_x 的第一端相连。

[0123] 其中,第二驱动电路214用于对待测电容器 C_x 进行充放电,第二抵消电路215用于抵消待测电容器 C_x 的基础电容,PGA电路213还用于将被第二抵消电路215抵消基础电容后的待测电容器 C_x 的电容信号转化为电压信号。

[0124] 可选地,在第四阶段 t_4 ,控制电路230用于控制待测电容器 C_x 向第二驱动电路214放电;在第五阶段 t_5 ,控制电路230用于控制第二抵消电路215用于向待测电容器 C_x 充电,其中,第二抵消电路215向待测电容器 C_x 充电的过程中转移的电荷量,为待测电容器 C_x 的基础电容对应的电荷量;在第六阶段 t_6 ,控制电路230用于控制PGA电路将充电后的待测电容器 C_x 的电容信号转化为电压信号。

[0125] 或者,可选地,在第四阶段 t_4 ,控制电路230用于控制第二驱动电路214用于向待测电容器 C_x 充电;在第五阶段 t_5 ,控制电路230用于控制待测电容器 C_x 向第二抵消电路215放电,其中,待测电容器 C_x 向第二抵消电路215放电的过程中转移的电荷量,为待测电容器 C_x 的基础电容对应的电荷量;在第六阶段 t_6 ,PGA电路将放电后的待测电容器 C_x 对应的电容信号转化为电压信号。

[0126] 可选地,处理电路220具体用于:根据前端电路210在第三阶段 t_3 和第六阶段 t_6 输出的电压信号的差值,确定待测电容器 C_x 的电容相对于基础电容的电容变化量。

[0127] 在一种情况下,在第一阶段 t_1 ,第一驱动电路211可以向待测电容器 C_x 充电,并在第二阶段 t_2 ,该待测电容器 C_x 向该第一抵消电路212放电,从而在第三阶段 t_3 ,PGA电路213输出一个电压信号 V_{OUT1} ;这时,在第四阶段 t_4 ,该待测电容器 C_x 需要向该第二驱动电路214放电,并且在第五阶段 t_5 ,第二抵消电路215需要向待测电容器 C_x 充电,从而在第六阶段 t_6 ,

PGA电路213输出一个电压信号 V_{OUT2} , V_{OUT2} 与 V_{OUT1} 反向。

[0128] 在另一种情况下,在第一阶段 t_1 ,待测电容器 C_x 向第一驱动电路211放电,并在第二阶段 t_2 ,该第一抵消电路212向该待测电容器 C_x 充电,从而在第三阶段 t_3 ,PGA电路213输出一个电压信号 V_{OUT1} ;这时,在第四阶段 t_4 ,第二驱动电路214需要向该待测电容器 C_x 充电,并且在第五阶段 t_5 ,待测电容器 C_x 需要向第二抵消电路215放电,从而在第六阶段 t_6 ,PGA电路213输出一个电压信号 V_{OUT2} , V_{OUT2} 与 V_{OUT1} 反向。

[0129] 在这两种情况下,处理电路220均可以根据第三阶段 t_3 和第六阶段 t_6 中分别输出的两个电压信号 V_{OUT1} 和 V_{OUT2} ,例如根据 V_{OUT1} 和 V_{OUT2} 之间的电压差值,确定待测电容器 C_x 相对于基础电容的电容变化量 ΔC_x ,此即为双相关采样(Correlated Double Sample,CDS)过程。通过采集相关时段中输出的电压信号,并对两次采集到的电压信号进行处理,从而消除电容检测电路中的噪声信号。特别地,该电容检测电路能够降低电容检测过程中存在的噪声信号例如 $1/f$ 噪声、低频噪声等噪声信号。

[0130] 本申请实施例中,第二抵消电路215例如可以包括第二抵消电容、第二抵消电阻或者第二电流源。第二抵消电容、第二抵消电阻或者第二电流源均可以用来对待测电容器 C_x 的基础电容进行抵消。

[0131] 可选地,该第二抵消电容的一端与待测电容器 C_x 的第一端相连且另一端接地;该第二抵消电阻的一端与待测电容器 C_x 的第一端相连且另一端接地;该第二电流源的一端与待测电容器 C_x 的第一端相连且另一端接地。

[0132] 可选地,该控制电路230还包括第四开关 K_4 和第五开关 K_5 。

[0133] 其中,第二驱动电路214通过第四开关 K_4 与待测电容器 C_x 的第一端相连,第二抵消电路215通过第五开关 K_5 与待测电容器 C_x 的第一端相连。

[0134] 应理解,本申请实施例中,控制电路230可以包括多个开关,例如包括第一开关 K_1 、第二开关 K_2 和第三开关 K_3 ,以用来在第一阶段 t_1 至第三阶段 t_3 中控制第一驱动电路211、第一抵消电路212和PGA电路213的工作;或者该控制电路还可以进一步还包括第四开关 K_4 和第五开关 K_5 ,以用来在第四阶段 t_4 至第六阶段 t_6 中控制第二驱动电路214、第二抵消电路215和PGA电路213的工作。但是,本申请实施例的控制电路230并不限于此,该控制电路也可包括更多的开关或者包括具有其他连接关系的开关,以实现驱动电路和抵消电路的控制。或者,该控制电路230也可以存在其他的实现方式例如包括其他器件或结构从而对驱动电路和抵消电路进行控制。凡是能够对本申请中的第一驱动电路211、第一抵消电路212、第二驱动电路214、第二抵消电路215和PGA电路213的工作状态进行控制的控制电路230,均应落入本申请的保护范围。

[0135] 可选地,在第四阶段 t_4 ,第四开关 K_4 闭合,第五开关 K_5 和第三开关 K_3 断开;在第五阶段 t_5 ,第五开关 K_5 闭合,第四开关 K_4 和第三开关 K_3 断开;在第六阶段 t_6 ,第五开关 K_5 和第三开关 K_3 闭合,而第四开关 K_4 断开,或者,在第六阶段 t_6 ,第三开关 K_3 闭合,而第四开关 K_4 和第五开关 K_5 断开。

[0136] 进一步地,可选地,第一抵消电路212包括第二抵消电容时,第五开关 K_5 和第三开关 K_3 在第六阶段 t_6 闭合,第四开关 K_4 在第六阶段 t_6 断开,其中,PGA电路213在第六阶段 t_6 将待测电容器 C_x 和第二抵消电容的电容信号转化为电压信号;第一抵消电路212包括第一抵消电阻或者第一电流源时,第三开关 K_3 在第六阶段 t_6 闭合,第四开关 K_4 和第五开关 K_5 在

第六阶段t6断开,其中,PGA电路213在第六阶段t6将待测电容器C_x的电容信号转化为电压信号。

[0137] 举例来说,如图12所示的电容检测电路,该第一驱动电路211为电源V_{CC},该电源V_{CC}通过第一开关K1与待测电容器C_x的第一端相连;该第一抵消电路212为第一电流源I₁,该第一电流源I₁的一端接地,另一端通过第二开关K2与待测电容器C_x的第一端相连;第二驱动电路214通过第四开关K4与待测电容器C_x的第一端相连,第二抵消电路215通过第五开关K5与待测电容器C_x的第一端相连;PGA电路213的一个输入端通过第三开关K3与待测电容器C_x的第一端相连,PGA电路213的另一个输入端的输入电压等于预定电压V_{CM}。

[0138] 结合图13所示的时序图,在第一阶段t1,第一开关K1闭合,第二开关K2、第三开关K3、第四开关K4和第五开关K5断开,从而该第一驱动电路211向该待测电容器C_x充电至U₀(例如U₀=V_{CC})。

[0139] 在第二阶段t2,第一开关K1、第三开关K3、第四开关K4和第五开关K5断开,第二开关K2闭合,待测电容器C_x上的电荷向该第一电流源I₁转移。

[0140] 在第三阶段t3,第三开关K3闭合,第一开关K1、第二开关K2、第四开关K4和第五开关K5断开,PGA电路213将待测电容器C_x对应的电容信号转化为电压信号并输出V_{OUT1}。

[0141] 根据前面的相关描述,调整第一电流源I₁和t2的大小,使得 $I_1 \times t_2 = (U_0 - V_{CM}) \times C_0$ 。当手指触摸或靠近时($\Delta C_x \neq 0$),PGA电路213输出一个电压V_{OUT1},该V_{OUT1}为该待测电容器的C_x的电容变化量 ΔC_x 对应的电压信号。

[0142] 在第四阶段t4,第四开关K4闭合,第一开关K1、第二开关K2、第三开关K3和第五开关K5断开,从而该待测电容器C_x向该第二驱动电路214放电至0。

[0143] 在第五阶段t5,第五开关K5闭合,第一开关K1、第二开关K2、第三开关K3和第四开关K4断开,从而该第一电流源I₁向待测电容器C_x充电。

[0144] 在第六阶段t6,第三开关K3闭合,以及第一开关K1、第二开关K2、第四开关K4和第五开关K5断开,PGA电路213将待测电容器C_x对应的电容信号转化为电压信号并输出V_{OUT2},该V_{OUT2}为该待测电容器的C_x的电容变化量 ΔC_x 对应的电压信号。

[0145] 同理,调整第二电流源I₂和t5的大小,使得 $I_2 \times t_5 = (U_0 - V_{CM}) \times C_0$ 。当手指触摸或靠近时($\Delta C_x \neq 0$),PGA电路213输出一个电压V_{OUT2},该V_{OUT2}为该待测电容器的C_x的电容变化量 ΔC_x 对应的电压信号,V_{OUT2}与V_{OUT1}反向。

[0146] 处理电路220根据PGA电路213在第三阶段t3输出的V_{OUT1}=V_x+ ΔV ,以及在第六阶段t6输出的V_{OUT2}=-V_x+ ΔV ,得到最终 ΔC_x 对应的电压信号V=V_{OUT1}-V_{OUT2}=2V_x。由于同一个检测周期中的上述各个阶段是相关的,因此PGA电路213在第三阶段t3输出的V_{OUT1},以及在第六阶段t6输出的V_{OUT2}中携带的噪声可以基本上认为是相同的,均为这里的 ΔV 。因此,通过将前端电路210在第三阶段t3输出的V_{OUT1}=V_x+ ΔV 与第六时段t6输出的V_{OUT2}=(-V_x)+ ΔV 做差之后,则可以消除噪声信号 ΔV ,从而提高该电容检测电路输出的电压信号的信噪比。

[0147] 另外,由于本申请实施例中,通过将抵消电路设置在前端电路中,使得处理电路对前端电路输出的电压信号的处理更加方便和灵活,例如可以通过对两次电容检测的结果进行差分以实现双相关采样,从而降低噪声信号,且同时提升触控灵敏度。尤其在自电容较大的情况下,当导体靠近或触摸检测电极时引起的电容变化量相对较小时,依然能够较准确地得到电容变化量,从而提升了触控灵敏度,能够得到更加准确的测量结果。

[0148] 应理解,上述每个阶段中的电荷量变化和电压变化的具体推导,可以参考前述对情况1至情况3的相关描述,为了简洁,这里不再赘述。

[0149] 可选地,第一阶段 t_1 至第六阶段 t_6 中任意两个相邻阶段之间均设置有死区阶段,即为第一开关 K_1 至第五开关 K_5 之间的切换所预留的时间。例如,第一阶段 t_1 与第二阶段 t_2 之间间隔的时段即为第一阶段 t_1 与第二阶段 t_2 之间的死区阶段,能够保证 K_1 断开之后 K_2 才闭合。从而能够避免在打码时存在瞬态过冲,导致基础电容不能有效抵消,进而影响电容检测灵敏度的问题。

[0150] 可选地,在本申请实施例中,该PGA电路213中可以包括运算放大器以及跨接在该运算放大器两端的反馈电阻 R_f 和电容 C_f ,并且,可选地,该运算放大器的输入端和输出端之间还连接有开关,例如图12中的开关 K_6 和 K_7 ,当存在 K_6 和 K_7 时, K_6 和 K_7 在第一阶段 t_1 、第二阶段 t_2 、第四阶段 t_4 和第五阶段 t_5 是闭合的,且在第三阶段 t_3 和第六阶段 t_6 是断开的。

[0151] 该实施例中,实际上是在前述三种情况中的前端电路的基础上,结合双相关采样的原理所构成的电容检测电路,例如,采用图11所示的电容检测电路,使用了两个电流源作分别作为第一抵消电路和第二抵消电路,当然,也可以使用两个电阻、两个电容、或者电容、电阻和电流源的组合分别作为第一抵消电路和第二抵消电路,并且两个抵消电路之间的工作方式相反,从而实现了对噪声信号例如 $1/f$ 噪声的抑制,提高电容检测电路的信噪比。为了简洁,这里不再赘述。

[0152] 该实施例中,上述的第一阶段至第六阶段可以认为是一个检测周期,电容检测电路200可以重复执行第一阶段至第六阶段中的操作 N 次,并且,可选地,可以将这 N 次操作中分别得到的电容变化量 ΔC_x 的平均值,作为该电容变化量 ΔC_x 的实际测量值。

[0153] 另外,该实施例中,第一阶段 t_1 至第三阶段 t_3 中的操作可以看作是一组操作,该组操作是通过第一抵消电路212、第一驱动电路211以及PGA电路213对待测电容器 C_x 的电容进行了一次检测,其中,第二阶段 t_2 位于第一阶段 t_1 之后,且第三阶段 t_3 位于第二阶段 t_2 之后。

[0154] 第四阶段 t_4 至第六阶段 t_6 中的操作可以看作是另一组操作,该另一组操作是通过第二抵消电路215、第二驱动电路214以及PGA电路213对待测电容器 C_x 的电容进行了另一次检测,其中,第五阶段 t_5 位于第四阶段 t_4 之后,且第六阶段 t_6 位于第五阶段 t_5 之后。

[0155] 但是,本申请实施例对这两组操作的顺序不做任何限定。也就是说,可以例如图13所示,第四阶段 t_4 可以位于第三阶段 t_3 之后;或者,也可以是第一阶段 t_1 位于第六阶段 t_6 之后。

[0156] 可选地,如图14所示,该前端电路210还可以包括滤波电路240和/或积分电路250,其中,该滤波电路240用于过滤该前端电路210输出的电压信号中的干扰信号,该积分电路250用于对该前端电路210输出的该电压信号进行积分放大处理。

[0157] 应理解,在实际应用中,由于与驱动电路、抵消电路、待测电容器等相关的电压参数或电容参数等都可能存在一定的误差,可能不能使得抵消电路完全抵消待测电容器的基础电容,即基础电容对放大器的输出电压的贡献量可能不是绝对为零。因此,这里,该抵消电路抵消该基础电容,可以指抵消电路完全抵消该基础电容,或者近似地抵消该基础电容(例如该基础电容被抵消的电容量达到一定阈值等)。

[0158] 需要说明的是,在不冲突的前提下,本申请描述的各个实施例和/或各个实施例中

的技术特征可以任意的相互组合,组合之后得到的技术方案也应落入本申请的保护范围。

[0159] 图15是本申请实施例的触摸检测装置1500的示意性电路图。

[0160] 如图15所示,该触摸检测装置1500包括如图2至图14中任一所示的电容检测电路200其中,所述触摸检测装置1500根据所述电容检测电路200确定的所述待测电容器相对于基础电容的电容变化量,确定用户的触摸位置。

[0161] 因此,本申请实施例提供了一种电容检测电路,通过在将电容信号转化为电压信号之前,对待测电容器的基础电容进行抵消,使得采集到的电压信号能够直接反应待测电容器的电容相对于该基础电容的变化量,从而实现了电容检测过程中对基础电容的抵消,提高了电容检测的灵敏度,以得到更加准确的测量结果。

[0162] 可选地,本申请实施例提供了一种终端设备,包括如图15所示的触摸检测装置1500。

[0163] 因此,本申请实施例中的终端设备,能够更加准确判断用户在触摸检测装置上的触摸位置,并且克服了基础电容对触控灵敏度的影响,提高了终端设备触控灵敏度,进而能够优化现有的基础电容检测设备。

[0164] 本领域普通技术人员可以意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及电路,能够以电子硬件、或者计算机软件和电子硬件的结合来实现。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0165] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的电路、支路和单元,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的支路是示意性的,例如,该单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到一个支路,或一些特征可以忽略,或不执行。

[0166] 所述集成的单元如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用时,可以存储在一个计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)执行本申请各个实施例所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0167] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以该权利要求的保护范围为准。

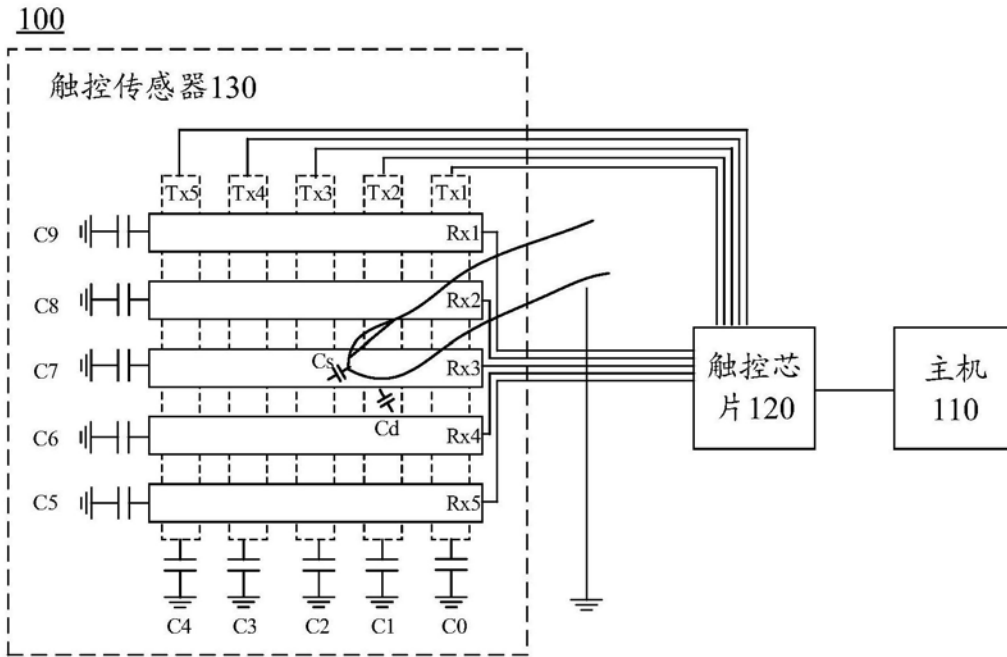


图1

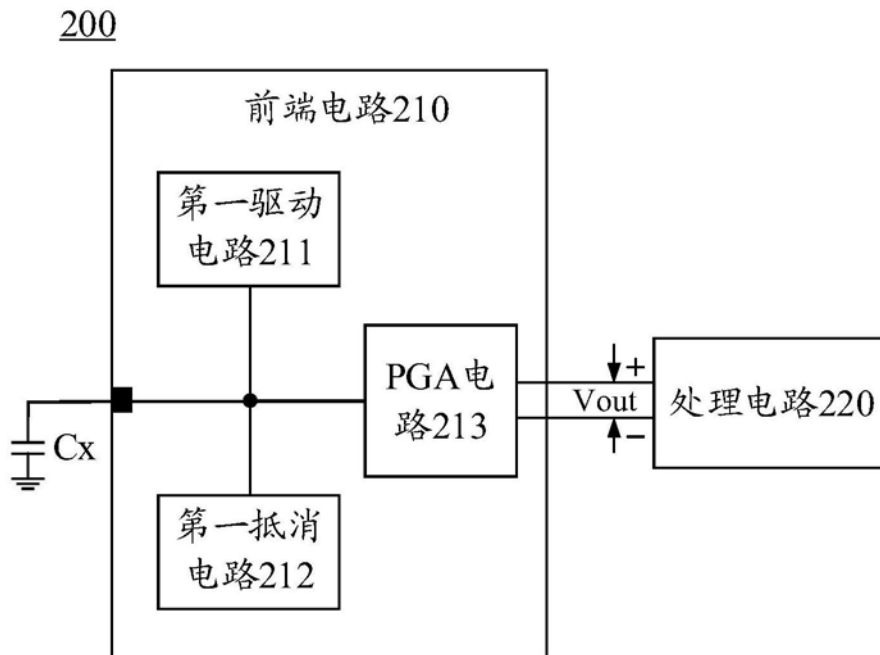


图2

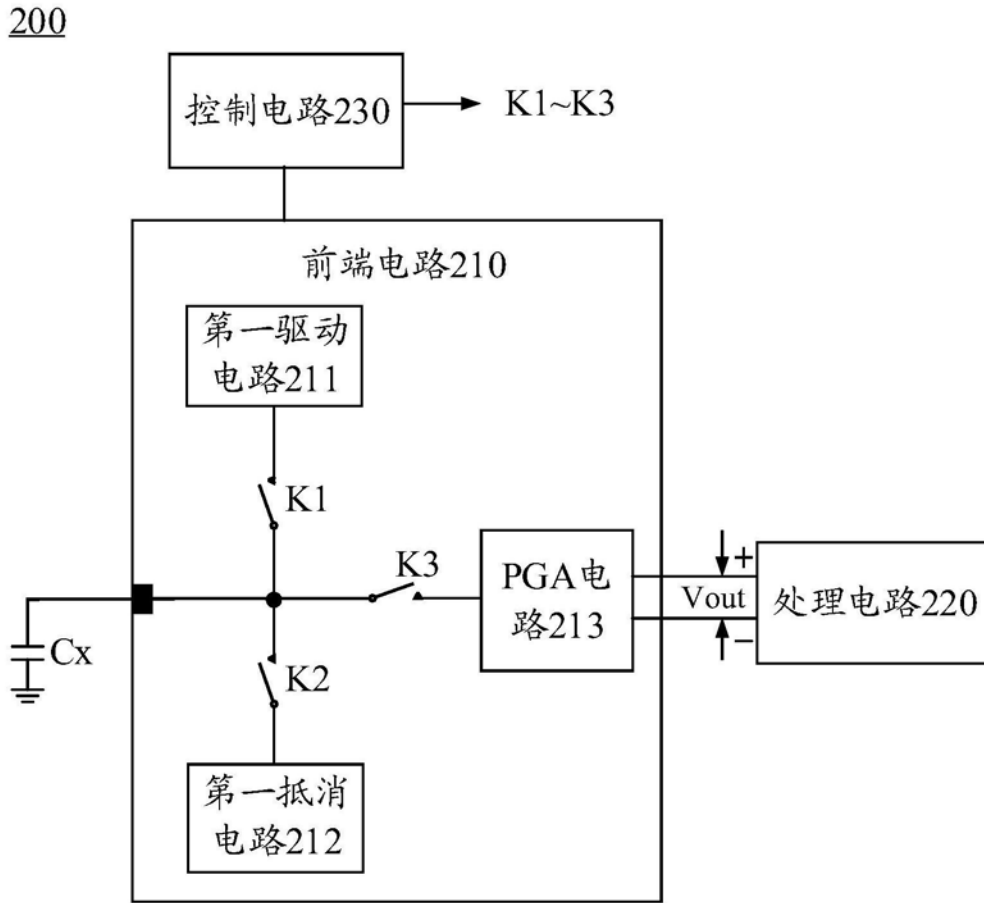


图3

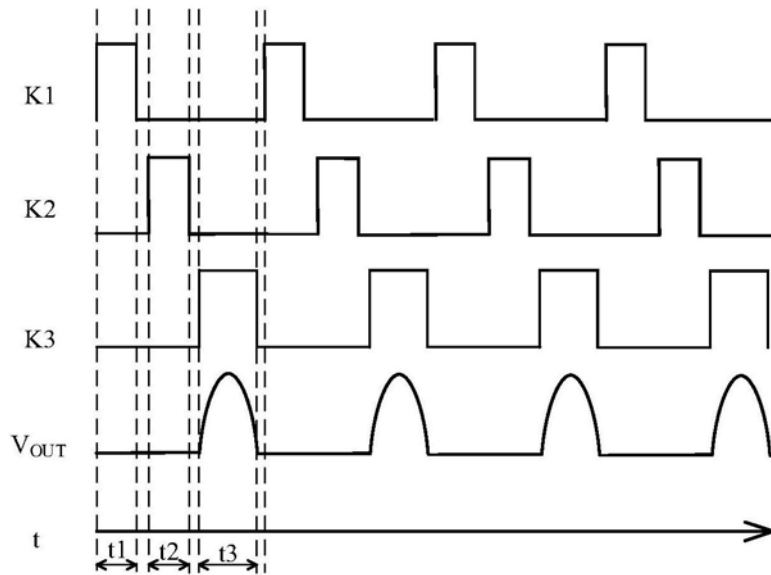


图4

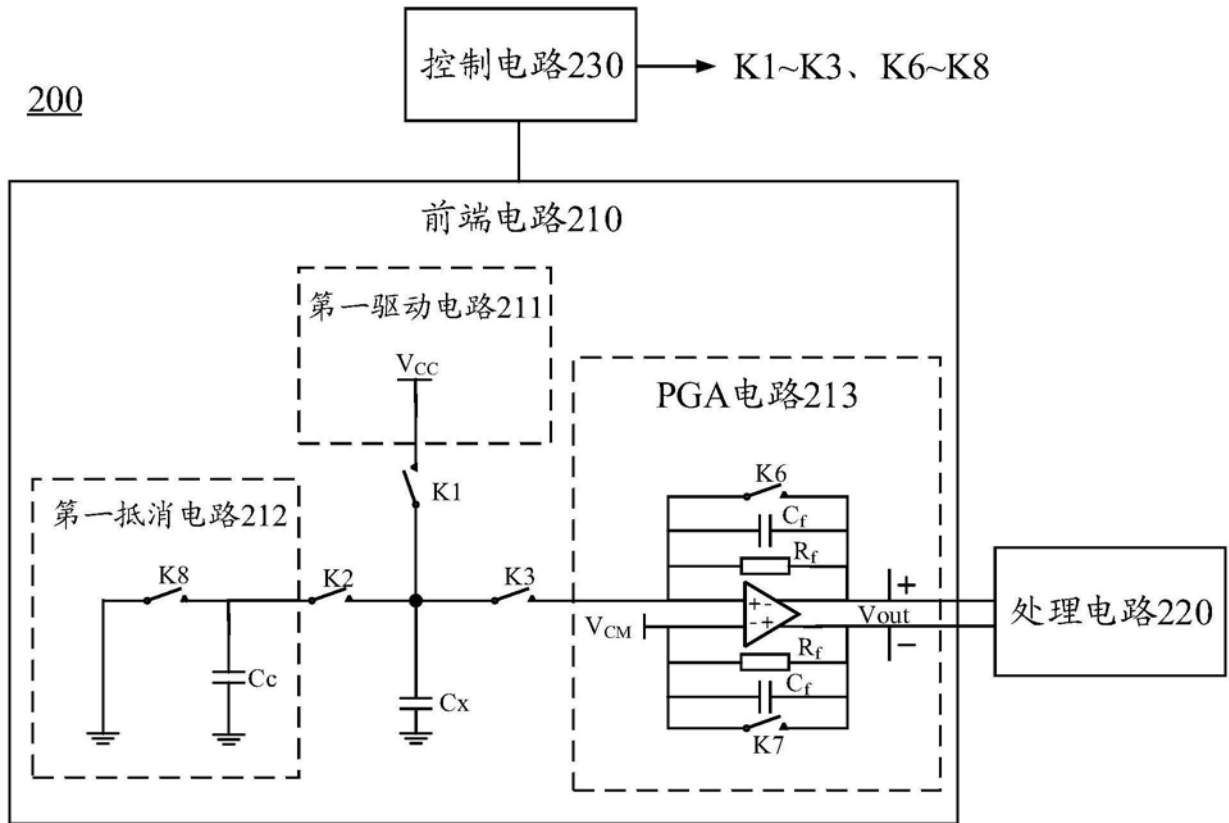


图5

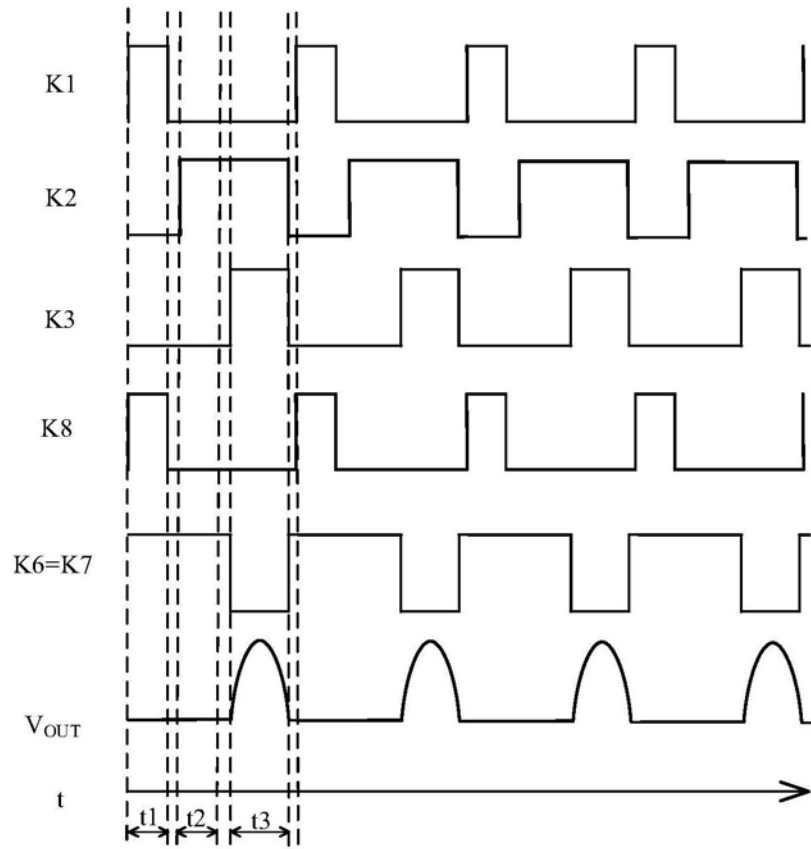


图6

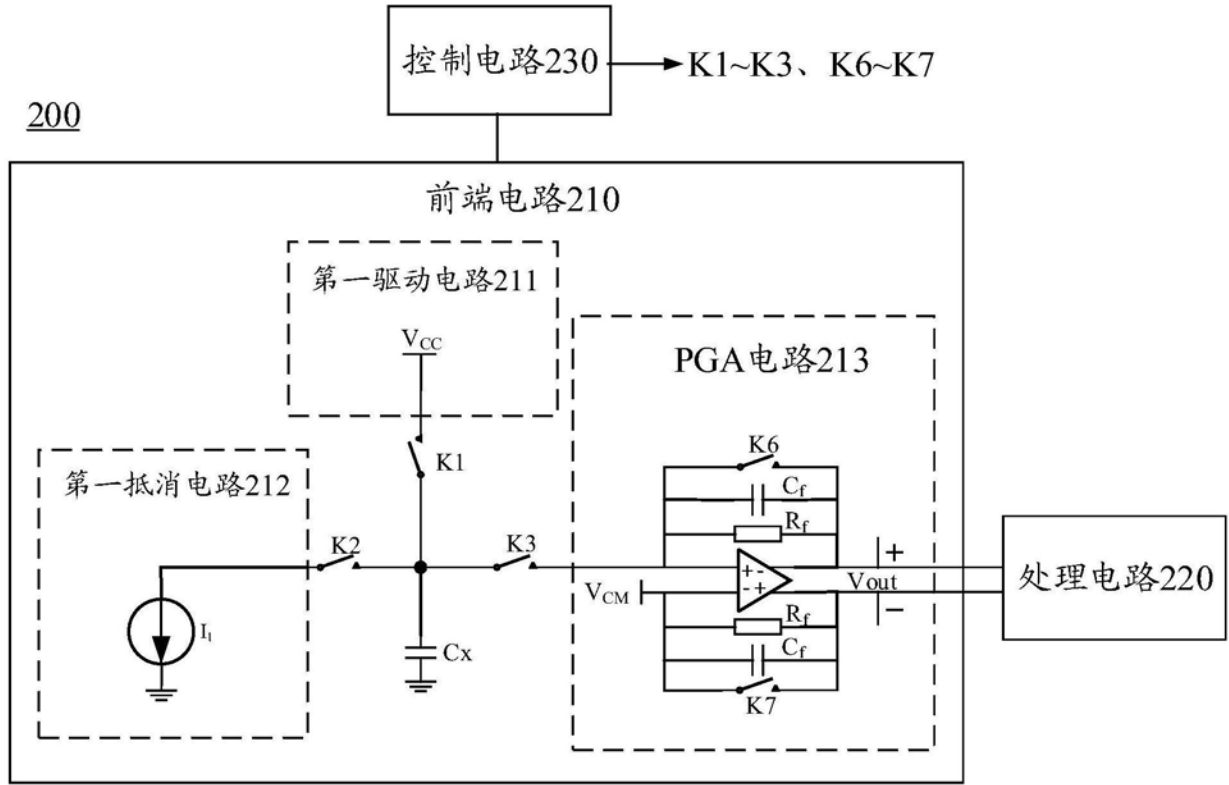


图7

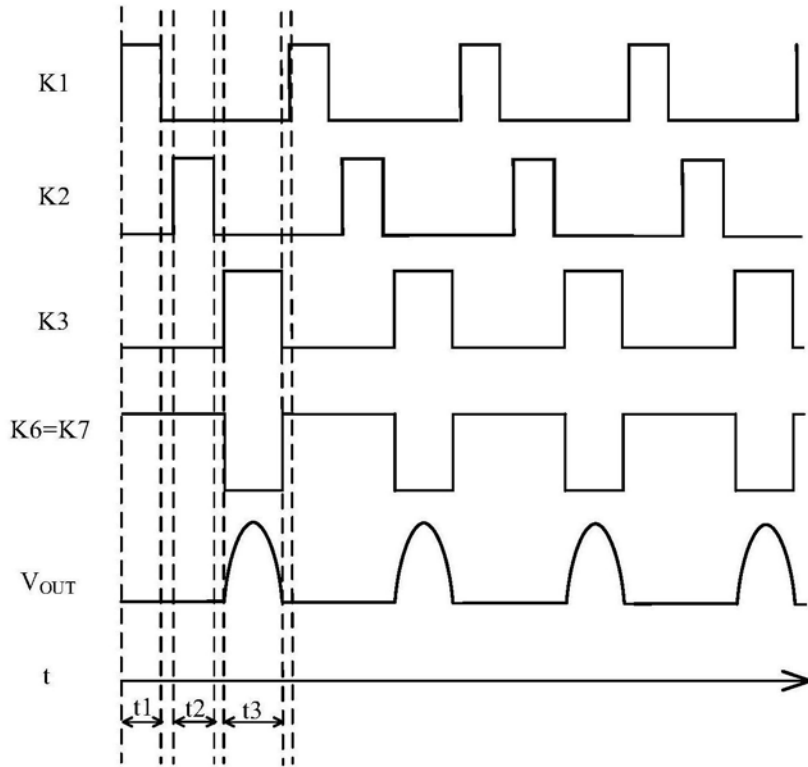


图8

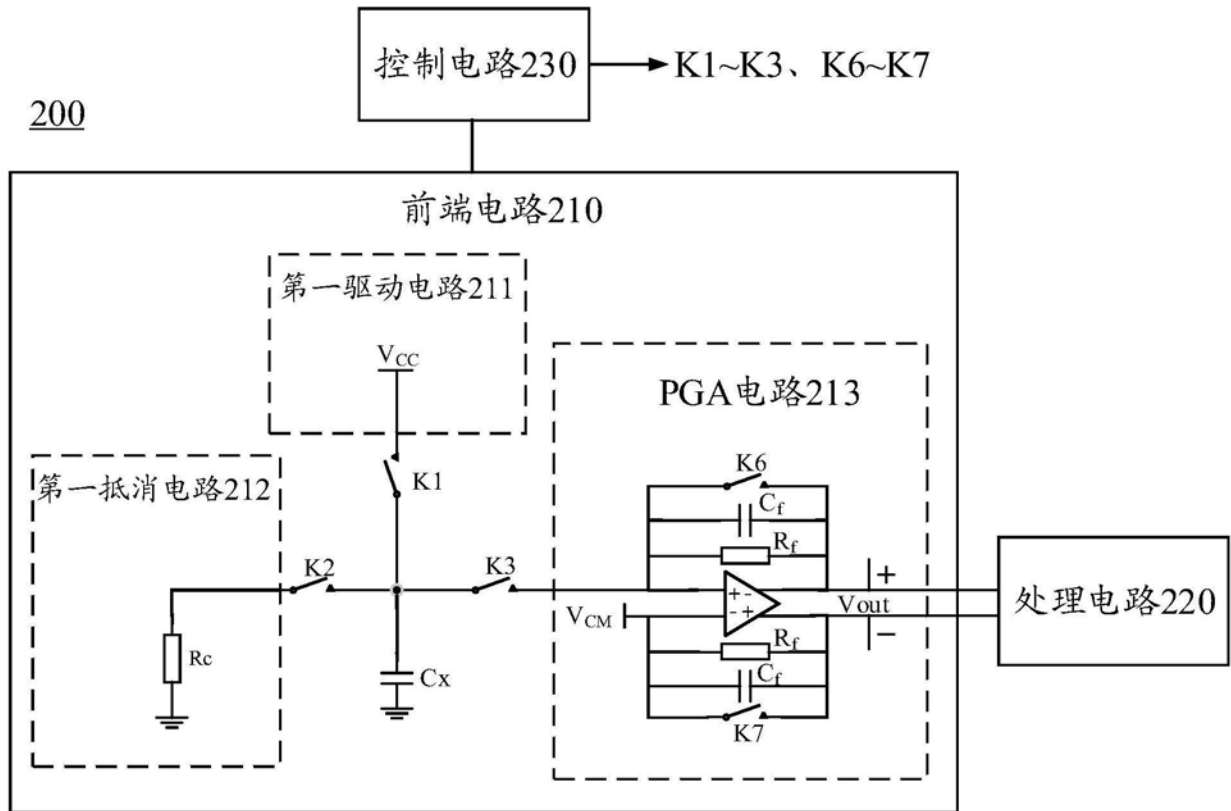


图9

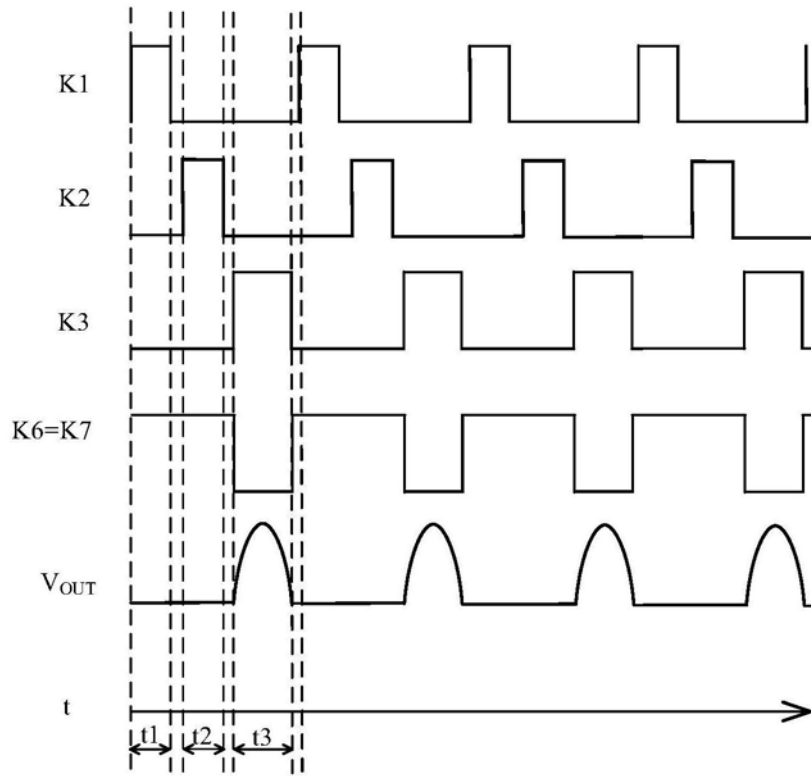


图10

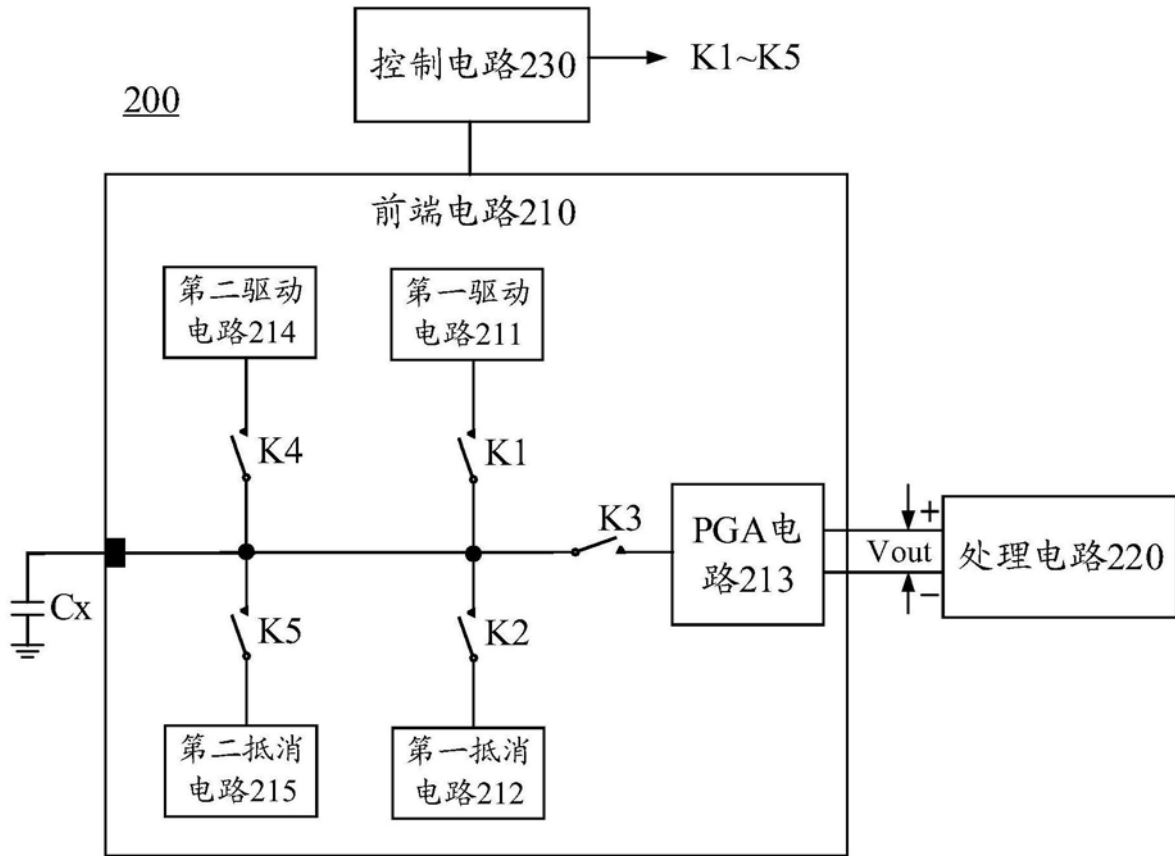


图11

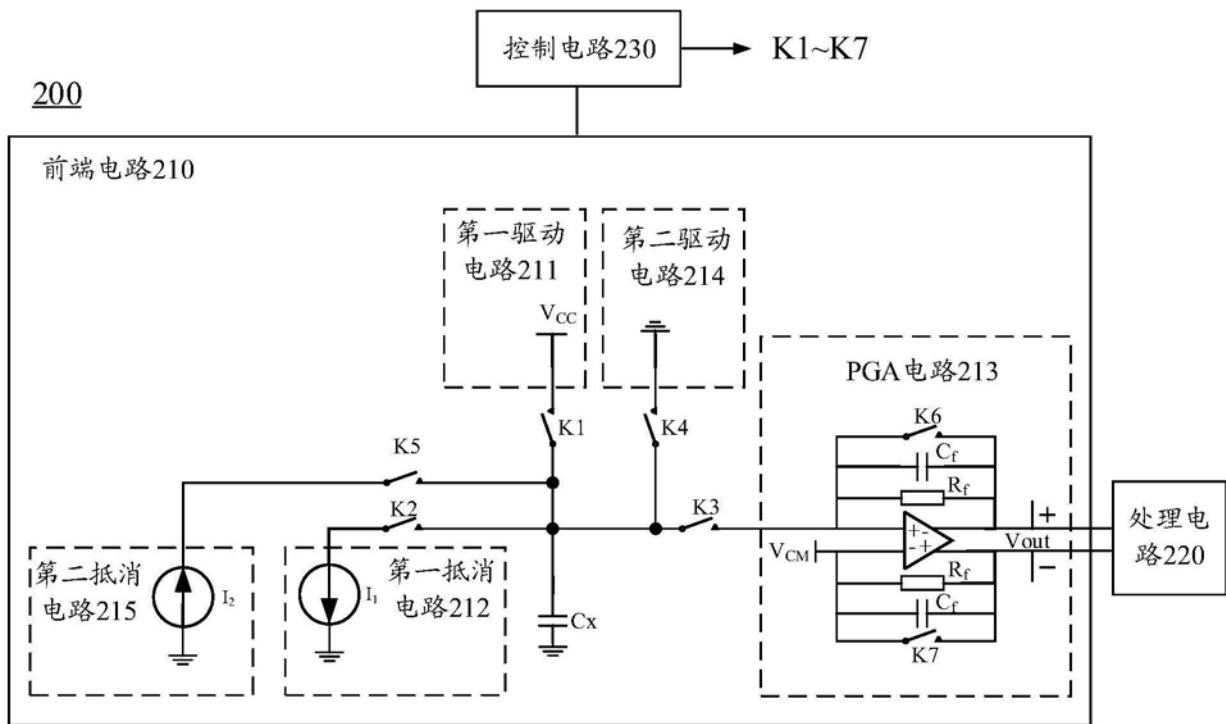


图12

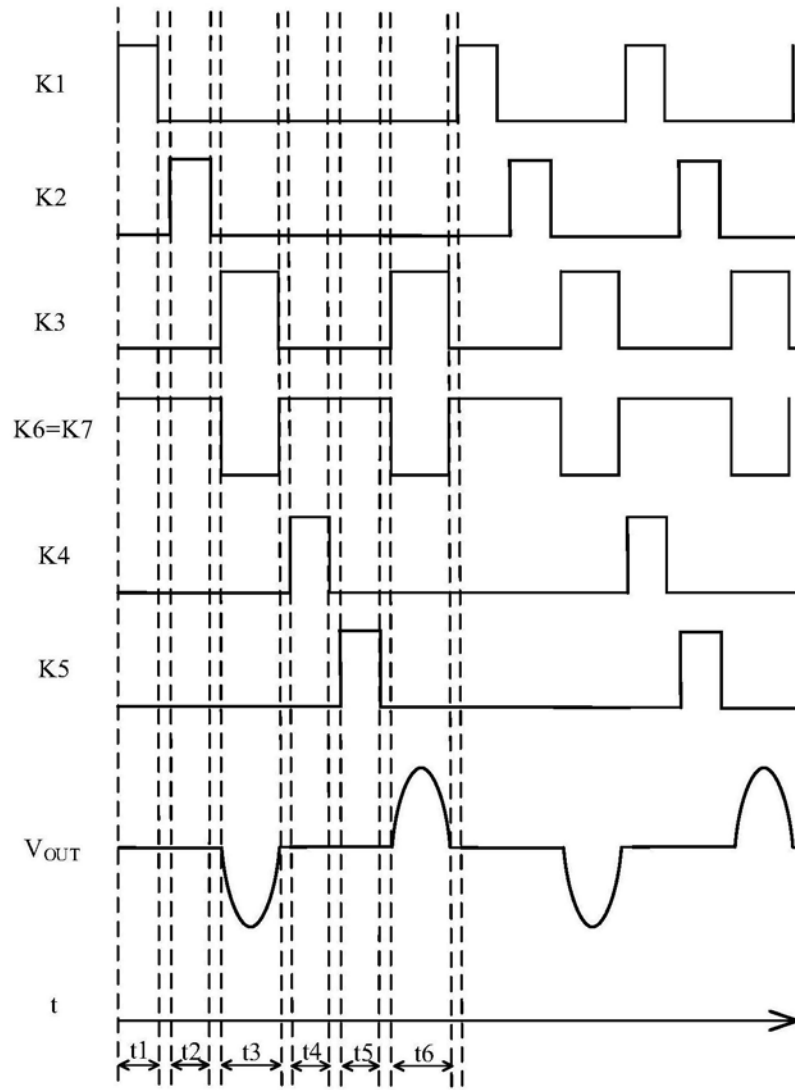


图13

200

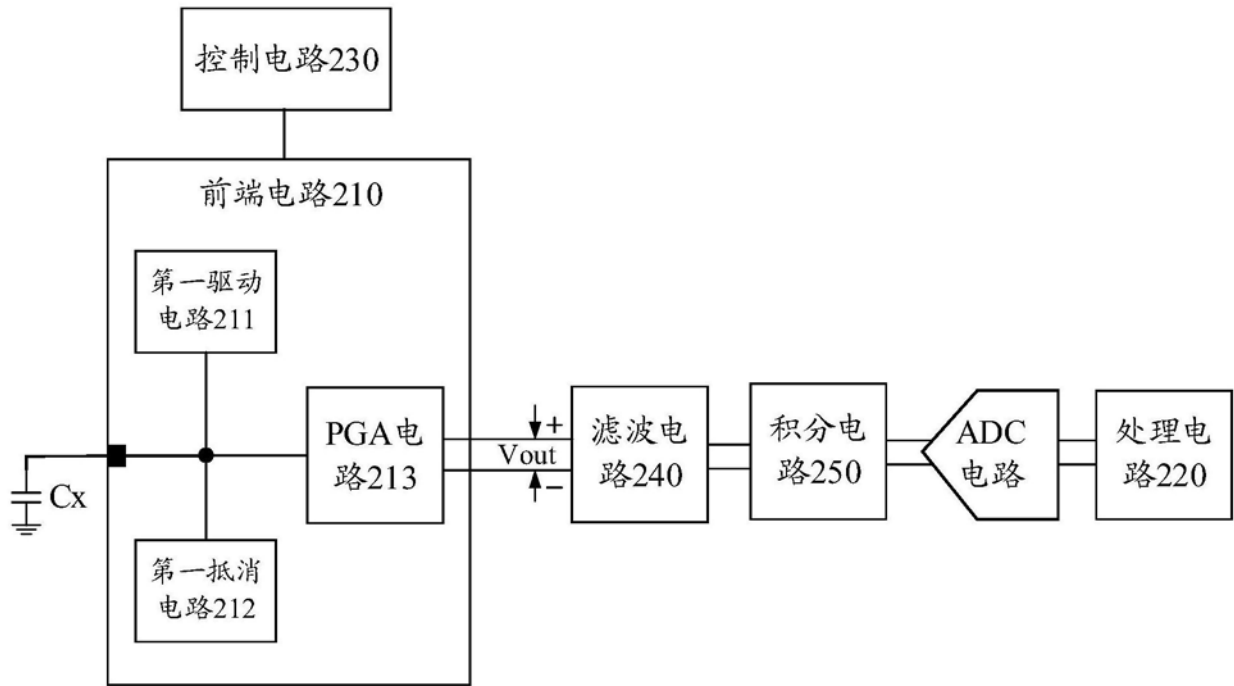


图14



图15