

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2020 年 3 月 12 日 (12.03.2020)



(10) 国际公布号
WO 2020/048023 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 3/044 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2018/117925

(22) 国际申请日: 2018 年 11 月 28 日 (28.11.2018)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
PCT/CN2018/104618
2018 年 9 月 7 日 (07.09.2018) CN

(71) 申请人: 深圳市汇顶科技股份有限公司 (SHENZHEN GOODIX TECHNOLOGY CO., LTD.) [CN/CN]; 中国广东省深圳市福田区保税区腾飞工业大厦 B 座 13 层, Guangdong 518045 (CN)。

(72) 发明人: 蒋宏 (JIANG, Hong); 中国广东省深圳市福田区保税区腾飞工业大厦 B 座 13 层, Guangdong 518045 (CN)。唐智 (TANG, Zhi); 中国广东省深圳市福田区保税区腾飞工业大厦 B 座 13 层, Guangdong 518045 (CN)。

(74) 代理人: 北京合智同创知识产权代理有限公司 (BEIJING HEADSTAY INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY); 中国北京市海淀区中关村东路 18 号财智国际大厦 C-1506, Beijing 100083 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,

(54) Title: CAPACITANCE DETECTION CIRCUIT, TOUCH-CONTROL CHIP AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 发明名称: 电容检测电路、触控芯片及电子设备

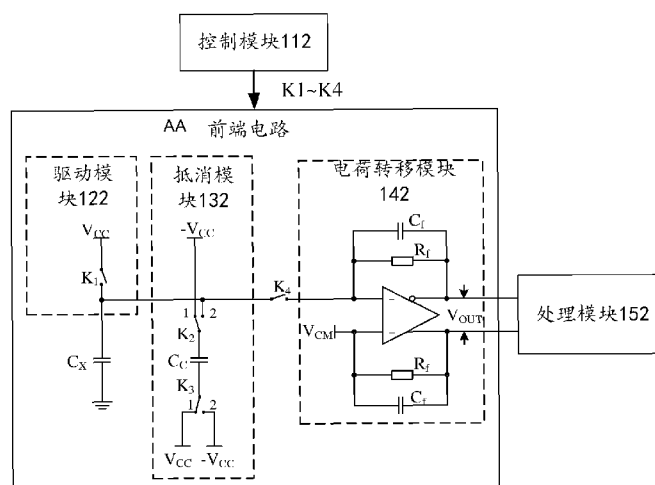


图2

112 Control module
122 Drive module
132 Cancellation module

142 Charge transfer module
152 Processing module
AA Front-end circuit

(57) Abstract: A capacitance detection circuit, a touch-control chip and an electronic device. The capacitance detection circuit comprises: a control module (112), a charge transfer module (142), a processing module (152), a drive module (122) and a cancellation module (132), wherein the control module (112) is used for controlling the drive module (122) to charge a capacitor (C_x) to be detected, controlling the cancellation module (132) to charge a cancellation capacitor (C_c) and controlling the cancellation capacitor (C_c) to perform charge cancellation processing on the capacitor (C_x) to be detected; the charge transfer module (142) is used for transforming charges of the capacitor (C_x) to be detected that has been subjected to cancellation processing so as to generate an

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

output voltage (V_{OUT}); and the processing module (152) is used for determining, according to the output voltage (V_{OUT}), the capacitance variation of the capacitor (C_x) to be detected before and after the influence of an external electric field. The capacitance detection circuit improves the sensitivity of self-capacitance detection, and finally improves the accuracy of self-capacitance detection.

(57) 摘要: 一种电容检测电路、触控芯片及电子设备, 电容检测电路包括: 控制模块(112)、电荷转移模块(142)、处理模块(152)、驱动模块(122)以及抵消模块(132), 所述控制模块(112)用于通过控制所述驱动模块(122)对待测电容(C_x)进行充电处理、所述抵消模块(132)对抵消电容(C_c)进行充电处理, 以及控制所述抵消电容(C_c)对所述待测电容(C_x)进行电荷抵消处理; 所述电荷转移模块(142)用于对所述抵消处理后所述待测电容(C_x)的电荷进行转化处理生成输出电压(V_{OUT}); 所述处理模块(152)用于根据所述输出电压(V_{OUT})确定所述待测电容(C_x)被外加电场影响前后的电容变化量。该电容检测电路提高了自电容检测的灵敏度, 最终提高了自电容检测的准确度。

说明书

电容检测电路、触控芯片及电子设备

本申请要求在 2018 年 9 月 7 日提交的、PCT 申请号为 PCT/CN2018/104618、名称为“电容检测电路、触控芯片及电子设备”的专利申请的优先权，其全部内容通过引用结合在本申请中。

技术领域

本申请实施例涉及触控技术领域，尤其涉及一种电容检测电路、触控芯片及电子设备。

背景技术

对自电容检测来说，其原理是检测电极与系统地之间会形成电容，称之为自电容检测，当没有手指等导致出现外加电场时，检测电极与系统地之间形成的电容具有基础电容量或初始电容量。当手指靠近或触摸检测电极时，检测电极和系统地之间的电容量会变大，通过检测该电容的变化量，可以判断用户的相关触控操作。

在电容触控领域，柔性屏是一个重要的发展方向。当利用上述自电容原理实现电容触控检测时，由于柔性屏往往比传统电容触控屏更薄，导致检测电极相对于系统地距离更近，因而该电容的基础电容量显著高于传统电容触控屏的该电容的基础电容量。另外，由于使用细金属线网格（metal-mesh）作为检测电极，感应面积相对较小，当有手指触控时，导致该电容变化量较小。较小的电容变化量意味着需要较高的电路增益，以使检测电路能够检测到触摸时电容变化量产生的电信号，但是由于基础电容量远高于电容变化量，如果采用较高的电路增益又容易导致检测电路饱和。

另外，电容的变化量较小由此导致产生的电信号也很小，容易被电路噪声淹没而无法检测到。由此可见，现有技术存在自电容检测灵敏度低，最终导致自电容检测的准确度较低的缺陷。

发明内容

有鉴于此，本申请实施例所解决的技术问题之一在于提供一种电容检测电路、触控芯片及电子设备，用以克服现有技术中上述缺陷。

本申请实施例提供了一种电容检测电路，其包括：控制模块、电荷转移模块、处理模块、驱动模块以及抵消模块，所述控制模块用于通过控制所述驱动模块对待测电容进行充电处理、所述抵消模块对抵消电容进行充电处理，以及控制所述抵消电容对所述待测电容进行电荷抵消处理；所述电荷转移模块用于对所述抵消处理后所述待测电容的电荷进行转化处理生成输出电压；所述处理模块用于根据所述输出电压确定所述待测电容被外加电场影响前后的电容变化量。

本申请实施例提供了一种触控芯片，包括：本申请任一实施例所述的电容检测电路。

本申请实施例提供了一种电子设备，其包括本申请任一实施例所述的触控芯片。

本申请实施例提供的技术方案中，由于电容检测电路包括：控制模块、电荷转移模块、处理模块、驱动模块以及抵消模块，所述控制模块用于通过控制所述驱动模块对待测电容进行充电处理、所述抵消模块对抵消电容进行充电处理，以及控制所述抵消电容对所述待测电容进行电荷抵消处理；所述电荷转移模块用于对所述抵消处理后所述待测电容的电荷进行转化处理生成输出电压；所述处理模块用于根据所述输出电压确定所述待测电容被外加电场影响前后的电容变化量，当应用于自电容检测时，由于通过电荷抵消可消除或者减小检测到的待测电容的基础电容量，在电容变化量不变的情况下，增加了电容的变化率，提高了自电容检测的灵敏度，最终提高了自电容检测的准确度。

附图说明

后文将参照附图以示例性而非限制性的方式详细描述本申请实施例的一些具体实施例。附图中相同的附图标记标示了相同或类似的部件或部分。本领域技术人员应该理解，这些附图未必是按比例绘制的。附图中：

图 1 为本申请实施例一电容触控系统结构示意图；

图 2 为本申请实施例二电容检测电路结构示意图；

图 3 为本申请实施例三针对图 2 中电容量检测电路工作时的时序图；

图 4 为本申请实施例四电容检测电路结构示意图；

图 5 为本申请实施例五针对图 4 电容量检测电路工作时的时序图；

图 6 为本申请实施例六电容检测电路结构示意图；

图 7 为本申请实施例七针对图 6 电容检测电路工作时的时序图；

图 8 为本申请实施例八电容检测电路的示意图；

图 9 为本申请实施例九针对图 8 电容检测电路工作时的时序图；

图 10 为本申请实施例十电容检测电路结构示意图；

图 11 为本申请实施例十一针对图 10 中电容检测电路工作时的时序图；

图 12 为本申请实施例十二电容检测电路结构示意图；

图 13 为本申请实施例十三针对图 12 电容量检测电路工作时的时序图；

图 14 为本申请实施例十四电容检测电路结构示意图；

图 15 为本申请实施例十五针对图 14 电容检测电路工作时的时序图。

具体实施方式

实施本申请实施例的任一技术方案必不一定需要同时达到以上的所有优点。

本申请实施例提供的技术方案中，由于电容检测电路包括：控制模块、电荷转移模块、处理模块、驱动模块以及抵消模块，所述控制模块用于通过控制所述驱动模块对待测电容进行充电处理、所述抵消模块对抵消电容进行充电处理，以及控制所述抵消电容对所述待测电容进行电荷抵消处理；所述电荷转移模块用于对所述抵消处理后

所述待测电容的电荷进行转化处理生成输出电压；所述处理模块用于根据所述输出电压确定所述待测电容被外加电场影响前后的电容变化量，当应用于自电容检测时，由于通过电荷抵消可消除或者减小检测到的待测电容的基础电容量，在电容变化量不变的情况下，增加了电容的变化率，提高了自电容检测的灵敏度，最终提高了自电容检测的准确度。

下面结合本申请实施例附图进一步说明本申请实施例具体实现。

下述图 2 到图 7，以实现对于一个待测电容进行自电容检测为例进行说明，因此，下述实施例中，对应地，驱动模块和抵消模块的数量各为一个。实际上，推而广之，从技术思想来看，若有多个待测电容，则可对对应配置多个驱动模块和抵消模块，或者又

称为对于一个待测电容来说，配置一个驱动模块和抵消模块。

图 1 为本申请实施例一电容触控系统结构示意图；如图 1 所示，其包含触控传感器 101、触控芯片 102 和主机 103。触控传感器 101 为双层结构，包括驱动通道 Tx 和感应通道 Rx，它们对系统地的基础电容量记为 C1~C5 和 C6~C10。在进行自电容检测时，触控芯片 102 会扫描每一根通道（驱动通道、感应通道）对系统地的电容量，并计算每一根通道对系统地的电容变化量。当手指靠近或触摸触控屏时，手指靠近或触摸位置的通道对系统地的电容量会变大。如图 1 所示，假如手指与驱动通道 Tx 之间的电容量为 Cd，手指与感应通道 Rx 之间的电容量为 Cs。例如，当手指靠近驱动通道 Tx2 和感应通道 Rx3 时，由于人体作为导体是与系统地相连的，驱动通道 Tx2 对系统地的电容量会变为 C2+Cd，感应通道 Rx3 对系统地的电容量会变成 C8+Cs。触控芯片 102 检测到驱动通道 Tx2 和感应通道 Rx3 对系统地的电容量都会变大，而其它通道对系统地的电容量不变或者近似不变或者较小，因此可计算出触摸位置在驱动通道 Tx2 和感应通道 Rx3 相交的位置，将该位置处的坐标发送主机 103 以实现各种功能的触控操作。

本实施例中，电容检测电路具体配置在上述图 1 的触控芯片 102 上，因此，可理解上述触控芯片 102 包括下述实施例中所述的电容检测电路。

图 2 为本申请实施例二电容检测电路结构示意图；如图 2 所示，其包括：控制模块 112、驱动模块 122、抵消模块 132、电荷转移模块 142 以及处理模块 152，驱动模块 122、抵消模块 132、电荷转移模块 142 具体配置在前端电路中。所述控制模块 112 用于通过控制所述驱动模块 122 对所述待测电容进行充电处理，以及通过控制所述抵消模块 132 对抵消电容进行充电处理以使得抵消电容对待测电容进行电荷抵消；所述电荷转移模块 142 用于对所述抵消处理后所述待测电容的电荷进行转化处理生成输出电压；所述处理模块 152 用于根据所述输出电压（Vout）确定所述待测电容被外加电场影响前后的电容变化量。

如图 2 所示，所述驱动模块 122 包括第一开关单元 K₁（以一个单一的开关实现为例），所述控制模块 112 进一步用于控制第一开关单元 K₁ 处于闭合状态以使所述驱动模块 122 对所述待测电容 C_x 进行充电处理。进一步地，所述第一开关单元 K₁ 处于闭合状态时，所述待测电容 C_x 的第一端电连接第一电压（Vcc），第二端电连接第二电压（GND），所述第一电压高于所述第二电压。本实施例中，VCC 为正的供电电压。

如图 2 所示，所述抵消模块 132 包括第二开关单元 K₂（以一个单一的开关实现为例）以及第三开关单元 K₃（以一个单一的开关实现为例），第二开关单元 K₂ 和第三开关单元 K₃ 可以处于不同的闭合状态，以实现对于抵消电容的充电，以及抵消电容对待测

电容的电荷抵消。

具体地，当所述抵消模块 132 包括第二开关单元 K_2 以及第三开关单元 K_3 时，所述控制模块 112 控制所述第二开关单元 K_2 和所述第三开关单元 K_3 处于第一闭合状态并形成充电支路以使所述抵消模块 132 对所述抵消电容进行充电处理。具体地，所述第二开关单元 K_2 、所述第三开关单元 K_3 处于所述第一闭合状态时，所述抵消电容 C_c 的第一端通过所述第二开关单元 K_2 电连接第三电压 ($-V_{cc}$)，所述抵消电容 C_c 的第二端通过第三开关单元 K_3 电连接第四电压 (V_{cc})，所述第四电压高于所述第三电压。

进一步地，所述控制模块 112 控制所述第二开关单元 K_2 和所述第三开关单元 K_3 处于第二闭合状态形成抵消支路，由于待测电容和抵消电容经过充电之后存储的电荷量不同，由此导致当从充电支路切换到抵消支路时抵消电容可对待测电容进行电荷抵消处理。具体地，控制模块 112 控制所述第二开关单元 K_2 和所述第三开关单元 K_3 处于第二闭合状态时，所述抵消电容 C_c 的第一端与所述待测电容 C_x 第一端电连接，所述抵消电容 C_c 的第二端与第五电压 ($-V_{cc}$) 电连接，所述第五电压低于所述待测电容 C_x 的第二端电连接的第二电压 (GND)。本实施例中， $-V_{cc}$ 为负的供电电压。

如图 2 所示，在所述电荷转移模块 142 单元与所述抵消模块 132 之间设置有第四开关单元 K_4 （以一个单一的开关实现为例），对应地，所述控制模块 112 进一步控制第四开关单元 K_4 处于闭合状态以使所述电荷转移模块 142 与所述待测电容 C_x 电连接，以对所述抵消处理后所述待测电容 C_x 的电荷进行转化处理生成输出电压 V_{OUT} 。

本实施例中，电荷转移模块 142 具体为全差分放大电路，进一步地，该全差分放大电路的正相端可与所述第四开关 K_4 电连接，该全差分放大电路的负相端与共模工作电压 V_{CM} 连接。在该全差分放大电路中，在其正相端与输出端之间、负相端与输出端之间均设置有反馈电阻 R_f 以及反馈电容 C_f 。

本实施例中，第一开关单元 K_1 、第四开关单元 K_4 为单刀单掷开关。第二开关单元 K_2 、第三开关单元为单刀双掷开关，为此，为了在充电支路和抵消支路之间切换，配置了触点 1 和触点 2，触点 1 位于充电支路上，触点 2 位于抵消支路上，详细参见下述图 3 的说明。

图 3 为本申请实施例三针对图 2 中电容检测电路工作时的时序图；如图 3 所示， t_1 - t_4 时段组成的一个检测周期，实际有手指触控期间，其可以覆盖多个检测周期。各个时段主要的技术处理简要说明如下：

t_1 时段：对待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 进行充电；

t_2 时段：待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 之间进行电荷抵消；

t_3 时段：进行电荷转移，将电荷转换为电压信号；

t_4 时段：全差分放大电路复位。

t_1 时段，第一开关单元 K_1 导通（即处于闭合状态），第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 接到触点 1（即处于第一闭合状态），第四开关单元 K_4 关断，待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 同时被充电。 t_1 时段结束时，待测电容 C_x 电压为 V_{cc} ，抵消电容 C_c 电压为 $-2V_{cc}$ 。另外由于第四开关单元 K_4 断开，因此，电荷转移模块的输出电压 V_{out} 为 0。此时，待测电容 C_x 存储的电荷量 $Q_1 = V_{cc} \cdot C_x$ ，抵消电容 C_c 储存的电荷量 $Q_2 = -2V_{cc} \cdot C_c$ 。

t_2 时段，第一开关单元 K_1 、第四开关单元 K_4 关断，第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 接到触点 2（即处于第二闭合状态），待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 所储存电荷

中和抵消。达到稳态后，由电荷守恒定律，有 $V_{CC}C_X - 2V_{CC}C_C = V_X C_X + (V_X + V_{CC})C_C$ 成立，可得待测电容 C_X 的电压 V_X ：
$$V_X = \frac{V_{CC}C_X + (V_{SS} - V_{CC})C_C}{C_X + C_C} = \frac{V_{CC}C_X - 3V_{CC}C_C}{C_X + C_C}。$$

5 t3 时段，第一开关单元 K_1 断开，第二开关单元 K_2 和第三开关单元 K_3 接到触点 2（即处于第二闭合状态），第四开关单元 K_4 导通（即处于闭合状态），根据待测电容 C_X 的电压 V_X 大小，存在以下几种情况：

若 $V_X > V_{CM}$ ，待测电容 C_X 与抵消电容 C_C 同时向电荷转移模块转移电荷，直至待测电容 C_X 的电压 V_X 达到 V_{CM} 。在这个过程中，电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为负向的电压。

10 若 $V_X = V_{CM}$ ，则不存在待测电容 C_X 与抵消电容 C_C 向电荷转移模块转移电荷的过程，电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为 0，此时电路达到完全抵消状态。通过合理设置电路的参数（如下详述），使得在无触摸时电路能够达到完全抵消状态，能够将待测电容 C_X 的基础电容量完全抵消，则在有触摸时，待测电容 C_X 的电容量在其基础电容量基础上变大，输出电压 V_{OUT} 的电压完全是由触摸导致的。因此，这种状态下检测灵敏度最高。

15 若 $V_X < V_{CM}$ ，电荷转移模块会通过反馈网络（ R_f 和 C_f 组成）对待测电容 C_X 和抵消电容 C_C 充电，直至待测电容 C_X 和抵消电容 C_C 的电压都达到 V_{CM} 。在这个过程中，电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为正向的电压。

20 t4 时段，第一开关单元 K_1 断开，第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 处于第二闭合状态，且第四开关单元 K_4 断开，待测电容 C_X 和抵消电容 C_C 复位，输出电压 V_{OUT} 变为 0。

由上述可见，在 t2 时段结束时： $V_{CC}C_X - 2V_{CC}C_C = V_X C_X + (V_X + V_{CC})C_C$

由上述可见，t3 时段结束时待测电容 C_X 和抵消电容 C_C 的电压一定为 V_{CM} ，则转移的电荷量为：

$$\begin{aligned}\Delta Q &= V_X C_X + (V_X + V_{CC})C_C - [V_{CM}C_X + (V_{CM} + V_{CC})C_C] \\ &= V_{CC}C_X - 2V_{CC}C_C - [V_{CM}C_X + (V_{CM} + V_{CC})C_C] \\ &= (V_{CC} - V_{CM})C_X - (3V_{CC} + V_{CM})C_C\end{aligned}$$

25 根据 t1-t4 的时序过程，可得转移的电荷量为 $\Delta Q = (V_{CC} - V_{CM})(C_{X0} + \Delta C) - (3V_{CC} + V_{CM})C_C$ 。当完全抵消状态时，转移的电荷量 $\Delta Q = (V_{CC} - V_{CM}) \cdot \Delta C$ ，并且可得输出电压的平均值为 $V_{OUT} = 2\Delta Q \cdot f \cdot R_f$ ， f 表示检测频率，其数值为 t1-t4 构成的一个检测周期的倒数。

在完全抵消状态时， $V_X = V_{CM}$ ，则有以下关系成立：

$$(V_{CC} - V_{CM})C_{X0} = (3V_{CC} + V_{CM})C_C$$

30 可得抵消电容 C_C 的电容量为 $C_C = \frac{V_{CC} - V_{CM}}{3V_{CC} + V_{CM}} C_{X0}$ ，按照该式子设置 C_C 、 C_{X0} 、 V_{CC} 、

V_{CM} 可使电路达到完全抵消状态。特别地，当 $V_{CC} = 2V_{CM}$ 时，有 $C_C = \frac{C_{X0}}{7}$ 。因此，完全抵消时，抵消电容 C_C 的电容量为待测电容 C_X 的基础电容量的 1/7。

由上述推理过程可见，抵消电容 C_C 在选择或者设计优选其电容量为待测电容 C_X 基础电容量的 1/7。另外，为了避免由于触控屏被触控时抵消电容的电容量发生变化导致影响待测电容的电容量变化量检测，抵消电容 C_C 优选不因触控而产生电容量变化的电

容。

图4 本申请实施例四电容检测电路结构示意图；如图4所示，与上述实施例相同，其包括：控制模块112、驱动模块122、抵消模块132、电荷转移模块142以及处理模块152，与上述实施例三不同的是，所述第二开关单元K₂和所述第三开关单元K₃处于第二闭合状态时，所述抵消电容C_c的第一端与所述待测电容C_x的第一端电连接，所述抵消电容C_c的第二端与第六电压（GND）电连接，所述第六电压等于所述待测电容C_x的第二端电连接的第二电压（GND）。即上述图2中充电支路和抵消支路中的负电压-V_{cc}被替换为系统地。第一开关单元K₁-第四开关单元K₄的设置与上述图2所示实施例相同，开关动作控制也相同。

图5 本申请实施例五针对图4电容量检测电路工作时的时序图；如图5所示，一个检测周期仍然包括t1-t4时段，详细时序如下：

t1时段，第一开关单元K₁导通，第二开关单元K₂、第三开关单元K₃接触到点1，第四开关单元K₄关断，待测电容C_x和抵消电容C_c同时充电。t1时段结束时，待测电容C_x电压为V_{cc}，抵消电容C_c电压为-V_{cc}，电荷转移模块的输出电压V_{OUT}为0。此时，待测电容C_x存储的电荷量Q₁=V_{cc}*C_x，抵消电容C_c储存的电荷量Q₂=-V_{cc}*C_c。

t2时段，第一开关单元K₁、第四开关单元K₄关断，第二开关单元K₂、第三开关单元K₃接触到点2，待测电容C_x和抵消电容C_c所储存电荷中和抵消。达到稳态后，由电荷守恒定律，有 $V_{cc}C_x - V_{cc}C_c = V_x(C_x + C_c)$ 成立，可得待测电容C_x电压 $V_x = \frac{V_{cc}(C_x - C_c)}{C_x + C_c}$ 。

t3时段，第一开关单元K₁关断，第二开关单元K₂、第三开关单元K₃接触到点2，第四开关单元K₄导通，根据V_x电压大小，存在以下几种情况：

若V_x>V_{cm}，待测电容C_x与抵消电容C_c同时向电荷转移模块转移电荷，直至待测电容C_x电压达到V_{cm}。在这个过程中，电荷转移模块的输出电压V_{OUT}为负向的电压。

若V_x=V_{cm}，则不存在待测电容C_x与抵消电容C_c向电荷转移模块转移电荷的过程，电荷转移模块的输出电压V_{OUT}为0。此时电路达到完美抵消状态。通过合理设置电路的参数（如下详述），使得在无触摸时电路能够达到完全抵消状态，能够将待测电容C_x的基础电容量完全抵消，则在有触摸时，待测电容C_x的电容量变大，输出电压V_{OUT}完全是由触摸导致的。因此，这种状态下检测灵敏度最高。

若V_x<V_{cm}，电荷转移模块会通过反馈网络R_f和C_f对待测电容C_x和C_c充电，直至C_x和C_c电压达到V_{cm}。在这个过程中，电荷转移模块的输出电压V_{out}为正向的电压。

t4过程，第四开关单元K₄断开，电荷转移模块复位，输出电压V_{OUT}变为0。

根据t1-t4的时序过程，可得转移的电荷量为 $\Delta Q = (V_{cc} - V_{cm})(C_{x0} + \Delta C) - (V_{cc} + V_{cm})C_c$ 。当完全抵消状态时，转移的电荷量 $\Delta Q = (V_{cc} - V_{cm}) \cdot \Delta C$ ，在完全抵消状态时，V_x=V_{cm}，则有以下关系成立：

$$(V_{cc} - V_{cm})C_{x0} = (V_{cc} + V_{cm})C_c$$

可得抵消电容C_c的电容量大小为 $C_c = \frac{V_{cc} - V_{cm}}{V_{cc} + V_{cm}} C_{x0}$ ，特别地，当V_{cc}=2V_{cm}时，有

$C_c = \frac{C_{x0}}{3}$ 。因此，完全抵消时，抵消电容 C_c 的电容量为待测电容 C_x 的基础电容量的 1/3。由此可见，本实施例中的抵消电容 C_c 的电容量大小为图 2 实施例的 7/3 倍。

因此，从理论上，按照上述可完全能抵消的情形设计抵消电容的电容量。

图 6 本申请实施例六电容检测电路结构示意图；如图 6 所示，与上述实施例相同，其包括：控制模块 112、驱动模块 122、抵消模块 132、电荷转移模块 142 以及处理模块 152。

与上述实施例不同的是，所述抵消模块 132 包括第二开关单元（不包括第三开关单元 K_3 ），所述控制模块 112 进一步用于控制所述第二开关单元 K_2 处于第一闭合状态并形成充电支路以使所述驱动模块 122 对所述抵消电容 C_c 进行充电处理。当所述第二开关单元 K_2 处于所述第一闭合状态时，所述抵消电容 C_c 的第一端通过所述第二开关单元 K_2 电连接第三电压（-VCC），所述抵消电容 C_c 的第二端电连接第六电压（GND），所述第六电压高于所述第三电压。

进一步地，本实施例中，所述控制模块 112 控制所述第二开关单元 K_2 处于第二闭合状态形成抵消支路以使所述抵消电容 C_c 对所述待测电容 C_x 进行电荷抵消。当所述第二开关单元 K_2 处于第二闭合状态时，所述抵消电容 C_c 的第一端与所述待测电容 C_x 的第一端电连接，所述抵消电容 C_c 的第二端与所述第六电压（GND）电连接，所述第六电压等于所述待测电容 C_x 的第二端电连接的第二电压（GND）。

即，抵消模块 132 只包括第二开关单元 K_2 ，相比于上述图 2、图 4，只保留了图 4 中的第六电压（GND）以及图 2 中的第三电压（-Vcc）。

图 7 本申请实施例七针对图 6 电容检测电路工作时的时序图；如图 7 所示，一个检测周期仍然包括 t1-t4 时段，详细时序如下：

t1 时段，第一开关单元 K_1 导通，第二开关单元 K_2 接到触点 1，第四开关单元 K_4 关断，待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 同时充电，t1 时段结束时，待测电容 C_x 电压为 V_{cc} ，抵消电容 C_c 电压为 $-V_{cc}$ ，电荷转移模块的输出电压 V_{out} 为 0。此时，待测电容 C_x 存储的电荷量 $Q1 = V_{cc} * C_x$ ，抵消电容 C_c 储存的电荷量 $Q2 = -V_{cc} * C_c$ 。

t2 时段，第一开关单元 K_1 、第四开关单元 K_4 关断，第二开关单元 K_2 接到触点 2，待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 所储存电荷中和抵消。达到稳态后，由电荷守恒定律，有 $V_{cc}C_x - V_{cc}C_c = V_x(C_x + C_c)$ 成立，可得待测电容 C_x 电压 $V_x = \frac{V_{cc}(C_x - C_c)}{C_x + C_c}$ 。

t3 时段，第一开关单元 K_1 关断，第二开关单元 K_2 接到触点 2，第四开关单元 K_4 导通，根据 V_x 电压大小，存在以下几种情况：

若 $V_x > V_{CM}$ ，待测电容 C_x 与抵消电容 C_c 同时向电荷转移模块 142 转移电荷，直至 C_x 的电压达到 V_{CM} 。在这个过程中，电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为负向的电压。

若 $V_x = V_{CM}$ ，则不存在待测电容 C_x 与抵消电容 C_c 向电荷转移模块转移电荷的过程，电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为 0。此时电路达到完美抵消状态。通过合理设置电路的参数（如下详述），使得在无触摸时电路能够达到完全抵消状态，能够将待测电容 C_x 的基础电容量完全抵消，则在有触摸时，待测电容 C_x 的电容量在其基础电容量基础上变大，输出电压 V_{OUT} 的电压完全是由触摸导致的。因此，这种状态下检测灵敏度最高。

若 $V_X < V_{CM}$, 电荷转移模块会通过反馈网络 R_f 和 C_f 对待测电容 C_X 和 C_c 充电, 直至 C_X 与 C_c 电压达到 V_{CM} 。在这个过程中, 电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为正向的电压。

t4 过程, 第四开关单元 K_4 断开, 电荷转移模块复位, 输出 V_{OUT} 变为 0。

根据 t1-t4 的时序过程, 可得转移的电荷量为 $\Delta Q = (V_{CC} - V_{CM})(C_{X0} + \Delta C) - (V_{CC} + V_{CM})C_C$ 。当完全抵消状态时, 转移的电荷量 $\Delta Q = (V_{CC} - V_{CM}) \cdot \Delta C$, 在完全抵消状态时, $V_X = V_{CM}$, 则有以下关系成立:

$$(V_{CC} - V_{CM})C_{X0} = (V_{CC} + V_{CM})C_C$$

可得抵消电容 C_c 的电容量为 $C_C = \frac{V_{CC} - V_{CM}}{V_{CC} + V_{CM}} C_X$, 特别地, 当 $V_{CC} = 2V_{CM}$ 时, 有 $C_C = \frac{C_{X0}}{3}$ 。

因此, 完全抵消时, 抵消电容 C_c 的电容量为待测电容 C_X 的基础电容量的 1/3。

本实施例的抵消电容 C_c 的电容量大小为图 2 实施例的 7/3 倍, 与图 4 实施例相同。

下述图 8 所示实施例中, 以待测电容有两个为例, 对应地, 对于每一个待测电容来说, 对应有一个驱动模块和抵消模块, 进一步地, 如果采用图 2 的驱动模块和抵消模块结构, 同样地, 对于实现一个待测电容的电容变化量检测来说, 分别配置有一个第一开关单元 K_1 、第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 、第四开关单元 K_4 , 对于单个待测电容的电容变化量检测原理类似上述图 2 所示。以下结合图 8 和图 9 进行说明。

图 8 为本申请实施例八电容检测电路的示意图; 本实施例基于相邻检测通道的全差分处理架构, 对每个待测电容用相同的电路结构, 从而整体上组成差分检测, 进一步利于抑制共模干扰、温漂、形变等干扰。具体地, 如图 8 所示, 为了直观起见, 两个待测电容分别命名为第一待测电容 C_{X1} 、第二待测电容 C_{X2} , 两个驱动模块命名为第一驱动模块 122A、第二驱动模块 122B, 两个抵消模块分别命名为第一抵消模块 132A、第二抵消模块 132B, 对于实现第一待测电容 C_{X1} 的电容变化量检测来说相关的开关单元命名保持不变, 分别为第一开关单元 K_1 、第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 、第四开关单元 K_4 。而对于实现第二待测电容 C_{X2} 的电容变化量检测来说相关的开关单元命名修改为: 第五开关单元 K_5 (相当于图 2 中的 K_1)、第六开关单元 K_6 (相当于图 2 中的 K_2)、第七开关单元 K_7 (相当于图 2 中的 K_3)、第八开关单元 K_8 (相当于图 2 中的 K_4)。

另外, 与上述实施例不同的是, 为实现第二待测电容 C_{X2} 的电容变化量检测的第八开关单元 K_8 可以电荷转移模块 142 的负相端连接。

图 9 本申请实施例九针对图 8 电容检测电路工作时的时序图; 如图 9 所示, 对于每一个待测电容, 一个检测周期仍然包括 t1-t4 时段, 详细时序如下:

t1 时刻, 第一开关单元 K_1 、第五开关单元 K_5 导通, 第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 、第六开关单元 K_6 、第七开关单元 K_7 接到触点 1, 第四开关单元 K_4 、第八开关单元 K_8 关断, 第一待测电容 C_{X1} 、第二待测电容 C_{X2} 和第一抵消电容 C_{C1} 、第二抵消电容 C_{C2} 同时充电。t1 时刻结束时, 第一待测电容 C_{X1} 、第二待测电容 C_{X2} 电压为 V_{CC} , 第一抵消电容 C_{C1} 、第二抵消电容 C_{C2} 电压为 $-2V_{CC}$, 电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为 0。此时, 第一待测电容 C_{X1} 、第二待测电容 C_{X2} 存储的电荷量 $Q1 = V_{CC} \cdot C_X$, 第一抵消电容 C_{C1} 、第二抵消电容 C_{C2} 储存的电荷量 $Q2 = -2V_{CC} \cdot C_C$ 。

t2 时刻, 第一开关单元 K_1 、第四开关单元 K_4 、第五开关单元 K_5 、第八开关单元

K_8 关断, 第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 、第六开关单元 K_6 、第七开关单元 K_7 接到触点 2, 第一待测电容 C_{x1} 、第二待测电容 C_{x2} 和第一抵消电容 C_{c1} 、第二抵消电容 C_{c2} 所储存电荷中和抵消。达到稳态后, 第一待测电容 C_{x1} 的电压为 $V_{x1} = \frac{V_{CC}C_{x1} - 3V_{CC}C_{c1}}{C_{x1} + C_{c1}}$,

第二待测电容 C_{x2} 的电压为 $V_{x2} = \frac{V_{CC}C_{x2} - 3V_{CC}C_{c2}}{C_{x2} + C_{c2}}$ 。

5 t_3 时刻, 第四开关单元 K_4 、第八开关单元 K_8 导通, 第一待测电容 C_{x1} 、第一抵消电容 C_{c1} 和第二待测电容 C_{x2} 、第二抵消电容 C_{c2} 同时与电荷转移模块之间转移电荷, 达到稳态时, 第一待测电容 C_{x1} 、第一抵消电容 C_{c1} 转移的电荷量为 $\Delta Q_1 = (V_{x1} - V_{CM})(C_{x1} + C_{c1})$, 第二待测电容 C_{x2} 、第二抵消电容 C_{c2} 转移的电荷量为 $\Delta Q_2 = (V_{x2} - V_{CM})(C_{x2} + C_{c2})$, 根据 ΔQ_1 、 ΔQ_2 的大小, 存在以下几种情况:

10 若 $\Delta Q_1 > \Delta Q_2$, 进一步存在 $V_{x1} > V_{x2}$, 电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为负向的电压;

若 $\Delta Q_1 = \Delta Q_2$, 进一步存在 $V_{x1} = V_{x2}$, 电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为 0;

若 $\Delta Q_1 < \Delta Q_2$, 进一步存在 $V_{x1} < V_{x2}$, 电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为正向的电压。

15 t_4 过程, 第四开关单元 K_4 、第八开关单元 K_8 断开, 电荷转移模块 142 复位, 输出电压 V_{OUT} 变为 0。

根据以上过程, 可得第一待测电容 C_{x1} 、第二待测电容 C_{x2} 、第一抵消电容 C_{c1} 、第二抵消电容 C_{c2} 与电荷转移模块转移的电荷量为:

$$\Delta Q = \Delta Q_1 - \Delta Q_2 = (V_{CC} - V_{CM})(C_{x1} - C_{x2}) - (3V_{CC} + V_{CM})(C_{c1} - C_{c2}),$$

20 又 $C_{x1} = (C_{x10} + \Delta C_1)$, $C_{x2} = (C_{x20} + \Delta C_2)$, ΔC_1 表示第一待测电容的电容变化量, C_{x10} 表示第一待测电容的基础电容量; ΔC_2 表示第二待测电容的电容变化量, C_{x20} 表示第二待测电容的基础电容量。

完全抵消时, 转移的电荷量为 $\Delta Q = (V_{CC} - V_{CM})(\Delta C_1 - \Delta C_2)$, 并且可得输出电压的平均值为 $V_{OUT} = 2\Delta Q \cdot f \cdot R_f$ 。

25 与图 2 实施例相同, 该实施例在完全抵消时, 对于第一待测电容和第二待测电容分别存在:

$$(V_{CC} - V_{CM})C_{x10} = (3V_{CC} + V_{CM})C_{c1}, (V_{CC} - V_{CM})C_{x20} = (3V_{CC} + V_{CM})C_{c2}$$

因此, 满足第一抵消电容的电容量和第二抵消电容的电容量满足如下关系:

$$C_{c1} = \frac{C_{x10}}{7}, C_{c2} = \frac{C_{x20}}{7}, \text{即完全抵消时, 第一抵消电容的电容量大小为第一待测电容的基}$$

30 础电容量的 1/7, 第二抵消电容的电容量为第二待测电容的基础电容量的 1/7。

这里, 需要说明是, 图 8 实施例中, 给每一个待测电容配置的驱动模块、抵消模块也可以采用图 4、图 6 中所示的结构。当对于第一待测电容和第二待测电容配置不同驱动模块和抵消模块时, 设置的第一抵消电容和第二抵消电容的电容量数值上可能不同。

35 在其他应用场景中, 如果只针对一个待测电容, 则可以配置图 8 中的第一驱动模块、第一抵消模块、电荷转移模块、处理模块即可。

图 10 本申请实施例十电容检测电路结构示意图; 如图 10 所示, 与上述实施例类

似，主要包括控制模块 112、驱动模块 122 和抵消模块 132、电荷转移模块 142 和处理模块 152 组成。与图 8 只针对一个待测电容时保留的电路结构不同的是，驱动模块 122 中增加了第九开关单元，抵消模块 132 中增加了第十开关单元、第十一开关单元、第十二开关单元。在本实施例中，第九开关单元、第十开关单元、第十一开关单元、第十二开关单元以一个单一的开关实现为例，分别记为 K_9 ~ K_{12} ，其具体为单刀双掷开关，其分别具有触点 1、2，具有两种闭合状态，分别称之为第一闭合状态、第二闭合状态，当切换到触点 1 时，处于第一闭合状态，当切换到触点 2 时，处于第二闭合状态。进一步地，控制模块 112 进一步用于控制开关 K_1 ~ K_4 、 K_9 ~ K_{12} 的通断，该控制模块 112 具体可以为可编程的时序逻辑电路。控制第一开关单元 K_1 通断的信号记为 $\Phi 1$ （或者称之为第一控制信号），控制第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 通断的信号记为 $\Phi 2$ （或者称之为第二控制信号），控制开关 K_4 通断的信号记为 $\Phi 3$ （或者称之为第三控制信号），控制第九开关单元 K_9 ~第十二开关单元 K_{12} 通断的信号记为 $\Phi 4$ （或者称之为第四控制信号）。即，通过第二控制信号同步控制所述第二开关单元、第三开关单元进行闭合状态的切换，通过第四控制信号同步控制第九开关单元~第十二开关单元进行闭合状态的切换，从而实现对所述待测电容、所述抵消电容进行充电、放电以及与电荷转移模块进行电荷转移。

本实施例中，当开关 K_9 ~ K_{12} 处于第一闭合状态时，驱动模块 122、抵消模块 132 的电路状态分别类似上述图 8 中的第一驱动模块 122、第一抵消模块 132，或者，又可以称之为，当第一开关单元 K_1 处于闭合状态且所述第九开关单元 K_9 处于第一闭合状态时，实现待测电容 C_x 的第一端与第一电压（VCC）连接；当第二开关单元 K_2 处于第一闭合状态、第三开关单元 K_3 处于第一闭合状态且第十开关单元 K_{10} 处于第一闭合状态时，实现抵消电容的第一端与第三电压（即 $V_{ss}=-VCC$ ）连接；当第二开关单元 K_2 处于第一闭合状态、第三开关单元 K_3 处于第一闭合状态且第十一开关单元 K_{11} 处于第一闭合状态时，实现抵消电容 C_c 的第二端与第四电压（VCC）连接。另外，当第二开关单元 K_2 处于第二闭合状态、第三开关单元 K_3 处于第二闭合状态且第十二开关单元 K_{12} 处于第一闭合状态时，抵消电容 C_c 的第二端与第五电压（GND）连接。

与上述实施例不同的是，本实施例中，当所述第九开关单元 K_9 处于第二闭合状态，且当所述第一开关单元 K_1 处于闭合状态时，待测电容 C_x 的第一端与第七电压（GND）连接；当第十开关单元 K_{10} 处于第二闭合状态时，第二开关单元 K_2 处于第一闭合状态、第三开关单元 K_3 处于第一闭合状态、第十一开关单元处于第二闭合状态，所述抵消电容 C_c 的第二端与第九电压（ $V_{ss}=-V_{cc}$ ）连接。当第一开关单元 K_1 断开，第二开关单元 K_2 处于第二闭合状态、第三开关单元 K_3 处于第二闭合状态且第十二开关单元 K_{12} 处于第二闭合状态，抵消电容 C_c 的第二端与第十电压（VCC）连接。

下面结合时序图，对上述图 10 中电容检测电路的工作原理做示例性说明。

图 11 为本申请实施例十一针对图 10 中电容检测电路工作时的时序图；如图 11 所示，t1-t4 时段、t5-t8 时段分别组成一个检测周期，实际有手指触控期间，其可以覆盖多个检测周期。各个时段主要的技术处理简要说明如下：

t1 时段：对待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 进行充电；

t2 时段：待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 之间进行电荷抵消；

t3 时段：进行电荷转移，将电荷转换为电压信号；

t4 时段：电荷转移模块复位，输出为 0（或者又称之为死区时段）；

t5 时段：对待测电容 C_x 放电，对抵消电容 C_c 进行充电；

t6 时段：待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 之间进行电荷抵消；

t7 时段：进行电荷转移，将电荷转换为电压信号；

5 t8 时段：电荷转移模块复位，其输出的电压信号为 0（或者又称之为死区时段）。

如图 11 所示，第一控制信号 $\Phi 1$ ~第三控制信号 $\Phi 3$ 的信号频率为第四控制信号 $\Phi 4$ 的两倍，第四控制信号 $\Phi 4$ 为占空比为 50% 的方波。并且， $t_1=t_5$ ， $t_2=t_6$ ， $t_3=t_7$ ， $t_4=t_8$ ；另外，图 11 中 $V_{ss}=-V_{cc}$ 。详细时序过程如下：

10 t1 时段，第一开关单元 K_1 导通，第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 、第九开关单元 K_9 ~第十二开关单元 K_{12} 接到触点 1 以分别处于第一闭合状态，第四开关单元 K_4 关断，使得待测电容 C_x 的第一端连接 V_{cc} 且其第二端连接 GND ，以及使得抵消电容的第一端连接 V_{ss} 且其第二端连接 V_{cc} ，最终使得待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 分别被充电。t1 时段结束时，待测电容 C_x 电压为 V_{cc} （即 $V_{cc}-GND$ ），抵消电容 C_c 电压为 $-2V_{cc}$ （即 $V_{ss}-V_{cc}=-2V_{cc}$ ）。此时，待测电容 C_x 存储的电荷量 $Q_1=V_{cc}*C_x$ ，抵消电

15 容 C_c 储存的电荷量 $Q_2=(V_{ss}-V_{cc})*C_c=-2V_{cc}*C_c$ 。与此同时，由于第四开关单元 K_4 断开，因此，电荷转移模块 142 的输出电压 V_{out} 为 0。

t2 时段，第一开关单元 K_1 、第四开关单元 K_4 分别在第一控制信号、第三控制信号的控制下关断，第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 在第二控制信号的控制下接到触点 2 以处于第二闭合状态，第九开关单元 K_9 ~第十二开关单元 K_{12} 在第四控制信号的控制下接到触点 1 以处于第一闭合状态，待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 所储存电荷中和抵消。达到稳态后，由电荷守恒定律，有 $V_{cc}C_x - 2V_{cc}C_c = V_{x1}C_x + (V_{x1}+V_{cc})C_c$ 成立，可得待测电容 C_x 电压 V_{x1} ：

$$V_{x1} = \frac{V_{cc}C_x + (V_{ss} - V_{cc})C_c}{C_x + C_c} = \frac{V_{cc}C_x - 3V_{cc}C_c}{C_x + C_c}$$

25 此处，需要说明的是，由于在 t2 时段，第一开关单元 K_1 和第二开关单元 K_2 断开，以及第三开关单元 K_3 接到触点 2，因此，实际上，在另外一实施例中，第九开关单元 K_9 、第十个开关单元 K_{10} 、第十一开关单元 K_{11} 也可以被控制到与触点 1 接触。

t3 时段，第四开关单元 K_4 导通，其它开关保持与 t2 时段的状态一致，待测电容 C_x 、抵消电容 C_c 与电荷转移模块 142 之间进行电荷转移。

30 t4 时段，第四开关单元 K_4 断开，其它开关保持 t3 时段的状态一致，电荷转移模块 142 复位，所述电荷转移模块 142 的输出电压 V_{OUT} 变为 0。

t5 时段，第一开关单元 K_1 在第一控制信号的控制下处于闭合状态，第二开关单元 K_2 、第三开关单元 K_3 在第二控制信号的控制下接到触点 1 以分别处于第一闭合状态，第九开关单元 K_9 ~第十二开关单元 K_{12} 在第四控制信号的控制下接到触点 2 以处于第二闭合状态，同时，第四开关单元 K_4 关断，由于待测电容 C_x 的两端均连接到 GND ，因此待测电容 C_x 放电到 GND 。另外，由于抵消电容 C_c 的第一端连接到 V_{cc} 且其第二端连接到 V_{ss} ，因此，抵消电容 C_c 处于充电状态。t5 时段结束时，待测电容 C_x 电压为 0，抵消电容 C_c 电压为 $2V_{cc}$ （即 $V_{cc}-V_{ss}$ ）。对于电荷转移模块 142 来说，由于第四开关单元 K_4 断开，因此，其输出电压 V_{OUT} 为 0。此时，待测电容 C_x 存储的电荷量 $Q_1=0$ ，抵消电容 C_c 储存的电荷量 $Q_2=2V_{cc}*C_c$ 。

t6 时段, 第一开关单元 K_1 、第四开关单元 K_4 分别在第一控制信号以及第三控制信号的控制下关断, 第二开关单元 K_2 ~第三开关单元 K_3 、第九开关单元 K_9 ~第十二开关单元 K_{12} 分别在第二控制信号、第四控制信号的控制下接到触点 2 以分别处于第二闭合状态, 待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 所储存电荷中和抵消。达到稳态后, 根据电荷守恒定律, 有 $(V_{CC} - V_{SS})C_c = V_{x2}C_x + (V_{x2} - V_{CC})C_c$ 成立, 可得待测电容 C_x 的电压 $V_{x2} = \frac{(2V_{CC} - V_{SS})C_c}{C_x + C_c}$ 。

t7 时段, 第四开关单元 K_4 导通, 其它开关保持与 t6 时段的状态相同, 待测电容 C_x 、抵消电容 C_c 与电荷转移模块 142 之间进行电荷转移。

t8 时段, 第四开关单元 K_4 断开, 其它开关保持与 t6 时段的状态相同, 电荷转移模块 142 复位, 且其输出电压 V_{OUT} 变为 0。

以上工作过程, t3 和 t7 时段内发生电荷转移, 根据 t2 和 t6 时段结束时待测电容 C_x 上的电压 V_x (V_{x1} 或者 V_{x2}), 存在以下几种情况:

若 $V_x > V_{CM}$, 待测电容 C_x 与抵消电容 C_c 同时向电荷转移模块 142 转移电荷, 直至待测电容 C_x 的电压达到共模电压 V_{CM} 。在这个过程中, 电荷转移模块 142 的输出电压 V_{OUT} 为负向的电压。

若 $V_x = V_{CM}$, 则待测电容 C_x 与抵消电容 C_c 与电荷转移模块 142 之间转移的电荷为 0, 电荷转移模块 142 的输出电压 V_{OUT} 也为 0, 此时电路达到完全抵消状态。

若 $V_x < V_{CM}$, 电荷转移模块 142 会通过反馈网络 (R_f 和 C_f) 对待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 充电, 直至待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 的电压达到共模电压 V_{CM} 。在这个过程中, 电荷转移模块 142 的输出电压 V_{OUT} 为正向的电压。

根据以上工作过程推导出的 V_{x1} 、 V_{x2} 表达式, 可得以下关系:

$$V_{x1} + V_{x2} = \frac{V_{CC}C_x + V_{CC}C_c}{C_x + C_c} = V_{CC}$$

本实施例中, 由于第一控制信号 $\Phi 1$ ~第三控制信号 $\Phi 3$ 的信号频率为第四控制信号 $\Phi 4$ 的两倍, 第四控制信号 $\Phi 4$ 为占空比为 50% 的方波, 相当于两个 $\Phi 1$ 或者 $\Phi 2$ 或者 $\Phi 3$ 周期构成一个 $\Phi 4$ 周期。并且, $t1=t5$, $t2=t6$, $t3=t7$, $t4=t8$, 从容使得 t1-t4 周期和 t5-t8 周期之间 (即两个相邻检测周期之间) 采样到的噪声相关度最高; 当 $V_{CC}=2 V_{CM}$ 时, V_{x1} 和 V_{x2} 是关于 V_{CM} 对称的, 且与待测电容 C_x 和抵消电容 C_c 的大小无关, 即 V_{x1} 和 V_{x2} 关于 V_{CM} 的对称性并不受 V_{x1} 和 V_{x2} 的影响。当 V_{x1} 和 V_{x2} 是关于 V_{CM} 对称的, 则对应的输出电压 V_{out} 也是对称的, 如图 11 所示。本实施例中当存在低频噪声时, 由于电荷转移模块 142 的输出电压 V_{OUT} 是正负对称的, V_{OUT} 朝一个方向的值变大, 且朝另一个方向的值变小。由于在两个相邻周期 ($t1-t4/t5-t8$) 内, 低频噪声近似为一个恒定的偏移量, 这个偏移量会使 V_{out} 向相同的方向变化, 比如 V_{out} 朝一个方向的值变大, 则朝另一个方向的值会变小, 最终得到的峰峰值不变, 从而使得低频噪声得到有效抑制。

特别地, 当 $V_{x1}=V_{x2}=V_{CM}=1/2V_{CC}$, 且 $V_{SS}=-V_{CC}$, 再结合上述 V_{x1} 或 V_{x2} 其中任一个的关系式, 得到有 $C_c = \frac{1}{5}C_x$, 电路达到完全抵消状态。因此, 完全抵消时, 抵消电容 C_c 电容量为待测电容 C_x 的基础电容量的 1/5。根据前面的推导, 在 $V_{CC}=2V_{CM}$ 时, 输出电压 V_{OUT} 一定是对称的, 与待测电容 C_x 、抵消电容 C_c 以及 V_{SS} 大小都无关。因

此, 调节 V_{ss} 使 $V_{ss} < -V_{cc}$, 可减小待测电容 C_c 的基础电容量使其满足 $C_c < \frac{1}{5}C_x$ 。

上述电荷转移模块 142 的输出电压分别经处理模块 152 中的抗混叠滤波器 (Anti-alias Filter, 简称 AAF) 滤波后, 送入模数转换器 (Analog-Digital Converter, 简称 ADC) 采样, 然后经过数字信号处理器 (DIGITAL SIGNAL PROCESSOR, 简称 DSP) 进行正交 (IQ) 解调, 得到的原始数据送至 CPU 进行坐标计算, 以获得触摸的位置。

图 12 本申请实施例十二电容检测电路结构示意图; 图 13 本申请实施例十三针对图 12 电容量检测电路工作时的时序图; 如图 12 所示, 该方案在电路上与上述图 11 所示电容检测电路的区别是将第十二开关单元 K_{12} 切换到触点 1 时处于第一闭合状态所连接的 GND 更换成 V_{ss} 。如下主要说明在时序控制上与图 11 不同之处。

t2 时段: 达到稳态时, 根据电荷守恒定律有 $V_{cc}C_x + (V_{ss} - V_{cc})C_c = V_{x1}C_x + (V_{x1} - V_{ss})C_c$, 可得待测电容 C_x 的电压 $V_{x1} = \frac{V_{cc}C_x + (2V_{ss} - V_{cc})C_c}{C_x + C_c}$ 。

t6 时段, 稳态时根据电荷守恒定律, 有 $(V_{cc} - V_{ss})C_c = V_{x2}C_x + (V_{x2} - V_{cc})C_c$, 可得待测电容 C_x 的电压 $V_{x2} = \frac{(2V_{cc} - V_{ss})C_c}{C_x + C_c}$ 。

本实施例中, 要使 V_{x1} 和 V_{x2} 关于 V_{CM} 对称, 即 $V_{x1} + V_{x2} = \frac{V_{cc}C_x + (V_{ss} + V_{cc})C_c}{C_x + C_c} = 2V_{CM}$,

在 $V_{cc} = 2V_{CM}$ 时必须使 $V_{ss} = 0$, 即图 12 中连接 V_{ss} 的节点实际上都是接系统地 GND。此时, 根据 $V_{x1} = V_{x2} = V_{CM}$, 可得完全抵消时抵消电容的电容量与待测电容的基础电容量的关系为: $C_c = \frac{1}{3}C_x$, 即抵消电容的电容量是待测电容的基础电容量的 1/3。

本实施例中, 为了降低 V_{ss} 电压以提高抵消效率。特别地, 在 $V_{ss} = -V_{cc}$ 时, 要使 V_{x1} 和 V_{x2} 关于 V_{CM} 对称, 即 $V_{x1} + V_{x2} = \frac{V_{cc}C_x}{C_x + C_c} = 2V_{CM}$, 在 $V_{cc} = 2V_{CM}$ 时是不可能达到的。

因此需要调整 V_{cc} 与 V_{CM} 、 C_x 与 C_c 的比例, 才有可能使 V_{x1} 和 V_{x2} 关于 V_{CM} 对称。根据 $V_{x1} = V_{x2} = V_{CM}$, 可得 $C_c = \frac{1}{6}C_x$, $V_{CM} = \frac{3}{7}V_{cc}$ 。只有同时满足这两个关系式时, V_{x1} 和 V_{x2} 才会关于 V_{CM} 对称。此时, 电路是处于完全抵消状态的。

假设电路已经达到上述完全抵消状态, 触摸时, 待测电容的电容量变成 $C_x + \Delta C$, 则可得 t3 阶段转移的电荷量为:

$$\begin{aligned}\Delta Q_1 &= V_{cc}(C_x + \Delta C - 3C_c) - V_{CM}(C_x + \Delta C + C_c) \\ &= V_{cc}\Delta C - V_{CM}\Delta C \\ &= \frac{4}{7}V_{cc}\Delta C\end{aligned}$$

t7 阶段转移的电荷量为:

$$\begin{aligned}\Delta Q_2 &= 3V_{cc}C_c - V_{CM}(C_x + \Delta C + C_c) \\ &= -V_{CM}\Delta C \\ &= -\frac{3}{7}V_{cc}\Delta C\end{aligned}$$

$\Delta Q_1 = -\frac{4}{3}\Delta Q_2$, 而输出电压 V_{OUT} 的大小跟转移的电荷量 ΔQ 是成比例的, 这说明在上述情况下, 该电路将基础电容量完全抵消时, 触摸产生的输出电压实际上并不是完

全对称的。

比较上述图 10 和图 12 的电路方案，在 $V_{CC}=2V_{CM}$ 时，完全抵消时图 10 的电路可以做到 5 倍的抵消效率，图 12 的电路只可以做到 3 倍的抵消效率。而图 12 的电路在做到 6 倍抵消效率时， $V_{CC}\neq 2V_{CM}$ ，导致输出不对称。这可能导致在抵消效果不佳时，电荷转移模块 142 的输出电压一侧饱和（输出电压超出动态范围），而另一侧仍在动态范围内，造成电路动态范围的浪费。

图 14 本申请实施例十四电容检测电路结构示意图；图 15 本申请实施例十五针对图 14 电容检测电路工作时的时序图。图 14 所示差分方案，实际上是在图 10 的基础上，增加了另外一组如图 10 所示的驱动模块和抵消模块，并连接到了运放的反相输入端，其它部分保持不变。控制时序不变，如图 15 所示。

第一驱动模块 122C 和第一抵消模块 132C、第二驱动模块 122D 和第二抵消模块 132D 按照相同的控制时序工作，具体工作过程与图 10 一致，抵消电容的电容量计算方法也与图 10 一致。需要说明的是，电荷转移模块的输出电压不再由 V_X 和 V_{CM} 的关系决定，而是由经过运放两个输入端转移的电荷量的差值决定。

具体的，在 t_3 时段，第一驱动模块 122C 和第一抵消模块 132C 与电荷转移模块之间转移到电荷量为 $\Delta Q_1 = (V_{CC} - V_{CM})C_{X1} + (V_{SS} - V_{CC} - V_{CM})C_{C1}$ ，第二驱动模块 122D 和第二抵消模块 132D 与电荷转移模块之间转移到电荷量为 $\Delta Q_2 = (V_{CC} - V_{CM})C_{X2} + (V_{SS} - V_{CC} - V_{CM})C_{C2}$ 。令 $\Delta Q_a = \Delta Q_1 - \Delta Q_2$ ，则放大电路输出电压与 ΔQ_a 成比例，根据 ΔQ_a 的极性，存在以下几种情况：

若 $\Delta Q_a > 0$ ，电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为负向的电压；

若 $\Delta Q_a = 0$ ，电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为 0；

若 $\Delta Q_a < 0$ ，电荷转移模块的输出电压 V_{OUT} 为正向的电压。

在 t_7 时段，第一驱动模块 122C 和第一抵消模块 132C 与放大电路之间转移到电荷量为 $\Delta Q_1' = -V_{CM}C_{X1} + (2V_{CC} - V_{SS} - V_{CM})C_{C1}$ ，第二驱动模块 122D 和第二抵消模块 132D 与电荷转移模块之间转移到电荷量为 $\Delta Q_2' = -V_{CM}C_{X2} + (2V_{CC} - V_{SS} - V_{CM})C_{C2}$ 。令 $\Delta Q_b = \Delta Q_1' - \Delta Q_2'$ ，同样地， ΔQ_b 的大小和极性决定了电荷转移模块的输出电压 V_{out} 的大小和极性。

在 $V_{CC}=2V_{CM}$ 时，有 $\Delta Q_a + \Delta Q_b = (V_{CC} - 2V_{CM})(C_{X1} - C_{X2} + C_{C1} - C_{C2}) = 0$ ，此时 ΔQ_a 和 ΔQ_b 大小相等、极性相反，说明放大电路的输出电压 V_{OUT} 也是大小相等、极性相反，从而充分利用了放大电路动态范围，以及抑制了低频噪声。

该实施例通过在相同时刻对两个待测电容充电、抵消和电荷转移，并通过差分放大器将放大后的信号输出到后级处理电路，以实现两个待测电容的电容差的检测。由于这两个待测电容在同一电容传感器上，往往具有相近的基础电容量、触摸时有相近的电容变化量、温度变化时有相似的温度漂移量，以及相似的噪声特性，因此，该实施例能够抑制噪声，提高信噪比。

需要说明的是，也可以将也可以采用图 12 中的驱动模块、抵消模块来实现上述图 14 的差分方案。

本申请实施例还提供一种电子设备，其包括本申请任一项实施例中所述的触控芯片。

在上述实施例中，考虑到抵消电容 C_c 是集成在触控芯片内，因此，抵消电容越小，

触控芯片的面积以及成本也就随之越小。为此，在具体应用场景中，优选在可减小检测到的待测电容的基础电容量的前提下，选用具有最小电容量的抵消电容形成上述电容检测电路。

需要说明的是，上述实施例中，虽然以一个单一的开关各个开关单元为例进行说明，但是，实际上，也可以一电路组合结构的方式实现，其中组成的元件可以具有通断功能的任意电子元器件只要可以形成充电支路、抵消支路，且可实现从充电支路到抵消支路的切换，以及使得检测电路进入电荷转移状态即可。

另外，当基于互电容检测实现触控检测时，如果互电容的基础电容量比较大以至于可影响到互电容的变化率，则也可以应用本申请下述实施例的思想。

本申请实施例的电子设备以多种形式存在，包括但不限于：

(1)移动通信设备:这类设备的特点是具备移动通信功能，并且以提供话音、数据通信为主要目标。这类终端包括:智能手机(例如 iPhone)、多媒体手机、功能性手机，以及低端手机等。

(2)超移动个人计算机设备:这类设备属于个人计算机的范畴，有计算和处理功能，一般也具备移动上网特性。这类终端包括:PDA、MID 和 UMPC 设备等，例如 iPad。

(3)便携式娱乐设备:这类设备可以显示和播放多媒体内容。该类设备包括:音频、视频播放器(例如 iPod)，掌上游戏机，电子书，以及智能玩具和便携式车载导航设备。

(4)服务器:提供计算服务的设备，服务器的构成包括处理器、硬盘、内存、系统总线等，服务器和通用的计算机架构类似，但是由于需要提供高可靠的服务，因此在处理能力、稳定性、可靠性、安全性、可扩展性、可管理性等方面要求较高。

(5)其他具有数据交互功能的电子装置。

至此，已经对本主题的特定实施例进行了描述。其它实施例在所附权利要求书的范围内。在一些情况下，在权利要求书中记载的动作可以按照不同的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外，在附图中描绘的过程不一定要求示出的特定顺序或者连续顺序，以实现期望的结果。在某些实施方式中，多任务处理和并行处理可以是有利的。

还需要说明的是，术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含，从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素，而且还包括没有明确列出的其他要素，或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下，由语句“包括一个……”限定的要素，并不排除在包括所述要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述，各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其，对于系统实施例而言，由于其基本相似于方法实施例，所以描述的比较简单，相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

以上所述仅为本申请的实施例而已，并不用于限制本申请。对于本领域技术人员来说，本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原理之内所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本申请的权利要求范围之内。

权利要求书

1. 一种电容检测电路，其特征在于，包括：控制模块、电荷转移模块、处理模块、驱动模块以及抵消模块，所述控制模块用于通过控制所述驱动模块对待测电容进行充电处理、所述抵消模块对抵消电容进行充电处理，以及控制所述抵消电容对所述待测电容进行电荷抵消处理；所述电荷转移模块用于对所述抵消处理后所述待测电容的电荷进行转化处理生成输出电压；所述处理模块用于根据所述输出电压确定所述待测电容被外加电场影响前后的电容变化量。

2. 根据权利要求1所述的电路，其特征在于，所述驱动模块包括第一开关单元，所述控制模块进一步用于控制第一开关单元处于闭合状态以使所述驱动模块对所述待测电容进行充电处理。

3. 根据权利要求2所述的电路，其特征在于，所述第一开关单元处于闭合状态时，所述待测电容的第一端电连接第一电压，第二端电连接第二电压，所述第一电压高于所述第二电压。

4. 根据权利要求1所述的电路，其特征在于，所述抵消模块包括第二开关单元以及第三开关单元，所述控制模块进一步用于控制所述第二开关单元和所述第三开关单元处于第一闭合状态并形成充电支路以使所述抵消模块对所述抵消电容进行充电处理；对应地，所述控制模块进一步用于控制所述第二开关单元和所述第三开关单元处于第二闭合状态形成抵消支路以使所述抵消电容对所述待测电容进行电荷抵消。

5. 根据权利要求4所述的电路，其特征在于，所述第二开关单元、所述第三开关单元处于所述第一闭合状态时，所述抵消电容的第一端通过所述第二开关单元电连接第三电压，所述抵消电容的第二端通过第三开关单元电连接第四电压，所述第四电压高于所述第三电压。

6. 根据权利要求4所述的电路，其特征在于，所述第二开关单元和所述第三开关单元处于第二闭合状态时，所述抵消电容的第一端与所述待测电容的第一端电连接，所述抵消电容的第二端与第五电压电连接，所述第五电压低于所述待测电容的第二端电连接的第二电压。

7. 根据权利要求4所述的电路，其特征在于，所述第二开关单元和所述第三开关单元处于第二闭合状态时，所述抵消电容的第一端与所述待测电容的第一端电连接，所述抵消电容的第二端与第六电压电连接，所述第六电压等于所述待测电容的第二端电连接的第二电压。

8. 根据权利要求1所述的电路，其特征在于，所述抵消模块包括第二开关单元，所述控制模块进一步用于控制所述第二开关单元处于第一闭合状态并形成充电支路以使所述抵消模块对所述抵消电容进行充电处理；对应地，所述控制模块进一步用于控制所述第二开关单元处于第二闭合状态形成抵消支路以使所述抵消电容对所述待测电容进行电荷抵消。

9. 根据权利要求8所述的电路，其特征在于，所述第二开关单元处于所述

第一闭合状态时,所述抵消电容的第一端通过所述第二开关单元电连接第三电压,所述抵消电容的第二端电连接第六电压,所述第六电压高于所述第三电压。

10. 根据权利要求8所述的电路,其特征在于,所述第二开关单元处于第二闭合状态时,所述抵消电容的第一端与所述待测电容的第一端电连接,所述抵消电容的第二端与所述第六电压电连接,所述第六电压等于所述待测电容的第二端电连接的第二电压。

11. 根据权利要求2所述的电路,其特征在于,所述驱动模块还包括第九开关单元,所述控制模块进一步用于控制所述第九开关单元处于第一闭合状态且在所述第一开关单元处于闭合状态使所述驱动模块对所述待测电容进行充电处理。

12. 根据权利要求11所述的电路,其特征在于,所述控制模块进一步用于控制所述第九开关单元处于第二闭合状态且在所述第一开关单元处于闭合状态时使所述驱动模块对所述待测电容进行放电处理。

13. 根据权利要求12所述的电路,其特征在于,所述第九开关单元处于第二闭合状态且所述第一开关单元处于闭合状态时,所述待测电容的第一端电连接第七电压,所述第七电压低于所述第一电压。

14. 根据权利要求4所述的电路,其特征在于,所述抵消模块还包括第十开关单元,所述控制模块进一步用于控制所述第十开关单元处于第一闭合状态且在所述第二开关单元和所述第三开关单元处于第一闭合状态时形成充电支路以使所述抵消模块对所述抵消电容进行充电处理。

15. 根据权利要求4所述的电路,其特征在于,所述抵消模块还包括第十一开关单元,所述控制模块进一步用于控制所述第十一开关单元处于第一闭合状态且在所述第二开关单元和所述第三开关单元处于第一闭合状态时形成充电支路以使所述抵消模块对所述抵消电容进行充电处理。

16. 根据权利要求4所述的电路,其特征在于,所述抵消模块还包括第十二开关单元,所述控制模块进一步用于控制所述第十二开关单元处于第一闭合状态以在所述第二开关单元、所述第三开关单元处于第二闭合状态时形成抵消支路以使所述抵消电容对所述待测电容进行电荷抵消。

17. 根据权利要求14所述的电路,其特征在于,所述控制模块进一步用于控制所述第十开关单元处于第二闭合状态以在所述第二开关单元、所述第三开关单元处于第一闭合状态时形成充电支路以使所述抵消模块对所述抵消电容进行充电处理。

18. 根据权利要求17所述的电路,其特征在于,所述第十开关单元处于第二闭合状态且所述第二开关单元、所述第三开关单元处于第一闭合状态时,所述抵消电容的第一端电连接第八电压,所述第八电压高于所述第三电压。

19. 根据权利要求15所述的电路,其特征在于,所述控制模块进一步用于控制所述第十一开关单元处于第二闭合状态以在所述第二开关单元、所述第三开关单元处于第一闭合状态时形成充电支路以使所述抵消模块对所述抵消电

容进行充电处理。

20. 根据权利要求 19 所述的电路，其特征在于，所述第十一开关单元处于第二闭合状态且所述第二开关单元、所述第三开关单元处于第一闭合状态时，所述抵消电容的第二端电连接第九电压，所述第九电压低于所述第四电压。

21. 根据权利要求 16 所述的电路，其特征在于，所述控制模块进一步用于控制所述第十二开关单元处于第二闭合状态以在所述第二开关单元、所述第三开关单元处于第二闭合状态时形成抵消支路以使所述抵消电容对所述待测电容进行电荷抵消。

22. 根据权利要求 21 所述的电路，其特征在于，所述第十二开关单元处于第二闭合状态且所述第二开关单元、所述第三开关单元处于第二闭合状态时，所述抵消电容的第二端电连接第十电压，所述第十电压高于所述第五电压。

23. 根据权利要求 1-22 任一项所述的电路，其特征在于，还包括：第四开关单元，所述控制模块进一步用于控制所述第四开关单元处于闭合状态以使所述电荷转移模块与所述待测电容电连接，以对所述抵消处理后所述待测电容的电荷进行转化处理生成输出电压。

24. 根据权利要求 23 所述的电路，其特征在于，所述控制模块进一步用于控制所述第四开关单元处于断开状态，以对所述电荷转移模块进行复位。

25. 根据权利要求 24 所述的电路，其特征在于，若所述待测电容为至少两个，则每个所述待测电容配置一个所述驱动模块以及一个所述抵消模块。

26. 一种触控芯片，包括：权利要求 1-25 任一项所述的电路。

27. 一种电子设备，其特征在于，包括权利要求 26 所述的触控芯片。

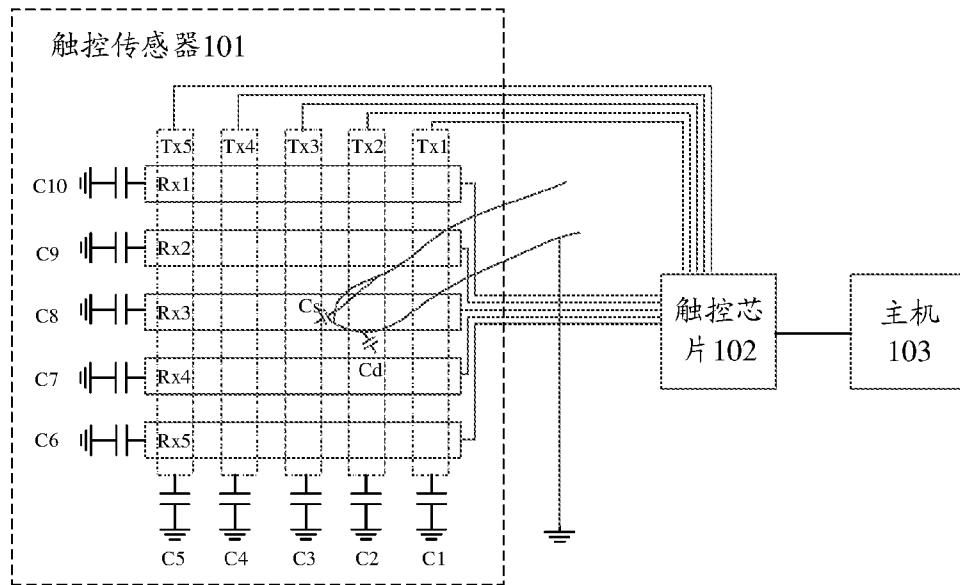


图1

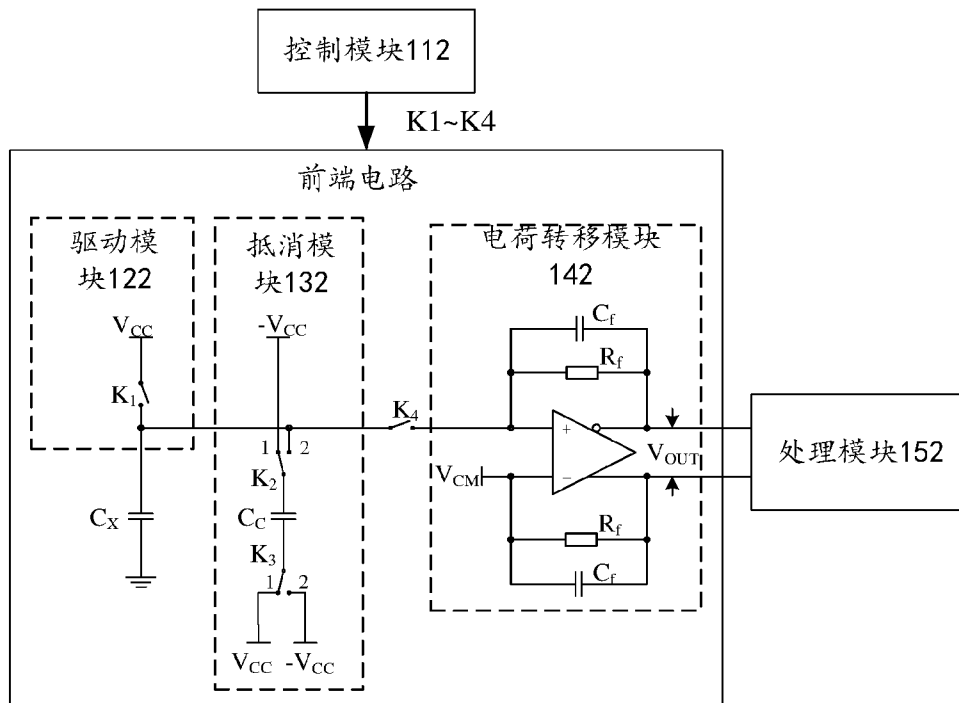


图2

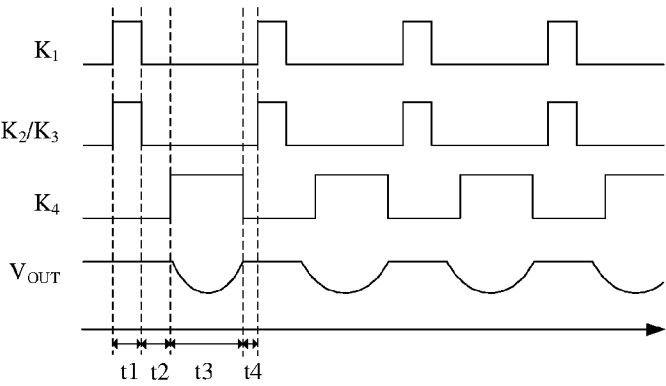


图3

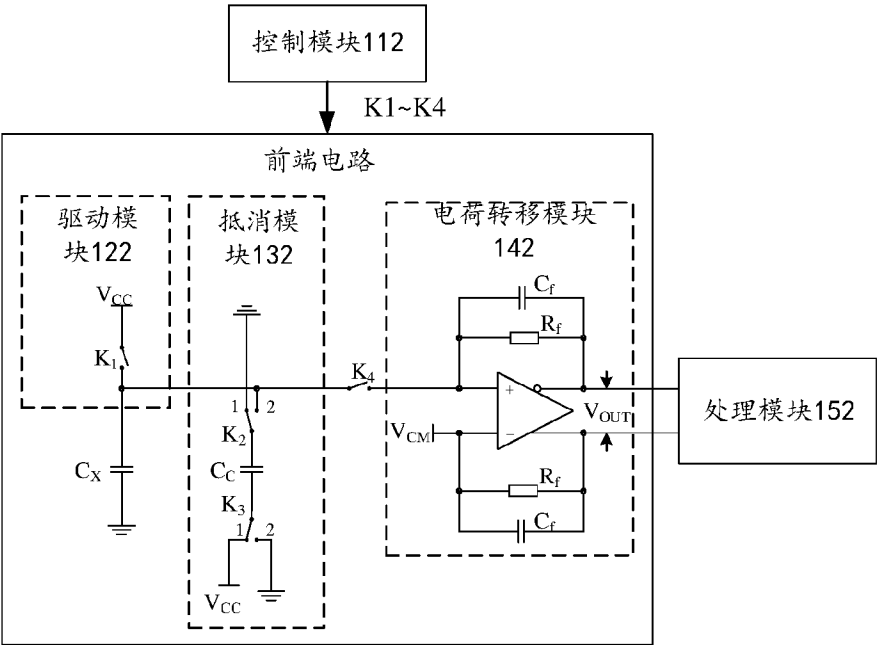


图4

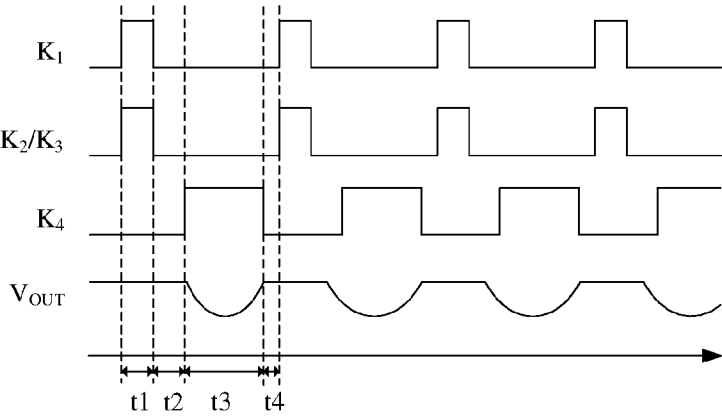


图5

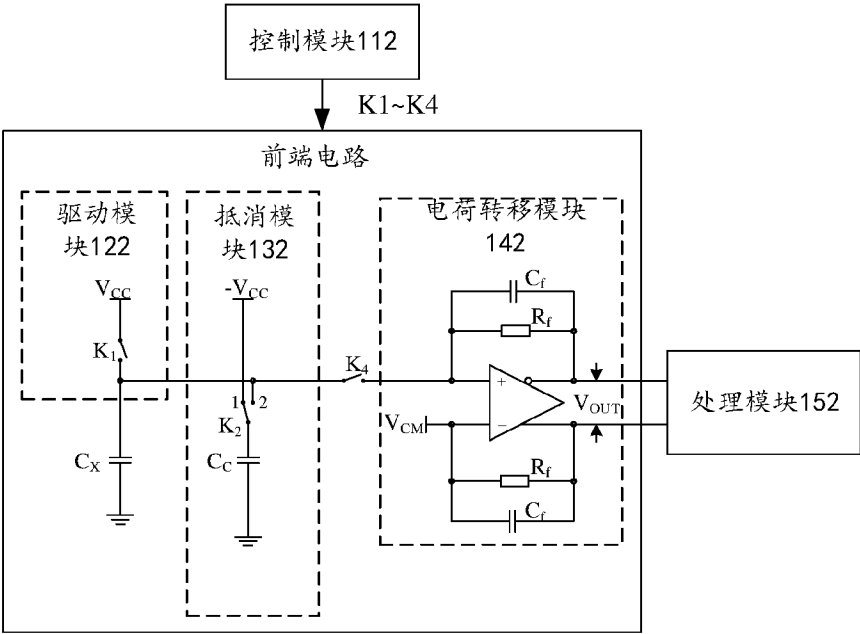


图6

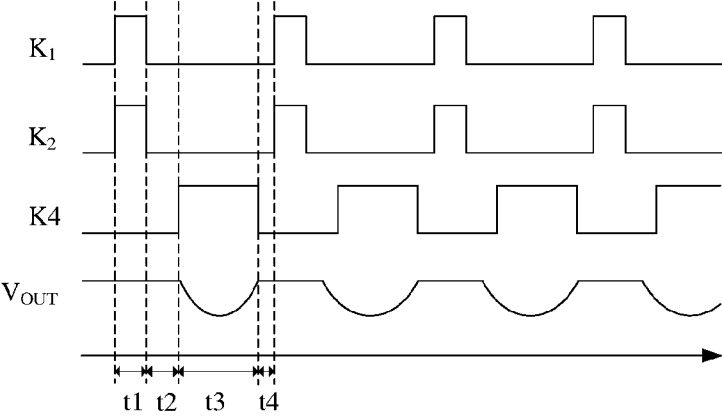


图7

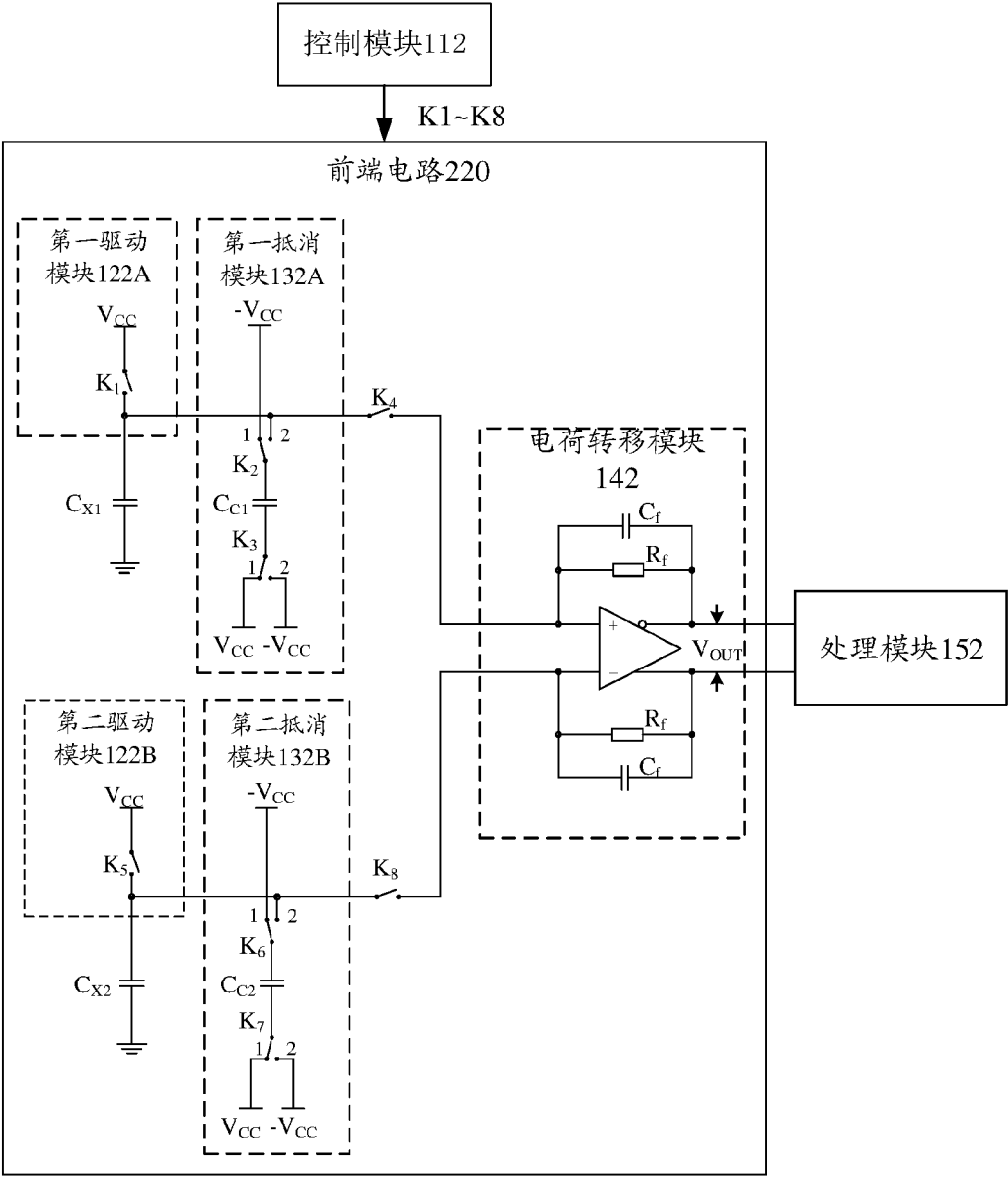


图8

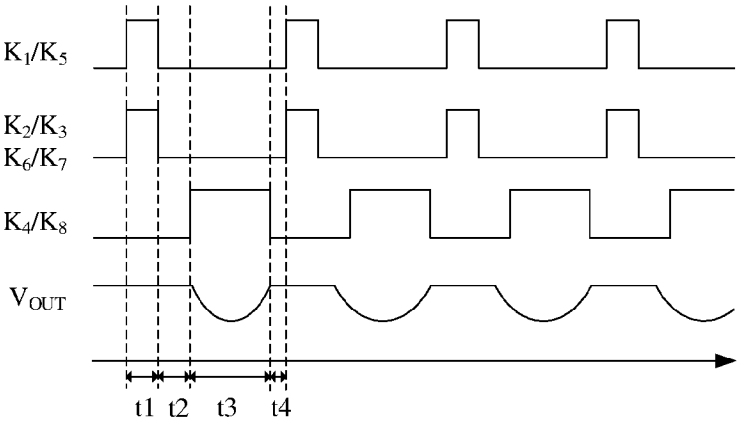


图9

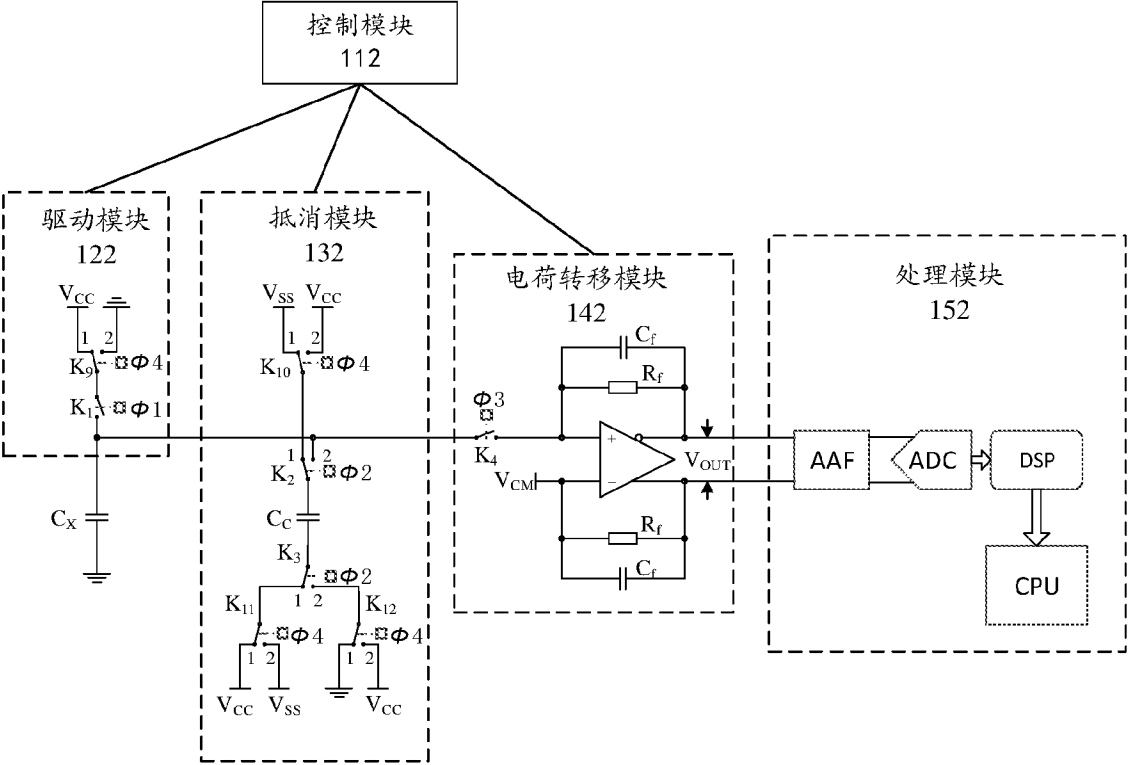


图10

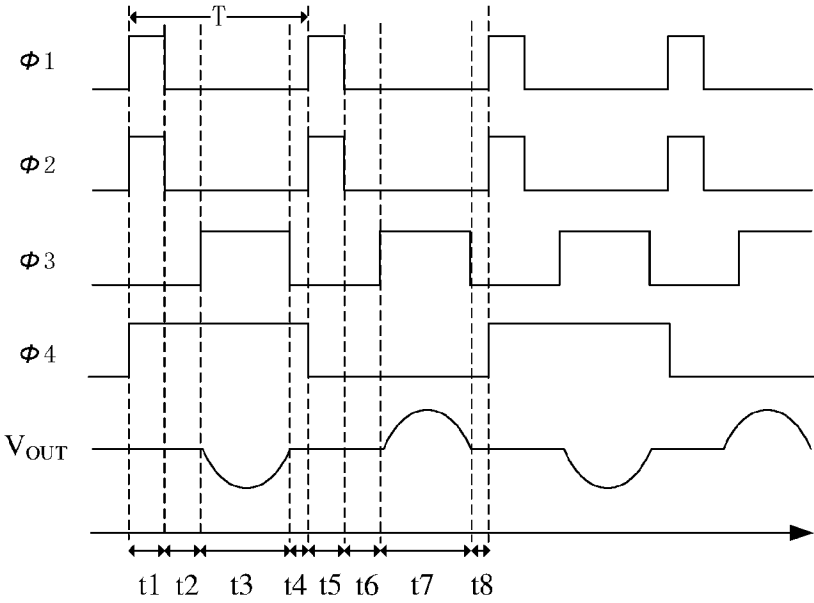


图11

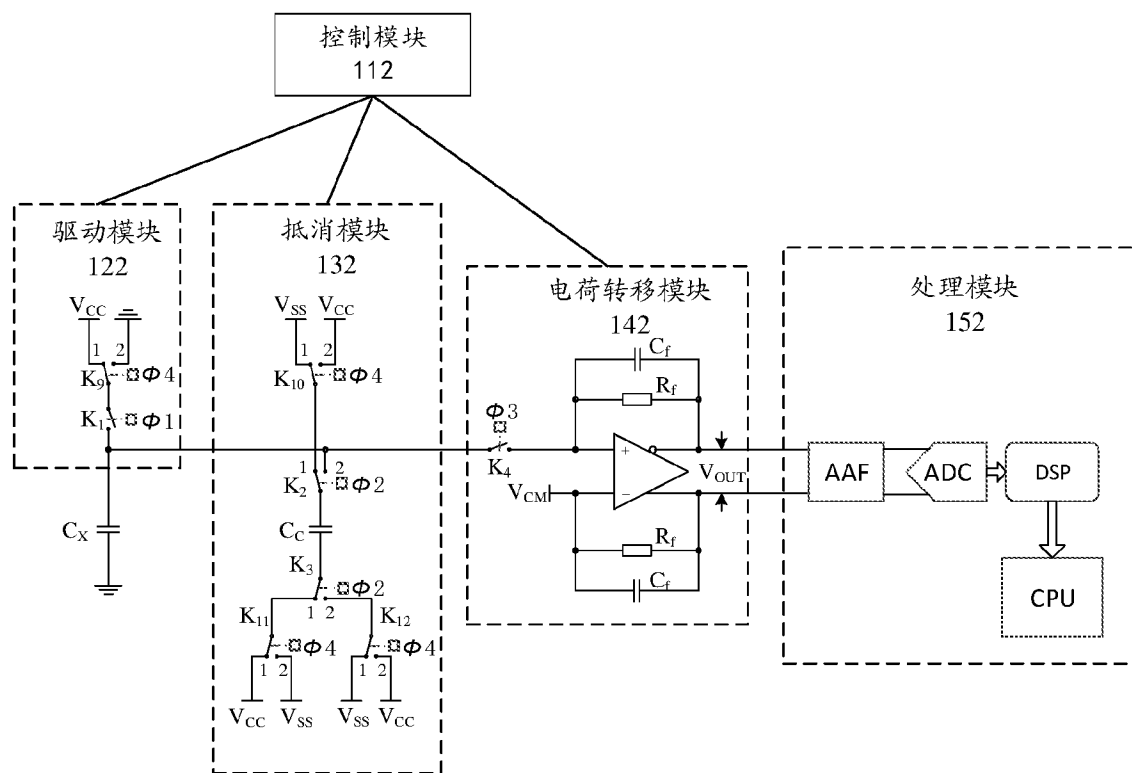


图12

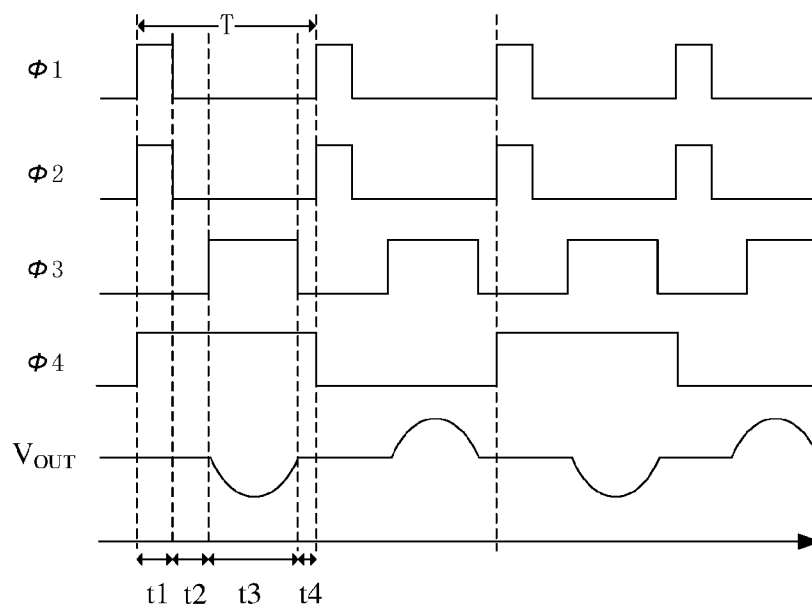


图13

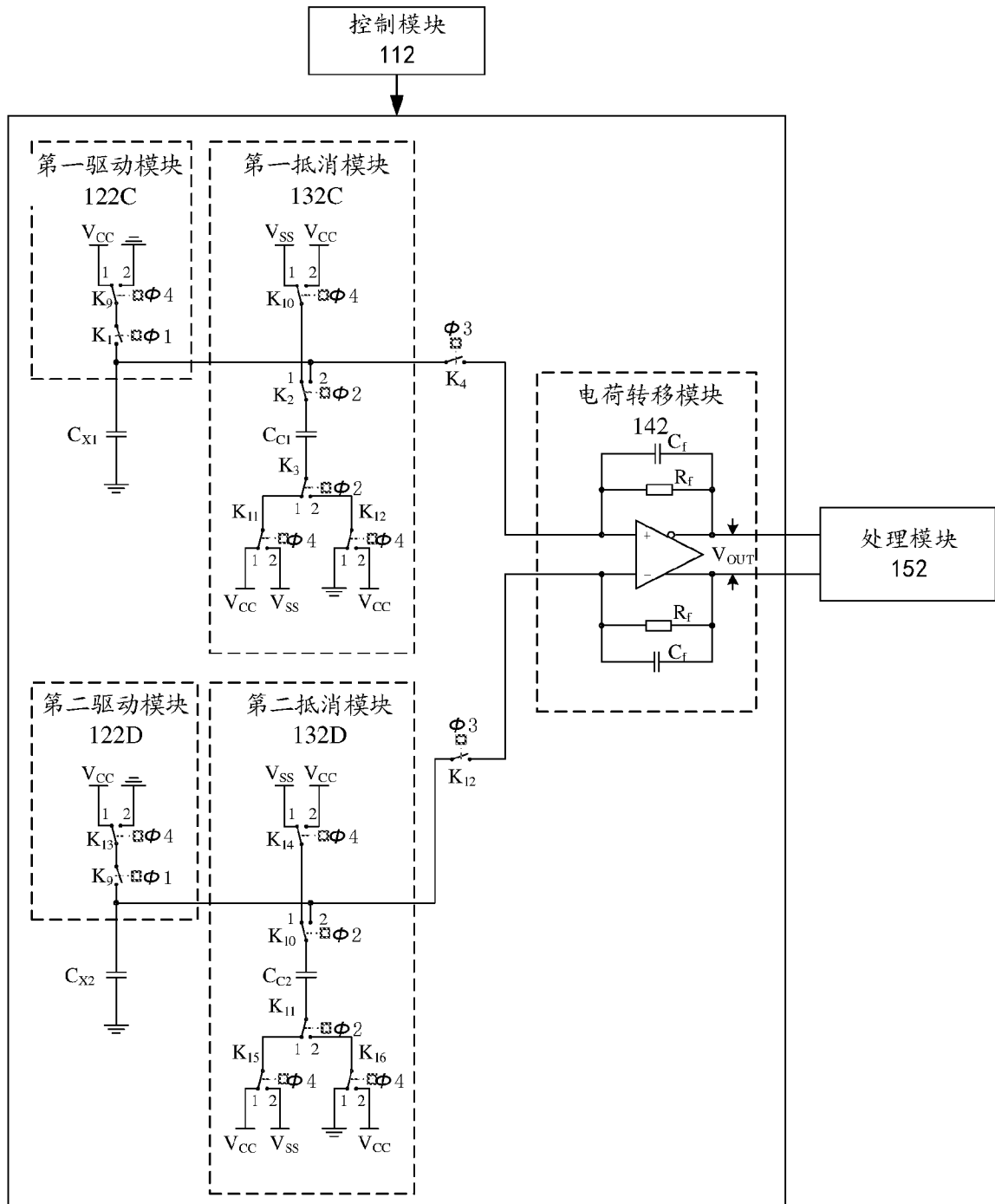


图14

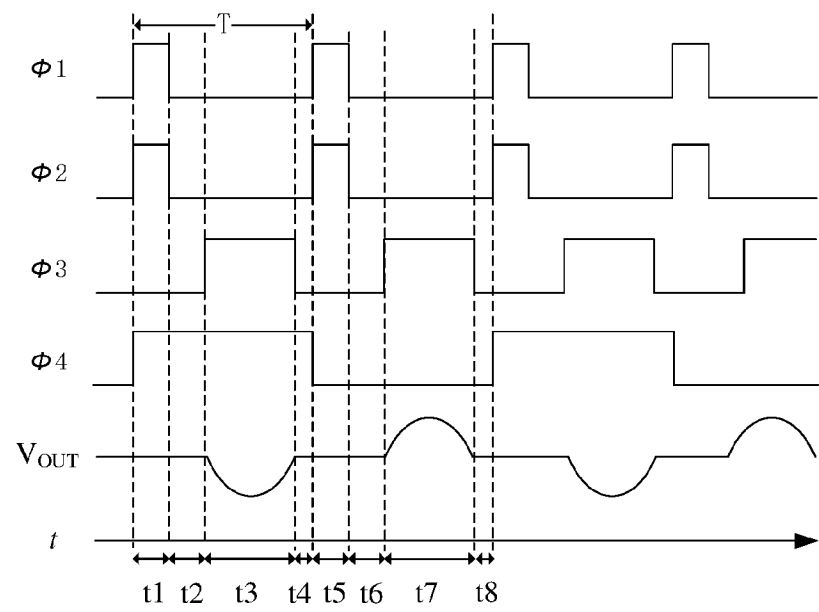


图15

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2018/117925

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 3/044(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNKI, CNPAT, WPI, EPODOC, IEEE: 电容, 充电, 放电, 触摸, 触屏, 触控, 检测, 抵消, 转移, 共享, capacitance, detect+, touch, share, charge, discharge, subtract+, transfer

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 108475155 A (SHENZHEN WEITONGBO TECHNOLOGIES CO., LTD.) 31 August 2018 (2018-08-31) description, paragraphs [0039]-[0156], and figures 5 and 12	1-27
X	CN 104049822 A (SHENZHEN BETTERLIFE ELECTRONIC SCIENCE AND TECHNOLOGY CO., LTD.) 17 September 2014 (2014-09-17) description, paragraphs [0032]-[0052], and figure 2	1-27
A	CN 106648268 A (SHANGHAI PANCHIP MICROELECTRONICS CO., LTD.) 10 May 2017 (2017-05-10) entire document	1-27
A	CN 102200869 A (HOLTEK SEMICONDUCTOR INC.) 28 September 2011 (2011-09-28) entire document	1-27
A	JP 2018101281 A (TOKAI RIKI CO., LTD.) 28 June 2018 (2018-06-28) entire document	1-27

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May 2019

Date of mailing of the international search report

05 June 2019

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2018/117925

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	108475155	A	31 August 2018	None			
CN	104049822	A	17 September 2014	CN	104049822	B	15 February 2017
CN	106648268	A	10 May 2017	None			
CN	102200869	A	28 September 2011	CN	102200869	B	08 May 2013
JP	2018101281	A	28 June 2018	None			

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2018/117925

A. 主题的分类 G06F 3/044 (2006.01) i 按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类																				
B. 检索领域 检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号) G06F 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用)) CNKI, CNPAT, WPI, EPDOC, IEEE: 电容, 充电, 放电, 触摸, 触屏, 触控, 检测, 抵消, 转移, 共享, capacitance, detect+, touch, share, charge, discharge, subtract+, transfer																				
C. 相关文件 <table border="1"> <thead> <tr> <th>类 型*</th> <th>引用文件, 必要时, 指明相关段落</th> <th>相关的权利要求</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>CN 108475155 A (深圳市为通博科技有限责任公司) 2018年 8月 31日 (2018 - 08 - 31) 说明书第39-156段, 图5和图12</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>CN 104049822 A (深圳贝特莱电子科技有限公司) 2014年 9月 17日 (2014 - 09 - 17) 说明书第32-52段, 图2</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 106648268 A (上海磐启微电子有限公司) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>CN 102200869 A (盛群半导体股份有限公司) 2011年 9月 28日 (2011 - 09 - 28) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2018101281 A (TOKAI RIKA CO., LTD.) 2018年 6月 28日 (2018 - 06 - 28) 全文</td> <td>1-27</td> </tr> </tbody> </table>			类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求	X	CN 108475155 A (深圳市为通博科技有限责任公司) 2018年 8月 31日 (2018 - 08 - 31) 说明书第39-156段, 图5和图12	1-27	X	CN 104049822 A (深圳贝特莱电子科技有限公司) 2014年 9月 17日 (2014 - 09 - 17) 说明书第32-52段, 图2	1-27	A	CN 106648268 A (上海磐启微电子有限公司) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 全文	1-27	A	CN 102200869 A (盛群半导体股份有限公司) 2011年 9月 28日 (2011 - 09 - 28) 全文	1-27	A	JP 2018101281 A (TOKAI RIKA CO., LTD.) 2018年 6月 28日 (2018 - 06 - 28) 全文	1-27
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求																		
X	CN 108475155 A (深圳市为通博科技有限责任公司) 2018年 8月 31日 (2018 - 08 - 31) 说明书第39-156段, 图5和图12	1-27																		
X	CN 104049822 A (深圳贝特莱电子科技有限公司) 2014年 9月 17日 (2014 - 09 - 17) 说明书第32-52段, 图2	1-27																		
A	CN 106648268 A (上海磐启微电子有限公司) 2017年 5月 10日 (2017 - 05 - 10) 全文	1-27																		
A	CN 102200869 A (盛群半导体股份有限公司) 2011年 9月 28日 (2011 - 09 - 28) 全文	1-27																		
A	JP 2018101281 A (TOKAI RIKA CO., LTD.) 2018年 6月 28日 (2018 - 06 - 28) 全文	1-27																		
☐ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。																				
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 </td> <td> “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件 </td> </tr> </table>			* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件	“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件																			
国际检索实际完成的日期		国际检索报告邮寄日期																		
2019年 5月 24日		2019年 6月 5日																		
ISA/CN的名称和邮寄地址		受权官员																		
中国国家知识产权局 (ISA/CN) 中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		王宁 电话号码 86-(10)-53961268																		

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2018/117925

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	108475155	A	2018年 8月 31日	无	
CN	104049822	A	2014年 9月 17日	CN 104049822	B 2017年 2月 15日
CN	106648268	A	2017年 5月 10日	无	
CN	102200869	A	2011年 9月 28日	CN 102200869	B 2013年 5月 8日
JP	2018101281	A	2018年 6月 28日	无	