

(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
2022 年 9 月 9 日 (09.09.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/183451 A1

(51) 国际专利分类号:
G06F 3/041 (2006.01)

中关村东路 18 号财智国际大厦 C-1506,
Beijing 100083 (CN)。

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/079158

(22) 国际申请日: 2021 年 3 月 4 日 (04.03.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(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: 孔晨阳 (KONG, Chenyang); 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

(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, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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,

(54) Title: TOUCH-CONTROL DRIVING CIRCUIT, DRIVING CHIP AND TOUCH-CONTROL DISPLAY APPARATUS

(54) 发明名称: 触控驱动电路、驱动芯片以及触控显示装置

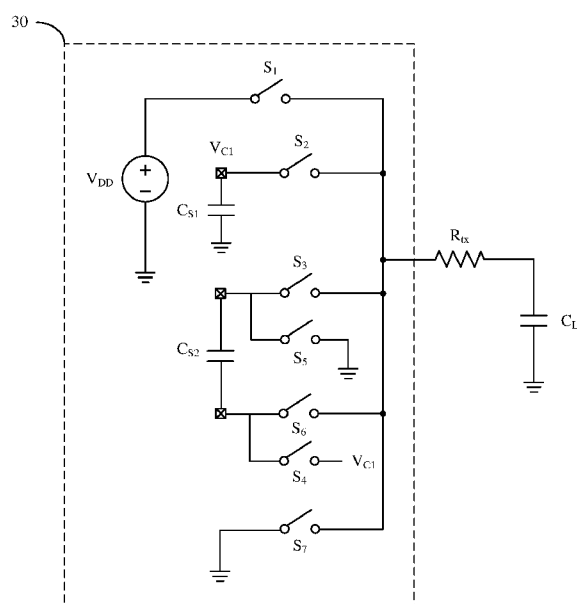


图 4

(57) Abstract: Provided in the present application are a touch-control driving circuit, a driving chip and a touch-control display apparatus. The touch-control driving circuit is used for outputting a driving signal to drive a driving electrode of a touch-control display apparatus. The touch-control driving circuit comprises a voltage generating circuit and a switching circuit, wherein the voltage generating circuit is electrically connected to the switching circuit. The voltage generating circuit comprises at least one energy storage capacitor, wherein the at least one energy storage capacitor is used for storing electric charges released by the driving electrode, and transferring the stored electric charges to the driving electrode. The switching circuit is used for controlling the voltage generating circuit to periodically output a power supply voltage, a first positive voltage, a second positive voltage, a third positive voltage and a zero voltage, wherein the first positive voltage, the second positive voltage and the third positive voltage are voltages provided by the at least one energy storage capacitor. The touch-control driving circuit has lower power consumption.

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))。

(57) 摘要： 本申请提供一种触控驱动电路、驱动芯片以及触控显示装置。该触控驱动电路用于输出驱动信号对触控显示装置的驱动电极进行驱动，该触控驱动电路包括：电压产生电路和开关电路；电压产生电路与开关电路电连接；电压产生电路包括至少一个储能电容；至少一个储能电容用于存储驱动电极释放的电荷，以及将存储的电荷转移给驱动电极；开关电路用于控制电压产生电路周期性地输出电源电压、第一正电压、第二正电压、第三正电压和零电压；第一正电压、第二正电压和第三正电压为至少一个储能电容提供的电压。该触控驱动电路具有较低的功耗。

触控驱动电路、驱动芯片以及触控显示装置

技术领域

本申请实施例涉及电子电路技术领域，尤其涉及一种触控驱动电路、驱动芯片以及触控显示装置。

5 背景技术

电容式触控显示装置，包括由驱动电极 TX 和感应电极 RX 横纵交错组成的触控电极阵列。通过对驱动电极 TX 进行驱动，并接收感应电极 RX 感测到的信号，可以检测出驱动电极 TX 和感应电极 RX 之间的耦合电容的电容变化量，进而判断用户的操作。

如图 1 所示，为一种传统的触控驱动电路的结构示意图。该触控驱动电路利用由 PMOS 管 101 和 NMOS 管 102 组成的反相器提供驱动信号，以实现驱动电极 TX 进行驱动。其中，电压 V_{DD} 为电源电压，电容 C_L 表示驱动电极 TX 的等效电容，电阻 R_L 表示打码时的等效阻抗（即驱动阻抗）。在该触控驱动电路输出的驱动信号的一个周期 T（以下简称为一个周期 T）内，电容 C_L 从电源获取的平均电流值为：

$$\bar{I} = \frac{Q}{T} = \frac{C_L \cdot V_{DD}}{T}.$$

当驱动信号的频率为 f ($f = 1/T$) 时，该触控驱动电路在一个周期 T 内的驱动功耗为：

$$P = V_{DD} \cdot \bar{I} = V_{DD} \cdot \frac{C_L \cdot V_{DD}}{T} = C_L \cdot V_{DD}^2 \cdot f.$$

如图 2 所示，为图 1 所示的触控驱动电路输出的驱动信号在一个周期 T 内的信号波形示意图。其中，阴影部分表示在一个周期 T 内电阻 R_L 上的功耗，即该触控驱动电路的驱动功耗。该驱动功耗主要分为两个部分，其中一个部分为对驱动电极 TX 充电时电阻 R_L 上的损耗，另一个部分为驱动电极 TX 放电时电阻 R_L 上的损耗，均为 $1/2 \cdot C_L \cdot V_{DD}^2 \cdot f$ 。

目前，由于 OLED (Organic Light Emitting Display, 有机发光显示) 技术与传统的 LCD (Liquid Crystal Display, 液晶显示) 技术相比在显示性能方面具有很多明显的优势，例如 OLED 屏幕更加轻薄，并且具有广视角、耐低温、生态环保等特点，所以使得 OLED 屏幕得到了广泛的应用。但是，相比于 LCD 屏幕，OLED 屏幕的负载电容（等效电容 C_L ）的电容值明显更大，进而导致 OLED 屏幕的功耗增加，难以满足低功耗触控检测的需求。

发明内容

有鉴于此，本申请实施例提供了一种触控驱动电路、驱动芯片以及触控显示装置，以降低触控驱动电路的驱动功耗。

第一方面，本申请实施例提供一种触控驱动电路，用于输出驱动信号对触控显示装置的驱动电极进行驱动，包括：电压产生电路和开关电路；所述电压产生电路与所述开关电路电连接；

所述电压产生电路包括至少一个储能电容；所述至少一个储能电容用于存储所述驱动电极释放的电荷，以及将存储的电荷转移给所述驱动电极；

所述开关电路用于控制所述电压产生电路周期性地输出电源电压、第一正电压、第二正电压、第三正电压和零电压；

所述第一正电压、所述第二正电压和所述第三正电压为所述至少一个储能电容提供的电压，并且所述电源电压高于所述第一正电压，所述第一正电压高于所述第二正电压，所述第二正电压高于所述第三正电压，所述第三正电压高于所述零电压。

通过增设至少一个储能电容，并利用该至少一个储能电容存储驱动电极放电时释放出的电荷，以及将存储的电荷转移回驱动电极以实现驱动电极进行充电，相当于利用该至少一个储能电容对驱动电极释放的电荷进行回收利用，所以在这一电荷转移过程中不会造成额外的功耗，并且在电源电压和零电压之间引入了多个中间电平，包括第一正电压、第二正电压和第三正电压，从而等效减小了直接由电源电压对驱动电极进行驱动时，驱动电极两端的电压变化量，进而降低了该触控驱动电路的实际功耗。

可选地，所述电压产生电路进一步包括电源电压产生电路，第一储能电容以及第二储能电容；

所述电源电压产生电路用于产生所述电源电压；

所述开关电路进一步用于在第一时段内控制所述驱动电极连接至所述电源电压产生电路，所述电源电压对所述驱动电极充电，使得所述驱动电极两端的电压等于所述电源电压；在第二时段内控制所述驱动电极连接至所述第一储能电容，所述第一储能电容用于存储所述驱动电极释放的电荷，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第一正电压；在第三时段内控制所述驱动电极与所述第一储能电容、所述第二储能电容串联，并且所述第一储能电容与所述第二储能电容反向串联，所述第一储能电容和所述第二储能电容用于存储所述驱动电极释放的电荷，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第二正电压；在第四时段内控制所述驱动电极连接至所述第二储能电容，所述第二储能电容用于存储所述驱动电极释放的电荷，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第三正电压；以及在第五时段内控制所述驱动电极连接至地端 GND，所述驱动电极对所述地端 GND 放电，使得所述驱动电极两端的电压等于所述零电压。

可选地，所述开关电路进一步用于在第六时段内控制所述驱动电极连接至所述第二储能电容，所述第二储能电容用于将存储的电荷转移给所述驱动电极，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第三正电压；在第七时段内控制所述驱动电极与所述第一储能电容、所述第二储能电容串联，并且所述第一储能电容与所述第二储能电容反向串联，所述第一储能电容和所述第二储能电容用于将存储的电荷转移给所述驱动电极，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第二正电压；以及在第八时段内控制所述驱动电极连接至所述第一储能电容，所述第一储能电容用于将存储的电荷转移给所述驱动电极，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第一正电压。

可选地，所述开关电路进一步包括第一开关电路、第二开关电路、第三开关电路、

第四开关电路以及第五开关电路；

在所述第一时段内，所述第一开关电路导通；在所述第二时段内，所述第二开关电路导通；在所述第三时段内，所述第三开关电路导通；在所述第四时段内，所述第四开关电路导通；在所述第五时段内，所述第五开关电路导通；在所述第六时段内，所述第四开关电路导通；在所述第七时段内，所述第三开关电路导通；在所述第八时段内，所述第二开关电路导通；

所述任意一个开关电路导通时，所述其他四个开关电路均断开。

可选地，所述第一开关电路进一步包括第一开关 S_1 ；所述第二开关电路进一步包括第二开关 S_2 ；所述第三开关电路进一步包括第三开关 S_3 和第四开关 S_4 ；所述第四开关电路进一步包括第五开关 S_5 和第六开关 S_6 ；所述第五开关电路进一步包括第七开关 S_7 ；

所述第一开关 S_1 的第一端连接至所述电源电压产生电路，所述第一开关 S_1 的第二端连接至所述驱动电极；

所述第二开关 S_2 的第一端连接至所述第一储能电容的第一端，所述第二开关 S_2 的第二端连接至所述驱动电极；

所述第三开关 S_3 的第一端连接至所述第二储能电容的第二端，所述第三开关 S_3 的第二端连接至所述驱动电极；

所述第四开关 S_4 的第一端连接至所述第二储能电容的第一端，所述第四开关 S_4 的第二端连接至所述第一储能电容的第一端；

所述第五开关 S_5 的第一端连接至所述第二储能电容的第二端，所述第五开关 S_5 的第二端连接至地端 GND；

所述第六开关 S_6 的第一端连接至所述第二储能电容的第一端，所述第六开关 S_6 的第二端连接至所述驱动电极；

所述第七开关 S_7 的第一端连接至所述地端 GND，所述第七开关 S_7 的第二端连接至所述驱动电极；

所述第一储能电容的第二端连接至所述地端 GND。

可选地，在所述第一时段内，仅所述第一开关 S_1 闭合；在所述第二时段内，仅所述第二开关 S_2 闭合；在所述第三时段内，仅所述第三开关 S_3 和所述第四开关 S_4 闭合；在所述第四时段内，仅所述第五开关 S_5 和所述第六开关 S_6 闭合；在所述第五时段内，仅所述第七开关 S_7 闭合；在所述第六时段内，仅所述第五开关 S_5 和所述第六开关 S_6 闭合；在所述第七时段内，仅所述第三开关 S_3 和所述第四开关 S_4 闭合；在所述第八时段内，仅所述第二开关 S_2 闭合。

可选地，当所述第一储能电容和所述第二储能电容两端的电压均建立至稳定值时，所述第一正电压的幅值等于所述第一储能电容两端的电压值；

所述第二正电压的幅值等于所述第一储能电容两端的电压值减去所述第二储能电容两端的电压值；

所述第三正电压的幅值等于所述第二储能电容两端的电压值。

可选地，所述驱动电极进一步包括正相位驱动电极和负相位驱动电极；所述电压产生电路进一步包括电源电压产生电路和第三储能电容；

所述电源电压产生电路用于产生所述电源电压；

所述开关电路进一步用于在第一时间段内同时控制所述正相位驱动电极连接至所述电源电压产生电路，所述负相位驱动电极连接至地端 GND，所述电源电压对所述正相位驱动电极充电，所述负相位驱动电极对所述地端 GND 放电，使得所述正驱动电极两端的电压等于所述电源电压，所述负相位驱动电极两端的电压等于所述零电压；在第二时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极串联，并且所述正相位驱动电极与所述第三储能电容反向串联，所述正相位驱动电极通过所述第三储能电容对所述负相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述第一正电压，所述负相位驱动电极两端的电压等于所述第三正电压；在第三时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极并联，所述正相位驱动电极对所述第三储能电容和所述负相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述负相位驱动电极两端的电压，并且等于所述第二正电压；在第四时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极串联，并且所述正相位驱动电极与所述第三储能电容正向串联，所述正相位驱动电极通过所述第三储能电容对所述负相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述第三正电压，所述负相位驱动电极两端的电压等于所述第一正电压；以及在第五时段内同时控制所述正相位驱动电极连接至所述地端 GND，所述负相位驱动电极连接至所述电源电压产生电路，所述正相位驱动电极对所述地端 GND 放电，所述电源电压对所述负相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述零电压，所述负相位驱动电极两端的电压等于所述电源电压。

可选地，所述开关电路进一步用于在第六时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极串联，并且所述正相位驱动电极与所述第三储能电容正向串联，所述负相位驱动电极通过所述第三储能电容对所述正相位驱动电极充电，使得所述负相位驱动电极两端的电压等于第四正电压，所述正相位驱动电极两端的电压等于第五正电压；在第七时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极并联，所述负相位驱动电极对所述第三储能电容和所述正相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述负相位驱动电极两端的电压，并且等于所述第二正电压；以及在第八时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极串联，并且所述正相位驱动电极与所述第三储能电容反向串联，所述负相位驱动电极通过所述第三储能电容对所述正相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述第四正电压，所述负相位驱动电极两端的电压等于所述第五正电压；

所述第四正电压高于所述第五正电压，并且低于所述电源电压。

可选地，所述开关电路进一步包括第六开关电路、第七开关电路、第八开关电路、第九开关电路以及第十开关电路；

在所述第一时间段内，所述第六开关电路导通；在所述第二时段内，所述第七开关电路导通；在所述第三时段内，所述第八开关电路导通；在所述第四时段内，所述第九开关电路导通；在所述第五时段内，所述第十开关电路导通；在所述第六时段内，所述第九开关电路导通；在所述第七时段内，所述第八开关电路导通；在所述第八时

段内，所述第七开关电路导通。

所述任意一个开关电路导通时，所述其他四个开关电路均断开。

可选地，所述第六开关电路进一步包括第八开关 S_8 和第九开关 S_9 ；所述第七开关电路进一步包括第十开关 S_{10} 和第十一开关 S_{11} ；所述第八开关电路进一步包括第十二开关 S_{12} 、第十三开关 S_{13} 以及第十四开关 S_{14} ；所述第九开关电路进一步包括第十五开关 S_{15} 和第十六开关 S_{16} ；所述第十开关电路进一步包括第十七开关 S_{17} 和第十八开关 S_{18} ；

所述第八开关 S_8 的第一端连接至所述电源电压产生电路，所述第八开关 S_8 的第二端连接至所述正相位驱动电极；

所述第九开关 S_9 的第一端连接至所述地端 GND，所述第九开关 S_9 的第二端连接至所述负相位驱动电极；

所述第十开关 S_{10} 的第一端连接至所述第三储能电容的第一端，所述第十开关 S_{10} 的第二端连接至所述正相位驱动电极；

所述第十一开关 S_{11} 的第一端连接至所述第三储能电容的第二端，所述第十一开关 S_{11} 的第二端连接至所述负相位驱动电极；

所述第十二开关 S_{12} 的第一端连接至所述第三储能电容的第一端，所述第十二开关 S_{12} 的第二端连接至所述正相位驱动电极；

所述第十三开关 S_{13} 的第一端连接至所述第三储能电容的第一端，所述第十三开关 S_{13} 的第二端连接至所述负相位驱动电极；

所述第十四开关 S_{14} 的第一端连接至所述第三储能电容的第二端，所述第十四开关 S_{14} 的第二端连接至所述地端 GND；

所述第十五开关 S_{15} 的第一端连接至所述第三储能电容的第二端，所述第十五开关 S_{15} 的第二端连接至所述正相位驱动电极；

所述第十六开关 S_{16} 的第一端连接至所述第三储能电容的第一端，所述第十六开关 S_{16} 的第二端连接至所述负相位驱动电极；

所述第十七开关 S_{17} 的第一端连接至所述地端 GND，所述第十七开关 S_{17} 的第二端连接至所述正相位驱动电极；

所述第十八开关 S_{18} 的第一端连接至所述电源电压产生电路，所述第十八开关 S_{18} 的第二端连接至所述负相位驱动电极。

可选地，在所述第一时段内，仅所述第八开关 S_8 和所述第九开关 S_9 同时闭合；在所述第二时段内，仅所述第十开关 S_{10} 和所述第十一开关 S_{11} 闭合；在所述第三时段内，仅所述第十二开关 S_{12} 、所述第十三开关 S_{13} 和所述第十四开关 S_{14} 闭合；在所述第四时段内，仅所述第十五开关 S_{15} 和所述第十六开关 S_{16} 闭合；在所述第五时段内，仅所述第十七开关 S_{17} 和所述第十八开关 S_{18} 闭合；在所述第六时段内，仅所述第十五开关 S_{15} 和所述第十六开关 S_{16} 闭合；在所述第七时段内，仅所述第十二开关 S_{12} 、所述第十三开关 S_{13} 和所述第十四开关 S_{14} 闭合；在所述第八时段内，仅所述第十开关 S_{10} 和所述第十一开关 S_{11} 闭合。

可选地，当所述第三储能电容两端的电压建立至稳定值时，所述第一正电压的幅值减去所述第三正电压的幅值等于所述第三储能电容两端的电压值；

所述第二正电压的幅值等于所述第三储能电容两端的电压值；

所述第四正电压的幅值减去所述第五正电压的幅值等于所述第三储能电容两端的电压值。

5 可选地，当所述正相位驱动电极的等效电容值等于所述负相位驱动电极的等效电容值时，所述第四正电压等于所述第一正电压，所述第五正电压等于所述第三正电压。

第二方面，本申请实施例提供一种触控驱动芯片，包括如第一方面或第一方面的任一可选方式所述的触控驱动电路。

第三方面，本申请实施例提供一种触控显示装置，包括如第二方面所述的触控驱动芯片。

10 可以理解的是，上述提供的第二方面所述的触控驱动芯片和第三方面所述的触控显示装置均应用了上文所提供的对应的触控驱动电路，因此，其所能达到的有益效果可参考上文所提供的对应的触控驱动电路的有益效果，此处不再赘述。

附图说明

15 一个或多个实施例通过与之对应的附图中的图片进行示例性说明，这些示例性说明并不构成对实施例的限定。下面的描述涉及附图时，不同附图中的相同数字表示相同的要素。除非有特别申明，附图中的图不构成比例限制。

图 1 为一种传统的触控驱动电路的结构示意图；

图 2 为图 1 所示的触控驱动电路输出的驱动信号在一个周期内的信号波形示意图；

图 3 为本申请实施例提供的一种触控驱动电路的结构示意图；

20 图 4 为本申请实施例提供的另一种触控驱动电路的结构示意图；

图 5 为图 4 所示的触控驱动电路的工作原理示意图；

图 6 为图 4 所示的触控驱动电路输出的驱动信号在一个周期内的信号波形示意图；

图 7 为图 4 所示的触控驱动电路的一种电路模型示意图；

图 8 为本申请实施例提供的又一种触控驱动电路的结构示意图；

25 图 9 为图 8 所示的触控驱动电路的工作原理示意图；

图 10 为图 8 所示的触控驱动电路输出的驱动信号在一个周期内的信号波形示意图。

具体实施方式

下面将结合附图对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本申请的一部分实施例，而不是全部的实施例。

30 本申请使用的术语是仅仅出于描述特定实施例的目的，而非旨在限制本申请。在本申请和所附权利要求书中所使用的单数形式的“一种”、“所述”和“该”也旨在包括多数形式，除非上下文清楚地表示其他含义。还应当理解，本文中使用的术语“和/或”是指并包含一个或多个相关联的列出项目的任何或所有可能组合。

35 另外，“第一”、“第二”等术语仅用于区别类似的对象，而不能理解为指示或暗示相对重要性，或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此，限定有“第一”、“第二”等的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。

本申请实施例提供一种触控驱动电路、驱动芯片以及触控显示装置。其中，触控驱动电路可应用于电容式的触控显示装置中，对触控显示装置的驱动电极进行驱动。触控显示装置还可以包括显示器件，并且显示器件的示例包括：液晶（LCD）显示器，有机发光（OLED）显示器，等离子体（PDP）显示器以及阴极射线（CRT）显示器。

如图 3 所示，为本申请实施例提供的一种触控驱动电路的结构示意图；其中，电阻 R_k 表示驱动阻抗，包括驱动电极和触控驱动电路的等效阻抗，电容 C_L 表示驱动电极的等效电容。触控驱动电路 20 包括电压产生电路 201 和开关电路 202，并且电压产生电路 201 与开关电路 202 电连接；电压产生电路 201 包括至少一个储能电容（图中未示出），该至少一个储能电容可以存储驱动电极释放的电荷，以及将存储的电荷转移给驱动电极；开关电路 202 可以控制电压产生电路 201 周期性地输出电源电压、第一正电压、第二正电压、第三正电压和零电压；其中，第一正电压、第二正电压和第三正电压为该至少一个储能电容提供的电压，并且其幅值大小满足以下关系：电源电压 > 第一正电压 > 第二正电压 > 第三正电压 > 零电压。

通过增设至少一个储能电容，可以实现对驱动电极放电时释放出的电荷进行回收利用，在该至少一个储能电容与驱动电极之间进行电荷转移的过程中，不产生额外的功耗，并且在电源电压与零电压之间引入了多个中间电平，从而等效减小了直接由电源电压对驱动电极进行充电时，驱动电极两端的电压变化量，有效降低了触控驱动电路的驱动功耗。

基于图 3 所示的触控驱动电路，电压产生电路可以进一步包括电源电压产生电路，第一储能电容和第二储能电容。电源电压产生电路可以产生上述电源电压。开关电路可以进一步在第一时段内控制驱动电极连接至电源电压产生电路，电源电压对驱动电极充电，使得驱动电极两端的电压等于电源电压；在第二时段内控制驱动电极连接至第一储能电容，第一储能电容可以存储驱动电极释放的电荷，使得驱动电极两端的电压等于上述第一正电压；在第三时段内控制驱动电极与第一储能电容、第二储能电容串联，并且第一储能电容与第二储能电容反向串联，第一储能电容和第二储能电容可以存储驱动电极释放的电荷，使得驱动电极两端的电压等于上述第二正电压；在第四时段内控制驱动电极连接至第二储能电容，第二储能电容可以存储驱动电极释放的电荷，使得驱动电极两端的电压等于上述第三正电压；以及在第五时段内控制驱动电极连接至地端 GND，驱动电极对地端 GND 放电，使得驱动电极两端的电压等于零电压。

在上述过程中，驱动电极两端的电压先从电源电压下降至第一正电压，又从第一正电压下降至第二正电压，再从第二正电压下降至第三正电压，而后从第三正电压下降至零电压，即在这一过程中驱动电极始终处于放电状态。通过设置两个储能电容存储驱动电极在放电过程中释放的电荷，在电源电压与零电压之间引入了三个中间电平，从而减小了驱动电极放电时电阻 R_L 上的损耗，进而降低了该触控驱动电路的驱动功耗。

基于上述实施例公开的内容，本实施例中，开关电路可以进一步在第六时段内控制驱动电极连接至第二储能电容，第二储能电容可以将存储的电荷转移给驱动电极，使得驱动电极两端的电压等于上述第三正电压；在第七时段内控制驱动电极与第一储能电容、第二储能电容串联，并且第一储能电容与第二储能电容反向串联，第一储能电容和第二储能电容可以将存储的电荷转移给驱动电极，使得驱动电极两端的电压等

于上述第二正电压；以及在第八时段内控制驱动电极连接至第一储能电容，第一储能电容可以将存储的电荷转移给驱动电极，使得驱动电极两端的电压等于上述第一正电压。

在上述过程中，驱动电极两端的电压先从零电压升高至第三正电压，又从第三正电压升高至第二正电压，再从第二正电压升高至第一正电压，即在这一过程中驱动电极始终处于充电状态。

将上述驱动电极的放电阶段与充电阶段结合，即可构成触控驱动电路的一个工作周期，对应触控驱动电路输出的驱动信号的一个周期。两个储能电容可以存储驱动电极在放电过程中释放的电荷，再将存储的电荷转移回驱动电极，以实现驱动电极进行充电，在这一电荷转移过程中不会产生额外的功耗，并且在电源电压与零电压之间引入了三个中间电平，使得驱动信号在一个周期内的信号幅值依次等于电源电压、第一正电压、第二正电压、第三正电压、零电压、第三正电压、第二正电压、第一正电压，既可以减小对驱动电极充电时电阻 R_L 上的损耗，也可以减小驱动电极放电时电阻 R_L 上的损耗，从而有效降低触控驱动电路的驱动功耗。

基于上述实施例公开的内容，本实施例中，开关电路可以进一步包括第一开关电路、第二开关电路、第三开关电路、第四开关电路以及第五开关电路。为了使驱动信号在一个周期内的信号幅值可以依次等于电源电压、第一正电压、第二正电压、第三正电压、零电压、第三正电压、第二正电压、第一正电压，可以控制：在第一时段内，第一开关电路导通；在第二时段内，第二开关电路导通；在第三时段内，第三开关电路导通；在第四时段内，第四开关电路导通；在第五时段内，第五开关电路导通；在第六时段内，第四开关电路导通；在第七时段内，第三开关电路导通；在第八时段内，第二开关电路导通，并且在上述任意一个开关电路导通时，其他四个开关电路均断开。

具体的，可以采用控制电路对各个开关电路进行控制，使得各个开关电路可以按照上述导通顺序周期性地循环导通，进而控制驱动信号具有上述阶梯状的信号波形。控制电路可以与触控驱动电路集成在同一个芯片上，也可以独立于触控驱动电路，即控制电路可以与触控驱动电路集成在不同的芯片中，本申请实施例对此不作限定。

基于上述实施例公开的内容，本申请实施例提供了另一种触控驱动电路的结构示意图，如图 4 所示；其中，电阻 R_x 表示驱动阻抗（包括驱动电极和触控驱动电路的等效阻抗），电容 C_L 表示驱动电极的等效电容。具体的，开关电路中，第一开关电路进一步包括第一开关 S_1 ；第二开关电路进一步包括第二开关 S_2 ；第三开关电路进一步包括第三开关 S_3 和第四开关 S_4 ；第四开关电路进一步包括第五开关 S_5 和第六开关 S_6 ；第五开关电路进一步包括第七开关 S_7 。具体的，触控驱动电路 30 中各个元件的连接关系如下：第一开关 S_1 的第一端连接至电源电压产生电路，以接入电源电压 V_{DD} ，第一开关 S_1 的第二端连接至该驱动电极；第二开关 S_2 的第一端连接至第一储能电容 C_{S1} 的第一端，第二开关 S_2 的第二端连接至该驱动电极；第三开关 S_3 的第一端连接至第二储能电容 C_{S2} 的第二端，第三开关 S_3 的第二端连接至该驱动电极；第四开关 S_4 的第一端连接至第二储能电容 C_{S2} 的第一端，第四开关 S_4 的第二端连接至第一储能电容 C_{S1} 的第一端；第五开关 S_5 的第一端连接至第二储能电容 C_{S2} 的第二端，第五开关 S_5 的第二端连接至地端 GND ；第六开关 S_6 的第一端连接至第二储能电容 C_{S2} 的第一端，第六开关 S_6

的第二端连接至该驱动电极；第七开关 S_7 的第一端连接至地端 GND，第七开关 S_7 的第二端连接至该驱动电极；第一储能电容 C_{S1} 的第二端连接至地端 GND。

图 5 为图 4 所示的触控驱动电路的工作原理示意图；其中，第一储能电容 C_{S1} 两端的电压记为 V_{C1} ，第二储能电容 C_{S2} 两端的电压记为 V_{C2} 。可以看到，在 t_1 时段内，仅第一开关电路导通，即仅第一开关 S_1 闭合，电源电压 V_{DD} 对电容 C_L 充电，直至电容 C_L 两端的电压等于电源电压 V_{DD} 。

在 t_2 时段内，仅第二开关电路导通，即仅第二开关 S_2 闭合，电容 C_L 对第一储能电容 C_{S1} 放电，第一储能电容 C_{S1} 存储电容 C_L 释放的电荷，直至电容 C_L 两端的电压等于第一正电压。

在 t_3 时段内，仅第三开关电路导通，即第三开关 S_3 和第四开关 S_4 同时闭合，电容 C_L 对第一储能电容 C_{S1} 和第二储能电容 C_{S2} 的串联电容放电，第一储能电容 C_{S1} 和第二储能电容 C_{S2} 存储电容 C_L 释放的电荷，直至电容 C_L 两端的电压等于第二正电压。

在 t_4 时段内，仅第四开关电路导通，即第五开关 S_5 和第六开关 S_6 同时闭合，电容 C_L 对第二储能电容 C_{S2} 放电，直至电容 C_L 两端的电压等于第三正电压。

在 t_5 时段内，仅第五开关电路导通，即仅第七开关 S_7 闭合，电容 C_L 对地放电，直至电容 C_L 两端的电压等于零电压。

在 t_6 时段内，仅第四开关电路导通，即第五开关 S_5 和第六开关 S_6 同时闭合，第二储能电容 C_{S2} 对电容 C_L 充电，直至电容 C_L 两端的电压等于第三正电压。

在 t_7 时段内，仅第三开关电路导通，即第三开关 S_3 和第四开关 S_4 同时闭合，第一储能电容 C_{S1} 和第二储能电容 C_{S2} 的串联电容对电容 C_L 充电，直至电容 C_L 两端的电压等于第二正电压。

在 t_8 时段内，仅第二开关电路导通，即仅第二开关 S_2 闭合，第一储能电容 C_{S1} 对电容 C_L 充电，直至电容 C_L 两端的电压等于第一正电压。

本申请实施例提供的触控驱动电路可以按照上述八个时段为一个周期循环工作，第一储能电容 C_{S1} 两端的电压 V_{C1} 和第二储能电容 C_{S2} 两端的电压 V_{C2} 在这一循环的工作过程中会逐渐建立至稳定值，并且当第一储能电容 C_{S1} 和第二储能电容 C_{S2} 两端的电压均建立至稳定值时，第一正电压的幅值等于第一储能电容 C_{S1} 两端的电压值 V_{C1} ，第二正电压的幅值等于第一储能电容 C_{S1} 两端的电压值 V_{C1} 减去第二储能电容 C_{S2} 两端的电压值 V_{C2} ，即等于 $V_{C1} - V_{C2}$ ，第三正电压的幅值等于第二储能电容 C_{S2} 两端的电压值 V_{C2} 。

需要说明的是，当第一储能电容 C_{S1} 和第二储能电容 C_{S2} 的电容值远大于电容 C_L 的电容值时，第一储能电容 C_{S1} 、第二储能电容 C_{S2} 存储电容 C_L 释放的电荷或者向电容 C_L 转移电荷后，第一储能电容 C_{S1} 和第二储能电容 C_{S2} 两端的电压值几乎不发生改变。具体的，当第一储能电容 C_{S1} 、第二储能电容 C_{S2} 的电容值大于电容 C_L 的电容值的 50~100 倍时，可以判定第一储能电容 C_{S1} 、第二储能电容 C_{S2} 的电容值远大于电容 C_L 的电容值。

下面基于电荷守恒定律，分别针对上述八个时段内第一储能电容 C_{S1} 、第二储能电容 C_{S2} 、电容 C_L 之间的电荷转移情况进行分析，以计算第一储能电容 C_{S1} 和第二储能电容 C_{S2} 两端的电压建立至稳定值时，第一正电压、第二正电压和第三正电压的具体值。

以下设置第一储能电容 C_{S1} 、第二储能电容 C_{S2} 、电容 C_L 的电容值大小满足： $C_{S1} = C_{S2} = C_S \gg C_L$ 。

在 t_1 时段内，电容 C_L 两端电压的终值等于电源电压 V_{DD} 。

在 t_2 时段内，电容 C_L 两端电压的初值为 V_{DD} ，终值记为 V_{x1} ，第一储能电容 C_{S1} 两端电压的初值为 V_{C1} ，终值同样为 V_{x1} ，根据电荷守恒定律，上述电压值和电容值满足如下关系：

$$C_L * (V_{DD} - V_{x1}) = C_{S1} * (V_{x1} - V_{C1}). \quad (\text{公式 1})$$

根据公式 1 可以得到：

$$V_{x1} = (C_{S1} * V_{C1} + C_L * V_{DD}) / (C_{S1} + C_L). \quad (\text{公式 2})$$

由于第一储能电容 C_{S1} 、第二储能电容 C_{S2} 、电容 C_L 的电容值大小满足： $C_{S1} = C_{S2} = C_S \gg C_L$ ，所以根据公式 2 可以得到：

$$V_{x1} \approx (1 - C_L / C_S) * V_{C1} + C_L / C_S * V_{DD}. \quad (\text{公式 3})$$

在 t_3 时段内，电容 C_L 两端电压的初值为 V_{x1} ，终值为 V_{x2} ；第一储能电容 C_{S1} 两端电压的初值为 V_{x1} ，终值为 V_{x3} ；第二储能电容 C_{S2} 两端电压的初值为 V_{C2} ，终值为 $V_{x3} - V_{x2}$ ；根据电荷守恒定律，上述电压值和电容值满足如下关系：

$$C_{S1} * (V_{x3} - V_{x1}) = C_L * (V_{x1} - V_{x2}); \quad (\text{公式 4})$$

$$C_{S2} * (V_{x2} - V_{x3}) + C_{S2} * V_{C2} = C_L * (V_{x1} - V_{x2}). \quad (\text{公式 5})$$

根据公式 4 和公式 5，可以得到：

$$V_{x2} \approx (1 - C_L / C_S) * V_{C1} - (1 - 2 * C_L / C_S) * V_{C2} + C_L / C_S * V_{DD}; \quad (\text{公式 6})$$

$$V_{x1} \approx (1 - C_L / C_S) * V_{C1} + C_L / C_S * V_{C2} + C_L / C_S * V_{DD}. \quad (\text{公式 7})$$

在 t_4 时段内，电容 C_L 两端电压的初值为 $V_{x3} - V_{x2}$ ，终值为 V_{x4} ；第二储能电容 C_{S2} 两端电压的初值为 V_{x2} ，终值同样为 V_{x4} ；根据电荷守恒定律，上述电压值和电容值满足如下关系：

$$C_L * (V_{x2} - V_{x4}) = C_{S2} * [V_{x4} - (V_{x3} - V_{x2})]. \quad (\text{公式 8})$$

根据公式 8 可以得到：

$$V_{x4} \approx (1 - 3 * C_L / C_S) * V_{C2} + C_L / C_S * V_{C1}. \quad (\text{公式 9})$$

在 t_5 时段结束时，电容 C_L 对地放电至两端电压等于零电压，所以在 t_6 时段内，电容 C_L 两端电压的初值为 0，终值为 V_{x5} ，第二储能电容 C_{S2} 两端电压的初值为 V_{x4} ，终值同样为 V_{x5} ；根据电荷守恒定律，上述电压值和电容值满足如下关系：

$$C_L * V_{x5} = C_{S2} * (V_{x4} - V_{x5}). \quad (\text{公式 10})$$

根据公式 10 可以得到：

$$V_{x5} \approx C_L / C_S * V_{C1} + (1 - 4 * C_L / C_S) * V_{C2}. \quad (\text{公式 11})$$

在 t_7 时段内，电容 C_L 两端电压的初值为 V_{x5} ，终值为 V_{x6} ；第一储能电容 C_{S1} 两端电压的初值为 V_{x3} ，终值为 V_{x7} ；第二储能电容 C_{S2} 两端电压的初值为 V_{x5} ，终值为 $V_{x7} - V_{x6}$ ；根据电荷守恒定律，上述电压值和电容值满足如下关系：

$$C_L * (V_{x6} - V_{x5}) = C_{S1} * (V_{x3} - V_{x7}) = C_{S2} * [(V_{x7} - V_{x6}) - V_{x5}]. \quad (\text{公式 12})$$

根据公式 12 可以得到：

$$V_{x6} \approx (1 - 4 * C_L / C_S) * V_{C1} - (1 - 4 * C_L / C_S) * V_{C2} + C_L / C_S * V_{DD}; \quad (\text{公式 13})$$

$$V_{x7} \approx (1 - 2 * C_L / C_S) * V_{C1} + 3 * C_L / C_S * V_{C2} + C_L / C_S * V_{DD}. \quad (\text{公式 14})$$

在 t_8 时段内, 电容 C_L 两端电压的初值为 V_{x6} , 终值为 V_{x8} ; 第一储能电容 C_{S1} 两端电压的初值为 V_{x7} , 终值同样为 V_{x8} ; 根据电荷守恒定律, 上述电压值和电容值满足如下关系:

$$C_{S1} \cdot (V_{x7} - V_{x8}) = C_L \cdot (V_{x8} - V_{x6}). \quad (\text{公式 15})$$

根据公式 15 可以得到:

$$V_{x8} \approx (1 - 2 \cdot C_L / C_S) \cdot V_{C1} + 2 \cdot C_L / C_S \cdot V_{C2} + C_L / C_S \cdot V_{DD}. \quad (\text{公式 16})$$

当第一储能电容 C_{S1} 两端的电压 V_{C1} 和第二储能电容 C_{S2} 两端的电压 V_{C2} 达到稳定状态时, 满足如下关系:

$$V_{x7} - V_{x6} = V_{C2}; \quad (\text{公式 17})$$

$$V_{x8} = V_{C1}. \quad (\text{公式 18})$$

根据公式 17 和公式 18 可以计算得到:

$$V_{C1} = \frac{3}{4} V_{DD}, \quad V_{C2} = \frac{1}{4} V_{DD}.$$

因此, 第一储能电容 C_{S1} 和第二储能电容 C_{S2} 两端的电压建立稳定后, 第一正电压、第二正电压、第三正电压分别等于 $3/4 V_{DD}$ 、 $1/2 V_{DD}$ 、 $1/4 V_{DD}$ 。

如图 6 所示, 为图 4 所示的触控驱动电路输出的驱动信号在一个周期内的信号波形示意图; 该驱动信号的波形是基于第一储能电容 C_{S1} 和第二储能电容 C_{S2} 两端的电压已经建立至稳定值的情况。可以看到, 该驱动信号的波形呈阶梯状, 并且该驱动信号的一个周期可以被划分为八个时段, 这八个时段分别对应着四个不同的信号幅值, 分别为电源电压 V_{DD} , 第一正电压 $3/4 V_{DD}$ 、第二正电压 $1/2 V_{DD}$ 、第三正电压 $1/4 V_{DD}$ 。由于在整个周期内, 仅有一个时段直接由电源电压对驱动电极充电, 并且该时段内驱动电极两端的电压从 $3/4 V_{DD}$ 升高至 V_{DD} , 所以消耗的电源能量 ΔQ 为:

$$\Delta Q = C_L \cdot (V_{DD} - 3/4 V_{DD}) = 1/4 \cdot C_L \cdot V_{DD}. \quad (\text{公式 19})$$

因此, 该触控驱动电路在一个周期 T 内的驱动功耗为:

$$P = V_{DD} \cdot \Delta Q / T = 1/4 \cdot C_L \cdot V_{DD}^2 \cdot f. \quad (\text{公式 20})$$

本申请实施例提供的触控驱动电路通过增设两个储能电容, 在电源电压与零电压之间引入了三个中间电平, 相当于减小了直接由电源电压对驱动电极进行驱动时, 驱动电极两端的电压变化量, 所以相比于图 1 所示的传统触控驱动电路, 在提供相同幅度的驱动信号的情况下, 本申请实施例提供的触控驱动电路一个周期 T 内的驱动功耗明显降低, 仅为传统触控驱动电路的 25%。

下面从另一个角度来计算触控驱动电路的驱动功耗, 如图 6 所示, 其中的八个阴影部分表示一个周期 T 内驱动阻抗 R_L 上的损耗。为了便于计算在一个周期 T 内驱动阻抗 R_L 上的损耗, 可以采用图 7 所示的电路模型示意图, 该电路模型可以表示任意一个时段 t_i ($i=1, 2 \dots 8$) 内触控驱动电路对驱动电极进行充电或放电的情况。

触控驱动电路对驱动电极进行充电或放电时的电流大小为:

$$i = C_L \cdot \frac{dV_o}{dt}. \quad (\text{公式 21})$$

由于 $V_o = \frac{1}{4} V_{DD} \left(1 - e^{-\frac{t}{R_{ix} C_L}} \right)$, 所以根据公式 21 可以得到:

$$i = \frac{1}{4} \cdot \frac{V_{DD}}{R} \cdot e^{-\frac{t}{R_{ix} C_L}}. \quad (\text{公式 22})$$

根据公式 22 可以得到在一个时段内驱动阻抗 R_L 上消耗的能量为:

$$\int_0^{\infty} i^2 R_{tx} dt = \frac{1}{16} \cdot \frac{V_{DD}^2}{R} \cdot \int_0^{\infty} e^{-\frac{2t}{R C_L}} dt = \frac{1}{32} C_L V_{DD}^2. \quad (\text{公式 23})$$

因此, 一个周期 T 内驱动阻抗 R_L 上的损耗为 $1/4 \cdot C_L \cdot V_{DD}^2 \cdot f$, 其中 $f = 1/T$, 表示驱动信号的频率。

5 由于开关电路导通后, 电容 C_L 两端的电压往往是以非理想的状态变化, 即电容 C_L 两端的电压不会在开关电路导通的瞬间变化至目标稳定值, 所以为了保证本申请实施例提供的触控驱动电路的驱动功耗和输出的驱动信号的幅值能够达到预设的目标值, 可以设置第一开关电路、第二开关电路、第三开关电路、第四开关电路、第五开关电路的导通时间大于或等于驱动电极两端的电压在相应时段内建立至稳定值的时间。

10 另一方面, 互容检测应用中还可以采用正交打码方式, 即在同一时刻下, 一部分驱动电极采用正相位的驱动波形进行驱动, 称为正相位驱动电极, 而另一部分驱动电极采用负相位的驱动波形进行驱动, 称为负相位驱动电极。针对这种打码方式, 本申请实施例还提供一种触控驱动电路, 能够同时对正相位驱动电极和负相位驱动电极进行驱动, 从而更好地适应采用正交打码方式的触控检测应用。

15 基于图 3 所示的触控驱动电路, 电压产生电路可以进一步包括电源电压产生电路和第三储能电容。电源电压产生电路可以产生上述电源电压。开关电路可以进一步在第一时段内同时控制正相位驱动电极连接至电源电压产生电路, 负相位驱动电极连接至地端 **GND**, 电源电压对正相位驱动电极充电, 负相位驱动电极对地端 **GND** 放电, 使得正相位驱动电极两端的电压等于上述电源电压, 负相位驱动电极两端的电压等于零电压; 在第二时段内控制正相位驱动电极、第三储能电容、负相位驱动电极串联, 并且正相位驱动电极与第三储能电容反向串联, 正相位驱动电极通过第三储能电容对负相位驱动电极充电, 使得正相位驱动电极两端的电压等于上述第一正电压, 负相位驱动电极两端的电压等于上述第三正电压; 在第三时段内控制正相位驱动电极、第三储能电容、负相位驱动电极并联, 正相位驱动电极对第三储能电容和负相位驱动电极充电, 使得正相位驱动电极两端的电压等于负相位驱动电极两端的电压, 并且等于上述第二正电压; 在第四时段内控制正相位驱动电极、第三储能电容、负相位驱动电极串联, 并且正相位驱动电极与第三储能电容正向串联, 正相位驱动电极通过第三储能电容对负相位驱动电极充电, 使得正相位驱动电极两端的电压等于上述第三正电压, 负相位驱动电极两端的电压等于上述第一正电压; 以及在第五时段内同时控制正相位驱动电极连接至地端 **GND**, 负相位驱动电极连接至电源电压产生电路, 正相位驱动电极对地端 **GND** 放电, 电源电压对负相位驱动电极充电, 使得正相位驱动电极两端的电压等于零电压, 负相位驱动电极两端的电压等于电源电压。

在上述过程中, 正相位驱动电极两端的电压先从电源电压下降至第一正电压, 同时负相位驱动电极两端的电压从零电压升高至第三正电压; 正相位驱动电极两端的电压又从第一正电压下降至第二正电压, 同时负相位驱动电极两端的电压从第三正电压升高至第二正电压; 正相位驱动电极两端的电压再从第二正电压下降至第三正电压, 同时负相位驱动电极两端的电压从第二正电压升高至第一正电压; 而后正相位驱动电极两端的电压从第三正电压下降至零电压, 同时负相位驱动电极两端的电压从第一正

电压升高至电源电压，即在这一过程中正相位驱动电极处于放电状态，负相位驱动电极处于充电状态。通过设置一个第三储能电容，并利用开关电路切换第三储能电容、正相位驱动电极、负相位驱动电极三者之间的串并联状态，在电源电压与零电压之间引入了三个中间电平，从而减小了正相位驱动电极放电时电阻 R_L 上的损耗，以及对负相位驱动电极充电时电阻 R_L 上的损耗，进而降低了该触控驱动电路的驱动功耗。

基于上述实施例公开的内容，本实施例中，开关电路可以进一步在第六时段内控制正相位驱动电极、第三储能电容、负相位驱动电极串联，并且正相位驱动电极与第三储能电容正向串联，负相位驱动电极通过第三储能电容对正相位驱动电极充电，使得负相位驱动电极两端的电压等于第四正电压，正相位驱动电极两端的电压等于第五正电压；在第七时段内控制正相位驱动电极、第三储能电容、负相位驱动电极并联，负相位驱动电极对第三储能电容和正相位驱动电极充电，使得正相位驱动电极两端的电压等于负相位驱动电极两端的电压，等于上述第二正电压；以及在第八时段内控制正相位驱动电极、第三储能电容、负相位驱动电极串联，并且正相位驱动电极与第三储能电容反向串联，负相位驱动电极通过第三储能电容对正相位驱动电极充电，使得正相位驱动电极两端的电压等于上述第四正电压，负相位驱动电极两端的电压等于上述第五正电压。其中，第四正电压和第五正电压的幅值大小满足：电源电压>第四正电压>第五正电压>零电压。

在上述过程中，正相位驱动电极两端的电压先从零电压升高至第五正电压，同时负相位驱动电极两端的电压从电源电压下降至第四正电压；正相位驱动电极两端的电压又从第五正电压升高至第二正电压，同时负相位驱动电极两端的电压从第四正电压下降至第二正电压；而后正相位驱动电极两端的电压从第二正电压升高至第四正电压，同时负相位驱动电极两端的电压从第二正电压下降至第五正电压，即在这一过程中，正相位驱动电极处于充电状态，负相位驱动电极处于放电状态。将这一过程与上一过程结合，即可构成触控驱动电路的一个工作周期，对应触控驱动电路输出的驱动信号的一个周期。第三储能电容可以回收利用正相位驱动电极和负相位驱动电极在放电过程中释放的电荷，以实现对正相位驱动电极和负相位驱动电极进行充电，在这一电荷转移过程中不会产生额外的功耗，并且开关电路通过切换第三储能电容、正相位驱动电极、负相位驱动电极三者之间的串并联状态，在电源电压与零电压之间引入了五个中间电平，使得驱动信号具有阶梯状的信号波形，同时可以很好地适应正交打码的驱动方式。

基于上述实施例公开的内容，本实施例中，开关电路可以进一步包括：第六开关电路、第七开关电路、第八开关电路、第九开关电路以及第十开关电路。为了使驱动信号具有上述阶梯状的信号波形，可以控制：在上述第一时段内，第六开关电路导通；在上述第二时段内，第七开关电路导通；在上述第三时段内，第八开关电路导通；在上述第四时段内，第九开关电路导通；在上述第五时段内，第十开关电路导通；在上述第六时段内，第九开关电路导通；在上述第七时段内，第八开关电路导通；在上述第八时段内，第七开关电路导通；上述任意一个开关电路导通时，其他四个开关电路均断开。

具体的，可以采用控制电路对开关电路进行控制，使得开关电路可以按照上述导

通顺序周期性地循环导通，进而控制触控驱动电路输出的驱动信号具有上述阶梯状的信号波形。控制电路可以与触控驱动电路集成在同一个芯片上，也可以独立于触控驱动电路，即控制电路可以与触控驱动电路集成在不同的芯片中，本申请实施例对此不作限定。

5 基于上述实施例公开的内容，本申请实施例提供了又一种触控驱动电路的结构示意图，如图 8 所示，以适应采用正交打码方式的触控检测场景；其中，电阻 $R_{ix,p}$ 和电阻 $R_{ix,n}$ 分别表示正相位驱动阻抗和负相位驱动阻抗，电容 $C_{L,p}$ 和电容 $C_{L,n}$ 分别表示正相位驱动电极和负相位驱动电极的等效电容。开关电路中，第六开关电路进一步包括第八开关 S_8 和第九开关 S_9 ；第七开关电路进一步包括第十开关 S_{10} 和第十一开关 S_{11} ；
10 第八开关电路进一步包括第十二开关 S_{12} 、第十三开关 S_{13} 以及第十四开关 S_{14} ；第九开关电路进一步包括第十五开关 S_{15} 和第十六开关 S_{16} ；第十开关电路进一步包括第十七开关 S_{17} 和第十八开关 S_{18} 。具体的，触控驱动电路 40 中各个元件的连接关系如下：第八开关 S_8 的第一端连接至电源电压产生电路，接入电源电压 V_{DD} ，第八开关 S_8 的第二端连接至该正相位驱动电极；第九开关 S_9 的第一端连接至地端 GND ，第九开关 S_9 的第二端连接至该负相位驱动电极；第十开关 S_{10} 的第一端连接至第三储能电容 C_{S3} 的第一端，第十开关 S_{10} 的第二端连接至该正相位驱动电极；第十一开关 S_{11} 的第一端连接至第三储能电容 C_{S3} 的第二端，第十一开关 S_{11} 的第二端连接至该负相位驱动电极；第十二开关 S_{12} 的第一端连接至第十二开关 S_{12} 的第一端连接至第十二开关 S_{12} 的第二端连接至该正相位驱动电极；第十三开关 S_{13} 的第一端连接至第三储能电容 C_{S3} 的第一端，
20 第十三开关 S_{13} 的第二端连接至该负相位驱动电极；第十四开关 S_{14} 的第一端连接至第三储能电容 C_{S3} 的第二端，第十四开关 S_{14} 的第二端连接至地端 GND ；第十五开关 S_{15} 的第一端连接至第三储能电容 C_{S3} 的第二端，第十五开关 S_{15} 的第二端该正相位驱动电极；第十六开关 S_{16} 的第一端连接至第三储能电容 C_{S3} 的第一端，第十六开关 S_{16} 的第二端连接至该负相位驱动电极；第十七开关 S_{17} 的第一端连接至地端 GND ，第十七开关 S_{17} 的第二端连接至该正相位驱动电极；第十八开关 S_{18} 的第一端连接至电源电压产生电路，第十八开关 S_{18} 的第二端连接至该负相位驱动电极。

图 9 为图 8 所示的触控驱动电路的工作原理示意图；为便于清楚地表示该触控驱动电路在工作过程中第三储能电容 C_{S3} 、正相位驱动电极、负相位驱动电极之间的电荷转移情况，图中省略了电阻 $R_{ix,p}$ 和电阻 $R_{ix,n}$ ，第三储能电容 C_{S3} 两端的电压记为 V_{C3} ，
30 电容 $C_{L,p}$ 两端的电压记为 V_p ，电容 $C_{L,n}$ 两端的电压记为 V_n ，并且电容 $C_{L,p}$ 和电容 $C_{L,n}$ 之间的电容值满足： $C_{L,p}/C_{L,n}=k$ ($k>0$)。

在 t_1 时段内，仅第六开关电路导通，即仅第八开关 S_8 和第九开关 S_9 同时闭合，电源电压 V_{DD} 对电容 $C_{L,p}$ 进行充电，直至电容 $C_{L,p}$ 两端的电压 V_p 等于电源电压 V_{DD} ，电容 $C_{L,n}$ 对地放电，直至电容 $C_{L,n}$ 两端的电压 V_n 等于 0。

35 在 t_2 时段内，仅第七开关电路导通，即仅第十开关 S_{10} 和第十一开关 S_{11} 同时闭合，电容 $C_{L,p}$ 通过第三储能电容 C_{S3} 对电容 $C_{L,n}$ 进行充电，直至电容 $C_{L,p}$ 两端的电压 V_p 等于第一正电压，电容 $C_{L,n}$ 两端的电压 V_n 等于第三正电压；电容 $C_{L,n}$ 两端电压的变化量 ΔV_n 与电容 $C_{L,p}$ 两端电压的变化量 ΔV_p 之比等于 k ($\Delta V_n/\Delta V_p=k$)。

在 t_3 时段内，仅第八开关电路导通，即仅第十二开关 S_{12} 、第十三开关 S_{13} 和第十

四开关 S_{14} 同时闭合, 电容 $C_{L,p}$ 与第三储能电容 C_{S3} 、电容 $C_{L,n}$ 并联, 电容 $C_{L,p}$ 对第三储能电容 C_{S3} 和电容 $C_{L,n}$ 进行充电, 直至电容 $C_{L,p}$ 和电容 $C_{L,n}$ 两端的电压相等, 并且等于第二正电压。

在 t_4 时段内, 仅第九开关电路导通, 即仅第十五开关 S_{15} 和第十六开关 S_{16} 同时闭合, 电容 $C_{L,p}$ 通过第三储能电容 C_{S3} 对电容 $C_{L,n}$ 进行充电, 直至电容 $C_{L,n}$ 两端的电压 V_n 等于第一正电压, 电容 $C_{L,p}$ 两端的电压 V_p 等于第三正电压; 电容 $C_{L,n}$ 两端电压的变化量 ΔV_n 与电容 $C_{L,p}$ 两端电压的变化量 ΔV_p 之比等于 k ($\Delta V_n/\Delta V_p=k$)。

在 t_5 时段内, 仅第十开关电路导通, 即仅第十七开关 S_{17} 和第十八开关 S_{18} 同时闭合, 电源电压 V_{DD} 对电容 $C_{L,n}$ 进行充电, 直至电容 $C_{L,n}$ 两端的电压 V_n 等于电源电压 V_{DD} , 电容 $C_{L,p}$ 对地放电, 直至电容 $C_{L,p}$ 两端的电压 V_p 等于 0。

在 t_6 时段内, 仅第九开关电路导通, 即仅第十五开关 S_{15} 和第十六开关 S_{16} 同时闭合, 电容 $C_{L,n}$ 通过第三储能电容 C_{S3} 对电容 $C_{L,p}$ 进行充电, 直至电容 $C_{L,n}$ 两端的电压 V_n 等于第四正电压, 电容 $C_{L,p}$ 两端的电压 V_p 等于第五正电压; 电容 $C_{L,n}$ 两端电压的变化量 ΔV_n 与电容 $C_{L,p}$ 两端电压的变化量 ΔV_p 之比等于 k ($\Delta V_n/\Delta V_p=k$)。

在 t_7 时段内, 仅第八开关电路导通, 即仅第十二开关 S_{12} 、第十三开关 S_{13} 和第十四开关 S_{14} 同时闭合, 电容 $C_{L,n}$ 与第三储能电容 C_{S3} 、电容 $C_{L,p}$ 并联, 电容 $C_{L,n}$ 对第三储能电容 C_{S3} 和电容 $C_{L,p}$ 进行充电, 直至电容 $C_{L,p}$ 和电容 $C_{L,n}$ 两端的电压相等, 并且等于第二正电压。

在 t_8 时段内, 仅第七开关电路导通, 即仅第十开关 S_{10} 和第十一开关 S_{11} 同时闭合, 电容 $C_{L,n}$ 通过第三储能电容 C_{S3} 对电容 $C_{L,p}$ 进行充电, 直至电容 $C_{L,p}$ 两端的电压 V_p 等于第四正电压, 电容 $C_{L,n}$ 两端的电压 V_n 等于第五正电压; 电容 $C_{L,n}$ 两端电压的变化量 ΔV_n 与电容 $C_{L,p}$ 两端电压的变化量 ΔV_p 之比等于 k ($\Delta V_n/\Delta V_p=k$)。

因此, 本申请实施例提供的触控驱动电路可以按照上述八个时段为一个周期循环工作。第三储能电容 C_{S3} 两端的电压 V_{C3} 在这一循环的工作过程中会逐渐建立至稳定值, 并且当第三储能电容 C_{S3} 两端的电压建立至稳定值时, 第一正电压的幅值减去第三正电压的幅值等于第三储能电容 C_{S3} 两端的电压值 V_{C3} ; 第二正电压的幅值等于第三储能电容 C_{S3} 两端的电压值 V_{C3} ; 第四正电压的幅值减去第五正电压的幅值等于第三储能电容 C_{S3} 两端的电压值 V_{C3} 。

另外, 根据电荷守恒定律可以得到, 当第三储能电容 C_{S3} 的电容值远大于电容 $C_{L,p}$ 和电容 $C_{L,n}$ 的电容值时, 当第三储能电容 C_{S3} 两端的电压建立稳定时, 第二电压值近似等于 $V_{DD}/2$ 。具体的, 当第三储能电容 C_{S3} 的电容值大于电容 $C_{L,p}$ 和电容 $C_{L,n}$ 的电容值的 50~100 倍时, 可以判定第三储能电容 C_{S3} 的电容值远大于电容 $C_{L,p}$ 和电容 $C_{L,n}$ 的电容值。

因此, 在上述 t_4 时段内, 电容 $C_{L,p}$ 两端电压的初值为 $V_{DD}/2$, 终值记为 V_{y1} , 电容 $C_{L,n}$ 两端电压的初值为 $V_{DD}/2$, 终值记为 V_{y2} ; 根据电荷守恒定律, 上述电压值和电容值满足如下关系:

$$C_{L,p} \cdot (V_{DD}/2 - V_{y1}) = C_{L,n} \cdot (V_{y2} - V_{DD}/2); \quad (\text{公式 } 24)$$

$$V_{y2} - V_{y1} = V_{DD}/2; \quad (\text{公式 } 25)$$

$$C_{L,p}/C_{L,n} = k, C_{L,p} + C_{L,n} = C_L. \quad (\text{公式 } 26)$$

根据公式 24 至公式 26 可以得到:

$$V_{y1} = \frac{k}{2(k+1)} \cdot V_{DD}; \quad (\text{公式 27})$$

$$V_{y2} = \frac{k+1/2}{k+1} \cdot V_{DD}. \quad (\text{公式 28})$$

在一个周期 T 内, 相当于仅 t_1 时段和 t_5 直接由电源提供电荷, 其中 t_1 时段内电容

5 $C_{L,p}$ 从电源获取的电荷量 ΔQ_1 为:

$$\Delta Q_1 = C_{L,p} \left(V_{DD} - \frac{1+k/2}{k+1} \cdot V_{DD} \right) = \frac{k^2}{2(k+1)^2} \cdot C_L \cdot V_{DD}. \quad (\text{公式 29})$$

同理, t_5 时段内电容 $C_{L,n}$ 从电源获取的电荷量 ΔQ_2 为:

$$\Delta Q_2 = C_{L,n} \cdot (V_{DD} - V_{y2}) = \frac{1}{2(k+1)^2} \cdot C_L \cdot V_{DD}. \quad (\text{公式 30})$$

根据公式 29 和公式 30 可以得到, 一个周期 T 内从电源获取的平均电流为:

$$10 \quad \bar{I} = \frac{\Delta Q_1 + \Delta Q_2}{T} = \frac{k^2 + 1}{2(k+1)^2} \cdot \frac{C_L \cdot V_{DD}}{T}. \quad (\text{公式 31})$$

因此, 在一个周期 T 内触控驱动电路的驱动功耗为:

$$P = \frac{k^2 + 1}{2(k+1)^2} \cdot C_L \cdot V_{DD}^2 \cdot f. \quad (\text{公式 32})$$

其中, f 为驱动信号的频率, 并且 $f = 1/T$ 。

根据公式 32 可以得到, 触控驱动电路的驱动功耗随着 k 值的增大而增大, 最大值
15 为 $1/2 \cdot C_L \cdot V_{DD}^2 \cdot f$; 具体的, 当 $k=1$ 时, 触控驱动电路的驱动功耗为 $1/4 \cdot C_L \cdot V_{DD}^2 \cdot f$ 。

本申请实施例提供的触控驱动电路可以仅增设一颗外挂电容 (第三储能电容), 实现有效降低触控驱动电路的驱动功耗, 从而节约触控检测 PCB 的面积和成本, 并且可以很好地适应采用正交打码方式并且正码负码通道数对称的触控检测应用场景。

当第三储能电容 C_{S3} 两端的电压建立稳定时, 理想状态下正相位驱动电极和负相位
20 驱动电极对应的驱动信号的波形示意图如图 10 所示, 图中忽略了驱动阻抗的影响; 其中, 电容 $C_{L,p}$ 和电容 $C_{L,n}$ 之间的电容值满足: $C_{L,p}/C_{L,n}=k$, $0 < k < 1$ 。可以看到, 正相位驱动电极和负相位驱动电极上的驱动电压呈相反趋势同步变化, 驱动信号的波形均呈阶梯状; 图中各个驱动电压的大小关系满足: 电源电压 > 第四正电压 > 第一正电压 > 第二正电压 > 第五正电压 > 第三正电压 > 零电压, 其中第一正电压与第三正电压之间的差值等
25 于第四正电压与第五正电压之间的差值, 并且等于第二正电压。

另外, 当 $k=1$, $C_{S3} \gg C_L$, 并且第三储能电容 C_{S3} 两端的电压建立稳定时, 各个驱动电压的大小关系满足: 第一正电压和第四正电压近似等于 $3/4 V_{DD}$, 第三正电压和第五正电压近似等于 $1/4 V_{DD}$, 并且第一正电压或第四正电压与第二正电压之间的差值等于第二正电压与第三正电压或第五正电压之间的差值; 当 $k > 1$, 并且第三储能电容 C_{S3}
30 两端的电压建立稳定时, 各个驱动电压的大小关系满足: 电源电压 > 第一正电压 > 第四正电压 > 第二正电压 > 第三正电压 > 第五正电压 > 零电压, 其中第一正电压与第三正电压之间的差值等于第四正电压与第五正电压之间的差值, 并且等于第二正电压。

需要说明的是, 图 10 所示为理想的打码信号波形示意图, 然而在开关电路导通后, 电容 $C_{L,p}$ 和电容 $C_{L,n}$ 两端的电压往往是以非理想的状态变化, 即电容 $C_{L,p}$ 和电容 $C_{L,n}$
35 两端的电压不会在开关电路导通的瞬间变化至目标稳定值, 所以为了保证本申请实施例提供的触控驱动电路的驱动功耗以及输出的驱动信号的幅值能够达到预设的目标值,

可以设置第六开关电路、第七开关电路、第八开关电路、第九开关电路、第十开关电路的导通时间大于或等于正相位驱动电极、负相位驱动电极两端的电压在相应时段内建立至稳定值的时间。

5 本申请实施例提供一种触控驱动芯片，该触控驱动芯片包括上述实施例提供的触控驱动电路，需要说明的是，该触控驱动芯片还可以包括其他电路，例如控制电路，可用于控制开关电路按照预设方式周期性地导通。

本申请实施例提供一种触控显示装置，该触控显示装置包括上述实施例提供的触控驱动芯片。

10 该触控显示装置可以包括显示器件，例如液晶显示器、有机发光显示器、等离子体显示器和阴极射线显示器等显示器件。

应理解，本申请实施例中的具体实施方式仅是为了帮助本领域技术人员更好地理解本申请实施例，而非限制本申请实施例的范围，本领域技术人员可以在上述实施例的基础上进行各种改进和变形，而这些改进或者变形均落入本申请的保护范围。

权利要求书

1、一种触控驱动电路，用于输出驱动信号对触控显示装置的驱动电极进行驱动，其特征在于，包括：电压产生电路和开关电路；所述电压产生电路与所述开关电路电连接；

所述电压产生电路包括至少一个储能电容；所述至少一个储能电容用于存储所述驱动电极释放的电荷，以及将存储的电荷转移给所述驱动电极；

所述开关电路用于控制所述电压产生电路周期性地输出电源电压、第一正电压、第二正电压、第三正电压和零电压；

所述第一正电压、所述第二正电压和所述第三正电压为所述至少一个储能电容提供的电压，并且所述电源电压高于所述第一正电压，所述第一正电压高于所述第二正电压，所述第二正电压高于所述第三正电压，所述第三正电压高于所述零电压。

2、根据权利要求1所述的触控驱动电路，其特征在于，所述电压产生电路进一步包括电源电压产生电路，第一储能电容以及第二储能电容；

所述电源电压产生电路用于产生所述电源电压；

所述开关电路进一步用于在第一时间段内控制所述驱动电极连接至所述电源电压产生电路，所述电源电压对所述驱动电极充电，使得所述驱动电极两端的电压等于所述电源电压；在第二时段内控制所述驱动电极连接至所述第一储能电容，所述第一储能电容用于存储所述驱动电极释放的电荷，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第一正电压；在第三时段内控制所述驱动电极与所述第一储能电容、所述第二储能电容串联，并且所述第一储能电容与所述第二储能电容反向串联，所述第一储能电容和所述第二储能电容用于存储所述驱动电极释放的电荷，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第二正电压；在第四时段内控制所述驱动电极连接至所述第二储能电容，所述第二储能电容用于存储所述驱动电极释放的电荷，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第三正电压；以及在第五时段内控制所述驱动电极连接至地端 GND，所述驱动电极对所述地端 GND 放电，使得所述驱动电极两端的电压等于所述零电压。

3、根据权利要求2所述的触控驱动电路，其特征在于，所述开关电路进一步用于在第六时段内控制所述驱动电极连接至所述第二储能电容，所述第二储能电容用于将存储的电荷转移给所述驱动电极，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第三正电压；在第七时段内控制所述驱动电极与所述第一储能电容、所述第二储能电容串联，并且所述第一储能电容与所述第二储能电容反向串联，所述第一储能电容和所述第二储能电容用于将存储的电荷转移给所述驱动电极，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第二正电压；以及在第八时段内控制所述驱动电极连接至所述第一储能电容，所述第一储能电容用于将存储的电荷转移给所述驱动电极，使得所述驱动电极两端的电压等于所述第一正电压。

4、根据权利要求3所述的触控驱动电路，其特征在于，所述开关电路进一

步包括第一开关电路、第二开关电路、第三开关电路、第四开关电路以及第五开关电路；

在所述第一时段内，所述第一开关电路导通；在所述第二时段内，所述第二开关电路导通；在所述第三时段内，所述第三开关电路导通；在所述第四时段内，所述第四开关电路导通；在所述第五时段内，所述第五开关电路导通；在所述第六时段内，所述第四开关电路导通；在所述第七时段内，所述第三开关电路导通；在所述第八时段内，所述第二开关电路导通；

所述任意一个开关电路导通时，所述其他四个开关电路均断开。

5、根据权利要求4所述的触控驱动电路，其特征在于，所述第一开关电路进一步包括第一开关 S_1 ；所述第二开关电路进一步包括第二开关 S_2 ；所述第三开关电路进一步包括第三开关 S_3 和第四开关 S_4 ；所述第四开关电路进一步包括第五开关 S_5 和第六开关 S_6 ；所述第五开关电路进一步包括第七开关 S_7 ；

所述第一开关 S_1 的第一端连接至所述电源电压产生电路，所述第一开关 S_1 的第二端连接至所述驱动电极；

所述第二开关 S_2 的第一端连接至所述第一储能电容的第一端，所述第二开关 S_2 的第二端连接至所述驱动电极；

所述第三开关 S_3 的第一端连接至所述第二储能电容的第二端，所述第三开关 S_3 的第二端连接至所述驱动电极；

所述第四开关 S_4 的第一端连接至所述第二储能电容的第一端，所述第四开关 S_4 的第二端连接至所述第一储能电容的第一端；

所述第五开关 S_5 的第一端连接至所述第二储能电容的第二端，所述第五开关 S_5 的第二端连接至地端 GND；

所述第六开关 S_6 的第一端连接至所述第二储能电容的第一端，所述第六开关 S_6 的第二端连接至所述驱动电极；

所述第七开关 S_7 的第一端连接至所述地端 GND，所述第七开关 S_7 的第二端连接至所述驱动电极；

所述第一储能电容的第二端连接至所述地端 GND。

6、根据权利要求5所述的触控驱动电路，其特征在于，在所述第一时段内，仅所述第一开关 S_1 闭合；在所述第二时段内，仅所述第二开关 S_2 闭合；在所述第三时段内，仅所述第三开关 S_3 和所述第四开关 S_4 闭合；在所述第四时段内，仅所述第五开关 S_5 和所述第六开关 S_6 闭合；在所述第五时段内，仅所述第七开关 S_7 闭合；在所述第六时段内，仅所述第五开关 S_5 和所述第六开关 S_6 闭合；在所述第七时段内，仅所述第三开关 S_3 和所述第四开关 S_4 闭合；在所述第八时段内，仅所述第二开关 S_2 闭合。

7、根据权利要求3至6任一项所述的触控驱动电路，其特征在于，当所述第一储能电容和所述第二储能电容两端的电压均建立至稳定值时，所述第一正电压的幅值等于所述第一储能电容两端的电压值；

所述第二正电压的幅值等于所述第一储能电容两端的电压值减去所述第二

储能电容两端的电压值；

所述第三正电压的幅值等于所述第二储能电容两端的电压值。

8、根据权利要求 1 所述的触控驱动电路，其特征在于，所述驱动电极进一步包括正相位驱动电极和负相位驱动电极；所述电压产生电路进一步包括电源电压产生电路和第三储能电容；

所述电源电压产生电路用于产生所述电源电压；

所述开关电路进一步用于在第一时间段内同时控制所述正相位驱动电极连接至所述电源电压产生电路，所述负相位驱动电极连接至地端 GND，所述电源电压对所述正相位驱动电极充电，所述负相位驱动电极对所述地端 GND 放电，使得所述正驱动电极两端的电压等于所述电源电压，所述负相位驱动电极两端的电压等于所述零电压；在第二时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极串联，并且所述正相位驱动电极与所述第三储能电容反向串联，所述正相位驱动电极通过所述第三储能电容对所述负相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述第一正电压，所述负相位驱动电极两端的电压等于所述第三正电压；在第三时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极并联，所述正相位驱动电极对所述第三储能电容和所述负相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述负相位驱动电极两端的电压，并且等于所述第二正电压；在第四时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极串联，并且所述正相位驱动电极与所述第三储能电容正向串联，所述正相位驱动电极通过所述第三储能电容对所述负相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述第三正电压，所述负相位驱动电极两端的电压等于所述第一正电压；以及在第五时段内同时控制所述正相位驱动电极连接至所述地端 GND，所述负相位驱动电极连接至所述电源电压产生电路，所述正相位驱动电极对所述地端 GND 放电，所述电源电压对所述负相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述零电压，所述负相位驱动电极两端的电压等于所述电源电压。

9、根据权利要求 8 所述的触控驱动电路，其特征在于，所述开关电路进一步用于在第六时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极串联，并且所述正相位驱动电极与所述第三储能电容正向串联，所述负相位驱动电极通过所述第三储能电容对所述正相位驱动电极充电，使得所述负相位驱动电极两端的电压等于第四正电压，所述正相位驱动电极两端的电压等于第五正电压；在第七时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极并联，所述负相位驱动电极对所述第三储能电容和所述正相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述负相位驱动电极两端的电压，并且等于所述第二正电压；以及在第八时段内控制所述正相位驱动电极、所述第三储能电容、所述负相位驱动电极串联，并且所述正相位驱动电极与所述第三储能电容反向串联，所述负相位驱动电极通过所述第

三储能电容对所述正相位驱动电极充电，使得所述正相位驱动电极两端的电压等于所述第四正电压，所述负相位驱动电极两端的电压等于所述第五正电压；所述第四正电压高于所述第五正电压，并且低于所述电源电压。

10、根据权利要求 9 所述的触控驱动电路，其特征在于，所述开关电路进一步包括第六开关电路、第七开关电路、第八开关电路、第九开关电路以及第十开关电路；

在所述第一时段内，所述第六开关电路导通；在所述第二时段内，所述第七开关电路导通；在所述第三时段内，所述第八开关电路导通；在所述第四时段内，所述第九开关电路导通；在所述第五时段内，所述第十开关电路导通；在所述第六时段内，所述第九开关电路导通；在所述第七时段内，所述第八开关电路导通；在所述第八时段内，所述第七开关电路导通。

所述任意一个开关电路导通时，所述其他四个开关电路均断开。

11、根据权利要求 10 所述的触控驱动电路，其特征在于，所述第六开关电路进一步包括第八开关 S_8 和第九开关 S_9 ；所述第七开关电路进一步包括第十开关 S_{10} 和第十一开关 S_{11} ；所述第八开关电路进一步包括第十二开关 S_{12} 、第十三开关 S_{13} 以及第十四开关 S_{14} ；所述第九开关电路进一步包括第十五开关 S_{15} 和第十六开关 S_{16} ；所述第十开关电路进一步包括第十七开关 S_{17} 和第十八开关 S_{18} ；

所述第八开关 S_8 的第一端连接至所述电源电压产生电路，所述第八开关 S_8 的第二端连接至所述正相位驱动电极；

所述第九开关 S_9 的第一端连接至所述地端 GND，所述第九开关 S_9 的第二端连接至所述负相位驱动电极；

所述第十开关 S_{10} 的第一端连接至所述第三储能电容的第一端，所述第十开关 S_{10} 的第二端连接至所述正相位驱动电极；

所述第十一开关 S_{11} 的第一端连接至所述第三储能电容的第二端，所述第十一开关 S_{11} 的第二端连接至所述负相位驱动电极；

所述第十二开关 S_{12} 的第一端连接至所述第三储能电容的第一端，所述第十二开关 S_{12} 的第二端连接至所述正相位驱动电极；

所述第十三开关 S_{13} 的第一端连接至所述第三储能电容的第一端，所述第十三开关 S_{13} 的第二端连接至所述负相位驱动电极；

所述第十四开关 S_{14} 的第一端连接至所述第三储能电容的第二端，所述第十四开关 S_{14} 的第二端连接至所述地端 GND；

所述第十五开关 S_{15} 的第一端连接至所述第三储能电容的第二端，所述第十五开关 S_{15} 的第二端连接至所述正相位驱动电极；

所述第十六开关 S_{16} 的第一端连接至所述第三储能电容的第一端，所述第十六开关 S_{16} 的第二端连接至所述负相位驱动电极；

所述第十七开关 S_{17} 的第一端连接至所述地端 GND，所述第十七开关 S_{17} 的第二端连接至所述正相位驱动电极；

所述第十八开关 S_{18} 的第一端连接至所述电源电压产生电路，所述第十八

开关 S_{18} 的第二端连接至所述负相位驱动电极。

12、根据权利要求 11 所述的触控驱动电路，其特征在于，在所述第一时段内，仅所述第八开关 S_8 和所述第九开关 S_9 同时闭合；在所述第二时段内，仅所述第十开关 S_{10} 和所述第十一开关 S_{11} 闭合；在所述第三时段内，仅所述第十二开关 S_{12} 、所述第十三开关 S_{13} 和所述第十四开关 S_{14} 闭合；在所述第四时段内，仅所述第十五开关 S_{15} 和所述第十六开关 S_{16} 闭合；在所述第五时段内，仅所述第十七开关 S_{17} 和所述第十八开关 S_{18} 闭合；在所述第六时段内，仅所述第十五开关 S_{15} 和所述第十六开关 S_{16} 闭合；在所述第七时段内，仅所述第十二开关 S_{12} 、所述第十三开关 S_{13} 和所述第十四开关 S_{14} 闭合；在所述第八时段内，仅所述第十开关 S_{10} 和所述第十一开关 S_{11} 闭合。

13、根据权利要求 9 至 12 任一项所述的触控驱动电路，其特征在于，当所述第三储能电容两端的电压建立至稳定值时，所述第一正电压的幅值减去所述第三正电压的幅值等于所述第三储能电容两端的电压值；

所述第二正电压的幅值等于所述第三储能电容两端的电压值；

所述第四正电压的幅值减去所述第五正电压的幅值等于所述第三储能电容两端的电压值。

14、根据权利要求 13 所述的触控驱动电路，其特征在于，当所述正相位驱动电极的等效电容值等于所述负相位驱动电极的等效电容值时，所述第四正电压等于所述第一正电压，所述第五正电压等于所述第三正电压。

15、一种触控驱动芯片，其特征在于，包括如权利要求 1 至 14 任一项所述的触控驱动电路。

16、一种触控显示装置，其特征在于，包括如权利要求 15 所述的触控驱动芯片。

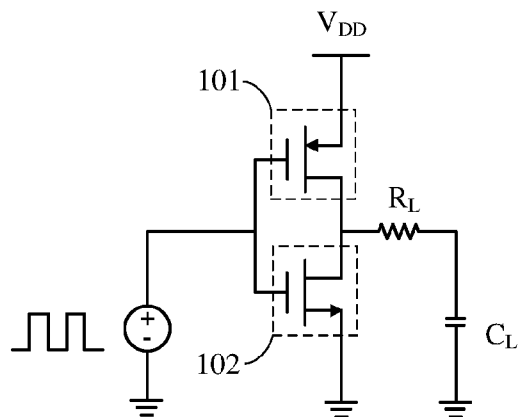


图 1

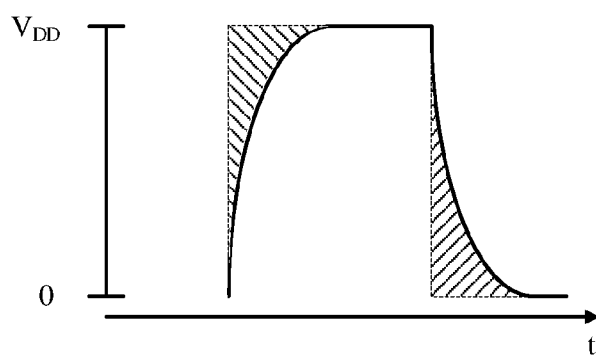


图 2

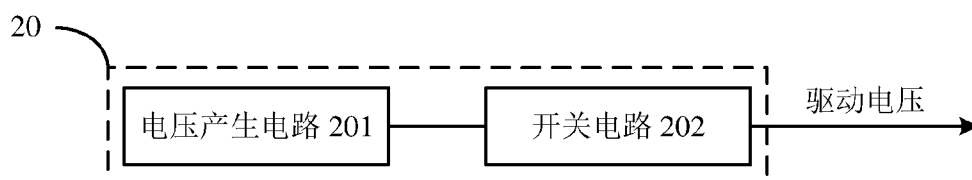


图 3

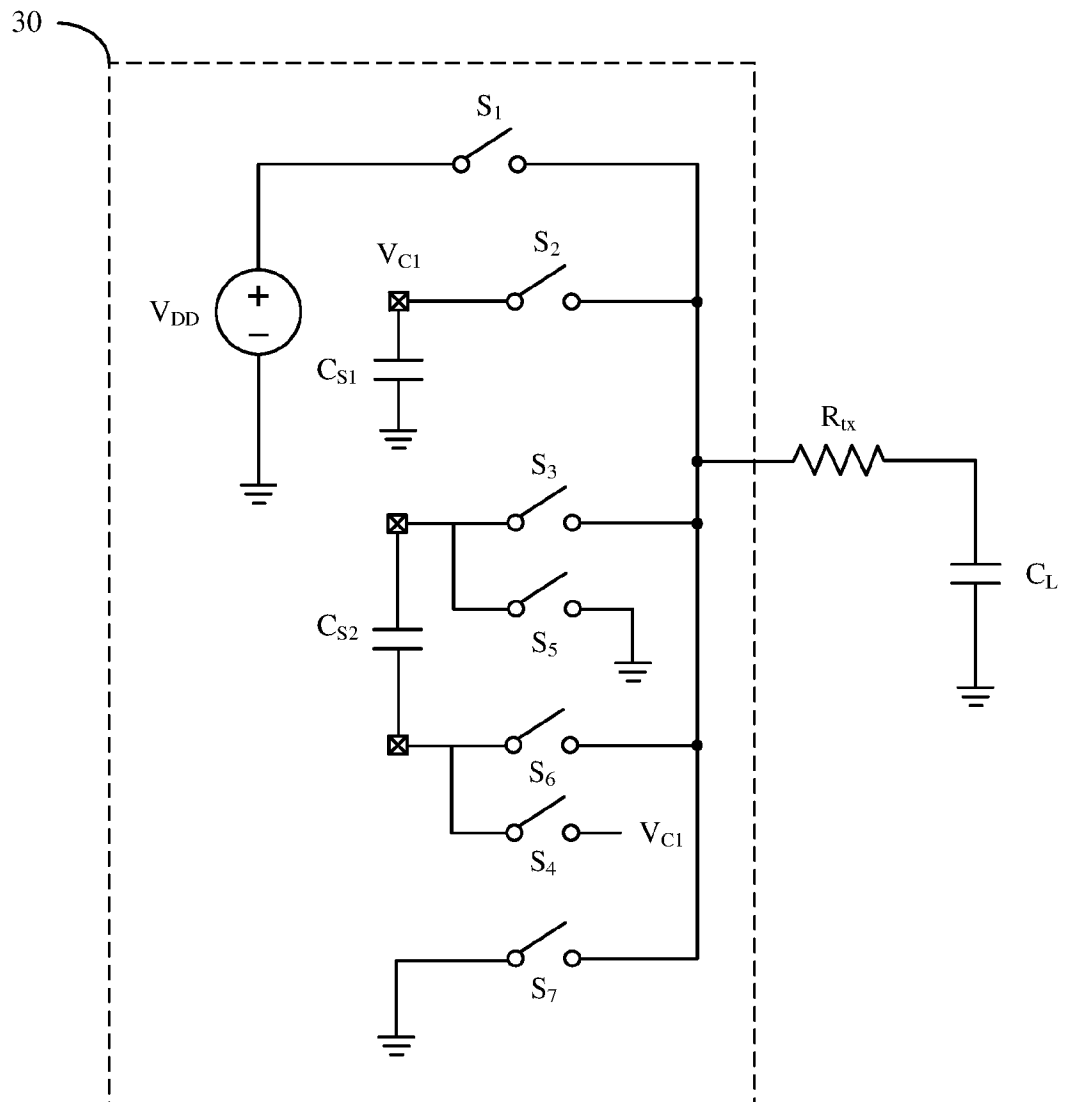


图 4

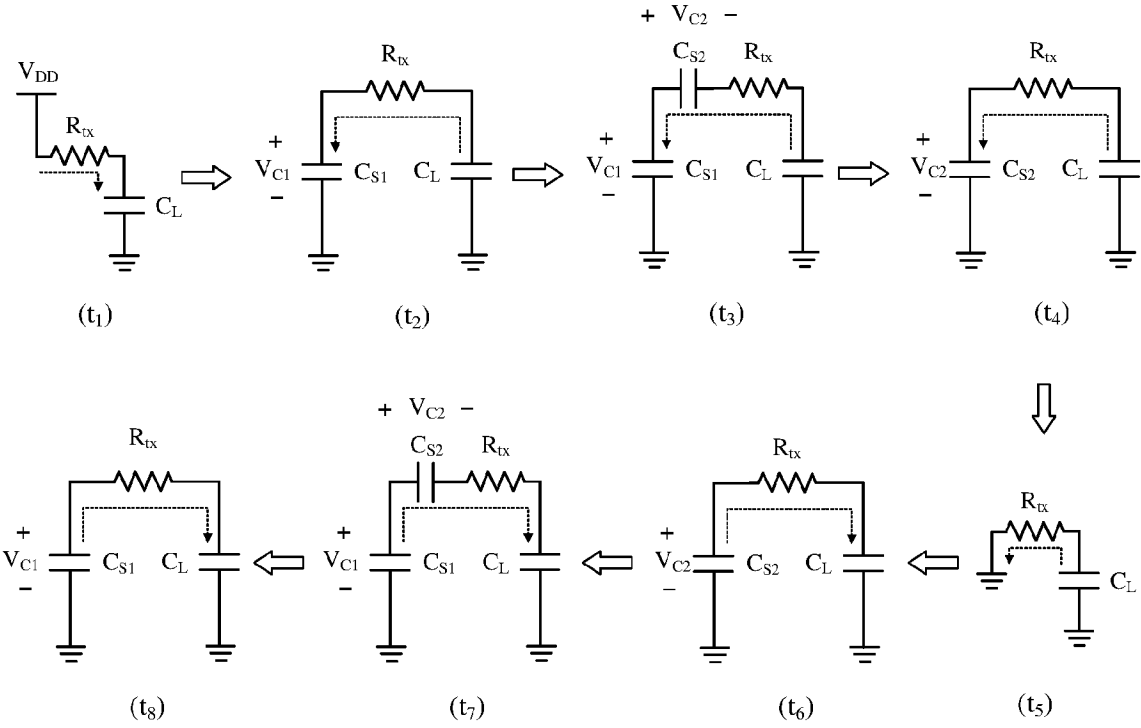


图 5

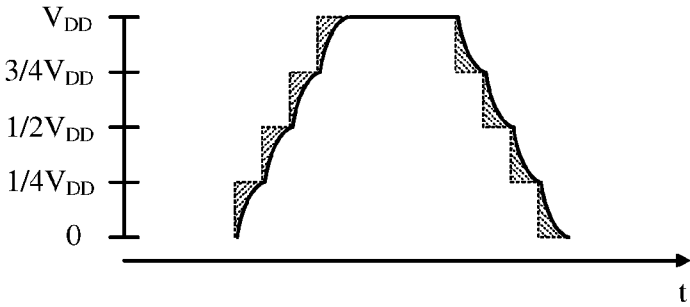


图 6

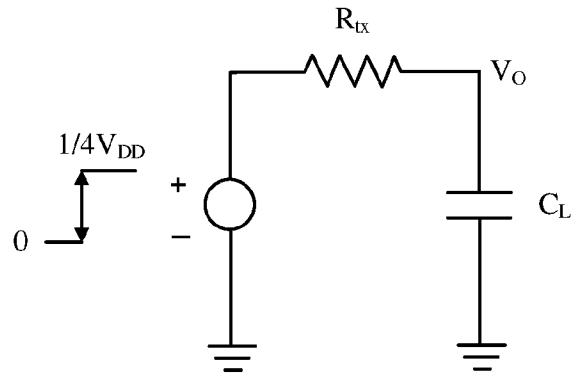


图 7

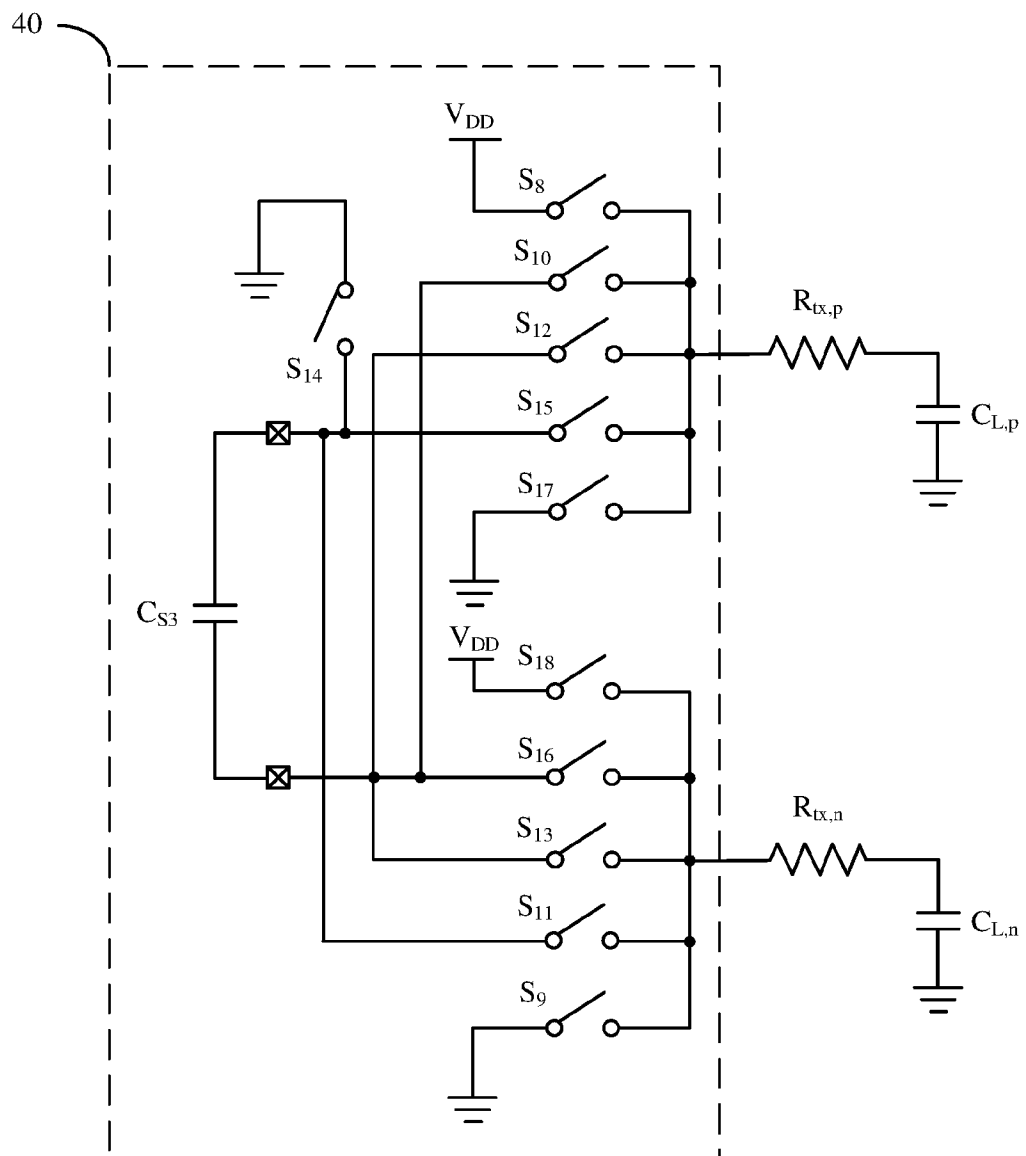


图 8

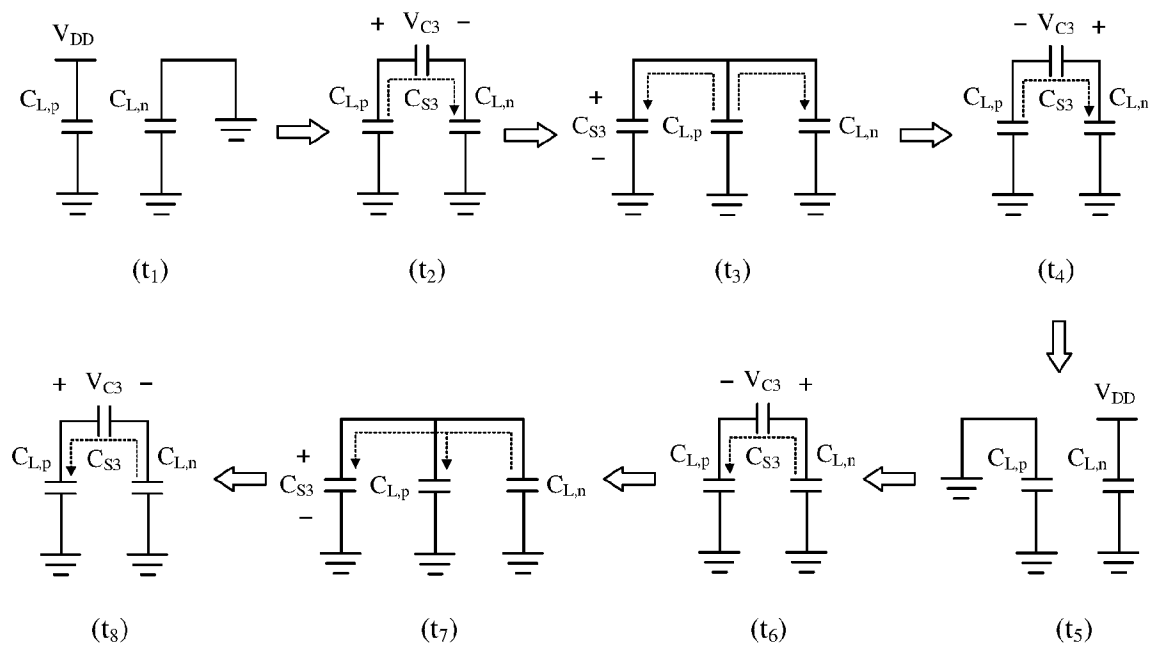


图 9

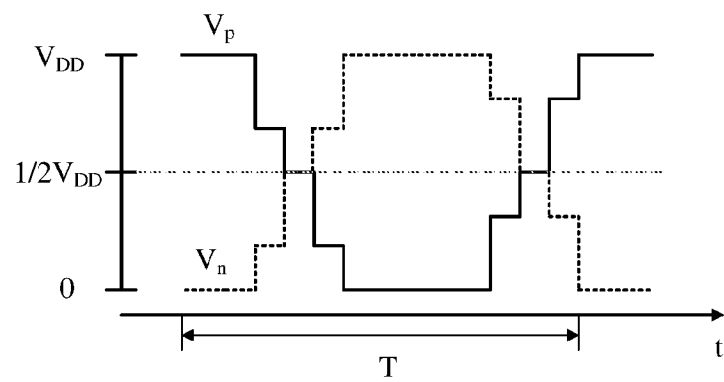


图 10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/079158

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G06F 3/041(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)

CNABS, CNTXT, CNKI: 触控, 触摸, 显示, 开关, 第一, 第二, 周期, 循环, 电容, 放电, 充电, 增加, 减少, 功耗, 负载; VEN, EPTXT, USTXT, WOTXT: touch, display, switch, first, second, period, cycle, capacitance, discharge, charge, increase, reduce, power, consumption.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 101960415 A (APPLE INC.) 26 January 2011 (2011-01-26) description, paragraphs 3-5 and 24-66, and figures 1-8	1, 15-16
A	CN 107203295 A (XIAMEN TIANMA MICRO-ELECTRONICS CO., LTD.) 26 September 2017 (2017-09-26) entire document	1-16
A	CN 103970376 A (WINTEK (CHINA) TECHNOLOGY LTD. et al.) 06 August 2014 (2014-08-06) entire document	1-16
A	KR 20080048736 A (LG DISPLAY CO., LTD.) 03 June 2008 (2008-06-03) entire document	1-16
A	KR 20110079054 A (HYDIS TECHNOLOGIES CO., LTD.) 07 July 2011 (2011-07-07) entire document	1-16



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

08 November 2021

Date of mailing of the international search report

03 December 2021

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/CN2021/079158

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	101960415	A	26 January 2011	CN	101960415	B	07 May 2014
				EP	2255271	A2	01 December 2010
				EP	2255271	B1	24 April 2013
				WO	2009108582	A2	03 September 2009
				US	2009212642	A1	27 August 2009
				US	8432364	B2	30 April 2013
CN	107203295	A	26 September 2017	CN	107203295	B	05 May 2020
CN	103970376	A	06 August 2014	CN	103970376	B	06 June 2017
KR	20080048736	A	03 June 2008	KR	101324458	B1	19 December 2013
KR	20110079054	A	07 July 2011	KR	101535308	B1	08 July 2015

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/079158

A. 主题的分类

G06F 3/041 (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))

CNABS, CNTXT, CNKI: 触控, 触摸, 显示, 开关, 第一, 第二, 周期, 循环, 电容, 放电, 充电, 增加, 减少, 功耗, 负载; VEN, EPTXT, USTXT, WOTXT: touch, display, switch, first, second, period, cycle, capacitance, discharge, charge, increase, reduce, power, consumption.

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 101960415 A (苹果公司) 2011年 1月 26日 (2011 - 01 - 26) 说明书3-5段, 24-66段, 图1-8	1、15-16
A	CN 107203295 A (厦门天马微电子有限公司) 2017年 9月 26日 (2017 - 09 - 26) 全文	1-16
A	CN 103970376 A (联胜中国科技有限公司 等) 2014年 8月 6日 (2014 - 08 - 06) 全文	1-16
A	KR 20080048736 A (LG DISPLAY CO LTD) 2008年 6月 3日 (2008 - 06 - 03) 全文	1-16
A	KR 20110079054 A (HYDIS TECHNOLOGIES CO LTD) 2011年 7月 7日 (2011 - 07 - 07) 全文	1-16

☐ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 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

2021年 11月 8日

国际检索报告邮寄日期

2021年 12月 3日

ISA/CN的名称和邮寄地址

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

受权官员

史孝波

电话号码 86-(20)-28958166

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/079158

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	101960415	A	2011年 1月 26日	CN	101960415	B	2014年 5月 7日
				EP	2255271	A2	2010年 12月 1日
				EP	2255271	B1	2013年 4月 24日
				WO	2009108582	A2	2009年 9月 3日
				US	2009212642	A1	2009年 8月 27日
				US	8432364	B2	2013年 4月 30日
CN	107203295	A	2017年 9月 26日	CN	107203295	B	2020年 5月 5日
CN	103970376	A	2014年 8月 6日	CN	103970376	B	2017年 6月 6日
KR	20080048736	A	2008年 6月 3日	KR	101324458	B1	2013年 12月 19日
KR	20110079054	A	2011年 7月 7日	KR	101535308	B1	2015年 7月 8日