



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113033302 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 26

(21) 申请号 202110180119.1

CN 104748770 A, 2015.07.01

(22) 申请日 2021.02.09

CN 105913048 A, 2016.08.31

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 106462761 A, 2017.02.22

申请公布号 CN 113033302 A

CN 106951818 A, 2017.07.14

(43) 申请公布日 2021.06.25

CN 107077588 A, 2017.08.18

(73) 专利权人 敦泰电子(深圳)有限公司

CN 108345870 A, 2018.07.31

地址 518054 广东省深圳市南山区粤海街道深圳湾科技生态园二区9栋B座2108号

CN 210109835 U, 2020.02.21

CN 210142327 U, 2020.03.13

US 2018060637 A1, 2018.03.01

US 9767339 B1, 2017.09.19

(72) 发明人 孙天奇 蒋新喜 程珍娟 张靖恺

侯江. 指纹识别传感器电路系统设计. 《中国优秀硕士学位论文全文数据库信息科技辑》. 2017, 第1-76页.

(74) 专利代理机构 深圳市赛恩倍吉知识产权代理有限公司 44334

SHEU M L, HSU W H, HUANG Y C. Low Parasitic Capacitance and Low-Power CMOS Capacitive Fingerprint Sensor.. 《Journal of information science and engineering》. 2010, 第585-595页.

专利代理师 唐芳芳

审查员 杨珺

(51) Int. Cl.

G06V 40/13 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 105740756 A, 2016.07.06

权利要求书2页 说明书7页 附图3页

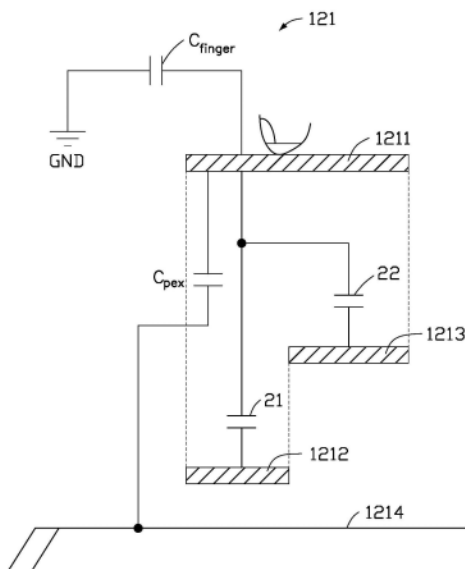
(54) 发明名称

指纹采集电路、芯片及电子设备

(57) 摘要

本申请涉及一种指纹采集电路、芯片及电子设备。指纹采集电路包括像素阵列感应电路及放大电路。像素阵列感应电路包括多个像素电路，每一像素电路包括第一金属层、第二金属层、第三金属层、衬底层。第一金属层对手指指纹进行检测，第二金属层及第三金属层设置于第一金属层及衬底层之间，第二金属层和第三金属层在衬底层的投影覆盖第一金属层在衬底层的投影，从而将第一金属层与衬底层进行隔离。第一金属层被手指触碰后生成指纹信号，放大电路对指纹信号进行放大。本申请将第二金属层及第三金属层设置于第一金属层及衬底层之间，以将第一金属层与衬底层进行隔离，从而减少第一金属层与衬底层的寄生电容的产生，提高了指纹信号的检测准确度。

CN 113033302 B



1. 一种指纹采集电路,包括相互连接的像素阵列感应电路及放大电路,其特征在于,像素阵列感应电路包括多个像素电路,每一像素电路包括第一金属层、第二金属层、第三金属层、衬底层,所述第一金属层用于对手指指纹进行检测,所述第二金属层及所述第三金属层设置于所述第一金属层及所述衬底层之间,第二金属层和第三金属层在衬底层的投影覆盖第一金属层在衬底层的投影,从而将所述第一金属层与所述衬底层进行隔离,所述第一金属层被手指触碰后生成指纹信号,放大电路用于对所述指纹信号进行放大,其中所述放大电路包括运算放大器及反馈环路,所述运算放大器包括同相输入端、反向输入端及输出端,所述同相输入端与第一参考电压相连接,通过调整所述第一参考电压来调整所述输出端的输出电压,所述输出端通过所述反馈环路与所述反向输入端连接,所述反馈环路包括反馈电容、第三开关组及第四开关组,所述反馈电容的上极板通过所述第三开关组的第一子开关与第二参考电压连接,所述反馈电容的下极板通过所述第三开关组的第二子开关与电源电压连接,所述反馈电容的上极板通过所述第四开关组的第一子开关与所述反向输入端连接,所述反馈电容的下极板通过所述第四开关组的第二子开关与所述输出端连接,所述反向输入端通过所述第三开关组的第三子开关与所述输出端连接。

2. 如权利要求1所述的指纹采集电路,其特征在于,所述像素阵列感应电路包括第一开关组、第二开关组,所述第一开关组包括第一子开关、第二子开关、第三子开关,所述第二开关组包括第一子开关、第二子开关、第三子开关,所述第一金属层与所述第二金属层连接,所述第二金属层通过所述第一开关组的第一子开关与所述电源电压连接及通过所述第二开关组的第一子开关与接地端连接,所述第一金属层与所述第三金属层连接,所述第三金属层通过所述第一开关组的第二子开关与所述电源电压连接及通过所述第二开关组的第二子开关与所述第一参考电压连接,所述第一金属层通过所述第一开关组的第三子开关与所述电源电压连接及通过所述第二开关组的第三子开关与放大电路连接。

3. 如权利要求2所述的指纹采集电路,其特征在于,所述第一金属层通过所述第二开关组的第三子开关与所述反向输入端连接。

4. 如权利要求3所述的指纹采集电路,其特征在于,所述指纹采集电路还包括数模转换电路,所述数模转换电路提供所述第一参考电压及所述第二参考电压。

5. 如权利要求3所述的指纹采集电路,其特征在于,所述指纹采集电路提供第一时序控制信号、第二时序控制信号、第三时序控制信号及第四时序控制信号,所述第一时序控制信号与所述第二时序控制信号为相位相差 180° 的时钟信号,所述第三时序控制信号 φ_1 与所述第四时序控制信号 φ_2 是相位相差 180° 的非交叠时钟信号,所述第一时序控制信号用于控制所述第三开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关的开合与关闭,所述第二时序控制信号用于控制所述第四开关组的第一子开关、第二子开关的开合与关闭,所述第三时序控制信号用于控制所述第一开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关的开合与关闭,所述第四时序控制信号用于控制所述第二开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关的开合与关闭。

6. 如权利要求5所述的指纹采集电路,其特征在于,所述指纹采集电路工作步骤为:

(a) 起始阶段;第一时序控制信号为高电平,第二时序控制信号为低电平,所述第三开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时导通,所述第四开关组的第一子开关、第

二子开关同时断开；

(b) 扫描阶段:所述第一时序控制信号为低电平,所述第二时序控制信号为高电平,所述第三开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时断开,所述第四开关组的第一子开关、第二子开关同时导通；

(c) 预充电阶段:第三时序控制信号为高电平,所述第一开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时导通,所述第四时序控制信号为低电平,所述第二开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时关闭；

(d) 电荷转移阶段,所述第三时序控制信号由高电平转变为低电平,所述第一开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时断开,所述第四时序控制信号由低电平转变为高电平,所述第二开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时导通。

7. 如权利要求1所述的指纹采集电路,其特征在于,所述指纹采集电路还包括模数转换电路,所述像素阵列感应电路进行一次指纹采样,所述模数转换电路进行多次模数转换;或所述像素阵列感应电路进行多次采样,所述模数转换电路进行一次模数转换;或所述像素阵列感应电路进行多次采样,所述模数转换电路进行多次模数转换。

8. 一种指纹芯片,其特征在于,所述指纹芯片集成权利要求1至7中任意一项权利要求提供的指纹采集电路。

9. 一种电子设备,其特征在于,所述电子设备采用上述权利要求8提供的指纹芯片。

指纹采集电路、芯片及电子设备

技术领域

[0001] 本申请涉及无线通信技术领域,尤其涉及一种指纹采集电路、芯片及具有指纹采集芯片的电子设备。

背景技术

[0002] 先前的指纹采集电路架构复杂,采集指纹信号时易受外界信号干扰,影响感测的准确性。例如,指纹采集电路中采集指纹的金属层与衬底层之间存在寄生电容,会影响指纹采集电路感测指纹信号的准确性。另外,现有指纹采集电路利用高增益放大器将指纹信号进行放大处理时,灵敏度也不高。

发明内容

[0003] 有鉴于此,提供一种指纹采集电路及电子设备提高指纹信号的检测准确度。

[0004] 本申请一实施方式中提供一种指纹采集电路,包括相互连接的像素阵列感应电路及放大电路,像素阵列感应电路包括多个像素电路,每一像素电路包括第一金属层、第二金属层、第三金属层、衬底层,所述第一金属层用于对手指指纹进行检测,所述第二金属层及所述第三金属层设置于所述第一金属层及所述衬底层之间,第二金属层和第三金属层在衬底层的投影覆盖第一金属层在衬底层的投影,从而将所述第一金属层与所述衬底层进行隔离,所述第一金属层被手指触碰后生成指纹信号,放大电路用于对所述指纹信号进行放大。

[0005] 在本申请的一些实施例中,所述像素阵列感应电路包括第一开关组、第二开关组,所述第一开关组包括第一子开关、第二子开关、第三子开关,所述第二开关组包括第一子开关、第二子开关、第三子开关,所述第一金属层与所述第二金属层连接,所述第二金属层通过所述第一开关组的第一子开关与电源电压连接及通过所述第二开关组的第一子开关与接地端连接,所述第一金属层与所述第三金属层连接,所述第三金属层通过所述第一开关组的第二子开关与所述电源电压连接及通过所述第二开关组的第二子开关与第一参考电压连接,所述第一金属层通过所述第一开关组的第三子开关与电源电压连接及通过所述第二开关组的第三子开关与放大电路连接。

[0006] 在本申请的一些实施例中,所述放大电路包括运算放大器及反馈环路,所述运算放大器包括同相输入端、反向输入端及输出端,所述同相输入端与所述第一参考电压相连接,通过调整所述第一参考电压来调整所述输出端的输出电压。

[0007] 在本申请的一些实施例中,所述电阻通过所述第二开关组的第二子开关与所述反向输入端连接,所述输出端通过所述反馈环路与所述反向输入端连接。

[0008] 在本申请的一些实施例中,所述反馈环路包括反馈电容、第三开关组及第四开关组,所述反馈电容的上极板通过所述第三开关组的第一子开关与第二参考电压连接,所述反馈电容的下极板通过所述第三开关组的第二子开关与所述电源电压连接,所述反馈电容的上极板通过所述第四开关组的第一子开关与所述反向输入端连接,所述反馈电容的下极板通过所述第四开关组的第二子开关与所述输出端连接,所述反向输入端通过所述第三开

关组的第三子开关与所述输出端连接。

[0009] 在本申请的一些实施例中,所述指纹采集电路还包括数模转换电路,所述数模转换电路提供所述第一参考电压及所述第二参考电压。

[0010] 在本申请的一些实施例中,所述指纹采集电路提供第一时序控制信号、第二时序控制信号、第三时序控制信号及第四时序控制信号,所述第一时序控制信号与所述第二时序控制信号为相位相差 180° 的时钟信号,所述第三时序控制信号 $\phi 1$ 与所述第四时序控制信号 $\phi 2$ 是相位相差 180° 的非交叠时钟信号,所述第一时序控制信号用于控制所述第三开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关的开合与关闭,所述第二时序控制信号用于控制所述第四开关组的第一子开关、第二子开关的开合与关闭,所述第三时序控制信号用于控制所述第一开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关的开合与关闭,所述第四时序控制信号用于控制所述第二开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关的开合与关闭。

[0011] 在本申请的一些实施例中,所述指纹采集电路工作步骤为:

[0012] (a) 起始阶段:第一时序控制信号为高电平,第二时序控制信号为低电平,所述第三开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时导通,所述第四开关组的第一子开关、第二子开关同时断开;

[0013] (b) 扫描阶段:所述第一时序控制信号为低电平,所述第二时序控制信号为高电平,所述第三开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时断开,所述第四开关组的第一子开关、第二子开关同时导通;

[0014] (c) 预充电阶段:第三时序控制信号为高电平,所述第一开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时导通,所述第四时序控制信号为低电平,所述第二开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时关闭;

[0015] (d) 电荷转移阶段,所述第三时序控制信号由高电平转变为低电平,所述第一开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时断开,所述第四时序控制信号由低电平转变为高电平,所述第二开关组的第一子开关、第二子开关、第三子开关同时导通。

[0016] 在本申请的一些实施例中,所述指纹采集电路还包括模数转换电路,所述像素阵列感应电路进行一次指纹采样,所述模数转换电路进行多次模数转换;或所述像素阵列感应电路进行多次采样,所述模数转换电路进行一次模数转换;或所述像素阵列感应电路进行多次采样,所述模数转换电路进行多次模数转换。

[0017] 本申请的实施例还提供一种指纹芯片,所述指纹芯片集成上述提供的指纹采集电路。

[0018] 本申请的实施例还提供一种电子设备,所述电子设备采用上述提供的指纹芯片。

[0019] 本申请将第二金属层及第三金属层设置在第一金属层及衬底层之间,以将第一金属层与衬底层进行隔离,从而减少第一金属层与衬底层的寄生电容的产生,提高了指纹信号的检测准确度。

附图说明

[0020] 图1为本申请一实施方式中指纹采集电路的系统框体。

[0021] 图2为本发明一实施方式中像素电路的电路结构图。

[0022] 图3为本申请一实施方式中像素阵列感应电路与放大电路的具体连接示意图。

[0023] 图4为本申请一实施方式中指纹采集电路进行指纹采集的时序图。

具体实施方式

[0024] 为了能够更清楚地理解本申请实施例的上述目的、特征和优点,下面结合附图和具体实施方式对本申请进行详细描述。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请的实施方式中的特征可以相互组合。

[0025] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本申请实施例,所描述的实施方式是本申请一部分实施方式,而不是全部的实施方式。

[0026] 除非另有定义,本文所使用的所有的技术和科学术语与属于本申请实施例的技术领域的技术人员通常理解的含义相同。在本申请的说明书中所使用的术语只是为了描述具体的实施方式的目的,不是旨在于限制本申请实施例。

[0027] 请参考图1,所示为本申请一实施方式中指纹采集电路1的系统框体。本实施方式中,指纹采集电路1包括数模转换电路11、像素阵列感应电路12、放大电路13、缓冲器14及模数转换电路15。数模转换电路11与像素阵列感应电路12相连接,用于为像素阵列感应电路12提供参考电压。本实施方式中,数模转换电路11能够为像素阵列感应电路12提供第一参考电压 V_{REF} 及第二参考电压 V_{DC_OS} 。像素阵列感应电路12按照一定的时序控制进行扫描以检测用户的指纹信号。放大电路13与像素阵列感应电路12相连接,用于对检测出的指纹信号进行放大处理。缓冲器14与放大电路13相连接,用于对放大后的指纹信号进行暂存。模数转换电路15与缓冲器14连接,用于将放大后的指纹信号进行数模转换并输出。本实施方式中,由于数模转换电路11、缓冲器14及模数转换电路15为本领域现有的电路结构,且本申请并未对数模转换电路11、缓冲器14及模数转换电路15的电路结构进行改进。本申请对数模转换电路11、缓冲器14及模数转换电路15不作详细介绍,如下仅对本申请的像素阵列感应电路12及放大电路13的改进方案作具体描述。

[0028] 本实施方式中,像素阵列感应电路12包括 m 行 n 列的像素电路121,其中, m , n 为正整数。本实施方式中,由于像素阵列感应电路12中每个像素电路121的结构及工作原理相同,本申请只介绍单一像素电路121的电路结构。请参考图2,所示为本发明一实施方式中像素电路121的电路结构图。像素电路121包括第一金属层1211、第二金属层1212、第三金属层1213、衬底层1214。本实施方式中,第一金属层1211用于对用户的指纹进行检测。当用户的手指触摸到第一金属层1211时,由于人体本身是良导体,可以看作是接地端GND,用户的手指与第一金属层1211的有效接触面积内形成第一寄生电容 C_{finger} 并将第一寄生电容 C_{finger} 信号作为检测手指指纹的指纹信号。本实施方式中,手指指纹的纹谷和纹脊到第一金属层1211的距离有差异,第一寄生电容 C_{finger} 的大小随之产生差异,因此将第一寄生电容 C_{finger} 作为检测手指指纹的指纹信号。本实施方式中,指纹信号为第一寄生电容 C_{finger} 的电荷量。

[0029] 手指触摸第一金属层1211后,第一金属层1211与接地端GND产生 C_{finger} ,并且第一金属层1211与衬底层1214之间还会形成第二寄生电容 C_{pex} ,从而第一金属层1211到衬底层(GND)的总寄生电容 $C_{top} = C_1 + C_2$,表示为其中 C_1 为第一寄生电容 C_{finger} , C_2 为第二寄生电容 C_{pex} 。这样从第一金属层1211感测到的电容不仅仅有第一寄生电容 C_{finger} ,还会有第二寄生电容 C_{pex} 。而要提高指纹检测精度会希望第一寄生电容 C_{finger} 无限接近于寄生总电容 C_{top} ,第二寄生电容 C_{pex} 越接近于零越好。为了降低第二寄生电容 C_{pex} 对指纹的检测精度的影响,本

申请在第一金属层1211与衬底层1214之间设置第二金属层1212及第三金属层1213以将第一金属层1211与衬底层1214进行隔离,第二金属层1212和第三金属层1213在衬底层1214的投影覆盖第一金属层1211在衬底层1214的投影,以消除第一金属层1211与衬底层1214之间形成的第二寄生电容 C_{pex} ,提高指纹信号的检测准确度。具体地,第一金属层1211与第二金属层1212间隔设置,且第一金属层1211与第二金属层1212之间形成第一电容21。第一金属层1211与第三金属层1213间隔设置,且第一金属层1211与第三金属层1213之间形成第二电容22。

[0030] 请参考图3,为本申请一实施方式中像素阵列感应电路12与放大电路13的具体连接示意图。本实施方式中,第一金属层1211与视为GND的人体形成第一寄生电容 C_{finger} 。第一电容21为第一金属层1211与第二金属层1212之间形成的寄生电容。像素阵列感应电路12包括第一开关组、第二开关组及电阻1218。第一开关组包括第一子开关 $\phi 11$ 、第二子开关 $\phi 12$ 、第三子开关 $\phi 13$ 。第二开关组包括第一子开关 $\phi 21$ 、第二子开关 $\phi 22$ 、第三子开关 $\phi 23$ 。

[0031] 第一金属层1211与第二金属层1212连接(电气连接)并形成第一电容21。第二金属层1212通过第一开关组的第一子开关 $\phi 11$ 与电源电压 V_{DD} 连接,第二金属层1212通过第二开关组的第一子开关 $\phi 21$ 与接地端GND连接。

[0032] 第一金属层与第三金属层1213连接(电气连接)并形成第二电容22。第三金属层1213通过第一开关组的第二子开关 $\phi 12$ 与电源电压 V_{DD} 连接,通过第二开关组的第二子开关 $\phi 22$ 与第一参考电压 V_{REF} 连接。

[0033] 第一金属层1211第一开关组的第三子开关 $\phi 13$ 与电源电压VDD连接及通过所述第二开关组的第三子开关 $\phi 23$ 与放大电路连接13连接。具体地,第一金属层1211与电阻1218的一端连接。电阻1218的另一端通过第一开关组的第三子开关 $\phi 13$ 与电源电压VDD连接,及通过第二开关组的第二子开关 $\phi 23$ 与放大电路13连接。

[0034] 本实施方式中,放大电路13用于对指纹采集电路1检测到的指纹信号进行放大。本实施方式中,放大电路13包括运算放大器131及反馈环路132。运算放大器131包括同相输入端1311、反向输入端1312及输出端1313。同相输入端1311与第一参考电压 V_{REF} 相连接。电阻1218通过第二开关组的第二子开关 $\phi 23$ 与反向输入端1312连接。输出端1313通过反馈环路132与反向输入端1312连接。

[0035] 本实施方式中给,反馈环路132包括反馈电容 C_{FB} 、第三开关组及第四开关组。第三开关组包括第一子开关rst_a1、第二子开关rst_a2、第三子开关rst_a3。第四开关组包括第一子开关rst_b1、第二子开关rst_b2。反馈电容 C_{FB} 的上极板通过第三开关组的第一子开关rst_a1与第二参考电压 V_{DC_OS} 连接。反馈电容 C_{FB} 的下极板通过第三开关组的第二子开关rst_a2与电源电压VDD连接。反馈电容 C_{FB} 的上极板通过第四开关组的第一子开关rst_b1与反向输入端1312连接。反馈电容 C_{FB} 的下极板通过第四开关组的第二子开关rst_b2与输出端连接1313。反向输入端1312还通过第三开关组的第三子开关rst_a3与输出端1313连接。

[0036] 请参考图4,为本申请一实施方式中指纹采集电路1进行指纹采集的时序图。指纹采集电路1提供第一时序控制信号reset_a、第二时序控制信号reset_b、第三时序控制信号 $\phi 1$ 及第四时序控制信号 $\phi 2$ 。第一时序控制信号reset_a与第二时序控制信号reset_b是相位相差 180° 的时钟信号。第三时序控制信号 $\phi 1$ 与第四时序控制信号 $\phi 2$ 是相位相差 180° 的非交叠时钟信号。

[0037] 第一时序控制信号reset_a用于控制第三开关组的第一子开关rst_a1、第二子开关rst_a2、第三子开关rst_a3的开合与关闭。第三开关组的第一子开关rst_a1、第二子开关rst_a2、第三子开关rst_a3的开合与关闭的时序完全相同。第二时序控制信号reset_b用于控制第四开关组的第一子开关rst_b1、第二子开关rst_b2的开合与关闭。第四开关组的第一子开关rst_b1、第二子开关rst_b2的开合与关闭的时序完全相同。第三时序控制信号 $\phi 1$ 用于控制第一开关组的第一子开关 $\phi 11$ 、第二子开关 $\phi 12$ 、第三子开关 $\phi 13$ 的开合与关闭。第一开关组的第一子开关 $\phi 11$ 、第二子开关 $\phi 12$ 、第三子开关 $\phi 13$ 的开合与关闭的时序相同。第四时序控制信号 $\phi 2$ 用于控制第二开关组的第一子开关 $\phi 21$ 、第二子开关 $\phi 22$ 、第三子开关 $\phi 23$ 的开合与关闭。第二开关组的第一子开关 $\phi 21$ 、第二子开关 $\phi 22$ 、第三子开关 $\phi 23$ 的开合与关闭的时序相同。

[0038] 下面结合图4及图3具体描述本申请的指纹采集电路1的工作过程。该工作过程包括以下几个阶段。

[0039] a) 起始阶段, 第一时序控制信号reset_a为高电平, 第二时序控制信号reset_b为低电平, 此时第三开关组的第一子开关rst_a1、第二子开关rst_a2、第三子开关rst_a3同时导通, 第四开关组的第一子开关rst_b1、第二子开关rst_b2同时断开。运算放大器的输出端1313连接反相输入端1312, 运算放大器131为缓冲器(buffer)结构, $V_n = V_{REF}$ 。反馈电容 C_{FB} 的上极板连接第二参考电压 V_{DC_OS} , 下极板接电源电压VDD, 反馈电容 C_{FB} 电压根据公式 $V_{CFB1} = V_{DD} - V_{DC_OS}$ 计算得到, 其中, V_{CFB1} 表示反馈电容 C_{FB} 两端电压。反馈电容 C_{FB} 的电荷根据公式 $Q_{CFB1} = C_{FB} * (V_{DD} - V_{DC_OS})$ 计算得到, 其中, C_{FB} 为反馈电容 C_{FB} 的电容量, Q_{CFB1} 为反馈电容 C_{FB} 的电荷量, V_{DC_OS} 为第二参考电压。

[0040] b) 扫描阶段, 第一时序控制信号reset_a为低电平, 第二时序控制信号reset_b为高电平, 此时第三开关组的第一子开关rst_a1、第二子开关rst_a2、第三子开关rst_a3同时断开, 第四开关组的第一子开关rst_b1、第二子开关rst_b2同时导通。反馈电容 C_{FB} 的上极板连接运算放大器131的反向输入端1312, 下极板连接运算放大器131的输出端1313。反馈电容 C_{FB} 的电压根据公式 $V_{CFB2} = V_{OUT} - V_{REF}$ 计算得到, 其中, V_{OUT} 为表示运算放大器131的输出端1313的输出电压, V_{REF} 为第一参考电压。反馈电容 C_{FB} 的电荷根据公式 $Q_{CFB2} = C_{FB} * (V_{OUT} - V_{REF})$ 计算得到。

[0041] 由于反馈电容 C_{FB} 的电荷在起始阶段及扫描阶段没有变化, 所以运算放大器131的输出端1313的输出电压根据公式 $V_{OUT} = V_{REF} + V_{DD} - V_{DC_OS}$ 计算得到。根据电荷守恒定律, 反馈电容 C_{FB} 的电荷根据公式

[0042] $Q_{CFB} = Q_{CFB1} + Q_{CFB2} = C_{FB} * (V_{DD} - V_{DC_OS}) + C_{FB} * (V_{OUT} - V_{REF})$ 计算得到。

[0043] (c) 预充电阶段, 第三时序控制信号 $\phi 1$ 为高电平, 第一开关组的第一子开关 $\phi 11$ 、第二子开关 $\phi 12$ 、第三子开关 $\phi 13$ 同时导通。第四时序控制信号 $\phi 2$ 为低电平, 第二开关组的第一子开关 $\phi 21$ 、第二子开关 $\phi 22$ 、第三子开关 $\phi 23$ 同时断开, 第一电容21、第二电容22、第一寄生电容 C_{finger} 连接电源电压VDD, 第一金属层1211与运算放大器131断开, 第一金属层1211的电荷通过公式 $Q_1 = C_{finger} * V_{DD}$ 计算得到, 其中, C_{finger} 为第一寄生电容 C_{finger} 的电容, Q_1 为第一金属层1211的电荷。

[0044] (d) 电荷转移阶段, 第三时序控制信号 $\phi 1$ 由高电平转变为低电平, 第一开关组的第一子开关 $\phi 11$ 、第二子开关 $\phi 12$ 、第三子开关 $\phi 13$ 同时断开。第四时序控制信号 $\phi 2$ 由低

电平转变为高电平,第二开关组的第一子开关 $\phi 21$ 、第二子开关 $\phi 22$ 、第三子开关 $\phi 23$ 同时导通。第三子开关 $\phi 23$ 导通时,运算放大器131的反相输入端1312通过第三子开关 $\phi 23$ 连接至第一金属层1211,运算放大器131的输出端1313和反相输入端1312通过反馈电容 C_{FB} 连接,构成反馈结构。运算放大器131的反相输入端1312的电压等于正相输入端电压1311,即第一金属层1211的电压为第一参考电压 V_{REF} 。第二子开关 $\phi 22$ 由断开转为导通状态,第三金属层1213的电压为第一参考电压 V_{REF} ,因为第一金属层1211和第三金属层1213的电压均为 V_{REF} ,第一金属层1211和第三金属层1213构成的第二电容22没有电荷转移。第二开关组的第一子开关 $\phi 21$ 由断开转为导通状态,第二金属层1212连接接地端GND,第一金属层1211到接地端GND的总寄生电容为 C_2+C_{finger} ,其中 C_2 为第一电容21的电容。总寄生电容的电荷量根据公式 $Q_2 = V_{REF} * (C_2 + C_{finger})$ 计算得到。第三子开关 $\phi 23$ 导通之前,运算放大器131的反相输入端1312的电荷量根据公式 $Q_{CFB} = C_{FB} * (V_{DD} - V_{DC_OS}) + C_{FB} * (V_{OUT} - V_{REF})$ 计算得到。第三子开关 $\phi 23$ 导通后,总寄生电容的电荷量 $Q_2 = V_{REF} * (C_2 + C_{finger}) + (V_{DD} - V_{DC_OS}) * C_{FB} + (V_{REF} - V_{OUT}) * C_{FB}$ 。根据电荷守恒定律, $Q_1 = Q_2$,则计算得到运算放大器131的输出端1313的输出电压

$$V_{OUT} = \left\{ \frac{C_{finger}}{C_{FB}} * (V_{REF} - V_{DD}) + \frac{C_2}{C_{FB}} * V_{REF} \right\} + (V_{DD} - V_{DC_OS} + V_{REF})。$$

[0045] 经过N次积分,指纹信号量得到放大,有效地提高信号采集的灵敏度。运算放大器131的输出端1313的输出电压为:

$$[0046] \quad V_{OUT} = N * \left\{ \frac{(C_{finger} + C_2)}{C_{FB}} * V_{REF} - \frac{C_{finger}}{C_{FB}} * V_{DD} \right\} + (V_{DD} - V_{DC_OS} + V_{REF})$$

[0047] 进一步整理VOUT:

$$[0048] \quad V_{OUT} = N * \left\{ \frac{(C_{finger} + C_2)}{C_{FB}} * V_{REF} - \frac{C_{finger}}{C_{FB}} * V_{DD} \right\} + (V_{DD} - V_{DC_OS} + V_{REF})$$

[0049] 本实施方式中,像素阵列感应电路12在空扫时,需要保持 $\frac{(C_{finger} + C_2)}{C_{FB}} * V_{REF} - \frac{C_{finger}}{C_{FB}} * V_{DD}$ 始终为零, V_{OUT} 不随积分次数N的变化而变化,输出端1313的输出电压则为固定

值 $V_{OUT} = (V_{DD} - V_{DC_OS} + V_{REF})$,与第一寄生电容 C_{finger} 无关。

[0050] 假设空扫时运算放大器131的输出端1313的输出电压

$$[0051] \quad V_{OUT_VIR} = (V_{DD} - V_{DC_OS} + V_{REF})$$

[0052] 若空扫时的 V_{OUT} 低于 V_{OUT_VIR} ,则说明 V_{REF} 项(正数项)小于 V_{DD} 项(负数项),需将 V_{REF} 增大。若空扫时的 V_{OUT} 高于 V_{OUT_VIR} ,则说明 V_{REF} 项(正数项)大于 V_{DD} 项(负数项),需将 V_{REF} 减小。因此,本实施方式中,可以通过调整第一参考电压 V_{REF} 及第二参考电压 V_{DC_OS} 来调整输出端1313的输出电压 V_{OUT} ,防止指纹信号 C_{finger} 过小,后端的模数转换电路15无法处理的问题。第一参考电压 V_{REF} 可调节,适应不同的应用场景,提高了应用的灵活性。

[0053] 本实施例中的整个像素阵列感应电路12和放大电路1313结构简单,所需的电源电压 V_{DD} 和地GND都无需特别处理,且兼容芯片的其他模块的 V_{DD} 和GND,无需采用特殊制程,通过普通CMOS制程均可实现。

[0054] 本实施例感测的指纹信号的灵敏度高,而不需要通过提高像素阵列感应电路的面积来提高灵敏度,对比一般的采集电路,本实施例中的像素阵列感应电路面积可缩小,节

约芯片成本。

[0055] 其它实施方式中,本申请中的放大器131的反馈电容 C_{FB} 可适用不同外界条件的应用情况进行多样化设置。

[0056] 其它实施方式中,指纹采集电路1的像素阵列感应电路12进行一次指纹采样后,所述模数转换电路15进行多次模数转换;或像素阵列感应电路12进行多次指纹采样后,模数转换电路15进行一次模数转换;亦或像素阵列感应电路12进行多次指纹采样后,模数转换电路15进行多次模数转换等不同的工作模式,以有效提升指纹的信号量。

[0057] 本申请的实施例还提供了一种指纹芯片,指纹芯片包括指纹采集电路1。指纹采集电路1如上述实施方式中提供。关于指纹采集电路的具体内容,可以参见上述实施方式中的内容,此处不再赘述。

[0058] 本申请的实施例还提供了一种电子设备,电子设备包括上述实施方式中提供的指纹芯片。

[0059] 以上实施方式仅用以说明本申请实施例的技术方案而非限制,尽管参照以上较佳实施方式对本申请实施例进行了详细说明,本领域的普通技术人员应当理解,可以对本申请实施例的技术方案进行修改或等同替换都不应脱离本申请实施例的技术方案的精神和范围。

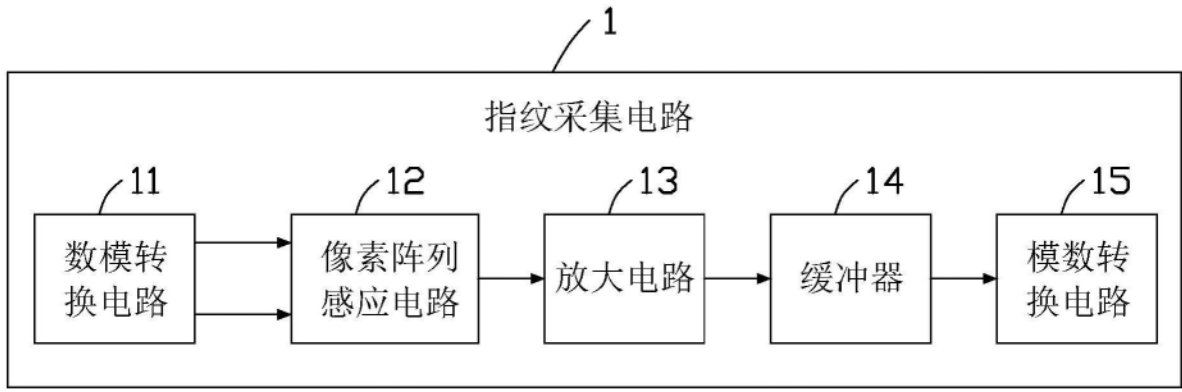


图1

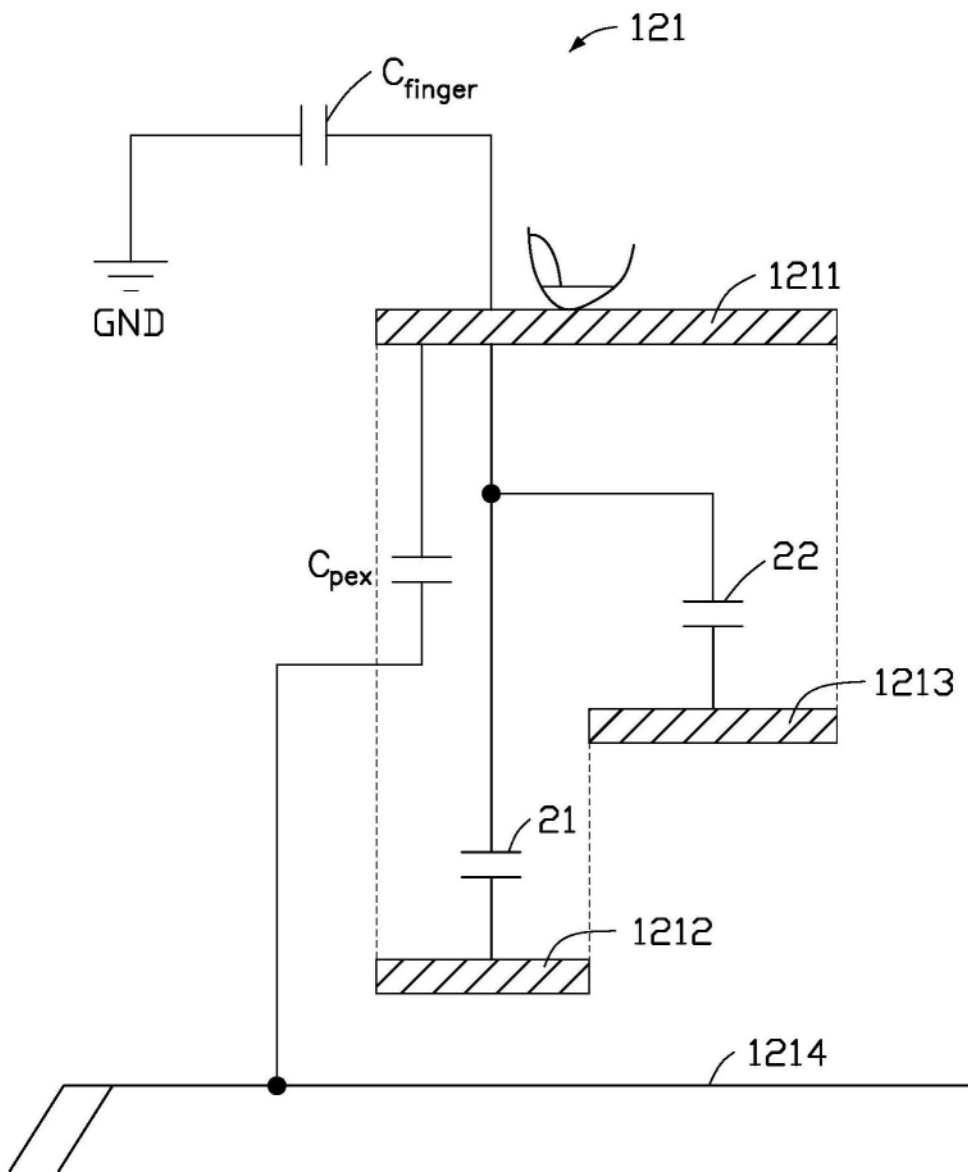


图2

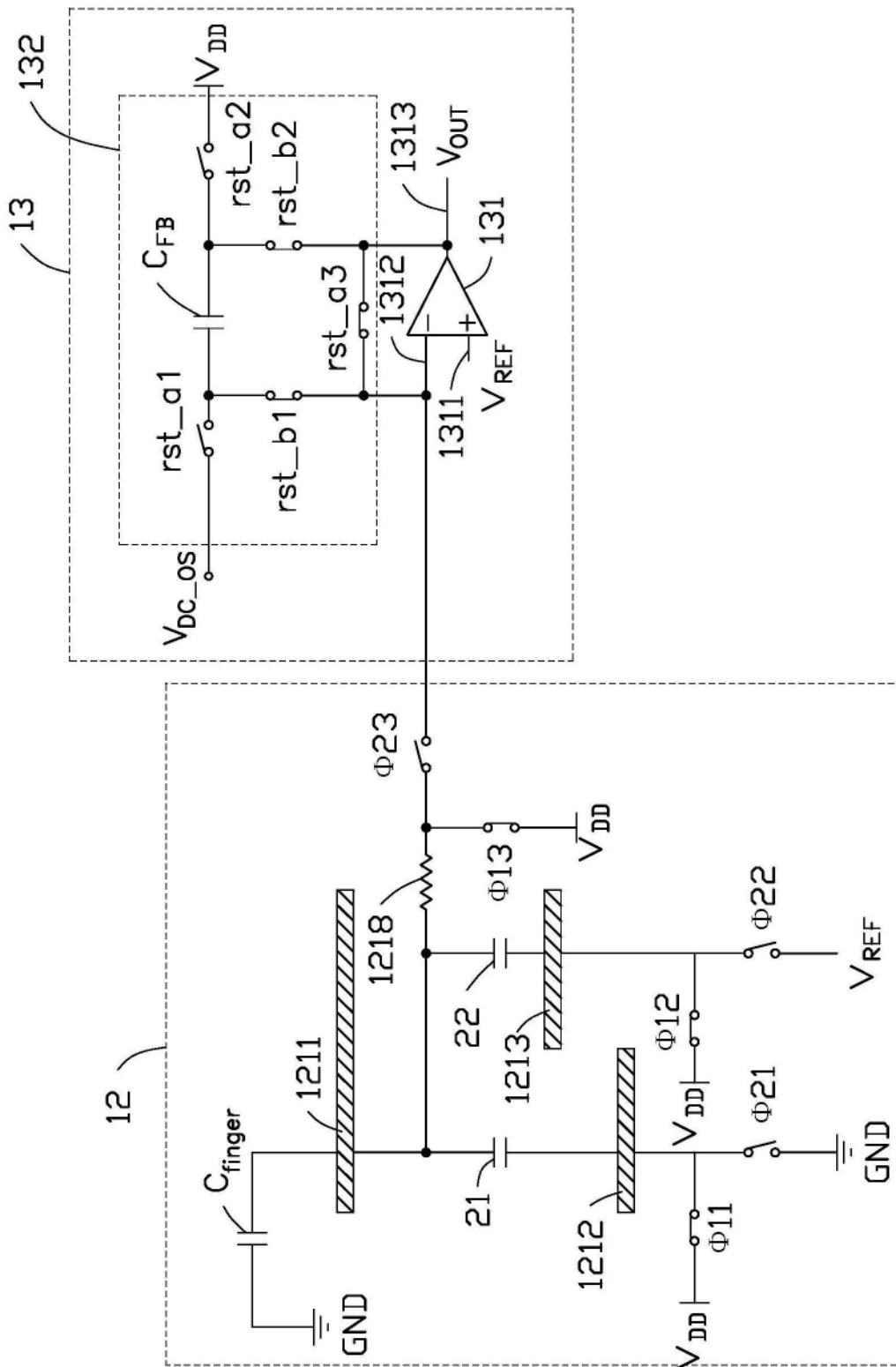


图3

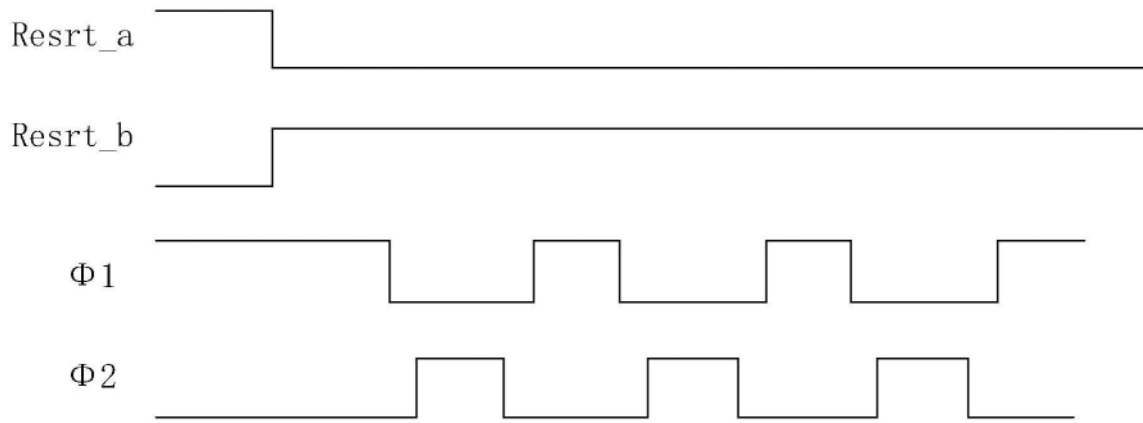


图4