



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104603728 B

(45)授权公告日 2016.11.16

(21)申请号 201380047249.1

(22)申请日 2013.07.12

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 104603728 A

(43)申请公布日 2015.05.06

(30)优先权数据

61/673241 2012.07.18 US

61/693541 2012.08.27 US

13/843129 2013.03.15 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2015.03.11

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/US2013/050386 2013.07.12

(87)PCT国际申请的公布数据

W02014/014785 EN 2014.01.23

(73)专利权人 辛纳普蒂克斯公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 F.沙罗希 A.施瓦茨 S.莎帕尼亚

J.K.雷诺 T.S.达塔罗

(74)专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 王星 张懿

(51)Int.Cl.

G06F 3/041(2006.01)

G06F 3/044(2006.01)

G01R 27/26(2006.01)

(56)对比文件

US 2009045816 A1, 2009.02.19,

CN 101937662 A, 2011.01.05,

US 2006273804 A1, 2006.12.07,

US 2010327882 A1, 2010.12.30,

审查员 杭雪蒙

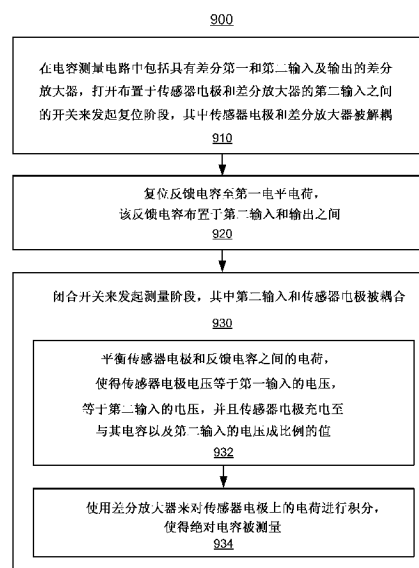
权利要求书3页 说明书16页 附图12页

(54)发明名称

电容测量

(57)摘要

差分放大器具有输出和差分第一和第二输入。布置于传感器电极和第二输入之间的开关被打开以发起复位阶段,其中传感器电极和差分放大器被解耦。使布置于第二输入和输出之间的反馈电容复位至第一电平电荷。开关被闭合来发起测量阶段,其中第二输入与传感器电极被耦合。在测量阶段:电荷在传感器电极和反馈电容之间平衡,使得传感器电极电压等于第一输入的电压,等于第二输入的电压,并且传感器电极充电;以及差分放大器用于对传感器电极上的电荷进行积分,使得绝对电容被测量。



1. 一种使用具有输出和差分第一和第二输入的差分放大器的电容测量方法, 其中所述第一输入为同相输入而所述第二输入为反相输入, 所述方法包括:

打开布置于传感器电极和所述差分放大器的所述第二输入之间的开关来发起复位阶段, 其中所述传感器电极和所述差分放大器被解耦;

复位反馈电容至第一电平电荷, 所述反馈电容布置于所述第二输入和所述输出之间;

闭合所述开关来发起测量阶段, 其中所述第二输入和所述传感器电极被耦合, 所述测量阶段包括:

平衡所述传感器电极和所述反馈电容之间的电荷, 使得传感器电极电压等于所述第一输入的电压, 等于所述第二输入的电压, 并且所述传感器电极充电至与其电容及所述第二输入的所述电压成比例的值; 以及

使用所述差分放大器对所述传感器电极上的电荷进行积分, 使得绝对电容被测量;

在所述测量阶段后打开所述开关来发起第二次出现的所述复位阶段; 以及

在所述第二次出现的所述复位阶段期间, 复位所述反馈电容至第二电平电荷, 其中电荷的所述第一和第二电平不同。

2. 如权利要求1所述的方法, 还包括:

在跨电容性感测周期期间, 使用所述差分放大器来测量所述传感器电极上的结果电荷, 所述结果电荷对应于所述传感器电极和第二传感器电极之间的电容性耦合, 其中所述第二传感器电极已经以发射器信号驱动。

3. 一种电容测量电路, 包括:

差分放大器, 其包括:

差分第一和第二输入, 其中所述第一输入为同相输入而所述第二输入为反相输入; 以及
输出;

开关, 其与所述第二输入耦合, 所述开关具有闭合状态和打开状态, 其中所述第二输入在所述开关处于所述闭合状态的测量阶段与传感器电极耦合, 并且其中所述第二输入在所述开关处于所述打开状态的复位阶段与所述传感器电极解耦;

反馈电容, 其耦合在所述输出和所述第二输入之间;

复位机构, 其并联地与所述反馈电容的至少一部分耦合, 并配置成在第一次出现的所述复位阶段期间使所述反馈电容复位至第一电平电荷, 其中所述复位机构还配置成在第二次出现的所述复位阶段期间, 使所述反馈电容复位至第二电平电荷, 其中电荷的所述第一和第二电平不同; 以及

其中在所述测量阶段期间, 所述差分放大器进行操作以在平衡所述第一和第二输入上的电压的同时将所述传感器电极充电至与所调制基准电压关联的电压电平, 其中所述所调制基准电压与所述第一输入耦合, 并且所述差分放大器进行操作以对所述传感器电极上的电荷进行积分来测量对应于所述传感器电极和输入对象之间的耦合的电容。

4. 如权利要求3所述的电路, 其中所述反馈电容配置成在所述复位阶段期间预充电。

5. 如权利要求3所述的电路, 其中所述反馈电容的至少一部分充当增加所述差分放大器的动态范围的电荷减法器。

6. 如权利要求3所述的电路, 其中所述复位阶段在时间上比所述测量阶段更短。

7. 如权利要求6所述的电路,其中所述复位阶段比所述测量阶段短至少一个数量级。
8. 如权利要求3所述的电路,其中所述所调制基准电压的所述电压电平按所述电路的不同操作模式变化。
9. 如权利要求3所述的电路,其中所述测量阶段是绝对电容测量阶段。
10. 如权利要求3所述的电路,其中所述反馈电容由多个可选电容器形成。
11. 一种输入装置,包括:
 - 第一传感器电极;
 - 第二传感器电极;
 - 发射器,其与所述第二传感器电极耦合并配置成驱动发射器信号到所述第二传感器电极上;
 - 差分放大器,其包括:
 - 差分第一和第二输入,其中所述第一输入为同相输入而所述第二输入为反相输入;以及
 - 输出;
 - 开关,其与所述第二输入耦合,所述开关具有闭合状态和打开状态,其中所述第二输入在所述开关处于所述闭合状态的测量阶段与所述第一传感器电极耦合,并且其中所述第二输入在所述开关处于所述打开状态的复位阶段与所述第一传感器电极解耦;
 - 反馈电容,其耦合在所述输出和所述第二输入之间;
 - 复位机构,其并联地与所述反馈电容的至少一部分耦合,并配置成在第一次出现的所述复位阶段期间使所述反馈电容复位至第一电平电荷;以及
 - 其中在所述测量阶段期间,所述差分放大器进行操作以在平衡所述第一和第二输入上的电压的同时将所述第一传感器电极充电至与所调制基准电压关联的电压电平,其中所述所调制基准电压与所述第一输入耦合,并且所述差分放大器进行操作以对所述第一传感器电极上的电荷进行积分来测量对应于所述传感器电极和输入对象之间的耦合的电容;以及
 - 其中,在所述输入装置的跨电容性感测周期期间,所述差分放大器还配置成测量对应于所述第一和第二传感器电极之间的电容性耦合的所述第一传感器电极上的结果电荷。
12. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述跨电容性感测周期的所述复位阶段和跨电容性复位阶段的时间长度大体上相等。
13. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述复位阶段在时间上比所述测量阶段更短。
14. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述所调制基准电压包括关于基准电压对称的波形。
15. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述复位机构还配置成在第二次出现的所述复位阶段期间使所述反馈电容复位至第二电平电荷,其中电荷的所述第一和第二电平不同。
16. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述反馈电容配置成在所述复位阶段期间预充电。
17. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述反馈电容的至少一部分充当增加所述差分放大器的动态范围的电荷减法器。
18. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述所调制基准电压的所述电压电平按所述

输入装置的不同操作模式变化。

19. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述测量阶段是绝对电容测量阶段。

20. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述反馈电容由多个可选电容器形成。

21. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述第一传感器电极在所述复位阶段期间电性浮动。

22. 如权利要求11所述的输入装置,其中所述所调制基准电压在所述复位阶段的开始进行转换。

23. 一种使用具有输出和差分第一和第二输入的差分放大器的电容测量方法,其中所述第一输入为同相输入而所述第二输入为反相输入,所述方法包括:

在绝对电容性感测周期期间:

打开布置于传感器电极和所述差分放大器的所述第二输入之间的开关来发起复位阶段,其中所述传感器电极和所述差分放大器被解耦;

复位反馈电容至第一电平电荷,所述反馈电容布置于所述第二输入和所述输出之间;

闭合所述开关来发起测量阶段,其中所述第二输入和所述传感器电极被耦合,所述测量阶段包括:

平衡所述传感器电极和所述反馈电容之间的电荷,使得传感器电极电压等于所述第一输入的电压,等于所述第二输入的电压,并且所述传感器电极充电至与其电容及所述第二输入的所述电压成比例的值;以及

使用所述差分放大器对所述传感器电极上的电荷进行积分,使得绝对电容被测量;以及

在跨电容性感测周期期间:

使用所述差分放大器来测量所述传感器电极上的结果电荷,所述结果电荷对应于所述传感器电极和第二传感器电极之间的电容性耦合,其中所述第二传感器电极已经以发射器信号驱动。

24. 如权利要求23所述的方法,还包括:

在所述绝对电容性感测周期期间:

在所述测量阶段后打开所述开关来发起第二次出现的所述复位阶段;以及

在所述第二次出现的所述复位阶段期间将所述反馈电容复位至第二电平电荷,其中电荷的所述第一和第二电平不同。

电容测量

[0001] 对有关美国临时专利申请的交叉引用

[0002] 本申请要求由Farzaneh Shahrokhi等人于2012年6月18日提交的、题为“SYSTEM AND METHOD FOR SENSING ABSOLUTE CAPACITANCE”的共同待决美国临时专利申请号61/673,241的优先权及权益,其具有代理人案卷号SYNA-20120308-01.PRO,并且转让给本申请的受让人。

[0003] 本申请要求由Farzaneh Shahrokhi等人于2012年8月27日提交的、题为“SYSTEM AND METHOD FOR SENSING ABSOLUTE CAPACITANCE”的共同待决美国临时专利申请号61/693,541的优先权及权益,其具有代理人案卷号SYNA-20120308-02.PRO,并且转让给本申请的受让人。

[0004] 本申请要求由Farzaneh Shahrokhi et al等人于2013年3月15日提交的、题为“CAPACITANCE MEASUREMENT”的共同待决美国专利申请号13/843,129的优先权及权益,其具有代理人案卷号SYNA-20120308-01,并且转让给本申请的受让人。

背景技术

[0005] 包括接近传感器装置(也通常被称为触摸垫或触摸传感器装置)的输入装置广泛应用于多种电子系统中。接近传感器装置典型地包括通常由表面区分的感测区,在其中接近传感器装置确定一个或多个输入对象的存在、位置和/或运动。接近传感器装置可用于为电子系统提供接口。例如,接近传感器装置通常用作较大计算系统的输入装置(诸如集成在或外设于笔记本或桌上型电脑的不透明触摸垫)。接近传感器装置也经常用于较小电子装置/系统中(诸如集成在蜂窝电话和平板电脑中的触摸屏)。这样的触摸屏输入装置典型地添加到电子装置/系统的显示器上或以其他方式与其并置。

发明内容

[0006] 在使用差分放大器的电容测量方法中,其中差分放大器具有输出和差分第一和第二输入,布置于传感器电极和差分放大器的第二输入之间的开关被打开以发起复位阶段,在其中传感器电极与差分放大器去耦。布置于第二输入和输出之间的反馈电容复位至第一电平电荷。开关闭合来发起测量阶段,在其中第二输入与传感器电极耦合。在测量阶段:电荷在传感器电极和反馈电容之间进行平衡,使得传感器电极电压等于第一输入的电压,等于第二输入的电压,并且传感器电极充电至与其电容和第二输入的电压成比例的值;以及差分放大器用于积分传感器电极上的电荷,使得绝对电容被测量。

附图说明

[0007] 除非明确指出,本附图简要说明中涉及的附图不应被理解为按比例绘制。并入或形成实施例的描述的一部分的附图,例示各种实施例,并且同实施例的描述一起,用于解释下面讨论的原理,其中类似的标号表示类似的元件。

[0008] 图1是依照实施例的、示例输入装置的框图。

[0009] 图2示出依照一些实施例的、在传感器中用来形成输入装置感测区(诸如触摸屏)的全部或部分的、示例传感器电极图案的一部分。

[0010] 图3示出跨电容性和传统的绝对电容感测信号及模式的示意图的对照。

[0011] 图4A和4B例示依照实施例的、经过第一半周期的绝对电容性感测的电容测量电路的操作。

[0012] 图5示出依照各种实施例的、跨电容性和新(如本文所述)绝对电容感测信号及模式的示意图的对照。

[0013] 图6A-6D例示依照实施例的、经过完整周期的绝对电容性感测的电容性测量电路的操作。

[0014] 图7例示依照实施例的、电容测量电路。

[0015] 图8例示依照一些实施例的、电容测量电路。

[0016] 图9A-9C例示依照各种实施例的、使用具有输出和差分第一和第二输入的差分放大器的、电容测量方法。

具体实施方式

[0017] 下列实施例的描述仅仅通过示例,而非限制的方式提供。另外,并不存在由前述的背景技术、发明内容、或附图说明或下面具体实施方式中提出的、任何表达的或暗示的理论所约束的意图。

[0018] 论述概览

[0019] 本文中,描述各种实施例,其提供促进改进的可用性的输入装置、处理系统和方法。本文描述的各种实施例中,输入装置可以是电容性输入装置。

[0020] 论述开始于跨电容性感测信号及模式与传统绝对电容感测信号及模式的比较。根据本文描述的新实施例,随后提出示例电容测量电路,并且描述其操作。随后提出并描述跨电容性感测信号及模式与绝对电容性感测的新实施例的信号及模式的比较。随后提出并描述对新绝对电容测量电路的构造及操作的若干变形。随后提出并描述混合跨电容性/绝对电容测量电路。还结合使用具有输出和差分第一和第二输入的差分放大器的电容测量方法的描述,进一步描述各种新电容性测量电路的操作。

[0021] 示例输入装置

[0022] 现在转向附图,图1是依照各种实施例的、示例性输入装置100的框图。输入装置100可配置成向电子系统/装置(未描绘)提供输入。如本文档所使用的,术语“电子系统”(或“电子装置”)广义地指能够电子地处理信息的任何系统。电子系统的某些非限制性示例包括各种大小和形状的个人计算机,诸如桌上型电脑、膝上型电脑、上网本电脑、平板电脑、网络浏览器、电子书阅读器和个人数字助理(PDA)。另外的示例电子系统包括复合型输入装置,诸如包括输入装置100和独立操纵杆或按键开关的物理键盘。进一步的示例电子系统包括诸如数据输入装置(包括遥控器和鼠标)和数据输出装置(包括显示屏幕和打印机)之类的外围设备。其他示例包括远程终端、信息亭、以及视频游戏机(例如,视频游戏控制台、便携式游戏装置等)。其他示例包括通信装置(包括诸如智能电话之类的蜂窝电话)和媒体装置(包括录音机、编辑器和诸如电视机的播放器、机顶盒、音乐播放器、数码相框和数码相机)。另外,电子系统可以是输入装置的主机或从机。

[0023] 输入装置100能够实现为电子系统的物理部件,或能够与电子系统物理地分离。视情况而定,输入装置100可使用下列项的任一个或多个与电子系统的部件通信:总线、网络以及其他有线或无线互连。示例包括但不限于内部集成电路(I2C)、串行外围接口(SPI)、个人系统2(PS/2)、通用串行总线(USB)、蓝牙、射频(RF)以及红外数据协会(IrDA)。

[0024] 在图1中,输入装置100示出为接近传感器装置(也通常被称为“触摸垫”或“触摸传感器装置”),其配置成感测由一个或多个输入对象140在感测区120中提供的输入。示例输入对象包括如图1所示的手指和触控笔。

[0025] 感测区120包含在输入装置100之上、周围、之中和/或附近的任何空间,在其中输入装置100能够检测用户输入(例如,由一个或多个输入对象140提供的用户输入)。特定感测区的尺寸、形状和位置可以逐个实施例极大地改变。在一些实施例中,感测区120从输入装置100的表面沿一个或多个方向延伸到空间中,直至信噪比阻止充分准确的对象检测。这个感测区120沿特定方向延伸的距离,在各种实施例中,可以大约少于一毫米、数毫米、数厘米、或更多,而且可随所使用的感测技术的类型和期望的精确度而显著变化。因此,一些实施例感测输入,其包括与输入装置100任何表面无接触、与输入装置100的输入表面(例如触摸表面)相接触、与耦合一定量外加力或压力的输入装置100的输入表面相接触、和/或它们的组合。在各种实施例中,触摸表面可由传感器电极位于其中的壳体的表面来提供,由应用在传感器电极或任何壳体之上的面板来提供等。在一些实施例中,感测区120在投射到输入装置100的输入表面上时具有矩形形状。

[0026] 输入装置100使用传感器组件和感测技术的任何组合来检测感测区120中的用户输入。输入装置100包括用于检测用户输入的一个或多个感测元件。作为非限制性示例,输入装置100可使用电容性技术。

[0027] 一些实现配置成提供跨越一、二、三或更高维空间的图像。一些实现配置成提供沿特定轴或平面的输入的投影。

[0028] 在输入装置100的一些电容性实现中,施加电压或电流以产生电场。附近的输入对象导致电场的变化,并且产生电容性耦合的可检测变化,其可作为电压、电流等的变化而被检测。

[0029] 一些电容性实现使用电容性感测元件的阵列或其他规则或不规则的图案来产生电场。在一些电容性实现中,独立感测元件可欧姆地短接在一起以形成更大的传感器电极。一些电容性实现利用电阻片,其可以是电阻均匀的。

[0030] 一些电容性实现使用基于传感器电极与输入对象之间的电容性耦合的变化的“自电容”(或“绝对电容”)感测方法。在各种实施例中,传感器电极附近的输入对象改变传感器电极附近的电场,从而改变量得的电容性耦合。在一个实现中,绝对电容感测方法通过相对于基准电压(例如,系统地)来调制传感器电极,以及通过检测传感器电极与输入对象之间的电容性耦合,来进行操作。

[0031] 一些电容性实现使用基于传感器电极之间的电容性耦合的变化的“互电容”(或“跨电容”)感测方法。在各种实施例中,传感器电极附近的输入对象改变传感器电极之间的电场,从而改变量得的电容性耦合。在一个实现中,跨电容性感测方法通过检测在一个或多个发射器传感器电极(也称为“发射器电极”或“发射器”)和一个或多个接收器传感器电极(也称为“接收器电极”或“接收器”)之间的电容性耦合,来进行操作。全体发射器和接收器

可被称作传感器电极或传感器元件。发射器传感器电极可相对于基准电压(例如,系统地)来调制以传送发射器信号。接收器传感器电极可相对于基准电压保持大体恒定以促进结果信号的接收。结果信号可包括对应于一个或多个发射器信号、和/或对应于一个或多个环境干扰源(例如其他电磁信号)的影响。传感器电极可为专用的发射器或接收器,或可配置成既传送又接收。在一些实施例中,当没有发射器电极在进行传送(例如,发射器被禁能)时,可操作一个或多个接收器电极来接收结果信号。按这种方式,结果信号表示在感测区120的操作环境检测到的噪声。

[0032] 在图1中,处理系统110示出为输入装置100的部件。处理系统110配置成操作输入装置100的硬件来检测感测区120中的输入。处理系统110包括一个或多个集成电路(IC)和/或其他电路组件的部分或全部。(例如,用于互电容传感器装置的处理系统可包括配置成由发射器传感器电极来传送信号的发射器电路,和/或配置成由接收器传感器电极来接收信号的接收器电路)。在一些实施例中,处理系统110还包括电子可读指令,诸如固件代码、软件代码和/或其他。在一些实施例中,组成处理系统110的组件定位在一起,诸如在输入装置100的感测元件附近。在其他实施例中,处理系统110的组件在物理上是独立的,其中一个或多个组件靠近输入装置100的感测元件,而一个或多个组件在别处。例如,输入装置100可为耦合到桌上型电脑的外设,并且处理系统110可包括配置成在桌上型电脑的中央处理单元上运行的软件以及与该中央处理单元分离的一个或多个IC(或许具有关联的固件)。作为另一示例,输入装置100可物理地集成在电话中,并且处理系统110可包括作为该电话的主处理器的一部分的电路和固件。在一些实施例中,处理系统110专用于实现输入装置100。在其他实施例中,处理系统110也执行其他功能,诸如操作显示屏、驱动触觉制动器等。

[0033] 处理系统110可实现为处理处理系统110的不同功能的一组模块。每一模块可包括作为处理系统110的一部分的电路、固件、软件或它们的组合。在各种实施例中,可使用模块的不同组合。示例模块包括用于操作诸如传感器电极和显示屏之类硬件的硬件操作模块,用于处理诸如传感器信号和位置信息之类数据的数据处理模块,以及用于报告信息的报告模块。另外的示例模块包括传感器操作模块,其配置成操作感测元件来检测输入;识别模块,其配置成识别诸如模式变更手势之类的手势;以及模式变更模块,其用于变更操作模式。

[0034] 在一些实施例中,处理系统110直接通过引起一个或多个动作而响应在感测区120中的用户输入(或没有用户输入)。示例动作包括变更操作模式、以及GUI动作,诸如光标移动、选择、菜单导航和其他功能。在一些实施例中,处理系统110向电子系统的某个部件(例如,向与处理系统110分离的电子系统的中央处理系统,如果这样一个独立的中央处理系统存在的话)提供关于输入(或没有输入)的信息。在一些实施例中,电子系统的某个部件处理从处理系统110接收的信息以按用户输入进行动作,诸如促进全范围的动作,包括模式变更动作和GUI动作。

[0035] 例如,在一些实施例中,处理系统110操作输入装置100的感测元件来产生指示在感测区120中的输入(或没有输入)的电信号。处理系统110在产生提供给电子系统的信息中,可对该电信号执行任何适量的处理。例如,处理系统110可对从传感器电极获得的模拟电信号进行数字化。作为另一示例,处理系统110可执行滤波或其他信号调节。作为又一示例,处理系统110可减去或以其他方式计及基线,以使得信息反映电信号和基线之间的差

异。作为另一些示例,处理系统110可确定位置信息,将输入识别为命令,识别笔迹等。

[0036] 本文使用的“位置信息”广义地包含绝对位置、相对位置、速度、加速度和其他类型的空间信息。示例性的“零维”位置信息包括近/远或接触/非接触信息。示例性的“一维”位置信息包括沿轴的位置。示例性的“二维”位置信息包括在平面中的运动。示例性的“三维”位置信息包括在空间中的瞬时或平均速度。进一步的示例包括空间信息的其他表示。也可确定和/或存储关于一种或多种类型位置信息的历史数据,包括,例如随时间追踪位置、运动、或瞬时速度的历史数据。

[0037] 在一些实施例中,输入装置100采用由处理系统110或由某个其他处理系统操作的附加输入组件来实现。这些附加输入组件可为感测区120中的输入提供冗余的功能性,或某个其他功能性。图1示出感测区120附近的按钮130,其能够用于促进使用输入装置100的项目的选择。其他类型的附加输入组件包括滑块、球、轮、开关等。相反地,在一些实施例中,输入装置100可在没有其他输入组件的情况下实现。

[0038] 一些实施例中,电子系统100可以是触摸屏,并且感测区120与显示屏的有源区的至少一部分重叠。例如,输入装置100可包括覆盖该显示屏的、大体透明的传感器电极,以及为关联的电子系统提供触摸屏界面。该显示屏可以是能向用户显示可视界面的、任何类型的动态显示器,并可包括任何类型的发光二极管(LED)、有机LED(OLED)、阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)、等离子体、电致发光(EL),或其他显示技术。输入装置100和显示屏可共用物理元件。例如,一些实施例可将相同电组件的一些用于显示及感测。作为另一示例,显示屏可部分或整个地由处理系统110操作。

[0039] 应理解,尽管许多实施例在完全功能设备的上下文中描述,该机理能够作为采用多种形式的程序产品(例如软件)来被分配。例如,所描述的机理可作为电子处理器可读取的信息承载介质(例如,可由处理系统110读取的、非暂时性计算机可读和/或可记录/可写的信息承载介质)之上的软件程序来实现及分配。另外,无论用于执行分配的介质的特定类型,这些实施例同样地适用。非暂时性、电子可读介质的示例包括各种光碟、存储棒、存储卡、存储模块等。电子可读介质可基于闪速、光、磁、全息、或任何其他有形存储技术。

[0040] 示例传感器电极图案

[0041] 图2示出依照各种实施例的、可在传感器中用来生成输入装置100感测区的全部或部分的、示例传感器电极图案200的一部分。当与电容性传感器电极图案一起使用时,输入装置100配置为电容性输入装置。为了例示和描述的清楚起见,例示了非限制性简单矩形传感器电极图案200。应领会,可使用许多其他传感器电极图案,包括具有单组传感器电极的图案、具有布置于单层(没有重叠)中的两组传感器电极的图案、以及提供个体按钮电极的图案。在这个示例中,例示的传感器电极图案由多个相互覆盖的接收器电极270(270-0、270-1、270-2...270-n)及多个发射器电极260(260-0、260-1、260-2...260-n)组成。在例示的示例中,触摸感测像素定中心于发射器和接收器电极交叉的位置。电容性像素290例示在跨电容性感测期间由传感器电极图案200生成的电容性像素中的一个。应领会,在诸如例示的示例的交叉传感器电极图案中,某些形状的绝缘材料或衬底典型地布置于发射器电极260和接收器电极270之间。然而,在一些实施例中,发射器电极260和接收器电极270可通过路由技术和/或跳线的使用而布置于彼此相同的层中。在各种实施例中,触摸感测包括感测在感测区120中任何地方的输入对象,并且可包括:与输入装置100任何表面无接触、与输入

装置100的输入表面(例如,触摸表面)相接触、与耦合一定量外加力或压力的输入装置100的输入表面相接触、和/或它们的组合。

[0042] 当完成跨电容性测量,诸如电容性像素290的电容性像素是在发射器电极260和接收器电极270之间局部化电容性耦合的区域。发射器电极260和接收器电极270之间的电容性耦合随与发射器电极260和接收器电极270关联的感测区中输入对象的接近和动作而变化。

[0043] 在一些实施例中,“扫描”传感器电极图案200来确定这些电容性耦合。也就是说,驱动发射器电极260来传送发射器信号。操作发射器使得一次一个发射器电极进行传送,或多个发射器电极同时传送。在多个发射器电极同时传送的场合,这些多个发射器电极可传送相同的发射器信号并产生有效地更大的发射器电极,或者这些多个发射器电极可传送不同的发射器信号。例如,多个发射器电极可以根据使它们对接收器电极270的结果信号的组合效果能够被独立地确定的一个或多个编码方案,来传送不同的发射器信号。

[0044] 接收器电极270可被单个地或多个地操作来获得结果信号。结果信号可用于确定电容性像素处的电容性耦合的度量。

[0045] 来自电容性像素的度量的集合形成“电容性图像”(也是“电容性帧”),其代表像素处的电容性耦合。可在多个时间段内获得多个电容性图像,并且它们之间的差异用于导出关于感测区中输入的信息。例如,在连续的时间段内获得的连续电容性图像能够用于追踪进入、退出感测区以及在感测区内的一个或多个输入对象的运动。

[0046] 在一些实施例中,可操作一个或多个传感器电极260或270来在特定实例的时间执行绝对电容性感测。例如,接收器电极270-0可充电,随后接收器电极270-0的电容可被测量。在这样的实施例中,与接收器电极270-0交互的输入对象140改变接收器电极270-0附近的电场,因而改变所测量的电容性耦合。按相同的方式,多个传感器电极270可用于测量绝对电容和/或多个传感器电极260可用于测量绝对电容。应领会,当执行绝对电容测量,“接收器电极”和“发射器电极”的标签失去了其在跨电容性测量技术中具有的意义,并且替代地,传感器电极260或270可简单地被称为“传感器电极”。

[0047] 跨电容性感测和传统的绝对电容性感测的对照

[0048] 图3示出跨电容性和传统的绝对电容感测信号及模式的示意图(分别为310和320)的对照。图3中,部分310例示出跨电容性感测模式的发射器和积分的结果信号(分别为 $V_{TransInput}$ 和 $V_{TransOut}$),其中311是跨电容性感测周期的第一半,并且312是跨电容性感测周期的第二半。每一个半跨电容性感测周期(311、312)包括积分时间段 $T_{TransIntegrate}$ 以及复位时间段 $T_{TransReset}$ 。图3中,部分320例示出绝对电容性感测模式的发射器和积分的结果信号(分别为 $V_{ConvAbsInput}$ 和 $V_{ConvAbsOut}$),其中321是传统的绝对感测周期的第一半,并且322是传统的绝对电容性感测周期的第二半。每一个半部(321、322)包括一个预充电时间段 $T_{AbsPrecharge}$ 以及一个积分时间段 $T_{AbsIntegrate}$ 。在例示的实施例中,两种感测模式的发射器和结果信号不同。例如,例示的传统绝对电容性感测模式包括预充电阶段 $T_{AbsPrecharge}$,在其中传感器电极通过发射器信号充电至“电压高”,积分阶段 $T_{AbsIntegrate}$ 随其后,在其中传感器电极放电并且从结果信号产生的结果电荷被积分和测量。对于这样的实施例,可由耦合至传感器电极的电容性测量电路来测量的电荷的最大量是 $C_B(V_{dd}/2)$,其中 C_B 是被测量的绝对电容(背景电容+任何输入对象电容),并且 V_{dd} 是接收器电源电压(基准电压或操作电压)。例如,在这个传

统的绝对电容性感测操作中,预充电阶段 $T_{\text{AbsPrecharge}}$ 以及积分阶段 $T_{\text{AbsIntegrate}}$ 持续时间可基于传感器电极的稳定时间 T_{abs} 。这个稳定时间阻止缩短这些时间而对感测的能力没有影响。在许多实施例中,在图3可见,跨电容性感测复位阶段 $T_{\text{TransReset}}$ 比传统的绝对感测预充电($T_{\text{AbsPrecharge}}$)或绝对感测积分阶段($T_{\text{AbsIntegrate}}$)短得多,其中传统的绝对感测预充电($T_{\text{AbsPrecharge}}$)或绝对感测积分阶段($T_{\text{AbsIntegrate}}$)小于跨电容性感测积分时间, $T_{\text{TransReset}} \ll T_{\text{AbsPrecharge}} < T_{\text{TransIntegrate}}$ 。因此,传统的绝对电容性感测方法的半感测周期的持续时间 $T_{\text{AbsPrecharge}} + T_{\text{AbsIntegrate}}$ 典型地大于跨电容性感测方法的半感测周期的持续时间, $T_{\text{TransReset}} + T_{\text{TransIntegrate}}$ 。另外,由于传统的绝对电容性感测方法的半感测周期大于跨电容性感测方法的半感测周期,绝对电容性感测的发射器信号频率低于跨电容性感测的发射器信号频率。

[0049] 示例电容性电荷测量电路

[0050] 将进一步在本文描述的是,在各种实施例中,与传统技术比较,绝对电容性感测装置的感测频率可通过改变用于执行绝对电容性感测的电路和技术的参数而被改善(缩短)。对于本文描述的绝对电容性感测装置,增加发射器信号的幅度和/或频率与绝对电容性感测的传统技术相比可改善感测装置的性能。例如,通过增加发射器信号的幅度和/或频率的一个或多个,信噪比可被增加,干涉敏感性可被改进,并且接近感测(距离和精确性)可被改进。在各种实施例中,增加绝对感测发射器信号的幅度增加接近感测距离和精确性。另外,具有更高的频率的电容性感测发射器信号(诸如图5的 V_{AbsInput})可增加更低频率干扰组件的失效。在另一些实施例中,配置成以具有增加的幅度和/或频率(与绝对电容性感测的传统技术相比)的绝对电容测量发射器信号(诸如图5的 V_{AbsInput})来操作的输入装置可配置成以与跨电容性感测装置的发射器信号相似的发射器信号来操作。这样的实施例允许干涉敏感性对电容性感测的两种模式而言大体上是相同的,因而允许用于两种不同感测模式的干涉失效能够被协调。另外,配置成按照跨电容性感测模式和绝对电容性感测模式两者来操作的输入装置可被称为混合电容性传感器装置。在这样的实施例中,绝对电容性感测发射器信号频率可至少等于(若不快于的话)跨电容性发射器信号的频率。在一个实施例中,如图5所绘,绝对电容性感测方法的半感测周期可至少等于(若不快于的话)跨电容性感测方法的半感测周期。以下将更详细地描述。

[0051] 混合电容性感测装置可配置成按照跨电容性感测模式和绝对电容性感测模式两者来操作。在一个实施例中,混合电容性感测装置配置成基于,但不限于输入装置的操作状态、输入对象事件和时间延迟,在跨电容性感测模式和绝对电容性感测模式之间切换。作为示例而非限制,在一个实施例中,绝对电容性感测模式可用于检测在输入装置的输入表面之上,但并没有接触的输入对象的存在,并且响应于这样的输入对象的检测,输入装置可从绝对电容性感测模式切换至跨电容性感测模式。

[0052] 在各种实施例中,绝对电容性感测发射器信号 V_{AbsInput} 的幅度和频率与可能使用传统的绝对电容性感测的感测频率相比,可能被增加。在这样的实施例中,耦合至传感器电极的电容测量电路的电荷积分器的基准电压(操作电压)可被调制。基准电压可在基准值之上及之下对称地被调制。调制的频率和/或幅度可在操作期间被调整,诸如避免干扰、防止饱和、或者调整放大器的动态范围。例如,基准电压可以以在波形和/或频率上(例如具有类似频率的方波)与跨电容性感测信号(例如 $V_{\text{TransInput}}$)类似的信号来调制。在这样的实施例中,基准电压 V_{ref} 可以是跨电容性感测信号的削弱版。在其他实施例中,基准电压可基于接收器

模块电源电压来被调制。在这样的实施例中,基准电压 V_{ref} 可以是接收器模块电源电压的削弱版,诸如 $1/2V_{\text{rdd}}$ 。另外,在各种实施例中,基准电压是可变的。在其他实施例中,基准电压可被选择并配置成增加用作电荷积分器的差分放大器的动态范围。在另一实施例中,基准电压和反馈电容可被选择成增加用作电荷积分器的差分放大器的动态范围。另外,在其他实施例中,用作电荷积分器的差分放大器可在电荷积分器的复位阶段期间从传感器电极或用于绝对电容性感测的电极解耦。在一个实施例中,与在复位阶段期间保持耦合至传感器电极的情况下将会经历的相比,在复位阶段期间从传感器电极解耦电荷积分器为电荷积分器提供更短的复位阶段。在一些实施例中,相同的电荷积分器可配置成在输入装置按照跨电容性感测模式和绝对电容性感测模式操作时接收结果信号。另外,在一些实施例中,跨电容性感测模式和绝对感测模式可配置成使用类似的发射器信号(频率和幅度中的至少一个类似)。在一些这样的实施例中,跨电容性感测模式和绝对感测模式的发射器频率和感测周期配置成大体上相同。例如,绝对电容性感测“预充电/复位”以及“积分”持续时间在相结合时大体上等于跨电容性感测的复位和积分时间。以下示例的实施例,描述提供具有减少的感测周期和增加的发射器信号频率的绝对电容性感测的各种方式。

[0053] 图4A和4B例示依照实施例的、经过第一半周期的绝对电容性感测的电容测量电路400的操作。电容测量电路400可作为输入装置100和/或处理系统110的部件而被包括。例如,处理系统110可提供用于电路400的输入电压以及操作电路400中开关和/或从可选电容器的库中选择电容器的控制信号。在图4A和4B中,电容测量电路400包括具有反相和同相输入及输出的差分放大器401。第一开关SW1耦合在差分放大器401的反相输入和电路400所耦合到的传感器电极(诸如传感器电极270-0)之间。差分放大器401配置为电荷积分器并且包括布置于其输出和其反相输入之间的反馈电容。反馈电容由电容器 C_{FB} 表示,在一端耦合至差分放大器401的输出,并且在其另一端耦合至差分放大器401的反相输入和开关SW1之间的位置。应领会,电容器 C_{FB} 可由选自可选电容器的库的一个或多个可选电容组成。第二开关SW2与反馈电容器 C_{FB} 并联布置。开关SW2作为复位机构操作来使电容器 C_{FB} 放电并复位。在图4A和4B中,电容CB表示在传感器电极270-0和地之间的背景电容(其可包括由输入对象贡献的电容)。

[0054] 电容测量电路400执行具有减少的半感测周期(与传统绝对电容性感测周期相比)的绝对感测方法,其中差分放大器401作为电荷积分器来设立,并且施加到差分放大器401的同相输入的基准电压由在基准电压 V_{ref} 之上及之下大体上相等的量来调制。在一些实施例中,积分放大器的基准电压以与跨电容性发射器信号类似的信号来调制。在一些实施例中, V_{ref} 大约为电源电压 V_{DD} 的一半。在这样的实施例中,通过使用差分放大器401的倾向来平衡在其输入上的电压以驱动发射器信号(其与施加在同相输入上的所调制电压相等)至传感器电极270-0上,绝对电容性感测频率可被增加。这驱动方法与使用发射器(其与电荷积分器分离)的传统绝对电容性感测不同。

[0055] 图4A例示第一半感测周期的复位阶段。在这个复位阶段期间,反馈电容器 C_{FB} 放电并且 V_{OUT} 跟随 V_{imp} 基准电压 V_{AbsInput} ,其被调制到差分放大器401的同相输入上。在复位阶段:开关SW2闭合,开关SW1打开;并且 V_{AbsInput} 的调制的极性切换。基准电压 V_{AbsInput} 的转换能够恰好在复位阶段的开始或在复位阶段开始后的某一时间发生。在一些实施例中,当开关SW1打开,使传感器电极270-1电性浮动并且因而无论多少电荷留在其上都大体上保持。闭合开

关SW2导致电容器 C_{FB} 放电。输出和反相输入随后耗费一段时间来稳定到 $V_{AbsInput}$ 的新值。复位阶段的长度基于稳定和放电耗费多久来发生而被预测。 C_{FB} 的放电非常快,因为通路上没有电阻来使其变慢,并且差分放大器401的复位时间通过打开SW1来使其与传感器电极270-0断开连接而被加速,使得其能够在传感器电极270-0的电容没有耦合至其反相输入的情况下更快地稳定。

[0056] 图4B例示第一半感测周期的积分阶段。积分阶段是其中测量发生的时间段,并且也可被称为测量阶段。在这积分阶段,差分放大器401的同相节点继续被驱动至与在图4A所示的复位阶段期间相同的 $V_{AbsInput}$ 值。在积分阶段开始时, C_{FB} 放电,并且差分放大器401的输入和输出两者都已大体上稳定在施加至同相输入的电压 $V_{AbsInput}$ 。为了发起积分阶段,开关SW1闭合,并且开关SW2打开。这导致传感器电极(例如270-0)被连接至积分差分放大器401的反相输入,其反过来导致背景电容 C_B 上的电压从其在自电路400解耦后所保持的先前电压电平被驱动至在差分放大器401反相输入上存在的新电压。例如,在一个积分周期, C_B 将从 $V_{ref} - \Delta V_{ref}$ 的旧电压被驱动至 $V_{ref} + \Delta V_{ref}$ 的新电压,而在下一个半感测周期中的随后积分周期中, C_B 将从 $V_{ref} + \Delta V_{ref}$ 的旧电压被驱动至 $V_{ref} - \Delta V_{ref}$ 的新电压。因此, $2 \Delta V_{ref} C_B$ 的电荷从 C_{FB} 流入 C_B ,并导致 V_{out} 从 $V_{ref} \pm \Delta V_{ref}$ 改变 $2 \Delta V_{ref} C_B / C_{FB}$ 。

[0057] 图5示出依照各种实施例的、跨电容性和新(如本文所述)绝对电容感测信号及模式的示意图(分别为310和520)的对照。部分310与图3中的部分310相同。部分520例示依照本文在图4A、4B、6A-6D及图7所述的实施例的、完整绝对电容性感测周期。在图5中,部分520例示绝对电容性感测模式的发射器和积分的结果信号(分别为 $V_{AbsInput}$ 和 V_{out}),其中521是感测周期的第一半,并且522是电容性感测周期的第二半。每一个半感测周期521或522包括预充电/复位阶段 $T_{AbsPrechargeReset}$ 、以及积分阶段 $T_{AbsIntegrate}$ 两者。积分阶段是其中测量发生的时间段,并且也可被称为测量阶段。预充电/复位阶段可包括仅复位(如图4A和4B所例示),复位和预充电的某种组合(如图6A-6D例示),或如图7例示的仅预充电。可见,绝对电容性感测以减少的半感测周期(与图3中例示的绝对电容性感测的传统技术相比)完成。尽管预充电/复位阶段示出为与测量在其中发生的积分阶段大体上相同的时间长度,应领会,在本文描述的一些实施例中,预充电/复位阶段比半感测周期中的积分阶段(诸如521或522)更短。在一些实施例中,例如,预充电/复位阶段可能比半感测周期中的积分阶段(诸如521或522)短一个数量级或更多。另外,从图5中可见,复位阶段比图3中的预充电阶段更短,这提供更高的感测频率。应注意,在一些实施例中,图5中例示的预充电/复位阶段大体上等于使用相同传感器电极的跨电容性感测的复位阶段或比其更短。当跨电容性感测期间的复位阶段可能是跨电容性积分阶段的1/5、1/10或更少时,这意味着,图5例示的预充电/复位阶段大体上比图3的320中例示的传统绝对感测预充电阶段更短。另外,在一些实施例中,半感测周期(例如半感测周期521或522)中的预充电/复位阶段及积分阶段的组合大体上等于使用相同传感器电极完成的跨电容性感测的半感测周期(例如311或312)或比其更短。另外,当 $2 \Delta V_{ref} > V_{dd}/2$,驱动传感器电极的绝对电容性感测发射器信号与相关图3描述的用于绝对电容性感测的传统技术中相比,能够具有更高的调制幅度。

[0058] 在一个实施例中,如图4B所例示,输出由公式1给出。

[0059]
$$V_{out} = V_{ref} + (2 \frac{C_B}{C_{FB}} \Delta V_{ref} - \Delta V_{ref}) \quad \text{公式 1}$$

[0060] 在公式1中可见,输出电压的动态范围由 ΔV_{ref} 项限定。在各种实施例中,在公式1中可见,由于最末项是不取决于 C_B (将被测量的电容) 的信号,当 $C_B = 0$ 时, $V_{\text{out}} \neq V_{\text{ref}}$ 。然而,在公式1中,当 $C_B = 0$ 时,则 $V_{\text{out}} = V_{\text{ref}} \pm \Delta V_{\text{ref}}$ 。因此,在这样的实施例中,该系统可以是 C_B 围绕 V_{ref} 仿射的,而非线性的。

[0061] 图6A-6D例示依照实施例的、经过完整周期的绝对电容性感测的电容性测量电路600的操作。电容测量电路600可作为输入装置100和/或处理系统110的部件来被包括。例如,处理系统110可提供用于电路600的输入电压以及操作电路600中开关和/或从可选电容器的一个或多个库中选择电容器的控制信号。在图6A-6D中,图4A和4B的反馈电容 C_{FB0} 已被分裂为多个部分 C_{FB0} 和 C_{FB1} ,使得在半感测周期的预充电/复位阶段期间,一个部分 C_{FB0} 能够被复位,而另一个部分 C_{FB1} 预充电至 $2V_{\text{ref}}$ 或接地。在半感测周期的预充电/复位阶段期间, C_{FB1} 是预充电至 $2V_{\text{ref}}$ 还是接地的选择由开关 $SW3$ 的定位来完成。在图6A-6D中,可选择反馈电容器 C_{FB0} 和 C_{FB1} 的比率来提供电荷积分器输出 V_{out} ,其为背景电容 C_B 的线性函数,同时保持与图4A和4B所示的方法和电路400相同的感测频率增加。通过 C_{FB} 的预充电部分作为电荷减法器使用,图6A-6D的实施例能够处理更大值的 C_B 而没有使接收器饱和,从而增加接收器的动态范围。对于来自图4A和4B中的给定值的反馈电容器 C_{FB} ,电容器被分成两个并联的电容器 C_{FB0} 和 C_{FB1} 。应领会,电容器 C_{FB0} 和 C_{FB1} 的每个可由一个或多个从可选电容的库中选择的可选电容器组成。由于整个反馈电容是 C_{FB0} 和 C_{FB1} 的电容的总和,反馈电容器 C_{FB} 可如公式2所示来描述。

$$[0062] \quad C_{FB} = C_{FB0} + C_{FB1} \quad \text{公式2}$$

[0063] 可选择这两个电容器的比率作为调制幅度 ΔV_{ref} 的函数,以便大体上减少公式1中的补偿项。在一个实施例中,对于每个感测周期,有两个半周期,其中每个半周期具有复位阶段,随后是积分阶段。积分阶段是其中测量发生的时间段,并且也可被称为测量阶段。

[0064] 在第一半周期的复位阶段期间,其图6A中例示为复位阶段1:开关 $SW1$ 打开以从传感器电极270-0解耦电路600; C_{FB0} 通过闭合开关 $SW2$ 放电;在差分放大器401的同相输入上的 V_{AbsInput} 的调制被转换至 $V_{\text{ref}} + \Delta V_{\text{ref}}$;并且通过将开关 $SW3$ 与 $2V_{\text{ref}}$ 的电压(其在某些实施例中会处于或接近 V_{dd}) 进行耦合, C_{FB1} 以 $-(V_{\text{ref}} + \Delta V_{\text{ref}})C_{FB1}$ 库仑来预充电。基准电压 V_{AbsInput} 的转换能够恰好在复位阶段的开始,或在复位阶段已开始后的某一时间发生。开关 $SW2$ 作为复位机构来操作以使电容器 C_{FB0} 放电并复位,另外,开关 $SW3$ 通过允许电容器 C_{FB1} 预充电并复位至所选值也作为复位机构来操作。在一些实施例中,当开关 $SW1$ 打开,使传感器电极270-1电性浮动,并且因而无论多少电荷留在其上都大体上保持。

[0065] 在第一半周期的积分阶段期间,其在图6B中例示为积分阶段1: C_{FB0} 和 C_{FB1} 通过将开关 $SW3$ 与差分放大器401的输出耦合并且打开开关 $SW2$ 来并联布置;并且差分放大器401的反相输入通过闭合开关 $SW1$ 连接至 C_B 。这导致储存在 C_{FB1} 上的预电荷和任何剩余电荷流经 $C_{FB0} + C_{FB1}$ 来使 C_B 以 $C_B(V_{\text{ref}} + \Delta V_{\text{ref}})$ 库仑充电。

[0066] 与例示在图6A和6B中那些相类似的操作在图6C和6D中例示的第二半周期期间发生,除了放大器的基准电压 V_{AbsInput} 转换至 $V_{\text{ref}} - \Delta V_{\text{ref}}$,并且 C_{FB1} 以 $(V_{\text{ref}} + \Delta V_{\text{ref}})C_{FB1}$ 库仑预充电。

[0067] 在第二半周期的复位阶段期间,其图6C中例示为复位阶段2:开关 $SW1$ 打开来从传感器电极270-0解耦电路600; C_{FB0} 通过闭合开关 $SW2$ 放电;在差分放大器401的同相输入上的

$V_{AbsInput}$ 的调制转换至 $V_{ref} - \Delta V_{ref}$,并且 C_{FB1} 通过将开关SW3与地耦合来以 $(V_{ref} + \Delta V_{ref})C_{FB1}$ 库仑预充电。

[0068] 在第二半周期的积分阶段期间,其在图6D中例示为积分阶段2: C_{FB0} 和 C_{FB1} 通过将开关SW3与差分放大器401的输出耦合并且打开开关SW2来并联布置;并且差分放大器401的反相输入通过闭合开关SW1连接至 C_B 。这导致储存在 C_{FB1} 上的预电荷和任何剩余电荷流经 $C_{FB0} + C_{FB1}$ 来使 C_B 以 $C_B(V_{ref} - \Delta V_{ref})$ 库仑充电。

[0069] 在一个实施例中, C_{FB1} 可配置成通过充当从 C_B 减去电荷的电荷减法器来增加接收器信道的动态范围,并因而从传感器电极270-0提出更小的信号用于由差分放大器401执行的应用。类似地说,在各种实施例中, C_{FB1} 可配置成增加 C_B 的范围,其中 C_B 的范围可由按照绝对电容感测模式操作的处理系统110的接收器信道来测量。另外, C_{FB1} 可配置成增加用于接收器信道的基准电压的调制范围。例如, C_{FB1} 可配置成增加 ΔV_{ref} 。另外,在各种实施例中, C_{FB0} 的值可选择成获得不同程度的抗干扰性。另外,在各种实施例中, C_{FB0} 的值可选择成获得不同程度的增益(影响信噪比(SNR)和敏感性)。在另一实施例中, C_{FB1} 的值可选择成获得不同程度的电荷减少。在又一实施例中, C_{FB0} 和 C_{FB1} 的值可选择成彼此协调来获得不同程度的电荷减少。

[0070] 对于在图6A-6D所示的示例,差分放大器401的 V_{out} 由公式3给出。

$$[0071] \quad V_{out} = V_{ref} \mp \left(2 \frac{C_2}{C_{FB}} \Delta V_{ref} + \frac{C_{FB} - C_{FB1}}{C_{FB}} \Delta V_{ref} - \frac{C_{FB1}}{C_{FB}} V_{ref} \right) \quad \text{公式 3}$$

[0072] 调制幅度 α 然后可定义为如公式4所示。

$$[0073] \quad \Delta V_{ref} = \alpha V_{ref} \text{ 其中一些, } 0 < \alpha \leq 1 \quad \text{公式 4}$$

[0074] 如公式5所示的 α 的选择导致公式3的最后两项抵消,并且输出因此被更简单地表示,如公式6所示。

$$[0075] \quad \alpha = \frac{C_{FB1}}{C_{FB} - C_{FB1}} = \frac{C_{FB1}}{C_{FB0}} \quad \text{公式 5}$$

$$[0076] \quad V_{out} = V_{ref} \mp 2 \frac{C_2}{C_{FB}} \Delta V_{ref} \quad \text{公式 6}$$

[0077] 输出 V_{out} 可以围绕 V_{ref} 并且与 C_B 成线性地来确定中心。在各种实施例中,对已知的 C_{FB} 和 α ,公式5能够用于确定 C_{FB0} 及 C_{FB1} 的值。应领会,公式5例示的简化通过示例而非限制的方式示出。换言之,在其他实施例中,公式5的简化情况不必保持,并且公式3并非按说明公式5演示的方式简化。

[0078] 图7例示依照实施例的、电容测量电路700。图7例示对于在图6A-6D及4A和4B中例示实施例的绝对电容感测的备选实现。如果在那些实施例中的 C_{FB0} 设定为0电容值或不被包括,并且 C_{FB1} 设定为某个非零值,那么图7的实现类似于与图6A-6D相关地描述并且在其中描绘的方法。除了开关SW2和电容器 C_{FB0} ,电路700的操作类似于电路600的操作,并且因而整个 C_{FB} (仅由 C_{FB1} 组成)在复位阶段1和复位阶段2期间都预充电。SW3通过允许电容器 C_{FB} 预充电并复位至所选值来作为复位机构操作。

[0079] 就电路700而言,其类似于针对电路400和600在上面所描述的,对于每个感测周期存在两个半周期,其中每个半周期具有复位阶段,随后是积分阶段。积分阶段是测量发生的

时间段,也可被称为测量阶段。在第一半周期的复位阶段:开关SW1打开使电路400从传感器电极270-1解耦; C_{FB} 通过将开关SW3与电压 $2V_{ref}$ 耦合来预充电;并且差分放大器401的基准电压 $V_{AbsInput}$ 转换至 $V_{ref} + \Delta V_{ref}$ 。基准电压 $V_{AbsInput}$ 的转换能够恰好在复位阶段的开始或在复位阶段已开始后的某一时间发生。在一些实施例中,当开关SW1打开,使传感器电极270-1电性浮动,并且因而无论多少电荷留在其上都大体保持。随后在第一半周期的积分阶段:开关SW1闭合使电路400与传感器电极270-0耦合;开关SW3与差分放大器401的输出耦合。在这个积分阶段期间,这些动作导致 C_{FB} 和 C_B 两者都连接至差分放大器401。储存在 C_{FB} 的预电荷以 C_B ($V_{ref} + \Delta V_{ref}$)库仑向 C_B 充电。除了放大器的操作点转换至 $V_{ref} - \Delta V_{ref}$,并且 C_{FB} 通过定位开关SW3使得其与地耦合来以 $(V_{ref} + \Delta V_{ref})C_{FB}$ 库仑预充电,类似的操作发生在第二半周期。

[0080] 分别在第一周期积分和第二周期积分阶段的结尾由公式7给出电路700的积分器输出 V_{out} 。

$$[0081] \quad V_{out} = \left\{ \begin{array}{l} 2 \frac{C_B}{C_{FB}} \Delta V_{ref} \\ 2V_{ref} - 2 \frac{C_B}{C_{FB}} \Delta V_{ref} \end{array} \right\} \quad \text{公式 7}$$

[0082] 在图7例示的实施例中,积分器输出在保持与上面相关图4A-6D所描述的相同益处时是 C_B 的线性函数。在电路700的一些实施例中,一个或多个技术也能够用于防止由瞬态峰值引起的差分放大器401的非有意饱和(inadvertent saturation)。例如,在一些实施例中,一个或多个电阻器能够被添加以削弱放大器401的反相输入上的瞬态峰值,来防止通过打开的开关和放大器401的非有意饱和的电荷损失;在一些实施例中,能够调整开关SW1和SW3操作的定时来使得例如开关SW1在从复位阶段到积分阶段的转换期间保持打开,直到开关SW3从 $2V_{ref}$ 或地移动到与 V_{out} 耦合后,否则是开关SW1闭合并且随后开关SW3从 $2V_{ref}$ 或地重新定位至与 V_{out} 耦合。在一些实施例中,一个或多个附加的电阻器与开关SW1和SW3的操作定时的改变的组合可被使用。

[0083] 图8例示依照一些实施例的、电容测量电路400。例如,图4A和4B的电路400例示为用作跨电容性感测的电荷积分器。这是本文先前提到的混合电容性感测装置的实施例。在图8中,处理系统110的发射器输出TX0以发射器信号 TX_{SIG} 驱动第一传感器电极(例如发射器电极260-0)。发射器电极260-0和另一个传感器电极(例如接收器电极270-0)之间的跨电容 C_{TRANS} 将来自这个发射器信号的结果信号耦合到这另一个传感器电极(例如接收器电极270-0)中。通过在差分放大器401的同相输入上提供固定的 V_{ref} 电压并且闭合开关SW1,这个结果信号能够在输入RX0(差分放大器401的反相输入)被接收,并且由差分放大器401来积分,使得跨电容性耦合被测量。应领会,电路600和700可按照类似的方式操作,以作为混合电容性感测电路的部件来执行跨电容性感测。

[0084] 尽管以上实施例的许多与差分放大器401(其配置为积分放大器)相关地来描述,类似的方法可用于包括其他类型的电荷积分技术的实施例,诸如包括电流传送器的那些。另外,尽管在许多实施例中,复位开关用于使电容性感测电路中的反馈电容的全部或部分复位,但在其他实施例中,可使用电阻器。也应领会,尽管例示的示例仅例示单个电容性感测电路,处理系统110可包括许多电容性感测电路,诸如每个接收器信道一个。

[0085] 测量电容的示例方法

[0086] 图9A-9C例示依照各种实施例的、使用具有输出和差分第一和第二输入的差分放大器的、电容测量方法的流程图900。在流程图900的论述中,将会对在图6A-6D、图4A-4B及图7的一个或多个中例示的组件和操作做出参考。

[0087] 在流程图900的步骤910,在一个实施例中,布置于传感器电极和差分放大器的第二输入之间的开关被打开来发起复位阶段,其中传感器电极和差分放大器被解耦。这结合电路400、600及700进行例示并描述,其中开关SW1被打开以从传感器电极270-0解耦差分放大器401的反相输入。

[0088] 在流程图900的步骤920,在一个实施例中,反馈电容复位至第一电平电荷,反馈电容布置于差分放大器的第二输入和输出之间。复位能够包括反馈电容的全部或部分的复位。这个复位结合电路400和600来例示并描述,其中电路400及600中的开关SW2闭合来使电容器(电路400中的 C_{FB} 或电路600的 C_{FB0})进行电容性放电并使其复位至完全放电状态。这个复位也结合电路600、700及复位阶段1来例示并描述,其中电路600和700中的开关SW3定位成使电容器(电路700中的 C_{FB} 或电路600中的 C_{FB1})的预电荷至所选值。

[0089] 在流程图900的步骤930,在一个实施例中,闭合开关来发起测量阶段,其中第二输入和传感器电极被耦合。这结合电路400、600及700来例示并描述,其中开关SW1闭合来使差分放大器401的反向输入与传感器电极270-0耦合,并促进积分阶段,在其中与传感器电极270-0关联的背景电容被积分并从而被测量。

[0090] 步骤930包括步骤932和934。在流程图900的步骤932,在一个实施例中,测量阶段包括平衡传感器电极和反馈电容之间的电荷,使得传感器电极电压等于第一输入的电压,等于第二输入的电压,并且传感器电极充电至与其电容及第二输入的电压成比例的值。

[0091] 例如,关于电路400、600及700,在复位阶段1期间,差分放大器401同相输入、反相输入及输出上的电压平衡并稳定至提供给同相输入的 $V_{AbsInput}$ 的值。闭合开关SW1来发起积分阶段1(即测量极端)致使这个平衡进一步行动来向传感器电极270-0充电。在测量阶段,传感器电极270-0通过开关SW1连接至第二输入(反相输入),并因而电荷从/向(电路400、600或700的)反馈电容向/从传感器电极270-0转移。第二输入(反相输入)也稳定至与驱动到差分放大器401的第一输入(同相输入)上的电压相同的值。第一输入(差分放大器401的同相输入)以调制的基准电压来驱动。通过这种方式,传感器电极电压等于放大器401的第二输入的电压,其中放大器401的第二输入的电压与施加至放大器401的第一输入的电压相等;并且传感器电极270-0因而充电至与其电容以及第一和第二输入的电压成比例的值。

[0092] 在流程图900的步骤934,在一个实施例中,测量阶段也包括使用差分放大器来积分传感器电极上的电荷,使得绝对电容被测量。这个绝对电容耦合是传感器(例如传感器电极270-0)和输入对象140(如果存在的话)之间的耦合以及传感器(例如传感器电极270-0)和接地平面之间的耦合的总和。通过按这个方式进行多个测量并经这些测量的比较确定随时间的增量,与传感器(例如传感器电极270-0)和输入对象140之间的耦合对应的绝对电容被测量。例如,关于电路400、600及700,通过闭合开关SW1,差分放大器401积分出现在传感器电极270-0上的电荷 C_B 。 C_B 包括传感器电极和地之间的背景电容,并且如果在与传感器电极270-0关联的感测区中存在输入对象140,其电容会作为被积分和测量的背景电容的一部分。

[0093] 在一些实施例中,步骤910-930例示的方法还包括步骤940和950。

[0094] 在流程图900的步骤940,在一个实施例中,在测量阶段后打开开关来发起第二次发生的复位阶段。例如,如结合电路400、600及700所描述的,感测被分成两个半周期并且每个半周期包括复位阶段。因此,如果910描述第一半感测周期(例如图5的521)的复位阶段,那么940描述再次打开开关SW1来发起第二半感测周期(例如图5的522)的复位阶段。在这个复位阶段期间, V_{AbsInput} 的调制电平可被切换,诸如从 $V_{\text{ref}} + \Delta V_{\text{ref}}$ 至 $V_{\text{ref}} - \Delta V_{\text{ref}}$ 。

[0095] 在步骤950,在一个实施例中,第二复位阶段包含复位反馈电容至第二电平电荷,其中电荷的第一和第二电平不同。关于图6B和图7,在一个实施例中,这包含预充电反馈电容的全部或部分至与第一复位阶段期间不同的电平电荷。这通过开关SW3的定位来完成。例如,如果开关SW3在第一复位阶段期间与 $2V_{\text{ref}}$ 耦合,其在第二复位阶段期间将与地耦合。

[0096] 在一些实施例中,由步骤910-930所例示的方法还包括步骤960。在步骤960,在一个实施例中,在跨电容性感测周期期间,差分放大器被用于测量传感器电极上的结果电荷。结果电荷对应于传感器电极和第二传感器电极之间的电容性耦合,其中第二传感器电极已经以发射器信号驱动。这在图8中例示,其示出在结果电荷被由发射器电极260-0(其由处理系统110以发射器信号来驱动)产生的场合,差分放大器401被用于对接收器电极270-0上的结果电荷/信号进行积分。

[0097] 作为简短总结,这个文章公开至少以下广义概念。

[0098] 概念1.一种使用具有输出和差分第一和第二输入的差分放大器的电容测量方法,所述方法包括:

[0099] 打开布置于传感器电极和所述差分放大器的所述第二输入之间的开关来发起复位阶段,其中所述传感器电极和所述差分放大器被解耦;

[0100] 复位反馈电容至第一电平电荷,所述反馈电容布置于所述第二输入和所述输出之间;

[0101] 闭合所述开关来发起测量阶段,其中所述第二输入和所述传感器电极被耦合,所述测量阶段包括:

[0102] 平衡所述传感器电极和所述反馈电容之间的电荷,使得传感器电极电压等于所述第一输入的电压,等于所述第二输入的电压,并且所述传感器电极充电至与其电容及所述第二输入的所述电压成比例的值;以及

[0103] 使用所述差分放大器对所述传感器电极上的电荷进行积分,使得绝对电容被测量。

[0104] 概念2.如概念1所述的方法,还包括:

[0105] 在所述测量阶段后打开所述开关来发起第二次出现的所述复位阶段;以及

[0106] 在所述第二次出现的所述复位阶段期间,复位所述反馈电容至第二电平电荷,其中电荷的所述第一和第二电平不同。

[0107] 概念3.如概念1所述的方法,还包括:

[0108] 在跨电容性感测周期期间,使用所述差分放大器来测量所述传感器电极上的结果电荷,所述结果电荷对应于所述传感器电极和第二传感器电极之间的电容性耦合,其中所述第二传感器电极已经以发射器信号驱动。

[0109] 概念4.一种电容测量电路,包括:

[0110] 差分放大器,其包括:

- [0111] 差分第一和第二输入;以及
- [0112] 输出;
- [0113] 开关,其与所述第二输入耦合,所述开关具有闭合状态和打开状态,其中所述第二输入在所述开关处于所述闭合状态的测量阶段与传感器电极耦合,并且其中所述第二输入在所述开关处于所述打开状态的复位阶段与所述传感器电极解耦;
- [0114] 反馈电容,其耦合在所述输出和所述第二输入之间;
- [0115] 复位机构,其并联地与所述反馈电容的至少一部分耦合,并配置成在第一次出现的所述复位阶段期间使所述反馈电容复位至第一电平电荷;以及
- [0116] 其中在所述测量阶段期间,所述差分放大器进行操作以在平衡所述第一和第二输入上的电压的同时将所述传感器电极充电至与所调制基准电压关联的电压电平,其中所述所调制基准电压与所述第一输入耦合,并且所述差分放大器进行操作以对所述传感器电极上的电荷进行积分来测量对应于所述传感器电极和输入对象之间的耦合的电容。
- [0117] 概念5.如概念4所述的电路,其中所述复位机构还配置成在第二次出现的所述复位阶段期间,使所述反馈电容复位至第二电平电荷,其中电荷的所述第一和第二电平不同。
- [0118] 概念6.如概念4所述的电路,其中所述反馈电容配置成在所述复位阶段期间预充电。
- [0119] 概念7.如概念4所述的电路,其中所述反馈电容的至少一部分充当增加所述差分放大器的动态范围的电荷减法器。
- [0120] 概念8.如概念4所述的电路,其中所述复位阶段比所述测量阶段更短。
- [0121] 概念9.如概念8所述的电路,其中所述复位阶段比所述测量阶段短至少一个数量级。
- [0122] 概念10.如概念4所述的电路,其中所述所调制基准电压的所述电压电平按所述电路的不同操作模式变化。
- [0123] 概念11.如概念4所述的电路,其中所述测量阶段是绝对电容测量阶段。
- [0124] 概念12.如概念4所述的电路,其中所述反馈电容由多个可选电容器形成。
- [0125] 概念13.一种输入装置,包括:
- [0126] 第一传感器电极;
- [0127] 差分放大器,其包括:
- [0128] 差分第一和第二输入;以及
- [0129] 输出;
- [0130] 开关,其与所述第二输入耦合,所述开关具有闭合状态和打开状态,其中所述第二输入在所述开关处于所述闭合状态的测量阶段与所述第一传感器电极耦合,并且其中所述第二输入在所述开关处于所述打开状态的复位阶段与所述第一传感器电极解耦;
- [0131] 反馈电容,其耦合在所述输出和所述第二输入之间;
- [0132] 复位机构,其并联地与所述反馈电容的至少一部分耦合,并配置成在第一次出现的所述复位阶段期间使所述反馈电容复位至第一电平电荷;以及
- [0133] 其中在所述测量阶段期间,所述差分放大器进行操作以在平衡所述第一和第二输入上的电压的同时将所述第一传感器电极充电至与所调制基准电压关联的电压电平,其中所述所调制基准电压与所述第一输入耦合,并且所述差分放大器进行操作以对所述第一传

感器电极上的电荷进行积分来测量对应于所述传感器电极和输入对象之间的耦合的电容。

[0134] 概念14.如概念13所述的输入装置,还包括:

[0135] 第二传感器电极;

[0136] 发射器,其与所述第二传感器电极耦合并配置成驱动发射器信号到所述第二传感器电极上;以及

[0137] 其中,在所述输入装置的跨电容性感测周期期间,所述差分放大器还配置成测量对应于所述第一和第二传感器电极之间的电容性耦合的所述第一传感器电极上的结果电荷。

[0138] 概念15.如概念14所述的输入装置,其中所述跨电容性感测周期的所述复位阶段和跨电容性复位阶段的时间长度大体上相等。

[0139] 概念16.如概念13所述的输入装置,其中所述复位阶段比所述测量阶段更短。

[0140] 概念17.如概念13所述的输入装置,其中所述所调制基准电压包括关于基准电压对称的波形。

[0141] 概念18.如概念13所述的输入装置,其中所述复位机构还配置成在第二次出现的所述复位阶段期间使所述反馈电容复位至第二电平电荷,其中电荷的所述第一和第二电平不同。

[0142] 概念19.如概念13所述的输入装置,其中所述反馈电容配置成在所述复位阶段期间预充电。

[0143] 概念20.如概念13所述的输入装置,其中所述反馈电容的至少一部分充当增加所述差分放大器的动态范围的电荷减法器。

[0144] 概念21.如概念13所述的输入装置,其中所述所调制基准电压的所述电压电平按所述输入装置的不同操作模式变化。

[0145] 概念22.如概念13所述的输入装置,其中所述测量阶段是绝对电容测量阶段。

[0146] 概念23.如概念13所述的输入装置,其中所述反馈电容由多个可选电容器形成。

[0147] 概念24.如概念13所述的输入装置,其中所述第一传感器电极在所述复位阶段期间电性浮动。

[0148] 概念25.如概念13所述的输入装置,其中所述所调制基准电压在所述复位阶段的开始进行转换。

[0149] 提出本文阐述的示例以便最好地解释、描述特定应用,从而使本领域技术人员能够实现并使用所描述示例的实施例。但是,本领域技术人员将认识到,前述描述和示例仅为了例示和示例的目的而提出。所阐述的描述并不意在是穷举性的或将实施例限定到所公开的精确形式。

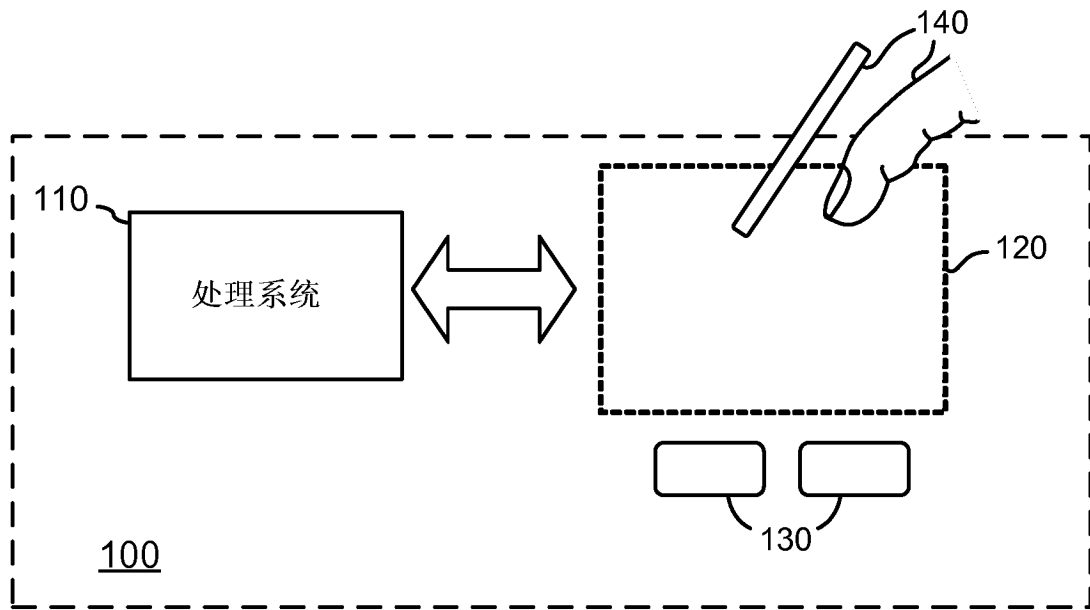


图 1

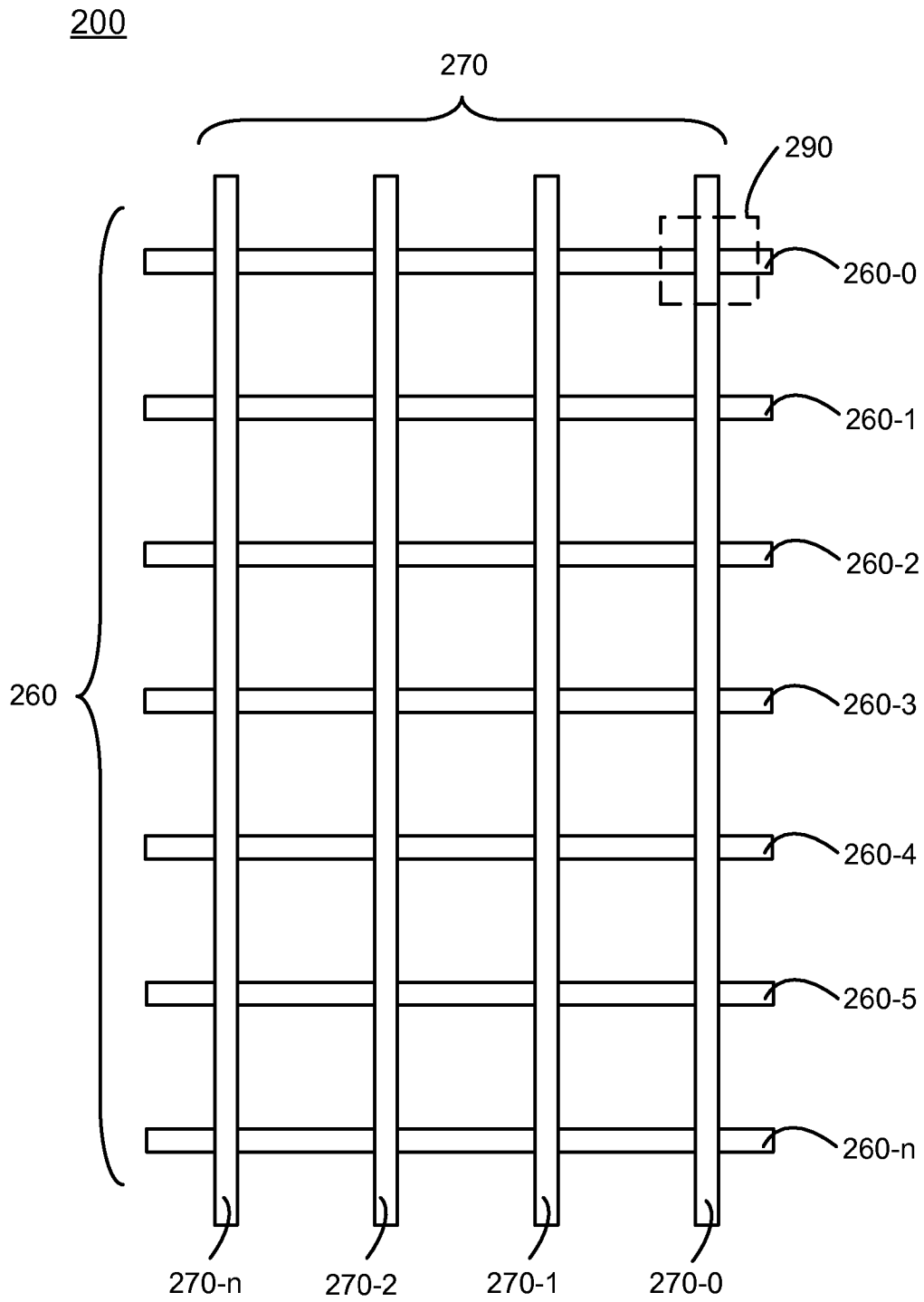


图 2

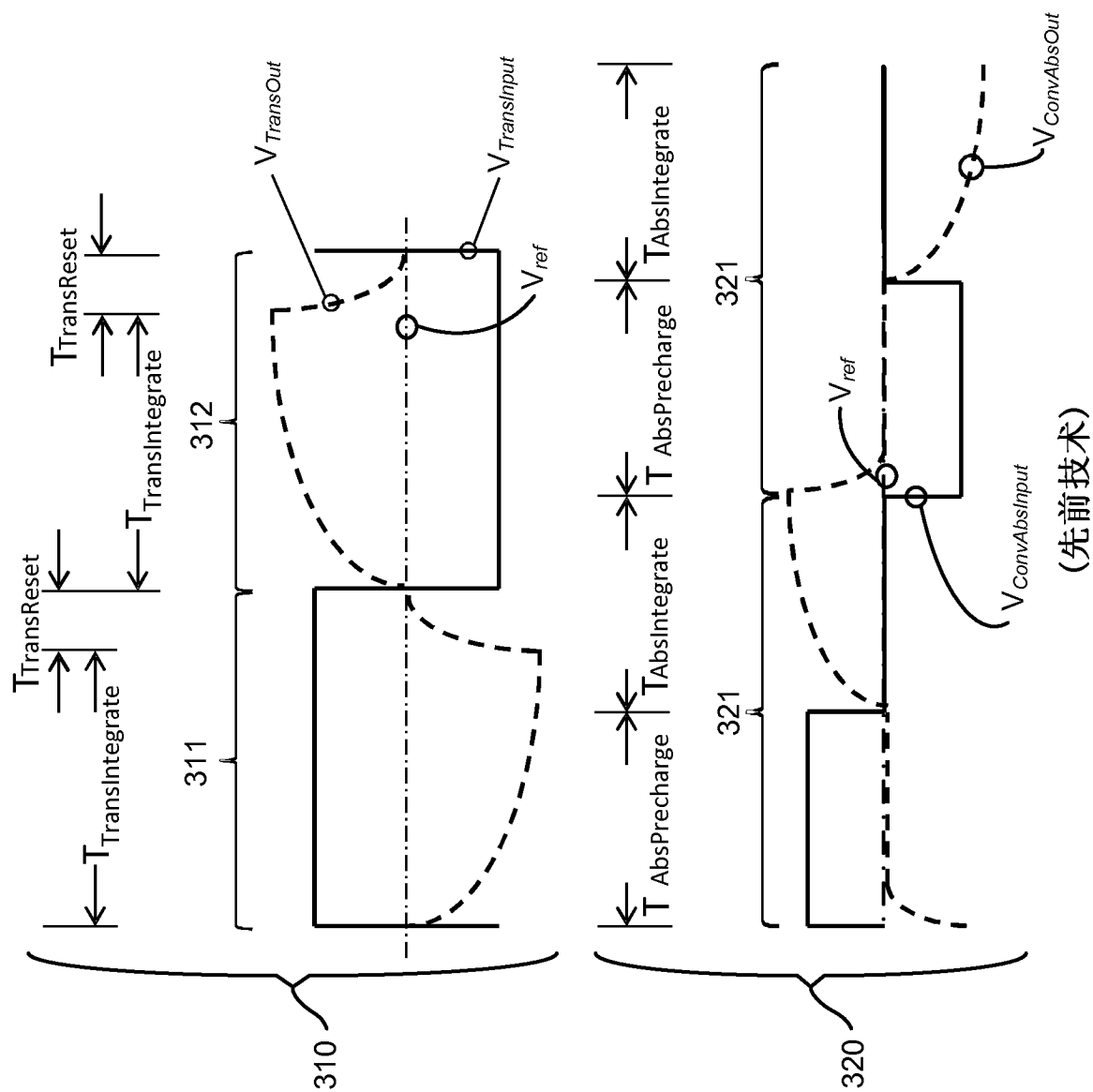


图 3

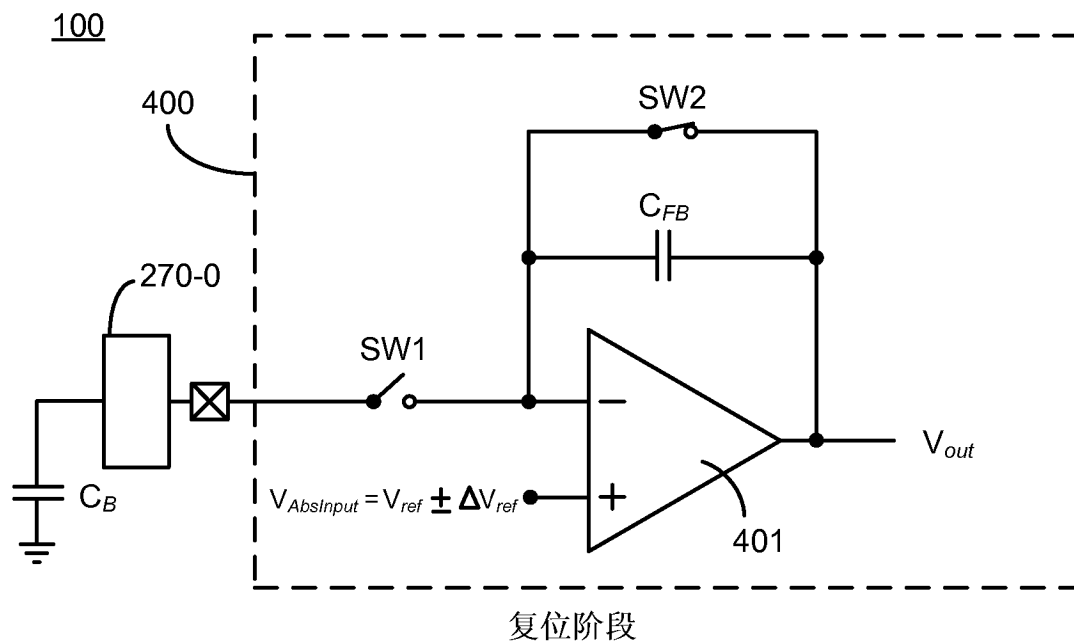


图 4A

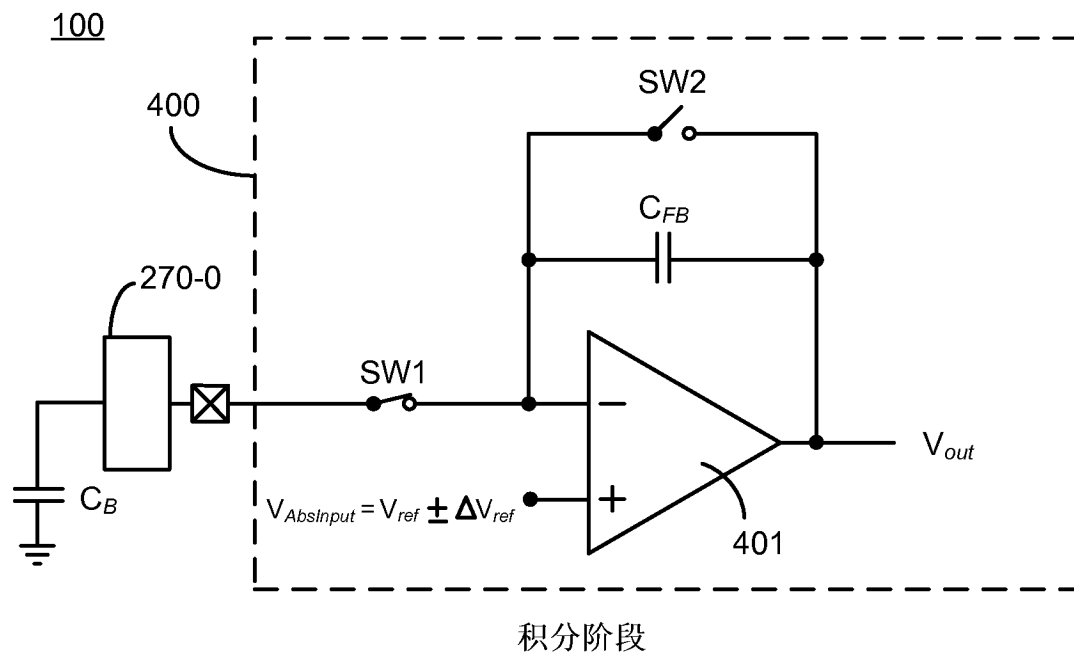


图 4B

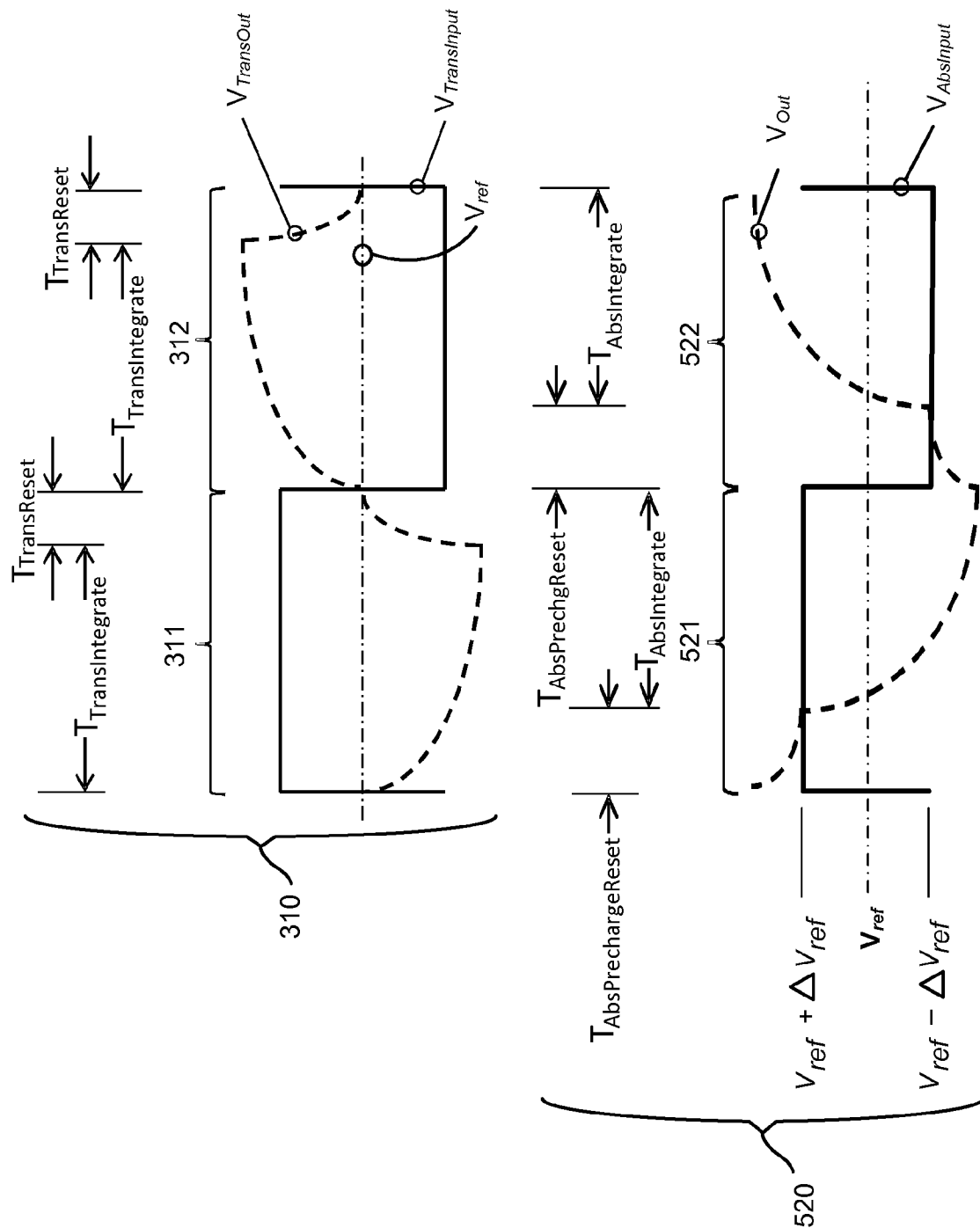


图 5

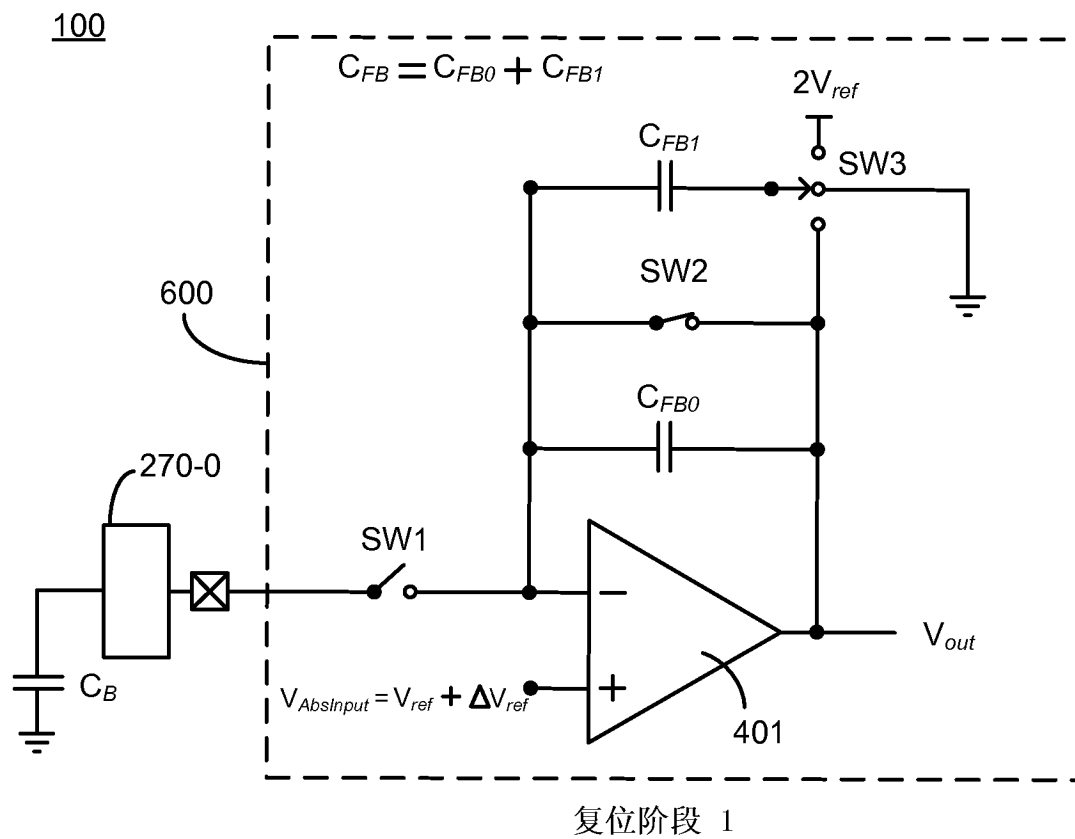


图 6A

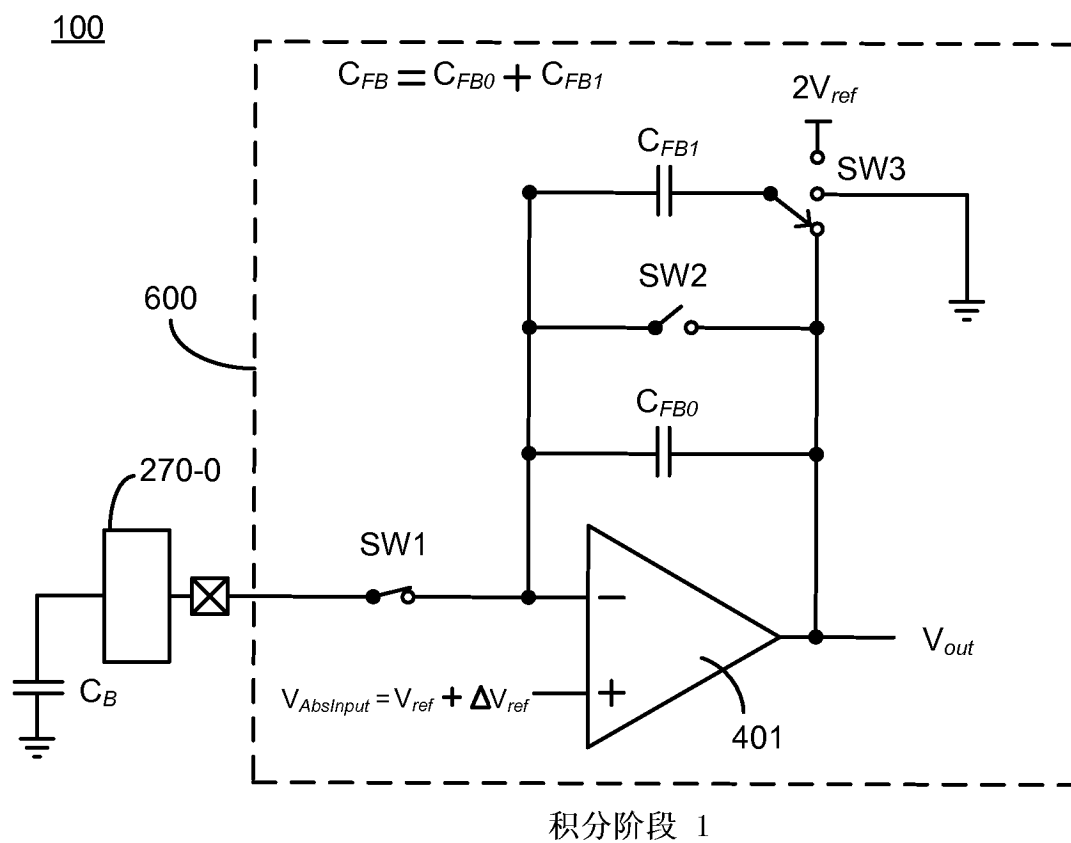


图 6B

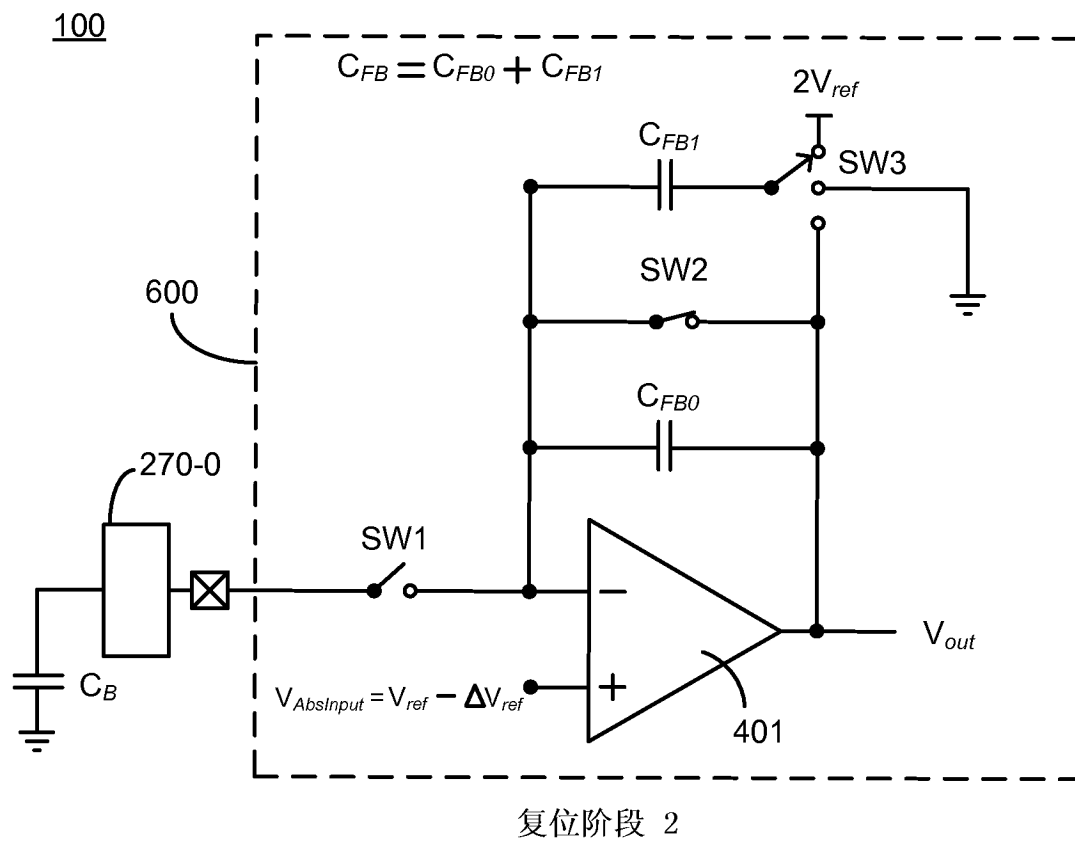


图 6C

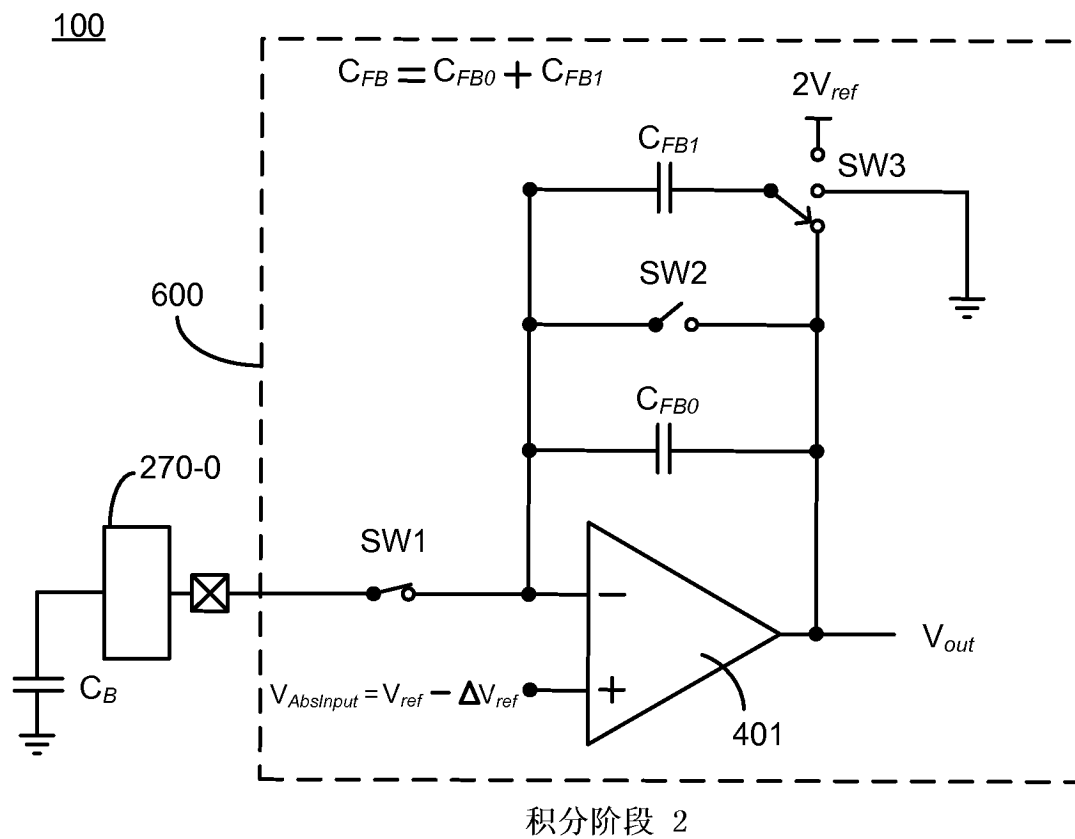


图 6D

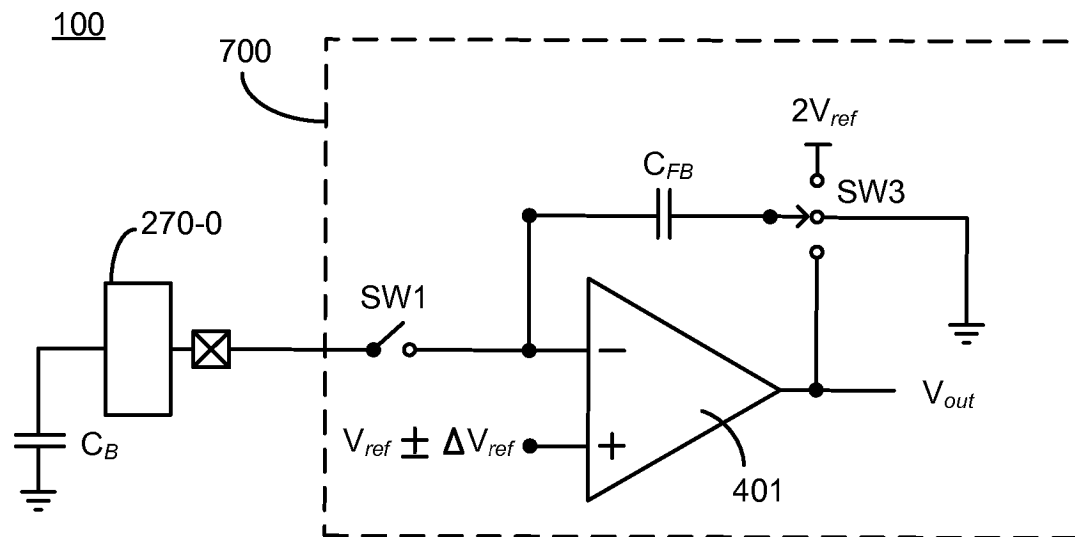


图 7

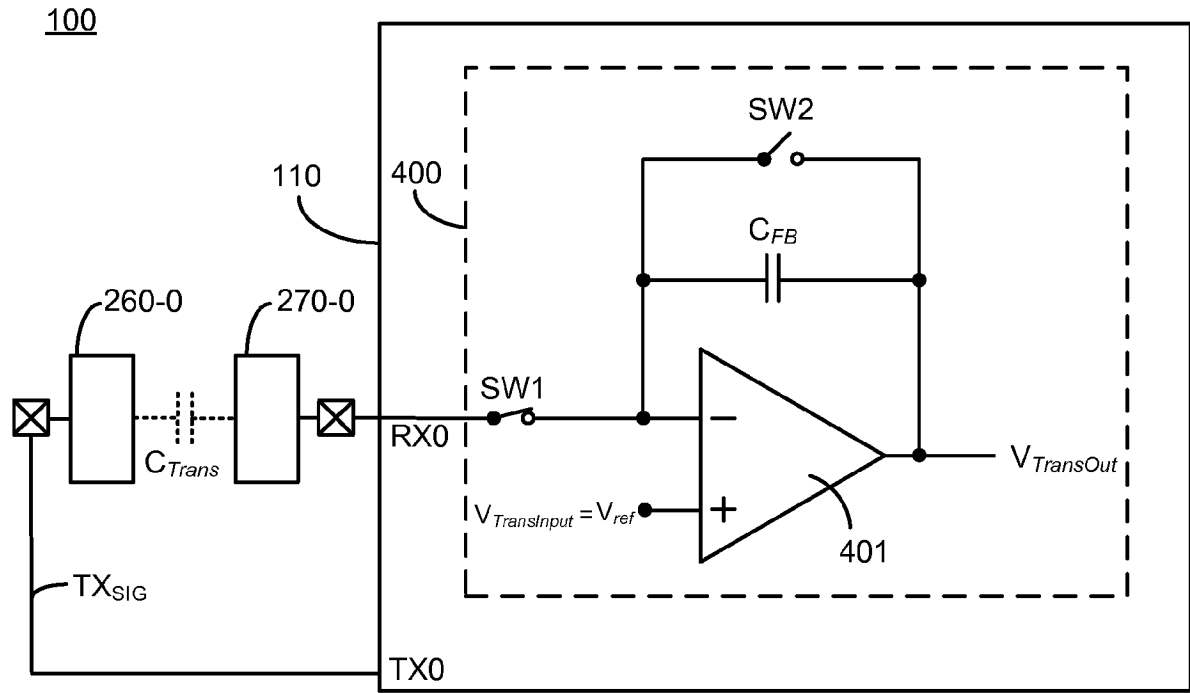


图 8

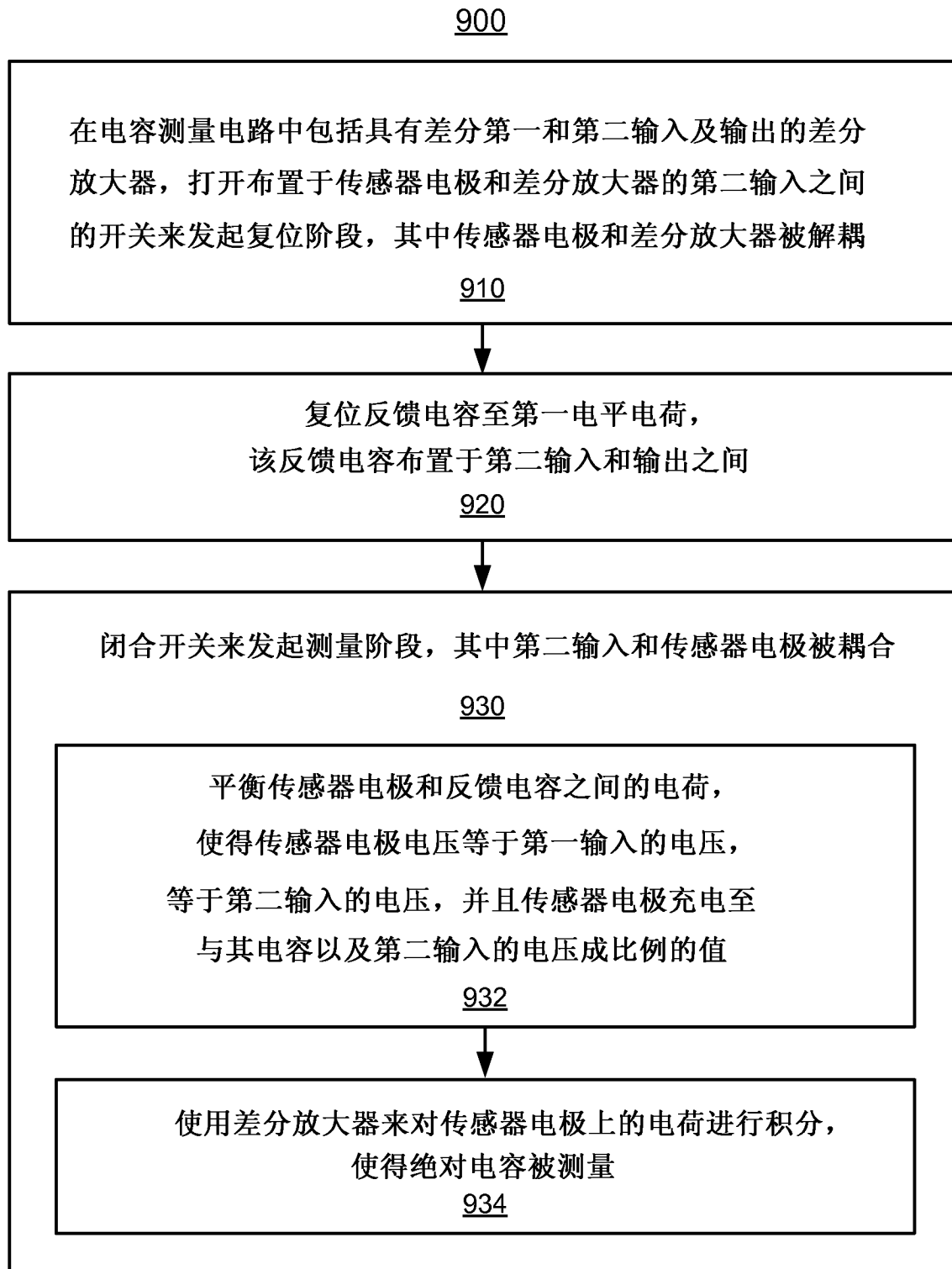


图 9A

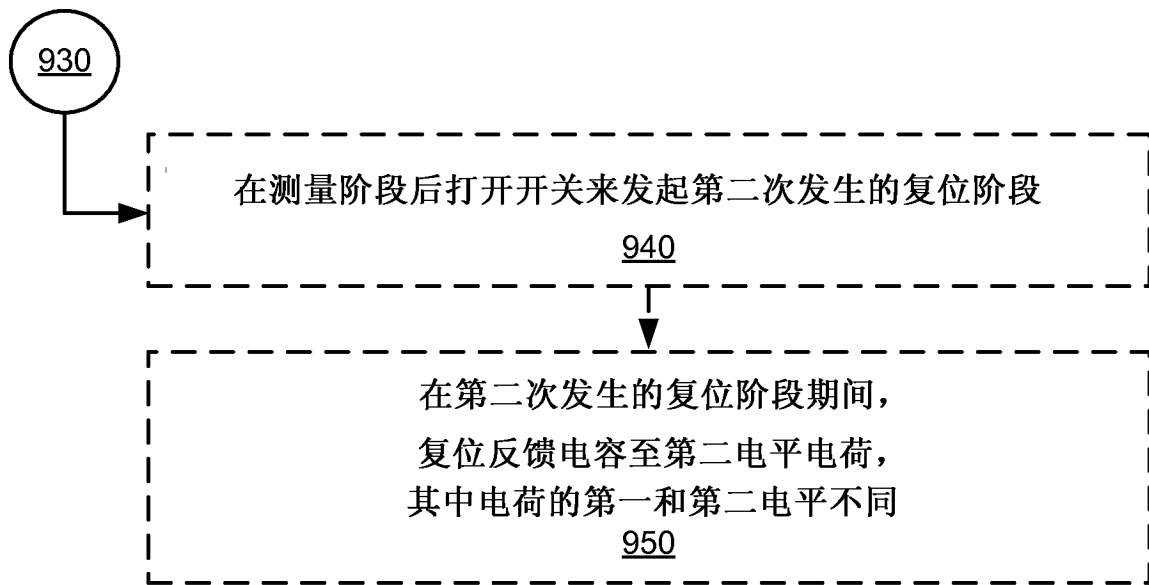
900 延续的

图 9B

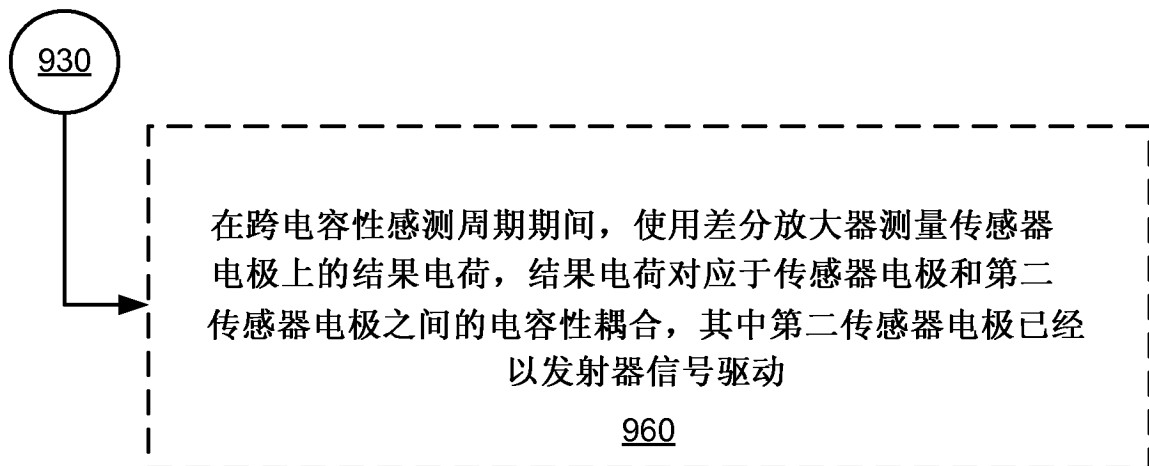
900 延续的

图 9C