



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112236743 B

(45) 授权公告日 2024. 10. 01

(21) 申请号 201980037786.5

(22) 申请日 2019.06.06

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112236743 A

(43) 申请公布日 2021.01.15

(30) 优先权数据
1809320.3 2018.06.06 GB
PCT/GB2019/051400 2019.05.21 GB

(85) PCT国际申请进入国家阶段日
2020.12.04

(86) PCT国际申请的申请数据
PCT/GB2019/051568 2019.06.06

(87) PCT国际申请的公布数据
W02019/234430 EN 2019.12.12

(73) 专利权人 剑桥触控科技有限公司
地址 英国剑桥郡

(72) 发明人 迈克尔·阿斯特莱 程祥 李嘉浩
保罗·劳特利 里卡尔多·密杰
巴巴克·巴斯塔尼
阿罗基亚·内森

(74) 专利代理机构 北京派特恩知识产权代理有
限公司 11270
专利代理师 陈万青 李雪

(51) Int.Cl.
G06F 3/041 (2006.01)
G06F 3/044 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 103064537 A, 2013.04.24
CN 104571750 A, 2015.04.29

审查员 徐菲

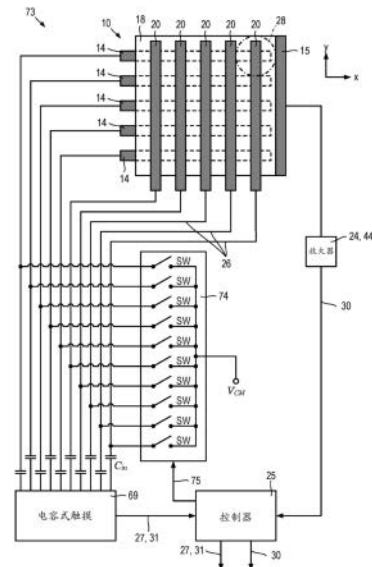
权利要求书3页 说明书28页 附图22页

(54) 发明名称

压力感测设备和方法

(57) 摘要

一种触摸面板 (10) 包括安置在多个感测电极 (14、20) 与至少一个公共电极 (15) 之间的压电材料层 (16)。所述设备 (73) 包括连接至所述感测电极的电容式触摸控制器 (69) 和包括连接至一些或全部感测电极的多个输入的开关网络 (74)，以及连接至系统接地或共模电压 (VCM) 的输出。所述设备还包括控制器 (25) 和第二电路 (24、44)，所述第二电路从所述至少一个公共电极接收信号，并基于所述信号生成第二压力信号 (30)，所述第二压力信号指示施加至所述触摸面板的总压力。所述控制器被配置成控制所述开关网络，以在压力测量周期期间将任何连接的感测电极耦合至系统接地或所述共模电压，并且在所述压力测量周期期间基于所述第二压力信号估计所述总压力。



1. 一种用于处理来自触摸面板的信号的设备,所述触摸面板包括安置在多个感测电极与至少一个公共电极之间的压电材料层,所述设备包括:

电容式触摸控制器,用于连接至所述多个感测电极;

开关网络,所述开关网络包括:多个输入,所述多个输入用于连接至一些或全部所述多个感测电极;以及输出,所述输出连接至系统接地或共模电压;

第二电路,用于连接至所述至少一个公共电极,并且被配置成基于从所述至少一个公共电极接收的信号来生成第二压力信号,所述第二压力信号指示施加至所述触摸面板的总压力;

控制器,所述控制器被配置成:

控制所述开关网络以在压力测量周期期间将所述多个感测电极中的任何连接的感测电极耦合至所述系统接地或所述共模电压;

在所述压力测量周期期间基于所述第二压力信号确定所述总压力的估计值。

2. 根据权利要求1所述的设备,其中所述第二电路是所述电容式触摸控制器的内部电荷放大器。

3. 根据权利要求2所述的设备,其中所述设备包括第三开关网络,所述第三开关网络被配置成在电容测量周期期间将所述内部电荷放大器连接至所述多个感测电极中的给定感测电极,并且在所述压力测量周期期间将所述内部电荷放大器连接至所述至少一个公共电极。

4. 根据权利要求3所述的设备,其中所述第三开关网络还被配置成在所述电容测量周期期间将所述至少一个公共电极连接至所述系统接地或所述共模电压,并且在所述压力测量周期期间将所述多个感测电极中的给定感测电极连接至所述系统接地或所述共模电压。

5. 根据权利要求1所述的设备,其还包括公共电极开关,所述公共电极开关被配置成在电容测量周期期间将所述至少一个公共电极连接至所述系统接地或所述共模电压,并且在所述压力测量周期期间将所述至少一个公共电极连接至所述第二电路。

6. 根据权利要求1所述的设备,其中所述开关网络被配置用于连接至所述多个感测电极的子集,所述设备还包括:

第一电路,用于连接至所述多个感测电极中不包括在所述子集中的感测电极,所述第一电路被配置成生成第一压力信号,所述第一压力信号指示作用在靠近所述多个感测电极中的连接的感测电极的所述触摸面板上的压力;

其中所述控制器被配置成基于所述第二压力信号和所述第一压力信号的加权差来确定所述总压力的所述估计值。

7. 根据权利要求1所述的设备,其中所述电容式触摸控制器被配置用于经由对应的第一开关连接至所述多个感测电极中的每个感测电极;

其中所述开关网络的所述多个输入中的每个输入通过对应的第二开关连接至所述系统接地或所述共模电压;

其中所述第二电路包括被配置成生成所述第二压力信号的公共电极电荷放大器;

其中所述控制器被配置成控制所述第一开关和所述第二开关以:

在电容测量周期期间闭合所述第一开关并且断开所述第二开关;

在所述压力测量周期期间断开所述第一开关并且闭合所述第二开关。

8. 根据权利要求7所述的设备,其中所述公共电极电荷放大器包括具有与第三开关并联连接的反馈网络的运算放大器;

其中所述控制器还被配置成控制所述第三开关以在所述压力测量周期期间的一个或多个复位周期期间闭合。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的设备,其中所述电容式触摸控制器被配置成针对所述多个感测电极中的每个感测电极生成指示该感测电极的电容的电容信号;

其中所述控制器或所述电容式触摸控制器被配置成基于所述电容信号确定压力施加至所述触摸面板的位置。

10. 一种触摸面板系统,包括:

根据权利要求1至9中任一项所述的设备;以及

所述触摸面板,所述触摸面板包括安置在所述多个感测电极与所述至少一个公共电极之间的所述压电材料层。

11. 一种电子装置,包括根据权利要求10所述的触摸面板系统。

12. 一种处理来自触摸面板的信号的方法,所述触摸面板包括安置在多个感测电极与至少一个公共电极之间的压电材料层,其中所述多个感测电极连接至电容式触摸控制器,并且所述至少一个公共电极连接至第二电路,所述方法包括:

在压力测量周期期间,使用开关网络将一些或全部所述多个感测电极耦合至系统接地或共模电压;

使用所述第二电路生成指示施加至所述触摸面板的总压力的第二压力信号,所述第二压力信号基于从所述至少一个公共电极接收的信号;

在所述压力测量周期期间,使用控制器基于所述第二压力信号确定所述总压力的估计值。

13. 根据权利要求12所述的方法,其中所述第二电路是所述电容式触摸控制器的内部电荷放大器。

14. 根据权利要求13所述的方法,其还包括:

在电容测量周期期间,使用第三开关网络将所述内部电荷放大器连接至所述多个感测电极中的给定感测电极;

在所述压力测量周期期间,使用所述第三开关网络将所述内部电荷放大器连接至所述至少一个公共电极。

15. 根据权利要求14所述的方法,其还包括:

在所述电容测量周期期间,使用所述第三开关网络将所述至少一个公共电极连接至所述系统接地或所述共模电压;

在所述压力测量周期期间,使用所述第三开关网络将所述多个感测电极中的给定感测电极连接至所述系统接地或所述共模电压。

16. 根据权利要求12所述的方法,其还包括:

在电容测量周期期间,使用公共电极开关将所述至少一个公共电极连接至所述系统接地或所述共模电压;

在所述压力测量周期期间,使用所述公共电极开关将所述至少一个公共电极连接至所述第二电路。

17. 根据权利要求12所述的方法, 其中所述开关网络连接至所述多个感测电极的子集, 所述方法还包括:

使用连接至所述多个感测电极中不包括在所述子集中的感测电极的第一电路生成第一压力信号, 所述第一压力信号指示作用在靠近所述多个感测电极中的连接的感测电极的所述触摸面板上的压力;

其中确定所述总压力的所述估计值包括基于所述第二压力信号和所述第一压力信号的加权差来确定所述总压力的所述估计值。

18. 根据权利要求12所述的方法, 其中所述多个感测电极中的每个感测电极通过对应的第一开关连接至所述电容式触摸控制器, 其中所述开关网络包括多个第二开关, 每个第二开关将所述多个感测电极中的一个感测电极连接至所述系统接地或所述共模电压, 并且其中所述第二电路包括被配置成生成所述第二压力信号的公共电极电荷放大器, 所述方法还包括:

使用所述控制器控制所述第一开关和所述第二开关以:

在电容测量周期期间闭合所述第一开关并且断开所述第二开关;

在所述压力测量周期期间断开所述第一开关并且闭合所述第二开关。

19. 根据权利要求18所述的方法, 其中所述公共电极电荷放大器包括运算放大器, 所述运算放大器具有与第三开关并联连接的反馈网络, 所述方法还包括:

使用所述控制器控制所述第三开关以在所述压力测量周期期间的一个或多个复位周期期间闭合。

20. 根据权利要求12至19中任一项所述的方法, 其还包括:

针对所述多个感测电极中的每个感测电极, 使用所述电容式触摸控制器生成指示该感测电极的电容的电容信号;

使用所述控制器或所述电容式触摸控制器, 基于所述电容信号确定压力施加至所述触摸面板的位置。

压力感测设备和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及用于处理来自压力感测触摸面板的信号的设备和方法,并且涉及使用所述设备和方法的触摸面板系统。

背景技术

[0002] 电阻式触摸面板和电容式触摸面板用作计算机和移动装置的输入装置。一种类型的电容式触摸面板,即投射式电容触摸面板通常用于移动装置。在US 2010/0079384 A1中描述了投射式电容触摸面板的实例。

[0003] 投射式电容触摸面板通过检测由导电物体的接近引起的电场变化来操作。通常使用电容式传感器的阵列或栅格来确定触摸投射式电容触摸面板的位置。尽管投射式电容触摸面板通常可区分单点触摸事件和多点触摸事件,但是它们有无法感测压力的缺点。因此,投射式电容触摸面板往往无法区分相对轻敲和相对重压。可感测压力的触摸面板可通过提供关于用户与触摸面板的交互的附加信息来允许用户以新的方式与装置交互。

[0004] WO 2016/102975 A2描述了用于组合的电容和压力感测的设备和方法,其中将单个信号放大,然后将单个信号分成压力分量和电容分量。WO 2017/109455 A1描述了用于组合的电容和压力感测的设备和方法,其中将单个信号分成电容信号和被放大的压力信号。

发明内容

[0005] 根据本发明的第一方面,提供一种用于处理来自触摸面板的信号的设备。触摸面板包括安置在多个感测电极与至少一个公共电极之间的压电材料层。设备包括用于连接至多个感测电极的第一电路。第一电路被配置成生成多个第一压力信号。每个第一压力信号对应于一个或多个感测电极,并且指示作用在靠近对应的一个或多个感测电极的触摸面板上的压力。设备还包括用于连接至至少一个公共电极的第二电路。第二电路被配置成生成指示施加至触摸面板的总压力的第二压力信号。设备还包括控制器,所述控制器被配置成基于第二压力信号和多个第一压力信号之和的加权差确定总压力的估计值。

[0006] 每个感测电极可促成单个第一压力信号。

[0007] 控制器可进一步被配置成确定压力施加至触摸面板的位置。用于第二压力信号和多个第一压力信号之和的加权差的系数可取决于位置。

[0008] 控制器可使用以下公式确定总压力的估计值:

$$F_{CE} = (1 - C_{CE}) Q_{CE} - C_{CE} Q_{sen}$$

[0010] 其中 F_{CE} 是在至少一个公共电极上感应的压电电荷, Q_{CE} 是在至少一个公共电极上测量到的电荷, Q_{sen} 是在所有多个感测电极上测量到的电荷之和,并且 C_{CE} 是具有0与1之间的值的预校准常数。总压力的估计值可基于 F_{CE} 。

[0011] 控制器可进一步被配置成:针对至少一个第一压力信号中的每一个,基于第一压力信号、第二压力信号和总压力来确定作用在靠近对应的一个或多个感测电极的触摸面板上的压力的估计值。

[0012] 控制器可被配置成确定压力施加至触摸面板的位置。用于确定作用在靠近一个或多个感测电极的触摸面板上的压力的估计值的一个或多个系数可取决于位置。

[0013] 触摸面板可包括数目N个感测电极,并且控制器可使用以下公式来确定作用在靠近一个或多个感测电极的触摸面板上的压力的估计值:

$$[0014] \quad F_n = Q_n - \frac{k_n}{C_{CE}}(Q_{CE} - F_{CE})$$

[0015] 其中 F_n 是在N个感测电极中的第n个上感应的压电电荷, F_{CE} 是在至少一个公共电极上感应的压电电荷, Q_n 是在N个感测电极中的第n个上测量到的电荷, Q_{CE} 是在至少一个公共电极上测量到的电荷, C_{CE} 是具有0与1之间的值的预校准常数,并且 k_n 是与N个感测电极中的第n个对应并具有0与1之间的值的预校准常数。作用在靠近一个或多个感测电极的触摸面板上的压力的估计值可基于 F_n 的一个或多个对应值。

[0016] 第一电路还可被配置成针对每个第一电极生成指示感测电极的电容的电容信号。控制器可被配置成基于电容信号来确定压力施加至触摸面板的位置。

[0017] 生成第一压力信号和电容信号可包括分离从感测电极接收的单个信号。

[0018] 每个第一压力信号可对应于单个感测电极。

[0019] 触摸面板系统可包括:设备;以及触摸面板,所述触摸面板包括安置在多个感测电极与至少一个公共电极之间的压电材料层。

[0020] 电子装置可包括触摸面板系统。

[0021] 根据本发明的第二方面,提供一种处理来自触摸面板的信号的方法。触摸面板包括安置在多个感测电极与至少一个公共电极之间的压电材料层。所述方法包括生成多个第一压力信号。每个第一压力信号基于从一个或多个感测电极接收的信号。每个第一压力信号指示作用在靠近对应的一个或多个感测电极的触摸面板上的压力。所述方法还包括基于从至少一个公共电极接收的信号来生成第二压力信号,所述第二压力信号指示施加至触摸面板的总压力。所述方法还包括基于第二压力信号和多个第一压力信号之和的加权差确定总压力的估计值。

[0022] 所述方法还可包括确定压力施加至触摸面板的位置。用于第二压力信号和多个第一压力信号之和的加权差的系数可取决于位置。

[0023] 确定施加至触摸面板的总压力的估计值可包括使用以下公式:

$$[0024] \quad F_{CE} = (1 - C_{CE}) Q_{CE} - C_{CE} Q_{sen}$$

[0025] 其中 F_{CE} 是在至少一个公共电极上感应的压电电荷, Q_{CE} 是在至少一个公共电极上测量到的电荷, Q_{sen} 是在所有多个感测电极上测量到的电荷之和,并且 C_{CE} 是具有0与1之间的值的预校准常数。总压力的估计值可基于 F_{CE} 。

[0026] 所述方法还可包括:针对至少一个第一压力信号中的每一个,基于第一压力信号、第二压力信号和总压力来确定作用在靠近对应的一个或多个感测电极的触摸面板上的压力的估计值。

[0027] 所述方法还可包括确定压力施加至触摸面板的位置。用于确定作用在靠近一个或多个感测电极的触摸面板上的压力的估计值的一个或多个系数可取决于位置。

[0028] 触摸面板可包括数目N个感测电极。确定作用在靠近一个或多个感测电极的触摸面板上的压力的估计值可包括使用以下公式:

$$[0029] \quad F_n = Q_n - \frac{k_n}{C_{CE}}(Q_{CE} - F_{CE})$$

[0030] 其中 F_n 是在N个感测电极中的第n个上感应的压电电荷, F_{CE} 是在至少一个公共电极上感应的压电电荷, Q_n 是在N个感测电极中的第n个上测量到的电荷, Q_{CE} 是在至少一个公共电极上测量到的电荷, C_{CE} 是具有0与1之间的值的预校准常数,并且 k_n 是与N个感测电极中的第n个对应并具有0与1之间的值的预校准常数。作用在靠近一个或多个感测电极的触摸面板上的压力的估计值可基于 F_n 的一个或多个对应值。

[0031] 所述方法还可包括基于从每个感测电极接收的信号来生成指示感测电极的电容的电容信号。所述方法还可包括基于电容信号来确定压力施加至触摸面板的位置。

[0032] 生成第一压力信号和电容信号可包括分离从感测电极接收的单个信号。

[0033] 每个第一压力信号可对应于单个感测电极。

[0034] 根据本发明的第三方面,提供一种用于处理来自触摸面板的信号的设备。触摸面板包括安置在多个感测电极与至少一个公共电极之间的压电材料层。所述设备包括用于连接至感测电极的电容式触摸控制器。所述设备还包括开关网络,所述开关网络包括用于连接至一些或所有感测电极的多个输入,以及连接至系统接地或共模电压的输出。所述设备还包括第二电路,所述第二电路用于连接至至少一个公共电极并且被配置成基于从至少一个公共电极接收的信号来生成第二压力信号,所述第二压力信号指示施加至触摸面板的总压力。所述设备还包括控制器,所述控制器被配置成控制开关网络以在压力测量周期期间将任何连接的感测电极耦合至系统接地或共模电压,并且在压力测量周期期间基于第二压力信号来确定总压力的估计值。

[0035] 第二电路可以是电容式触摸控制器的内部电荷放大器。

[0036] 所述设备可包括第三开关网络,所述第三开关网络被配置成在电容测量周期期间将内部电荷放大器连接至感测电极,并且在压力测量周期期间将内部电荷放大器连接至至少一个公共电极。

[0037] 第三开关网络可进一步被配置成在电容测量周期期间将至少一个公共电极连接至系统接地或共模电压,并且在压力测量周期期间将感测电极连接至系统接地或共模电压。

[0038] 所述设备还可包括公共电极开关,所述公共电极开关被配置成在电容测量周期期间将至少一个公共电极连接至系统接地或共模电压,并且在压力测量周期期间将至少一个公共电极连接至第二电路。

[0039] 开关网络可被配置用于连接至感测电极的子集。所述设备还可包括用于连接至不包括在子集中的感测电极的第一电路,所述第一电路被配置成生成第一压力信号,所述第一压力信号指示作用在靠近连接的感测电极的触摸面板上的压力。控制器可被配置成基于第二压力信号和第一压力信号的加权差来确定总压力的估计值。

[0040] 电容式触摸控制器可被配置用于经由对应的第一开关连接至每个感测电极。开关网络的每个输入可通过对应的第二开关连接至系统接地或共模电压。第二电路可包括被配置成生成第二压力信号的公共电极电荷放大器。控制器可被配置成控制第一开关和第二开关,以在电容测量周期期间闭合第一开关并且断开第二开关,并且在压力测量周期期间断开第一开关并且闭合第二开关。

[0041] 公共电极电荷放大器可包括运算放大器,所述运算放大器具有与第三开关并联连接的反馈网络。控制器可进一步被配置成控制第三开关以在压力测量周期期间的一个或多个复位周期期间闭合。

[0042] 电容式触摸控制器可被配置成针对每个感测电极生成指示感测电极的电容的电容信号。控制器或电容式触摸控制器可被配置成基于电容信号确定压力施加至触摸面板的位置。

[0043] 触摸面板系统可包括所述设备和触摸面板,所述触摸面板包括安置在多个感测电极与至少一个公共电极之间的压电材料层。

[0044] 电子装置可包括触摸面板系统。

[0045] 根据本发明的第四方面,提供一种处理来自触摸面板的信号的方法。触摸面板包括安置在多个感测电极与至少一个公共电极之间的压电材料层。感测电极连接至电容式触摸控制器。至少一个公共电极连接至第二电路。所述方法包括在压力测量周期期间使用开关网络将一些或全部感测电极耦合至系统接地或共模电压。所述方法还包括使用第二电路生成指示施加至触摸面板的总压力的第二压力信号,所述第二压力信号基于从至少一个公共电极接收的信号。所述方法还包括在压力测量周期期间使用控制器基于第二压力信号确定总压力的估计值。

[0046] 第二电路可以是电容式触摸控制器的内部电荷放大器。

[0047] 所述方法还可包括在电容测量周期期间使用第三开关网络将内部电荷放大器连接至感测电极。所述方法还可包括在压力测量周期期间使用第三开关网络将内部电荷放大器连接至至少一个公共电极。

[0048] 所述方法还可包括在电容测量周期期间使用第三开关网络将至少一个公共电极连接至系统接地或共模电压。所述方法还可包括在压力测量周期期间使用第三开关网络将感测电极连接至系统接地或共模电压。

[0049] 所述方法还可包括在电容测量周期期间使用公共电极开关将至少一个公共电极连接至系统接地或共模电压。所述方法还可包括在压力测量周期期间使用公共电极开关将至少一个公共电极连接至第二电路。

[0050] 开关网络可连接至感测电极的子集。所述方法还可包括:使用连接至不包括在子集中的感测电极的第一电路生成第一压力信号,所述第一压力信号指示作用在靠近连接的感测电极的触摸面板上的压力。确定总压力的估计值可包括基于第二压力信号和第一压力信号的加权差来确定总压力的估计值。

[0051] 每个感测电极可通过对应的第一开关连接至电容式触摸控制器。开关网络可包括多个第二开关,每个第二开关将感测电极连接至系统接地或共模电压。第二电路可包括被配置成生成第二压力信号的公共电极电荷放大器。所述方法还可包括使用控制器来控制第一开关和第二开关,以在电容测量周期期间闭合第一开关并且断开第二开关,并且在压力测量周期期间断开第一开关并且闭合第二开关。

[0052] 公共电极电荷放大器可包括运算放大器,所述运算放大器具有与第三开关并联连接的反馈网络。所述方法还可包括使用控制器控制第三开关以在压力测量周期期间的一个或多个复位周期期间闭合。

[0053] 所述方法还可包括针对每个感测电极,使用电容式触摸控制器生成指示感测电极

的电容的电容信号。所述方法还可包括使用控制器或电容式触摸控制器,基于电容信号来确定压力施加至触摸面板的位置。

附图说明

- [0054] 现将通过实例方式参考附图来描述本发明的某些实施方案,在附图中:
- [0055] 图1是压电传感器的等效电路图;
- [0056] 图2是第一测量电路的电路图;
- [0057] 图3是第二测量电路的电路图;
- [0058] 图4是第三测量电路的电路图;
- [0059] 图5是第四测量电路的电路图;
- [0060] 图6是第五测量电路的电路图;
- [0061] 图7是用于压电压力测量的第一触摸面板的截面图;
- [0062] 图8示出了用于差分压电压力测量的第一设备;
- [0063] 图9和图10示出了获得差分压电压力测量的方法;
- [0064] 图11示出了与感测电极和公共电极上的外部感应电荷相对应的测量信号;
- [0065] 图12示出了与感测电极和公共电极上的压电感应电荷相对应的测量信号。
- [0066] 图13示出了用于差分压电压力测量的第二设备;
- [0067] 图14A至图14C示出了使用与驱动信号同步的模数转换器来分离叠加的电容和压电压力信号;
- [0068] 图15示出了用于差分压电压力测量的电荷放大器的示例性配置;
- [0069] 图16是用于压电压力测量的第二触摸面板的平面图;
- [0070] 图17是用于压电压力测量的第三触摸面板的平面图;
- [0071] 图18示出了用于差分压电压力测量的第三设备;
- [0072] 图19示出了用于差分压电压力测量的第四设备;
- [0073] 图20示出了用于压电压力测量的第五设备;
- [0074] 图21示出了用于差分压电压力测量的第六设备;
- [0075] 图22示出了用于压电压力测量的第七设备;
- [0076] 图23示出了用于压电压力测量的第八设备;
- [0077] 图24示出了用于压电压力测量的第九设备;
- [0078] 图25示出了用于压电压力测量的第十设备;
- [0079] 图26示出了第十设备的开关时序;
- [0080] 图27示出了第十设备的替代开关时序;以及
- [0081] 图28示出了第十设备的替代开关时序。

具体实施方式

- [0082] 在下面的描述中,相似的部分由相似的附图标记表示。
- [0083] 在一些情况下,各种不想要的信号可能经由用户的手指或导电笔耦合至压电压力感测触摸面板或组合的电容和压电压力感测触摸面板的感测电极。此类信号可能与期望的压电压力信号一起被放大,并且可能具有与压电压力信号相当或更大的振幅。例如,放置在

压电压力感测触摸板或组合的电容和压电压力感测触摸面板传感器上的用户的手指可能将干线干扰耦合至感测电极中。另外或可替代地,用户可能被带上静电,所述静电可以耦合至压电压力感测触摸板或组合的电容和压电压力感测触摸面板的感测电极。

[0084] 压电传感器是在低频下通常具有高输出阻抗的两个电极装置,这可能会导致压电传感器容易受到来自外部电场的干扰。由于机械应变而在压电传感器的两个电极上生成的所需信号具有相反的极性。相反,由于耦合至外部电场而引起的干扰在两个电极上将具有相同的极性。本说明书描述了用于将来自布置在压电材料层的相对侧上的电极的信号组合使得可减少或消除来自耦合至外部电场的干扰同时保持或增强期望的压电压力信号的方法和设备。

[0085] 压电感测

[0086] 参考图1,示出了压电传感器1的等效电路。

[0087] 可将压电传感器1建模为电压源 V_{piezo} ,所述电压源与电容器 C_{piezo} 串联。电容 C_{piezo} 表示在其间布置有压电材料的第一电极与第二电极之间的电容。电压源 V_{piezo} 表示当力施加至压电传感器1时跨电容 C_{piezo} 生成的开路电压。

[0088] 还参考图2,示出了测量电路2的第一实例。

[0089] 第一测量电路2包括:单端放大器A1,所述单端放大器具有跨压电传感器1连接的输入;以及呈电阻器 R_{fb} 和电容器 C_{fb} 形式的反馈网络,所述电阻器和电容器跨放大器A1的输出和反相输入并联连接。实际上,第一测量电路2可以包括其它无源部件、用于复位反馈网络的开关等。取决于所使用的特定配置,第一测量电路2可测量电压、电流、电荷或其组合。

[0090] 还参考图3,示出了测量电路3的第二实例。

[0091] 第二测量电路3与第一测量电路2相同,除了单端放大器A1的非反相输入接地,而不是连接至压电传感器1的电极。以此方式,第二测量电路3测量流入处于接地电位的反相输入中的电流 I_1 。第二测量电路的此配置可减小或消除寄生电容的影响。在理想的情况下,测量到的电流 I_1 基本上等于感应的压电电流信号 I_{piezo} ,即 $I_1 \approx I_{\text{piezo}}$ 。典型地,第二测量电路3被配置成对电流信号 I_1 进行积分,以便在输出 V_{out1} 上提供与跨压电传感器1感应的电荷 Q_{piezo} 相对应的电荷信号。换句话说, V_{out1} 与压电电荷 Q_{piezo} 在功能上相关,进而与施加至压电传感器1的力在功能上相关。

[0092] 还参考图4,示出了测量电路4的第三实例。

[0093] 第三测量电路4与第二测量电路3相同,除了所述第三测量电路包括表示电容耦合至外部电磁干扰源 V_{int} 的等效电路5。

[0094] 单端放大器A1的潜在问题是外部电场可能会在放大器输入上感应电荷,所述电荷可被解释为压电压力信号。在压电压力感测触摸屏或组合的电容触摸和压电压力感测触摸屏的压电力传感器中可能会出现此问题。施加要测量的力的用户手指或导电笔通常通过一层或几层薄玻璃和/或塑料与形成压电力传感器的电极分开。用户的手指或导电笔可能与形成压电力传感器的电极处于不同的电位。可能由于例如静电充电或耦合至其它电源(例如,由市电电源引起的拾取)而产生此类电位差。

[0095] 在第三测量电路4中,干扰电磁源 V_{int} 经由一对电容 C_{int1} 和 C_{int2} 耦合至压电传感器1的两个电极。因此,测量信号 I_1 是期望的压电压力信号 I_{piezo} 和不想要的干扰信号 I_{int1} 的叠加,即 $I_1 = I_{\text{piezo}} + I_{\text{int1}}$ 。在测量信号 I_1 中包括干扰信号分量 I_{int1} 可能会导致确定施加力时出

现错误,例如错误检测到施加力和/或使所施加力的最小可靠可测量增量增加。

[0096] 差分测量

[0097] 响应于形成压电传感器1的一对第一电极和第二电极之间的压电材料的极化 \underline{P} 而感应的电流在第一电极和第二电极中的每一个中具有相反方向。相反,对于形成压电传感器1的第一电极和第二电极,由外部源 V_{int} 感应的干扰信号将具有相同的符号。

[0098] 还参考图5,示出了测量电路6的第四实例。

[0099] 在第四测量电路6中,第一单端放大器A1的一个输入连接至压电传感器1的第一电极7以接收第一测量电流 I_1 ,并且第一放大器A1的另一输入接地。类似地,第二单端放大器A2的一个输入连接至压电传感器1的第二电极8以接收第二测量电流 I_2 ,并且第二放大器A2的另一输入接地。第三单端放大器A3的一个输入连接至第一放大器A1的输出 V_{out1} ,并且另一输入连接至第二放大器A2的输出 V_{out2} 。放大器A1、A2、A3中的每一个具有相应的电阻-电容反馈网络 $R_{fb1}-C_{fb1}$ 、 $R_{fb2}-C_{fb2}$ 、 $R_{fb3}-C_{fb3}$ 。

[0100] 干扰源 V_{int} 通过第一电容 C_{int1} 电容性地耦合至第一电极7,并且通过第二电容 C_{int2} 电容性地耦合至第二电极8。如上所述,响应于第一电极7与第二电极8之间的压电材料的极化 \underline{P} 而感应的电流 I_{piezo} 在端子7、8中的每一个中具有相反方向,而由干扰源 V_{int} 感应的干扰信号 I_{int1} 、 I_{int2} 将具有相同符号。因此,第一和第二测量电流可近似为:

$$[0101] \quad I_1 = I_{int1} + I_{piezo}$$

$$[0102] \quad I_2 = I_{int2} + I_{piezo}$$

$$[0103] \quad (1)$$

[0104] 第三放大器A3用于获得差,并且当 $I_{int1} \approx I_{int2}$ 时,第三放大器A3的输出 V_{out} 与以下内容相关:

$$[0105] \quad I_1 - I_2 \approx 2I_{piezo} \quad (2)$$

[0106] 以此方式,通过测量从压电传感器1的两个电极7、8流动的电流,可确定压电电流 I_{piezo} 的量度,其中减小或消除干扰源 V_{int} 的影响。

[0107] 在通常情况下,如果 $C_{int1} \neq C_{int2}$ 并且 $I_{int1} \neq I_{int2}$,则可使用加权差。例如,如果 $I_{int1} = \alpha \cdot I_{int2}$,其中 α 是根据校准实验确定的标量常数,则可通过获得以下公式减少或消除干扰源 V_{int} 的影响:

$$[0108] \quad I_1 - \alpha I_2 = (1 + \alpha) I_{piezo} \quad (3)$$

[0109] 通常,获得测量信号 I_1 、 I_2 的差可通过专门配置的电路在模拟信号电平下执行,或者通过在转换为数字信号之后进行后处理来执行。

[0110] 不必知道干扰电容器 C_{int1} 、 C_{int2} 的绝对值。从公式(3)可看出,所需的仅仅是第一电极7上引入的噪声与第二电极8上引入的噪声的比率 α 。所述比率 α 可从校准实验中获得,例如,通过故意向系统中引入模拟干扰信号 V_{int} 的测试信号,并在不向压电传感器1施加任何力的情况下记录第一测量电流 I_1 和第二测量电流 I_2 ,即使得 $I_1 = I_{int1}$ 和 $I_2 = I_{int2}$ 。此信息可用于将校正比率确定为 $\alpha = I_1 / I_2$ 。

[0111] 实际上,可通过获得第四测量电路6中的第一放大器A1输出 V_{out1} 和第二放大器A2输出 V_{out2} 的差来执行校正。这可通过响应于测试信号并且在没有施加至压电传感器1的任何力的情况下获得输出 V_{out1} 、 V_{out2} 的比率而以相同方式进行校准。如果从校准确定的比率 $\beta = V_{out1} / V_{out2}$ 不近似为1,则可通过以下方式获得加权差 $V_{out1} - \beta \cdot V_{out2}$:在第一放大器A1的输

出 V_{out1} 和第二放大器A2的输出 V_{out2} 与第三放大器A3的相应输入之间插入适当的阻抗。可替代地,可省略第三放大器A3,并且可通过在数字信号域中进行处理来获得加权差 $V_{out1} - \beta \cdot V_{out2}$ 。

[0112] 还参考图6,示出了测量电路9的第五实例。

[0113] 在第五测量电路9中,差分放大器DA1的一个输入连接至第一电极7,而另一输入连接至第二电极8。可在模拟域中实现减小或消除干扰源 V_{int} 的影响,方法是根据干扰电容 C_{int1} 、 C_{int2} 之间的比率来设置第一反馈网络 R_{fb1} 、 C_{fb1} 和第二反馈网络 R_{fb2} 、 C_{fb2} 的值。例如,通过选择 $C_{fb1}/C_{fb2} = C_{int1}/C_{int2}$ 。可通过类似于上文所述的校准实验并通过使用例如微调电容器提供反馈电容 C_{fb1} 、 C_{fb2} 来执行这种选择。

[0114] 用于压电压力测量的触摸面板中的差分测量

[0115] 在上文描述的实例中,已经关于压电传感器1描述了差分测量,其中第一电极7和第二电极8可基本上共同延伸并且具有简单的几何形状。此配置允许相对简单的差分测量。然而,在用于压电压力测量或组合的电容和压电压力测量的实际触摸面板中,第一电极7可以是共享公共第二电极8的许多电极中的一个。另外,在一些实例中,第一电极7可为另外用作电容测量系统的接收Rx和/或发射Tx电极的电极。在此类触摸面板中,第二电极8可为具有比多个第一电极7中的每一个相对更大或大得多的总面积的公共反电极。为每个Rx和/或Tx电极提供单独的匹配反电极将需要一个或多个附加的图案化的导电层以及相关连的电连接。因此,如关于第四测量电路6或第五测量电路9所示的简单差分测量可能是不实际的。

[0116] 相反,本说明书描述了用于从用于压电压力测量或组合的电容和压电压力测量的触摸屏获得压电信号的差分测量的方法,所述触摸屏包括至少一个未图案化的公共电极(对应于第二电极8,有时称为反电极)。本说明书的方法也可适用于(稍作修改)用于压电压力测量或组合的电容和压电压力测量的触摸屏,其中存在两个或更多个第二电极8,每个第二电极对于两个或更多个第一电极7是公共的。

[0117] 第一设备

[0118] 参考图7,示出了用于压电压力测量或组合的电容和压电压力测量的触摸面板10的第一实例。

[0119] 第一触摸面板10包括具有第一面12和相对的第二面13的第一层结构11。多个第一感测电极14安置在第一层结构11的第一面12上。第一感测电极14中的每一个在第一方向x上延伸(或等效地伸长),并且第一感测电极14在第二方向y上间隔开。公共电极15安置成基本上覆盖第一层结构11的第二面13。

[0120] 第一层结构11包括一个或多个层,包括至少压电材料层16。第一层结构11中包括的每个层通常是平面的,并且在垂直于厚度方向z的第一方向x和第二方向y上延伸。第一层结构11的一个或多个层布置在第一面12与第二面13之间,使得第一层结构11中的每一层的厚度方向z基本垂直于第一面12和第二面13。

[0121] 第一触摸面板10还包括具有第一面18和相对的第二面19的第二层结构17。多个第二感测电极20安置在第二层结构17的第一面18上。第二感测电极20中的每一个在第二方向y上延伸(或等效地伸长),并且第二感测电极20在第一方向x上间隔开。

[0122] 第二层结构17包括一个或多个介电层21。每个介电层21通常是平面的,并且在垂直于厚度方向z的第一方向x和第二方向y上延伸。第二层结构17的一个或多个介电层21布

置在第二层结构17的第一面18与第二面19之间,使得第二层结构17的每个介电层21的厚度方向z垂直于第一面18和第二面19。

[0123] 优选地,压电材料层16包括例如聚偏二氟乙烯(PVDF)或聚乳酸的压电聚合物或由例如聚偏二氟乙烯(PVDF)或聚乳酸的压电聚合物形成。然而,压电材料层16也可例如锆钛酸铅(PZT)的压电陶瓷层。优选地,第一感测电极14和第二感测电极20以及公共电极15由银纳米线形成。然而,第一感测电极14和第二感测电极20以及公共电极15可替代地由例如铟锡氧化物(ITO)或铟锌氧化物(IZO)的透明导电氧化物形成。第一感测电极14和第二感测电极20以及公共电极15可为例如铝、铜、银或适合于沉积和图案化为薄膜的其它金属的金属膜。第一感测电极14和第二感测电极20以及公共电极15可为例如聚苯胺、聚噻吩、聚吡咯或聚(3,4-乙撑二氧噻吩)聚苯乙烯磺酸盐(PEDOT/PSS)的导电聚合物。第一感测电极14和第二感测电极20以及公共电极15可由金属网、金属纳米线、石墨烯和/或碳纳米管形成。介电层21可包括例如聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)的聚合物介电材料层或压敏粘合剂(PSA)材料层。然而,介电层21可包括例如氧化铝的陶瓷绝缘材料层。

[0124] 第一层结构11可仅包括压电材料层16,使得第一面12和第二相对面13是压电材料层16的面。替代地,第一层结构11可包括一个或多个介电层21,所述介电层堆叠在压电材料层16与第一层结构11的第一面12之间。第一层结构11可包括堆叠在第一层结构11的第二面13与压电材料层16之间的一个或多个介电层21。

[0125] 第二层结构17可仅包括单个介电层21,使得第二层结构17的第一面18和第二面19是单个介电层21的面。

[0126] 替代地,不需要使用第二层结构17(参见图17),并且第二感测电极20可与第一感测电极(图17)一起安置在第一面12上。

[0127] 在图7中,已经参考标记为x、y和z的正交轴示出了第一触摸面板10。然而,第一方向、第二方向和厚度方向不需要形成右旋正交集。

[0128] 还参考图8,示出了用于差分压电压力测量或组合的电容和差分压电压力测量的第一设备22。

[0129] 第一设备22包括第一触摸面板10、第一电路23、第二电路24和控制器25。第一感测电极14和第二感测电极20中的每一个通过对应的导电迹线26连接至第一电路23。公共电极15连接至第二电路24。

[0130] 第一电路23、第二电路24和控制器25共同地提供测量电路。

[0131] 第一电路23从第一感测电极14和第二感测电极20接收信号,并且可任选地向第一感测电极14和第二感测电极20传输信号。第一电路23测量多个第一压电压力信号29。第一电路23可成组或单独地连接至第一感测电极14和第二感测电极20中的每一个。每个第一压电压力信号29对应于第一感测电极14或第二感测电极20中的一个或多个,并且每个第一压电压力信号29指示作用在靠近相应的一个或多个第一感测电极14或第二感测电极20的触摸面板10上的压力。例如,第一电路可测量或生成与每个第一感测电极14相对应的第一压电压力信号29以及与每个第二感测电极20相对应的第一压电压力信号29。替代地,每个第一压电压力信号29可对应于一对相邻的第一感测电极14或第二感测电极20等。每个感测电极14、20促成第一压电压力信号29。

[0132] 任选地,第一电路23还可测量与第一感测电极14和第二感测电极20的每个交叉点

28相对应的互电容信号27。在其它实例中,第一电路23可替代地测量与每个第一感测电极14和第二感测电极20相对应的自电容信号。第一电路23可同时确定电容信号27和第一压电压力信号29。替代地,第一电路23可在确定电容信号27和第一压电压力信号29之间交替。

[0133] 例如,第一电路23可被配置用于如W0 2016/102975 A2中所描述的组合的电容和压电压力测量,其全部内容通过引用并入本文中。具体来说,第一电路23可如关于W0 2016/102975 A2的图21至图26所示的实例所描述进行配置。替代地,第一电路23可被配置用于如W0 2017/109455 A1中所描述的组合的电容和压电压力测量,W0 2017/109455 A1的全部内容通过引用并入本文中。具体来说,第一电路23可如关于W0 2017/109455 A1的图4至图21所示的实例所描述进行配置。在其它实例中,第一电路23可如以下特别参考图13至图17所描述进行配置。

[0134] 然而,本说明书的方法不限于这些实例,并且适用于能够提供上述功能的任何第一电路23。

[0135] 第二电路24测量对应于公共电极15的第二压电压力信号30。第二压电信号30应该指示施加至触摸面板10的总压力。当使用多于一个公共电极15时,可生成与每个公共电极15相对应的第二压电信号30,以由控制器25随后进行求和。替代地,当使用多于一个公共电极15时,第二电路24可基于在所有公共电极15上感应的电荷来生成单个第二压电信号30。在理想条件下并且在没有外部干扰的情况下,第二压电压力信号30和第一压电信号29的总和应该近似为零(取决于测量误差),这是因为感测电极14、20和公共电极15布置在压电材料层16中感应的任何极化P的相对侧上。

[0136] 响应于用户与第一触摸面板10或与覆盖第一触摸面板10的材料层的交互,产生压电压力信号29、30以及任选地电容信号27。在下面的描述中,对“用户交互”的引用应被视为包括用户触摸或按压触摸面板10或覆盖的材料层。术语“用户交互”应被视为包括涉及用户的手指或手写笔(无论是否导电)的交互。术语“用户交互”也应被理解为包括用户的手指或导电笔靠近触摸传感器或触摸面板而没有直接物理接触(即,零或可忽略的施加压力)。

[0137] 控制器25接收第一压电压力信号29和第二压电压力信号30,并生成校正的压电压力值32,将所述校正的压电压力值32输出至处理器(未示出),所述处理器操作并入有第一设备22的装置。控制器25基于第二压力信号30的加权差和第一压力信号29的总和来生成校正的压电压力值32,所述校正的压电压力值采用施加至触摸面板10的总压力的估计值形式。例如,控制器25可使用公式(13)或(21)生成校正的压电压力值32。

[0138] 控制器25还可基于相应的第一压力信号29、第二压力信号30和总压力来生成作用在靠近第一感测电极14、一组第一感测电极14或每个第一感测电极14的触摸面板上的压力的估计值。例如,控制器25可使用下文描述的公式(24)或(26)来生成一个或多个校正的压电压力值32。另外或替代地,控制器25还可基于相应的第一压力信号29、第二压力信号30和总压力来生成作用在靠近第二感测电极20、一组第二感测电极20或每个第二感测电极20的触摸面板上的压力的估计值。例如,控制器25可使用下文描述的公式(23)或(25)来生成校正的一个或多个压电压力值32。

[0139] 控制器25可另外或替代地将原始第一压电压力信号29和/或第二压电压力信号30中继转发至处理器(未示出),所述处理器操作并入有第一设备22的装置(未示出)。在一些实例中,处理器(未示出)可替代地执行控制器25的所描述功能中的一些或全部。

[0140] 在一些实例中,控制器25可基于第一压力信号29和第二压力信号30来确定触摸位置数据31。触摸位置数据31指示一个或多个用户交互的位置,例如x坐标、y坐标。将触摸位置数据31输出至操作并入有第一设备22的装置(未示出)的处理器(未示出)。用于生成校正的压电压力值32的系数可取决于位置x、y,所述校正的压电压力值采用总压力、作用在靠近一个或多个第一感测电极14的触摸面板上的压力,和/或作用在靠近一个或多个第二感测电极20的触摸面板上的压力的估计值的形式。

[0141] 当进行测量时,控制器25接收电容信号27,并且将所述电容信号中继转发至操作并入有第一设备22的装置(未示出)的处理器(未示出),或者执行电容值27的进一步处理。例如,控制器25可处理电容值27以生成触摸位置数据31,从而输出至操作并入有第一设备22的装置(未示出)的处理器(未示出)。与单独的第一压力信号29和第二压力信号30相比,电容信号27可允许更精确地确定触摸位置数据31。

[0142] 第一测量方法

[0143] 还参考图9和图10,将描述执行差分压电压力测量的第一方法。

[0144] 靠近或触摸触摸面板10的物体33(例如,用户的手指)可通过静电充电或用作电磁干扰源 V_{int} 的天线而被充电至电位 V_{int} 。在物体33与所有感测电极14、20和公共电极15的整体组合之间存在电容耦合 C_{ext} 。在所有感测电极14、20和公共电极20的整体组合中感应出总静电荷 Q_{ES} ,近似为 $Q_{ES} = C_{ext} \cdot V_{int}$ 。应注意,实际上不可能校准 C_{ext} ,因为精确的几何形状将随着用户相对于触摸面板10移动手指和/或手写笔而不断变化,并且还将在不同用户与同一用户的不同手指之间变化。另外, V_{int} 通常可能无法测量。

[0145] 本说明书的第一方法是基于以下前提:在电极14、15、20上感应的未知总静电荷 Q_{ES} 将由在每个电极14、15、20上感应的各个静电荷的总和构成。

[0146] 在下文中,M个第一感测电极14中的第m个可替代地表示为 y_m ,并且N个第二感测电极20中的第n个可替代地表示为 x_n 。如果由物体33在N个第二感测电极20 x_n 中的第n个上感应的静电荷表示为 S_{x_n} 等,由物体33在M个第一感测电极14 y_m 中的第m个上感应的静电荷表示为 S_{y_m} 等,并且由物体33在反电极15上感应的静电荷表示为 S_{CE} ,则总静电荷 Q_{ES} 可近似为:

$$[0147] \quad Q_{ES} = \sum_{n=1}^N S_{x_n} + \sum_{m=1}^M S_{y_m} + S_{CE}$$

(4)

[0148] 在各个电极 x_n 、 y_m 、15上感应的静电荷 S_{x_n} 、 S_{y_m} 、 S_{CE} 可交替地表示为感应出的总静电荷 Q_{ES} 的分数。例如,静电荷 S_{x_n} 可写为 $S_{x_n} = k_n \cdot Q_{ES}$,其中 k_n 是在N个第二感测电极 x_n 中的第n个上感应的总静电荷 Q_{ES} 的分数。类似地,静电荷 S_{y_m} 可写为 $S_{y_m} = h_m \cdot Q_{ES}$,其中 h_m 是在M个第一感测电极 y_m 中的第m个上感应的总静电荷 Q_{ES} 的分数。此外,静电荷 S_{CE} 可写为 $S_{CE} = C_{CE} \cdot Q_{ES}$,其中 C_{CE} 是在反电极15上感应的总静电荷 Q_{ES} 的分数。将这些表达式代入公式(4):

$$\begin{aligned}
 Q_{ES} &= \sum_{n=1}^N k_n Q_{ES} + \sum_{m=1}^M h_m Q_{ES} + C_{CE} Q_{ES} \\
 [0149] \quad 1 &= \sum_{n=1}^N k_n + \sum_{m=1}^M h_m + C_{CE} \\
 1 &= C_x + C_y + C_{CE}
 \end{aligned} \tag{5}$$

[0150] 其中:

$$[0151] \quad C_x = \sum_{n=1}^N k_n, \quad C_y = \sum_{m=1}^M h_m \tag{6}$$

[0152] 通常,分数 k_n 、 h_m 、 C_x 、 C_y 和 C_{CE} 都将是表示物体33接触触摸面板10的触摸坐标(表示为 x 、 y)的函数。换句话说,分数 k_n 通常不是常数,并且可为触摸坐标 x 、 y 的函数 $k_n(x, y)$ 。类似地,其它分数也可为触摸位置的函数,即 $h_m(x, y)$ 、 $C_x(x, y)$ 、 $C_y(x, y)$ 和 $C_{CE}(x, y)$ 。可通过使用已知的 V_{int} 和已知的触摸位置 x 、 y 进行适当的校准实验来对分数 k_n 、 h_m 、 C_x 、 C_y 和 C_{CE} 进行校准。然而,由于分数 k_n 、 h_m 、 C_x 、 C_y 和 C_{CE} 的位置相关性质,完全校准可能需要针对给定的触摸面板10执行大量的校准实验。

[0153] 当压电材料层16的极化 P 在公共电极15与感测电极 x_n 、 y_m 之间感应时,在感测电极 x_n 、 y_m 上感应的电荷具有与在公共电极15上感应的电荷相反的极性。换句话说,与物体33的外部耦合会在系统接地或共模电压与所有电极 x_n 、 y_m 15的整体组合之间感应电荷流,然而相反,压电材料层16的极化 P 感应在反电极15与感测电极 x_n 、 y_m 之间流动的电荷。如前所述,一个结果是期望由压电材料层16的极化 P 感应的电荷总和为零,即至少在测量误差之内。

[0154] 如果通过压电材料层16的极化 P 在 N 个第二感测电极 x_n 中的第 n 个上感应的压电电荷表示为 F_{x_n} 等,通过压电材料层16的极化 P 在 M 个第一感测电极 y_m 中的第 m 个上感应的压电电荷表示为 F_{y_m} 等,并且通过压电材料层16的极化 P 在反电极15上感应的压电电荷表示为 F_{CE} ,则感应的总压电电荷 Q_{PT} 可近似为:

$$[0155] \quad Q_{PT} = 0 = \sum_{n=1}^N F_{x_n} + \sum_{m=1}^M F_{y_m} + F_{CE} \tag{7}$$

[0156] 应注意,在反电极15上感应的压电电荷 F_{CE} 可很好地测量施加至触摸面板10的总力。

[0157] 特别参考图10,在 N 个第二感测电极 x_n 20中的第 n 个上感应的电荷可写为:

$$[0158] \quad Q_{x_n} = S_{x_n} + F_{x_n}$$

$$[0159] \quad Q_{x_n} = k_n Q_{ES} + F_{x_n}$$

$$[0160] \tag{8}$$

[0161] 类似地,在 M 个第一感测电极 y_m 14中的第 m 个上感应的电荷可写为:

$$[0162] \quad Q_{y_m} = h_m Q_{ES} + F_{y_m} \tag{9}$$

[0163] 并且反电极15上感应的电荷可写为:

$$[0164] \quad Q_{CE} = C_{CE} Q_{ES} + F_{CE} \tag{10}$$

[0165] 在第一测量方法中,将由所有感测电极 x_n 、 y_m 测量到的电荷 Q_{x_n} 、 Q_{y_m} 相加以得出:

$$\begin{aligned}
 Q_{sen} &= \sum_{n=1}^N Q_{x_n} + \sum_{m=1}^M Q_{y_m} \\
 Q_{sen} &= \sum_{n=1}^N (k_n Q_{ES} + F_{x_n}) + \sum_{m=1}^M (h_m Q_{ES} + F_{y_m}) \\
 Q_{sen} &= Q_{ES} \left(\sum_{n=1}^N k_n + \sum_{m=1}^M h_m \right) + \sum_{n=1}^N F_{x_n} + \sum_{m=1}^M F_{y_m} \\
 Q_{sen} &= Q_{ES}(1 - C_{CE}) - F_{CE}
 \end{aligned}
 \tag{11}$$

[0167] 其中 Q_{sen} 是由所有感测电极 x_n 、 y_m 测量到的所有电荷的总和,并且其中已使用公式(5)和(7)获得 Q_{sen} 的最终表达式。可在公式(10)与(11)之间消除感应的总静电荷 Q_{ES} 以得出:

$$\frac{Q_{CE} - F_{CE}}{C_{CE}} = Q_{ES} = \frac{Q_{sen} + F_{CE}}{(1 - C_{CE})}
 \tag{12}$$

[0169] 对于在反电极15上感应的压电电荷 F_{CE} 可重新布置为:

$$F_{CE} = (1 - C_{CE}) Q_{CE} - C_{CE} Q_{sen} \tag{13}$$

[0171] 其中可测量在反电极15上感应的电荷 Q_{CE} ,在感测电极 x_n 、 y_m 上的总电荷 Q_{sen} 可通过将所有测量到的电荷 Q_{x_1} 、 Q_{x_2} 、 \dots 、 Q_{x_N} 和 Q_{y_1} 、 Q_{y_2} 、 \dots 、 Q_{y_M} 求和而获得。分数 C_{CE} 可使用物体33通过校准实验预先确定,所述物体相对于触摸面板10在已知位置 x 、 y 处充电、连接或耦合至已知干扰电位 V_{int} 。如前所述,分数 C_{CE} 通常是触摸位置 x 、 y 的函数,即 $C_{CE} = C_{CE}(x, y)$ 。可例如通过使用电容信号27或触摸位置数据31提供触摸位置 x 、 y 来获得 $C_{CE}(x, y)$ 的适当值。替代地,在仅压电式触摸面板系统中,可从原始的第一压电信号29推断出触摸位置 x 、 y 。

[0172] 以此方式,使用第一方法和公式(13),可确定总压电电荷 F_{CE} ,其中可减小或消除来自物体33的外部电干扰的影响。总压电电荷 F_{CE} 取决于压电材料层16的应变,因此取决于用户输入施加至触摸面板10的力。

[0173] 实际上,可使用电荷放大器34来检测电荷 Q_{x_n} 、 Q_{y_m} 、 Q_{CE} ,使得与 N 个第二感测电极 x_n 20中的第 n 个对应的电压输出为 V_{x_n} ,并且与 Q_{x_n} 等相关。通常,电荷放大器34将对输入电流进行积分。例如,如果 N 个第二感测电极 x_n 中的第 n 个上的电流为 I_{x_n} ,则在理想条件下,在时间 t 处,在 N 个第二感测电极 x_n 中的第 n 个上的电压 V_{x_n} 可表示为:

$$V_{x_n} = G_{x_n} Q_{x_n} = G_{x_n} \int_0^t I_{x_n}(\tau) d\tau
 \tag{14}$$

[0175] 其中 G_{x_n} 是连接至 N 个第二感测电极 x_n 的 N 个电荷放大器34中的第 n 个的增益,并且 τ 是积分变量。类似地, M 个第一感测电极 y_m 中的第 m 个上的电压可表示为:

$$V_{y_m} = G_{y_m} Q_{y_m} = G_{y_m} \int_0^t I_{y_m}(\tau) d\tau
 \tag{15}$$

[0177] 其中 G_{y_m} 是连接至 M 个第一感测电极 y_m 的 M 个电荷放大器34中的第 m 个的增益, I_{y_m} 是

M个第一感测电极 y_m 中的第m个上的电流,并且 τ 是积分变量。类似地,公共电极上的电压可表示为:

$$[0178] \quad V_{CE} = G_{CE} Q_{CE} = G_{CE} \int_0^t I_{CE}(\tau) d\tau \quad (16)$$

[0179] 其中 G_{CE} 是连接至公共电极15的电荷放大器34的增益, I_{CE} 是在公共电极15上的电流,并且 τ 是积分变量。然后可将与所有感测电极 x_n 、 y_m 对应的电荷放大器信号34相加以产生相加的电压信号 V_{sen} :

$$[0180] \quad V_{sen} = \sum_{n=1}^N V_{x_n} + \sum_{m=1}^M V_{y_m}$$

$$[0180] \quad V_{sen} = \sum_{n=1}^N G_{x_n} Q_{x_n} + \sum_{m=1}^M G_{y_m} Q_{y_m} \quad (17)$$

[0181] 如果增益都基本上相等,使得 $G_{x_n} \approx G_{y_m} \approx G$,其中G表示公共增益值,则公式(17)可被简化为:

$$V_{sen} = G \left(\sum_{n=1}^N Q_{x_n} + \sum_{m=1}^M Q_{y_m} \right)$$

$$[0182] \quad V_{sen} = G Q_{sen}$$

$$[0182] \quad V_{sen} = G(Q_{ES}(1 - C_{CE}) - F_{CE}) \quad (18)$$

[0183] 类似地,如果 $G_{CE} \approx G$,则公式(10)可根据对应的电荷放大器34输出重新写为:

$$[0184] \quad V_{CE} = G Q_{CE}$$

$$[0185] \quad V_{CE} = G(C_{CE} Q_{ES} + F_{CE})$$

$$[0186] \quad (19)$$

[0187] 消除公式(18)与(19)之间的 Q_{ES} ,可获得公式(12)的模拟电压,为:

$$[0188] \quad \frac{V_{CE} - F_{CE}}{C_{CE}} = Q_{ES} = \frac{V_{sen} + F_{CE}}{(1 - C_{CE})} \quad (20)$$

[0189] 可通过仅将 $Q_{CE} = V_{CE}/G$ 和 $Q_{sen} = V_{sen}/G$ 代入公式(12)同样地获得公式(20)。针对 F_{CE} 重新布置公式(20),或等效地将 $Q_{CE} = V_{CE}/G$ 和 $Q_{sen} = V_{sen}/G$ 代入公式(13)中,根据电荷放大器34电压输出,得到在反电极15上感应的压电电荷 F_{CE} 的表达式为:

$$[0190] \quad F_{CE} = (1 - C_{CE}) \frac{V_{CE}}{G} - C_{CE} \frac{V_{sen}}{G} \quad (21)$$

[0191] 因此,显而易见的是,假如电荷放大器34增益近似等于公共增益G,即 $G_{x_n} \approx G_{y_m} \approx G_{CE} \approx G$,则根据感应电荷得出的关系可同样适用于电荷放大器34的对应输出。当然,由于电荷放大器34增益 G_{x_n} 、 G_{y_m} 、 G_{CE} 不会与公共增益值G完全相同,因此在实际情况下不会预期完

美标识。此外,除了电压输出中的低频和DC分量随时间衰退(有时称为“衰减”)之外,每个电荷放大器34实际上将经历DC偏移和漂移。然而,假如电荷放大器34增益近似等于公共增益值G,即 $G_{x_n} \approx G_{y_m} \approx G_{CE} \approx G$,则公式(21)可用于生成校正信号32,其中可至少部分地消除耦合至外部电场的影响。

[0192] 第二测量方法

[0193] 第二测量方法是第一测量方法的扩展,并且可用于使用在反电极15上测量到的电荷 Q_{CE} 和反电极15上的所估计压电电荷 F_{CE} ,基于加权校正估计各个感测电极 x_n 、 y_m 的压电电荷 F_{x_n} 、 F_{y_m} 的值。

[0194] 再次参考公式(8),对于N个感测电极 x_n 20中的第n个:

$$[0195] \quad Q_{x_n} = k_n Q_{ES} + F_{x_n} \quad (8)$$

[0196] 再次参考公式(10),对于反电极15:

$$[0197] \quad Q_{CE} = C_{CE} Q_{ES} + F_{CE} \quad (10)$$

[0198] 消除公式(8)与(10)之间的总静电荷 Q_{ES} :

$$[0199] \quad \frac{Q_{x_n} - F_{x_n}}{k_n} = Q_{ES} = \frac{Q_{CE} - F_{CE}}{C_{CE}} \quad (22)$$

[0200] 对于N个第二感测电极 x_n 20中的第n个的压电电荷 F_{x_n} ,其可重新布置为:

$$[0201] \quad F_{x_n} = Q_{x_n} - \frac{k_n}{C_{CE}} (Q_{CE} - F_{CE}) \quad (23)$$

[0202] 其中可测量在反电极15上感应的电荷 Q_{CE} ,并且可测量在N个第二感测电极 x_n 20中的第n个上的电荷 Q_{x_n} 。可使用公式(13)根据第一方法确定总压电电荷 F_{CE} 。分数 k_n 和 C_{CE} 可通过使用充电、连接或耦合至已知干扰电位 V_{int} 的物体33执行的校准实验预先确定,而物体33相对于触摸面板10布置在已知位置 x 、 y 。如前所述,分数 k_n 和 C_{CE} 通常是触摸位置 x 、 y 的函数,即 $k_n = k_n(x, y)$ 且 $C_{CE} = C_{CE}(x, y)$ 。可通过使用电容信号27或触摸位置数据31提供触摸位置 x 、 y 来获得 $k_n(x, y)$ 和 $C_{CE}(x, y)$ 的适当值。

[0203] 以此方式,可估计用于N个第二感测电极 x_n 20中的第n个的压电电荷 F_{x_n} ,其中减小或消除来自物体33的非接地电位的外部干扰影响。

[0204] 类似地,对于M个第一感测电极 y_m 14中的第m个,可使用以下公式获得压电电荷 F_{y_m} ,其中减小或消除来自物体33的非接地电位的外部干扰影响:

$$[0205] \quad F_{y_m} = Q_{y_m} - \frac{h_m}{C_{CE}} (Q_{CE} - F_{CE}) \quad (24)$$

[0206] 实际上,可使用电荷放大器34检测电荷 Q_{x_n} 、 Q_{y_m} 、 Q_{CE} ,使得对应于N个第二感测电极 x_n 20中的第n个的电压输出为 V_{x_n} 等。类似于第一方法,如果电荷放大器34增益近似等于公共增益值G,即 $G_{x_n} \approx G_{y_m} \approx G_{CE} \approx G$,则公式(23)可根据电荷放大器34电压输出重新表达为:

$$[0207] \quad F_{x_n} = \frac{V_{x_n}}{G} - \frac{k_n}{C_{CE}} \left(\frac{V_{CE}}{G} - F_{CE} \right) \quad (25)$$

[0208] 类似地,公式(24)可根据电荷放大器34电压输出重新表达为:

$$[0209] \quad F_{y_m} = \frac{V_{y_m}}{G} - \frac{h_m}{C_{CE}} \left(\frac{V_{CE}}{G} - F_{CE} \right) \quad (26)$$

[0210] 实验数据

[0211] 还参考图11,示出了说明在感测电极 x_n 、 y_m 和公共电极15上的外部感应电荷的实验数据。

[0212] 第一电压信号35(实线)对应于针对公共电极15测量到的电荷放大器34的输出。第二电压信号36(虚线)对应于针对感测电极 x_n 、 y_m 测量到的电荷放大器的输出。使用充电至静电位且保持接近地触摸触摸面板10的呈手指形式的物体33获得图11中所示的信号35、36。没有对触摸面板10施加压力。

[0213] 可观察到,在图11中,第一电压信号35和第二电压信号36具有对应的符号(换句话说,信号在给定时间具有基本相同的极性)。

[0214] 还参考图12,示出了说明在感测电极 x_n 、 y_m 和公共电极上的压电感应电荷的实验数据。

[0215] 第一电压信号35和第二电压信号36以与图11相同的方式分别对应于公共电极15和感测电极 x_n 、 y_m 。然而,响应于使用非导电物体轻拍触摸面板10而捕获图12中所示的数据,以生成基本上没有来自外部电场的噪声的压电压力信号。

[0216] 可观察到,在图12中,第一电压信号35和第二电压信号36具有相反的符号(换句话说,信号在给定时间具有基本上相反的极性)。

[0217] 观察到的极性与图11或12中的理想情况并不完全对应,这被认为是DC偏移的微小变化以及其它测量误差源的结果。

[0218] 第二设备

[0219] 特别参考此文档的图22至图26已经在W0 2016/102975A2中描述了用于组合的电容和压力感测的设备。

[0220] 为了帮助理解本说明书的第二设备37(图13),如W0 2016/102975A2中所描述,简要讨论用于组合的电容和压力感测的设备的操作可能是有帮助的。下文参考本说明书的第一触摸面板10的结构进行讨论。

[0221] 压电材料层16被极化。因此,由用户交互施加的压力将引起应变,这会引引起压电材料层16的极化 P 。压电材料层16的极化 P 产生感应电场 E_p ,所述感应电场在厚度方向上具有分量 E_z 。产生极化 P 的变形可能是由于压缩或拉伸引起的。产生极化 P 的变形可主要为压电材料层16响应于用户交互的所施加压力的面内拉伸。

[0222] 感应电场 E_p 在公共电极15与感测电极14、20中的任一个之间产生电位差。电子流过或流出电极14、15、20,直到感应电场 E_p 由通过电极14、15、20的充电产生的电场 E_q 消除。换句话说,电场 E_q 由电荷 F_{x_n} 、 F_{y_m} 、 F_{CE} 产生。

[0223] 当触摸面板10用于组合的电容和压力感测时,从感测电极14、20接收的信号通常采用压电信号压力信号与施加或感测的电容测量信号的叠加的形式。如特别参考图22至图26在W0 2016/102975 A2中所描述的用于组合的电容和压力感测的设备通过使用第一和第二频率相关滤波器(未示出)来操作,以将从感测电极14、20接收的信号分离为包括电容信息的第一分量和包括压电压力信息的第二分量。第一和第二频率相关滤波器(未示出)可为

物理滤波器,或者可在数字信号处理期间应用。这是可能的,因为压电压力信号和电容测量信号通常具有不同的可分离频率含量。

[0224] 例如,一对感测电极14、20之间的互电容通常可落入0.1pF至3000pF或更大,并且优选地100pF至2500pF的范围内。为了有效地耦合至此范围内的电容,电容测量信号的基本频率通常可大于或等于10kHz、大于或等于20kHz、大于或等于50kHz,或大于或等于至100kHz。相反,压电压力信号通常包括跨越从几赫兹到几百或几千赫兹的范围的宽带频率含量。这至少部分是因为压电压力信号是由人类用户的用户交互引起的。

[0225] 还参考图13,示出了用于组合的电容和差分压电压力测量的第二设备37。

[0226] 在W0 2016/102975 A2中描述的设备中,第一和第二频率相关滤波器(未示出)在硬件中被实施为前端模块的一部分,或者在数字域中例如由控制器来实施。

[0227] 相比之下,本说明书的第二设备37实施第一频率相关滤波器,以使用模数转换器(ADC)38a、38b选择第一压电压力信号29,所述模数转换器在第一采样频率 f_{piezo} 下与电容测量信号39同步。第二设备37在数字域中实施第二频率相关滤波器以获得电容信号27。例如,通过应用数字高通滤波器,或者通过使用第一压电压力信号29的一个或多个最新样本值来提供基线。

[0228] 第二设备37包括第一触摸面板10和触摸控制器40,用于组合的电容和压差感测。第二设备37可并入至例如移动电话、平板计算机、膝上型计算机等的电子设备(未示出)中。第一触摸面板10可以结合覆盖电子装置(未示出)的显示器(未示出)。在这种情况下,第一触摸面板10的材料应该是基本透明的。盖板(未示出)可结合覆盖第一触摸面板10。盖板(未示出)优选地是玻璃,但是可为任何透明材料。

[0229] 触摸控制器40包括控制器25。触摸控制器40还包括第一电路23,所述第一电路包括一对放大器模块41a、41b、一对多路复用器42a、42b、一对初级ADC 38a、38b和一对次级ADC 43a、43b。触摸控制器还包括第二电路24,所述第二电路包括公共电极电荷放大器44和公共电极ADC 45。控制器25可使用链路46与电子装置(未示出)的一个或多个处理器(未示出)通信。控制器25包括信号源(未示出),用于将驱动电容测量信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ (图14A,下文为简洁起见也称为“驱动信号”)提供至一个或两个放大器模块41a、41b)。

[0230] 将参考实例描述第二设备37,其中将驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 供应至第一放大器模块41a,使得第一感测电极14是发射Tx电极,并且第二感测电极20是接收Rx电极。

[0231] 每个放大器模块41a、41b包括多个单独的电荷放大器34。第一放大器模块41a的每个电荷放大器34经由导电迹线26连接至对应第一感测电极14。第一放大器模块41a的每个电荷放大器34的输出连接至第一多路复用器42a的对应输入。以此方式,第一多路复用器42a可输出与寻址的第一感测电极14对应的放大信号47a。

[0232] 第一初级ADC 38a从第一多路复用器42a的输出接收对应于当前寻址的第一感测电极14的放大信号47a。对应于当前寻址的第一感测电极14的放大信号47a包括驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 和压电压力信号 $29V_{\text{piezo}}(t)$ 的叠加。第一初级ADC38a还从控制器25接收第一同步信号48a(也称为“时钟信号”)。第一同步信号48a触发第一初级ADC 38a,以在第一采样频率 f_{piezo} 下并且在与驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 的振幅基本上等于接地、共模或最小值相对应的时间处获得样本。以此方式,第一初级ADC 38a可获得呈采样信号形式的第一滤波信号49a,所述第一滤波信号近似对应于由与第一多路复用器42a连接的第一感测电极14生成的压电压力信

号 $29V_{\text{piezo}}(t)$ 。第一同步信号48a不需要在驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 的每个周期期间触发第一初级ADC 38a来获得样本,而是可例如在每隔一个周期、每十个周期、每一百个周期等期间触发第一初级ADC 38a来获得样本。

[0233] 例如,还参考图14A至图14C,示出了获得呈第一滤波信号49a形式的压电压力信号29的实例。

[0234] 出于视觉目的,在图14A至图14C中,已经示出了驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 和叠加的压电压力信号 $29V_{\text{piezo}}(t)$,其中频率和振幅的差异比实际预期的要小得多。实际上,可预期驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 具有明显更大的振幅,并且以比压电压力信号 $29V_{\text{piezo}}(t)$ 大几个数量级的频率变化。

[0235] 具体参考图14A,基频 f_d 的驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 的实例可采用具有50:50占空比和 $1/f_d$ 周期的脉冲波形式。在此实例中,第一同步信号48a在大致驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 最小值的中点或零的周期处触发第一初级ADC 38a。例如,第一初级ADC 38a可在时间 t_1 、 $t_2 = t_1 + 1/f_d$ 、 $t_3 = t_1 + 2/f_d$ 等等处获得样本。

[0236] 具体参考图14B,在第一感测电极14充当发射器电极Tx且第二感测电极20充当接收电极Rx的情况下,放大信号47a可近似为压电压力信号 $29V_{\text{piezo}}(t)$ 和驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 的叠加。当驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 对放大信号47a的贡献基本等于接地、共模或最小值时,第一同步信号48a触发对放大信号47a的采样。以此方式,可获得基本上仅压电压力信号 $29V_{\text{piezo}}(t)$ 的采样。

[0237] 具体参考图14C,然后第一滤波信号49a采用压电压力信号 $29V_{\text{piezo}}(t)$ 在时间 t_1 、 t_2 、 t_3 等处的采样序列的形式。

[0238] 第一次级ADC 43a从第一多路复用器42a的输出接收对应于当前寻址的第一感测电极14的放大信号47a。第一次级ADC 43a以采样频率 f_{cap} 对放大信号47a进行采样,所述采样频率至少是驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 的基频 f_d 的几倍。第一次级ADC 43a将数字化的放大信号50a输出至控制器25。控制器25接收数字化的放大信号50a,并应用数字高通滤波器以获得数字域中的第二滤波信号。第二滤波信号对应于电容信号27。

[0239] 替代地,由于压电压力信号 $29V_{\text{piezo}}(t)$ 通常在比驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 的基频 f_d 低几个数量级的频率下变化,因此控制器25可将第一滤波信号49a,例如 $V_{\text{piezo}}(t_3)$ 的最新采样值处理为附加偏移并从数字化的放大信号50a中减去此值。可采用更精确的基线校正,例如,基于第一滤波信号49a的两个最新采样值的线性插值,或者基于第一滤波信号49a的三个最新采样值的二次插值。

[0240] 初级ADC 38a和次级ADC 43a可相同。然而,可能有利的是,初级ADC 38a和次级ADC 43a不同。具体来说,初级ADC 38a可针对压电压力信号 $29V_{\text{piezo}}(t)$ 的动态范围进行优化,而无需测量对应于驱动信号 $V_{\text{sig}}(t)$ 的较大振幅。此外,因为第一采样频率 f_{piezo} 应最多等于电容测量信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 的基频 f_d ,所以与次级ADC 43a相比,初级ADC 38a需要较低的带宽。对于成本敏感的应用,这使得可将较便宜的ADC用于初级ADC 38a。相比之下,对于性能应用而言,这使得可使用能够在相同动态范围内区分大量信号电平的更精确ADC(16位ADC通常比其它条件相同的8位ADC慢)。

[0241] 来自第二感测电极20的信号的处理类似于来自第一感测电极14的信号的处理,除了由于第二感测电极20是接收Rx电极,因此用于第二初级ADC 38b的第二同步信号48b可相

对于第一同步信号48a偏移之外。

[0242] 第二放大器模块41b的每个电荷放大器34经由导电迹线26连接至对应的第二感测电极20,并且第二放大器模块41b的每个电荷放大器34的输出连接至第二多路复用器42b的对应输入。以此方式,第二多路复用器42b可输出与寻址的第二感测电极20相对应的放大信号47b。

[0243] 对应于当前寻址的第二感测电极20的放大信号47b包括接收到的电容测量信号(未示出) $V_{meas}(t)$ 和压电压力信号 $29V_{piezo}(t)$ 的叠加。接收到的电容测量信号 $V_{meas}(t)$ (为简便起见,下文称为“接收信号”)是驱动信号 $39V_{sig}(t)$,所述驱动信号通过寻址的第二感测电极20与第一感测电极14之间的互电容耦合至寻址的第二感测电极20。接收信号 $V_{meas}(t)$ 与驱动信号 $39V_{sig}(t)$ 有关并且具有类似的形式,并且具体来说具有基本上相同的频率含量。然而,接收信号 $V_{meas}(t)$ 可包括与驱动信号 $V_{sig}(t)$ 相比的振幅变化和/或相位变化。第二初级ADC 38b从控制器25接收第二同步信号48b(也称为“时钟信号”)。第二同步信号48b触发第二初级ADC 38b,以在采样频率 f_{piezo} 下以及在对应于接收信号 $V_{meas}(t)$ 的振幅基本等于接地、共模或最小值的时间处获得样本。根据驱动信号 $39V_{sig}(t)$ 的形式以及驱动信号 $39V_{sig}(t)$ 与接收信号 $V_{meas}(t)$ 之间的典型相移,第一同步信号48a与第二同步信号48b之间可能存在几种可能的关系。

[0244] 当接收信号 $V_{meas}(t)$ 与驱动信号 $39V_{sig}(t)$ 大致同相时,第二同步信号48b可与第一同步信号48a相同。当接收信号 $V_{meas}(t)$ 对放大信号47b的贡献基本等于接地、共模或最小值时,第二同步信号48b将触发对放大信号47b的采样。以此方式,可获得基本上仅压电压力信号 $29V_{piezo}(t)$ 的采样。

[0245] 类似地,对于如图14A所示的脉冲形式的驱动信号 $39V_{sig}(t)$,可容纳接收信号 $V_{meas}(t)$ 与驱动信号 $39V_{sig}(t)$ 之间的高达约 $\phi \pm \pi/2$ 的小相移 ϕ ,而不需要第一同步信号48a与第二同步信号48b之间的任何偏移。对于脉冲波,可容忍此类相移,因为对于每个周期的一半,驱动信号 $39V_{sig}(t)$ 和接收信号 $V_{meas}(t)$ 各自基本上等于零。

[0246] 对于较大的相移 ϕ 或驱动信号 $39V_{sig}(t)$ 的不同非矩形波形,第二同步信号48b可相对于第一同步信号48a偏移,使得在针对对应的触摸面板10预期/测量的电容范围内,第二同步信号48b在接收信号 $V_{meas}(t)$ 的低或零信号电平的周期期间触发第二初级ADC 38b。换句话说,第二同步信号48b可将第二初级ADC38b的采样与接收信号 $V_{meas}(t)$ 而不是驱动信号 $39V_{sig}(t)$ 同步。

[0247] 或者,可响应于接收信号 $V_{meas}(t)$ 上的条件来生成第二同步信号48b。例如,可使用简单的比较器电路来响应于接收信号 $V_{meas}(t)$ 下降到接地、共模或最小值的预校准范围内而生成第二同步信号48b。触发第二同步信号48b的电路可包括延时器。

[0248] 以此方式,第二初级ADC 38b可获得呈采样信号形式的第二滤波信号49b,所述采样信号近似对应于由经由第二多路复用器42b连接的第二感测电极20生成的压电压力信号 $29V_{piezo}(t)$ 。第二同步信号48b不需要在驱动信号 $39V_{sig}(t)$ 或测量信号 $V_{meas}(t)$ 的每个周期期间触发第二初级ADC 38b来获得样本,而是可在例如每隔一个周期、每十个周期、每一百个周期等期间触发第二初级ADC38b来获得样本。

[0249] 控制器25还可将第二同步信号51提供给多路复用器42a、42b和/或放大器34。第二同步信号51可使多路复用器42a、42b根据由控制器25确定的序列来寻址第一感测电极14和

第二感测电极20的每个组合。以此方式,触摸控制器25可根据由控制器25确定的序列从每对第一感测电极14和第二感测电极20接收放大信号47a、47b。所述序列可为预定义的,例如,所述序列可在重复之前选择每对第一感测电极14和第二感测电极20一次。可动态地确定所述序列,例如,当检测到一个或多个用户交互时,控制器25可扫描与每个检测到的用户交互相邻的第一感测电极14和第二感测电极20的子集,以便提供更快的速度和/或更准确地跟踪用户触摸。

[0250] 公共电极电荷放大器44从公共电极15接收信号并生成公共电极放大信号52。公共电极ADC 45接收公共电极放大信号52,并以压电采样频率 f_{piezo} 对其进行采样以生成第二压电信号30。任选地,公共电极ADC 45还通过第三同步信号48c同步,所述第三同步信号可与第一同步信号相同或从第一同步信号偏移,以便在对应于驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 的接地、共模或最小值或接收信号 $V_{\text{meas}}(t)$ 的接地、共模或最小值的时间处对第二压电信号30进行采样。公共电极ADC 45的同步可有助于减少或避免来自电容测量的串扰。

[0251] 基于获得的滤波信号49a、49b,控制器25可计算与寻址的第一感测电极14和第二感测电极20对应的压力值32a、32b。使用上文描述的第一和/或第二方法,基于第一压电压力信号29和第二压电压力信号30确定压力值32a、32b。压力值32a、32b可经由链路46输出。

[0252] 如前所述,控制器25将驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 提供给第一放大器模块41a的每个放大器34。第一放大模块41a的每个放大器34的输入可用于使用驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 来驱动第一触摸面板10的对应的第一感测电极14。基于驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 以及由控制器25获得的第一数字化的放大信号50a和第二数字化的放大信号50b,控制器25基于寻址的第一感测电极14和第二感测电极20之间的互电容来计算电容值27和/或触摸数据31。电容值27和/或触摸数据31可经由链路46输出。

[0253] 还参考图15,示出了适用于第二设备的电荷放大器34a、34b、44的一个配置的实例。

[0254] 在一个配置中,每个电荷放大器34a、34b、44包括具有反相输入、非反相输入和输出的运算放大器OP。

[0255] 例如,形成第一放大器模块41a的一部分的每个电荷放大器34a包括运算放大器OP,所述运算放大器具有反相输入,用于经由串联连接的输入电阻 R_i 和第一开关SW1耦合至对应的第一感测电极14。运算放大器OP的非反相输入连接至驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 。驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$ 可由控制器25、第二设备37的单独模块(未示出)提供,或者可从外部源接收至第二设备37中。由于反相输入将实际上具有与非反相输入相同的电压,因此可使反相输入驱动对应的第一感测电极14。电荷放大器34a的反馈网络包括并联连接在运算放大器OP的反相输入和输出之间的反馈电阻 R_f 、反馈电容 C_f 以及第二开关SW2。运算放大器OP的输出提供放大信号47a。

[0256] 形成第二放大器模块41b的一部分的每个电荷放大器34b与第一放大器模块41a的每个电荷放大器34a相同,除了运算放大器OP的非反相输入耦合至共模电压 V_{CM} ,而不是耦合至驱动信号 $39V_{\text{sig}}(t)$,并且反相输入连接至第二感测电极20,而不是连接至第一感测电极14之外。

[0257] 公共电极电荷放大器44与形成第二放大器模块41b的一部分的电荷放大器34b相同,除了公共电极电荷放大器44的反相输入连接至公共电极15并且公共电极电荷放大器44

省略第一开关SW1之外。

[0258] 可存在运算放大器OP的其它端子,例如电源端子,但是未在本文中描述的此或其它示意性电路图中示出所述端子。

[0259] 第二开关SW2允许对应的反馈电容器 C_f 放电。第二开关SW2的断开和闭合可由控制器25所提供的第二同步信号51控制。以此方式,每个电荷放大器34a、34b的反馈电容器 C_f 可周期性地放电,以复位运算放大器OP的反馈网络,从而防止过度漂移。任选地,公共电极电荷放大器44的第二开关SW2也可使用第二同步信号51来同步。

[0260] 如果需要,第一开关SW1可由控制器25所提供的第二同步信号51控制,以使放大器34a、34b能够与对应的感测电极14、20连接或断开连接。

[0261] 第一感测电极14不一定是发射Tx电极,且第二感测电极20不一定是接收Rx电极。替代地,控制器25可将驱动信号 $39V_{sig}(t)$ 提供给第二放大器模块41b,使得第二感测电极20是发射Tx电极,并且使用第一感测电极14检测接收信号 $V_{meas}(t)$ 。

[0262] 在其它实例中,第二设备37不需要被配置用于互电容测量,而是可被配置成测量每个第一感测电极14和第二感测电极20的自电容。在这种情况下,可将自电容测量信号(未示出)提供给第一放大器模块41a和第二放大器模块41b两者。

[0263] 第二触摸面板

[0264] 在第一触摸面板10中,第一感测电极14和第二感测电极20以细长矩形电极的形式示出。但是,可以使用其它形状。

[0265] 还参考图16,示出了具有第一感测电极14和第二感测电极20的替代几何形状的第二触摸面板53。

[0266] 代替矩形,每个第一感测电极14可包括在第一方向x上均匀间隔开并通过相对窄的桥接段55在第一方向x上彼此连接的几个焊盘段54。类似地,每个第二感测电极20可包括在第二方向y上均匀地间隔开并通过相对窄的桥接段57在第二方向y上彼此连接的几个焊盘段56。第一感测电极14的焊盘段54是在第二方向y上具有第一宽度W1的菱形,并且第一感测电极14的桥接段55在第二方向y上具有第二宽度W2。第二感测电极20的焊盘段56和桥接段57具有与第一感测电极14相同的相应形状和宽度W1、W2。

[0267] 布置第一感测电极14和第二感测电极20,使得第二感测电极20的桥接段57覆盖第一感测电极14的桥接段55。替代地,可布置第一感测电极14和第二感测电极20,使得第二感测电极20的焊盘段56覆盖第一感测电极14的焊盘段54。焊盘段54、56不一定是菱形的,而是可为圆形的。焊盘段54、56可为规则的多边形,例如三角形、正方形、五边形或六边形。焊盘段54、56可为I形或Z形。

[0268] 第二触摸面板53的替代几何形状可组合第一设备22或第二设备37等同地适用。

[0269] 第三触摸面板

[0270] 还参考图17,可组合第一设备22或第二设备37使用第三触摸面板58。

[0271] 第三触摸面板58与第一触摸面板10基本相同,除了第三触摸面板58不包括第二层结构17并且除了第一感测电极14之外,第二感测电极20也安置在第一层结构11的第一面12上。每个第一感测电极14是在第一方向x上延伸的连续导电区域。例如,每个第一感测电极14可包括在第一方向x上均匀地间隔开并通过相对窄的桥接段60在第一方向x上彼此连接的几个焊盘段59。每个第二感测电极20可包括在第二方向y上均匀间隔开的几个焊盘段61。

然而,第二感测电极20的焊盘段61安置在第一层结构11的第一面12上,并且散布在第一感测电极14中并且由第一感测电极14隔开。对应于每个第二感测电极20的焊盘段61通过导电跳线62连接在一起。跳线62各自跨越第一感测电极14的一部分,并且跳线62通过薄介电材料层(未示出)与第一感测电极14绝缘,所述薄介电材料层可位于跳线62和第一感测电极14的交叉点周围的区域。

[0272] 替代地,薄介电层(未示出)可覆盖第一层结构11的第一面12、第一感测电极14,以及第二感测电极20的导电焊盘61。可将在第二方向y上延伸的导电迹线(未示出)安置在介电层(未示出)上方,每个导电迹线(未示出)覆盖构成一个第二感测电极20的焊盘段61。覆盖的导电迹线(未示出)可使用通过薄介电层(未示出)形成的通孔(未示出)连接构成每个第二感测电极20的焊盘段61。

[0273] 修改

[0274] 应理解,可对上述实施例进行许多修改。此类修改可能涉及压力和/或投射式电容感测触摸面板的设计、制造和使用中已知并且可代替本文已经描述的特征或除本文已经描述的特征之外使用的等效和其它特征。一个实施例的特征可由另一实施例的特征代替或补充。

[0275] 第三设备

[0276] 还参考图18,第三设备66包括第一触摸面板10和第二控制器67,用于组合的压力和电容感测。

[0277] 第二控制器67与第一控制器40相同,除了在第二控制器67中来自第一感测电极14的输入信号通过第一多路复用器42a连接至单个电荷放大器34a之外。电荷放大器34a输出第一放大信号47a,所述第一放大信号由第一初级ADC 38a、第一次级ADC 43a和控制器25以与第一控制器40相同的方式处理。类似地,来自第二感测电极20的输入信号通过第二多路复用器42b连接至单个电荷放大器34b。电荷放大器34b输出第二放大信号47b,所述第二放大信号由第二初级ADC 38b、第二次级ADC 43b和控制器25以与第一控制器40相同的方式处理。来自公共电极15的信号的获取和处理与第二设备37相同。

[0278] 初级ADC 38和次级ADC 43不必以与第一控制器40相同的方式使用。替代地,单个ADC(未示出)能够在压电和电容采样频率 f_{piezo} 、 f_{cap} 下进行交替操作,以便依序地获得信号49、50。

[0279] 第四设备

[0280] 还参考图19,示出了用于组合的压力和电容感测的第四设备68。

[0281] 第四设备68包括第一触摸板10和测量电路,所述测量电路包括:呈电容式触摸控制器69、阻抗网络70和电荷放大器34形式的第一电路23;呈公共电极电荷放大器44形式的第二电路24;以及控制器25。

[0282] 电容式触摸控制器69可为标准的可商购装置,所述装置被配置用于单个第一感测电极14和第二感测电极20的自电容测量,用于第一感测电极14和第二感测电极20对之间的互电容测量,或两者。用于提供电容式触摸控制器的合适装置包括但不限于Solomon Systech maXTouch (RTM) 控制器、Cypress Semiconductor CapSense (RTM) 控制器、Synaptics ClearPad (RTM) 控制器,或具有类似功能的其它装置。电容式触摸控制器69的每个测量端子经由输入电容 C_{in} 和导电迹线26耦合至对应的第一感测电极14或第二感测电极

20。输入电容 C_{in} 通常可具有在大约100pF与大约1nF之间的值。电容式触摸控制器69可以任何标准方式操作,以获得传递至控制器25的电容值27。

[0283] 代替测量与每个感测电极14、20或相邻的感测电极14、20的群组相对应的第一信号29,在第四设备68中,阻抗网络70将所有感测电极14、20耦合至单个电荷放大器34的输入。换句话说,在第四设备68中,将根据公式(11)获得 Q_{sen} (或根据公式(17)获得 V_{sen})的求和从数字域移至模拟域。每个感测电极14、20通过输入电阻 R_{in} 耦合至电荷放大器34的输入。输入电阻 R_{in} 足够大以抑制电容式触摸控制器69的测量通道之间的串扰。输入电阻 R_{in} 通常可具有在大约10k Ω 与大约100k Ω 之间的范围内的值。

[0284] 控制器25接收第一压电信号29和第二压电信号30。控制器25可使用例如公式(13)或公式(21)基于总压电电荷 F_{CE} 来估计校正的压电信号32。总压电电荷 F_{CE} 提供了总施加压力的估计值。控制器25使用电容值27来确定触摸位置数据31。替代地,如果电容式触摸控制器69提供合适的功能,则电容式触摸控制器69可在内部确定触摸位置数据31,并且可将触摸位置数据31输出至控制器25。控制器25可使用来自电容式触摸控制器69的触摸位置数据31来查找位置相关系数,以用于总压电电荷 F_{CE} 的加权差计算。

[0285] 以此方式,第四设备68可用于提供总施加压力的估计,同时提供与使用常规电容式触摸控制器69获得的标准电容测量。这可使常规电容式触摸系统在添加压电层16、公共电极15、阻抗网络70和一对电荷放大器34、44的情况下通过估计全局施加力得到增强。

[0286] 在第四设备68的修改中,输入电容 C_{in} 可用开关阵列(未示出)代替,所述开关阵列可用于将感测电极14、20与电容式触摸控制器69断开连接。在此修改中,电容值27和压电信号29、30的测量不是同时的,而是时分复用的。例如,在第一电容测量周期中,感测电极14、20可连接至电容式触摸控制器69以获得电容值27,而在第二压力测量周期中,感测电极14、20可与电容式触摸控制器69断开连接,同时获得第一压电信号29和第二压电信号30。在电容测量周期期间,开关可用于使电荷放大器34、44的反馈网络短路(图15中的SW2、图26中的SW6)。电容测量周期和压力测量周期在循环中重复。

[0287] 尽管参考第一触摸面板10进行了说明,但是第四设备68可替代地使用第二触摸面板53、第三触摸面板58或包括布置在一个或多个公共电极15与多个感测电极14、20之间的压电层16的任何其它合适的触摸面板。

[0288] 第五设备

[0289] 已经描述了其中在公共电极15与感测电极14、20之间获得差分测量以便减小耦合至外部电场对压电压力测量的影响的实例。换句话说,第一至第四设备22、37、66、68已经涉及使用感测电极来执行差分测量,从而减少了由于耦合至外部电场而导致的对总压力的估计的任何影响。然而,触摸面板10、53、58的感测电极也可以其它方式使用,以减少耦合至外部电场产生的不期望影响,例如,当执行非差分压电压力测量时。

[0290] 还参考图20,示出了用于组合的压力和电容感测的第五设备73。

[0291] 第五设备73包括第一触摸面板10和测量电路,所述测量电路包括呈电容式触摸控制器69和开关网络74形式的第一电路23;呈公共电极电荷放大器44形式的第二电路24;以及控制器25。

[0292] 第五设备73用于时分复用的电容和压力测量。在第一电容测量周期期间,开关网络74的开关SW断开,从而隔离每个感测电极14、20,而电容式触摸控制器69执行电容值27的

常规测量。开关网络74的开关SW的操作由控制器25所提供的控制信号75控制。将电容值27传递至控制器25,所述控制器可基于电容值27确定触摸位置数据31。在一些实施例中,电容式触摸控制器69可确定触摸位置数据31并将其输出至控制器25,或者直接输出至并入有第五设备73的电子装置(未示出)的处理器(未示出)。在电容测量周期期间,开关(未示出)可用于使电荷放大器44的反馈网络短路(类似于图15中的SW2或图25中的SW6)。

[0293] 在第二压力测量周期期间,开关网络74的开关SW闭合,从而将感测电极14、20连接至系统接地或共模电压 V_{CM} 。以此方式,感测电极14、20可用于静电屏蔽公共电极15以免耦合至外部电场。在压力测量周期期间使用公共电极15和电荷放大器44以获得第二压电信号30。控制器25可输出第二压电信号30作为施加至触摸面板10的总压力的估计。使用感测电极14、20以静电屏蔽公共电极15可允许总压力测量相对于来自外部电场的干扰相对更稳健。时分复用允许使用常规的基于电容的方法来保持位置感测。

[0294] 第五设备73可允许在增加最少复杂性的情况下用压力/力感测来增强现有的常规电容式触摸面板。

[0295] 在第五设备73的修改中,输入电容 C_{in} 可用开关阵列(未示出)或第二开关网络(未示出)代替,所述开关阵列或第二开关网络可用于在压力测量周期期间将感测电极14、20与电容式触摸控制器69断开连接。

[0296] 尽管参考第一触摸面板10进行了说明,但是第五设备73可替代地使用第二触摸面板53、第三触摸面板58或包括布置在一个或多个公共电极15与多个感测电极14、20之间的压电层16的任何其它合适的触摸面板。

[0297] 第六设备

[0298] 还参考图21,示出了用于组合的压力和电容感测的第六设备76。

[0299] 第六设备76类似于第四设备68,除了仅第一感测电极14连接至测量电路的阻抗网络70,并且第二感测电极20替代地以与第五设备73相同的方式耦合至开关网络74之外。

[0300] 在操作中,第六设备76对电容值27的测量和校正的压电信号32的测量进行时分复用。在第一电容测量周期期间,控制信号75使开关网络74的开关SW断开。电容式触摸控制器69用于执行常规的自电容或互电容测量以获得电容值27。在一些实例中,可将电容值27提供给控制器25,然后控制器确定触摸位置数据31。在其它实例中,电容式触摸控制器69可在内部确定触摸位置数据31,并且将触摸位置数据31输出至控制器25或并入有第六设备76的电子装置(未示出)的处理器(未示出)。

[0301] 在第一时间周期期间,开关可用于使电荷放大器34、44的反馈网络短路(类似于图15中的SW2或图25中的SW6),以避免累积由电容测量引起的电荷。

[0302] 在第二压力测量周期期间,控制信号75使开关网络74的开关SW闭合,从而将每个第二感测电极20连接至系统接地或共模电压 V_{CM} 。以此方式,第二感测电极20可用于静电屏蔽第一感测电极14和公共电极15,同时获得第一压电信号29和第二压电信号30。控制器25以校正的压电信号32的形式计算总施加压力的估计值。将第二感测电极20用作静电屏蔽可进一步减小耦合至校正的压电信号32中的外部电场的任何影响。

[0303] 在第六设备76中,不会记录由外部电场或压电层16的极化在第二感测电极20中感应的电荷。但是,预期此类影响将取决于几何形状并且是可重复的,因此能够在校准用于获得第一压电信号29和第二压电信号30的差的权重期间(例如,使用已知位置处的已知力)进

行考虑。控制器25可基于所确定或所接收的触摸位置数据31来查找适当的权重。

[0304] 在第六设备76的修改中,输入电容 C_{in} 可用开关阵列(未示出)或第二开关网络(未示出)代替,所述开关阵列或第二开关网络可用于在压力测量周期期间将第二感测电极20与电容式触摸控制器69断开连接。

[0305] 在第六设备76的另一修改中,可将获得第一压电信号29和第二压电信号30的加权差移出数字域(即,控制器25),并且替代地使用差分电压放大器(未示出)在模拟域中执行。

[0306] 尽管参考第一触摸面板10进行了说明,但是第六设备76可替代地使用第二触摸面板53、第三触摸面板58或包括布置在一个或多个公共电极15与多个感测电极14、20之间的压电层16的任何其它合适的触摸面板。

[0307] 第七设备

[0308] 还参考图22,示出了用于组合的压力和电容感测的第七设备77。

[0309] 第七设备77与第五设备73相同,除了还配置测量电路,使得公共电极15使用公共电极开关78在共模电荷放大器44与系统接地或共模电压 V_{CM} 之间可切换之外。使用由控制器25提供的控制信号79来控制公共电极开关78。

[0310] 在操作中,第七设备77以与第五设备73相同的方式操作,除了在第一电容测量周期期间,公共电极15连接至系统接地或共模电压 V_{CM} 之外。在第二压力测量周期期间,公共电极开关78将公共电极15连接至电荷放大器44,以测量第二压电信号30。

[0311] 在第七设备77的修改中,输入电容 C_{in} 可用开关阵列(未示出)或第二开关网络(未示出)代替,所述开关阵列或第二开关网络可用于在压力测量周期期间将感测电极14、20与电容式触摸控制器69断开连接。

[0312] 尽管参考第一触摸面板10进行了说明,但是第七设备77可替代地使用第二触摸面板53、第三触摸面板58或包括布置在一个或多个公共电极15与多个感测电极14、20之间的压电层16的任何其它合适的触摸面板。

[0313] 第八设备

[0314] 还参考图23,示出了用于组合的压力和电容感测的第八设备80。

[0315] 第八设备80与第七设备77相同,除了在测量电路中不包括公共电极电荷放大器44,并且感测电极14、20直接耦合至电容式触摸控制器69的端子之外。代替公共电极电荷放大器44,电容式触摸控制器69的内部电荷放大器81可经由公共电极开关78连接至公共电极15。在第七设备80中,电容式触摸控制器69具有电荷转移类型,其基于监视流经/流出所监视电极的电荷来操作以测量电容。电荷转移类型的电容式触摸控制器69包括通常用于测量电容值27的多个内部电荷放大器81。在第八设备80中,一个此内部电荷放大器81用于监视来自公共电极15的压电电荷 Q_{CE} 。第八设备80的操作与第七设备77的操作相同,并且内部电荷放大器81向公共电极电荷放大器44提供类似的功能。

[0316] 以此方式,第八设备80可实现以特别简单的方式来增强常规的电容器触摸面板,因为常规的电容器触摸控制器69的未使用监视通道可用于提供压力测量。

[0317] 在第八设备80的修改中,可使用输入电容 C_{in} 以与第七设备77相同的方式将感测电极14、20电容耦合至电容式触摸控制器69的端子。

[0318] 在第八设备80的另一修改中,感测电极14、20可使用开关阵列(未示出)或第二开关网络(未示出)耦合至电容式触摸控制器69的端子,所述开关阵列或第二开关网络可用于

在压力测量周期期间将感测电极14、20与电容式触摸控制器69断开连接。

[0319] 尽管参考第一触摸面板10进行了说明,但是第八设备80可替代地使用第二触摸面板53、第三触摸面板58或包括布置在一个或多个公共电极15与多个感测电极14、20之间的压电层16的任何其它合适的触摸面板。

[0320] 第九设备

[0321] 还参考图24,示出了用于组合的压力和电容感测的第九设备82。

[0322] 第九设备82与第八设备80相同,除了测量电路被配置成使得在公共电极15与第二感测电极20*中的一个之间共享电容式触摸控制器69的内部电荷放大器81之外。第九设备82的测量电路包括第三开关网络83,所述第三开关网络包括一对开关SWa、SWb。一个开关SWa将第二感测电极20*中的一个连接至内部电荷放大器81或系统接地或共模电压 V_{CM} 。第二开关SWb将公共电极15连接至内部电荷放大器81或系统接地或共模电压 V_{CM} 。

[0323] 在第一电容测量周期期间,控制信号79使开关SWa将第二感测电极20*连接至内部电荷放大器81,并且电容式触摸控制器69测量电容值27。控制信号79使开关SWb将公共电极15连接至系统接地或共模电压 V_{CM} 。控制器25可基于所接收的电容值27来确定触摸位置数据31。替代地,电容式触摸控制器69可确定并输出触摸位置数据31。

[0324] 在第二压力测量周期期间,控制信号79使开关SWa将第二感测电极20*连接至系统接地或共模电压 V_{CM} ,而开关SWb将公共电极15连接至内部电荷放大器81。在压力测量周期期间,其余感测电极14、20也通过开关网络74的开关SW连接至系统接地或共模电压 V_{CM} 。

[0325] 以此方式,可通过压力测量来增强常规的电容式触摸面板,而无需增加电容式触摸控制器69的通道数量。

[0326] 尽管第九设备82的实例包括单个共同延伸的公共电极15,但是触摸面板10可包括两个或更多个公共电极。对于每个附加的公共电极,将附加的一对开关SWa、SWb添加至第三开关网络83。在一些实例中,每个感测电极14、20可与对应的公共电极15共享内部电荷放大器81,所述公共电极位于所述感测电极14、20的下方并且与所述感测电极共同延伸。

[0327] 在第九设备82的修改中,可使用输入电容 C_{in} 以与第七设备77相同的方式将除了第二感测电极20*之外的感测电极14、20电容耦合至电容式触摸控制器69的端子。

[0328] 在第九设备82的另一修改中,除了第二感测电极20*之外的感测电极14、20可使用开关阵列(未示出)或第二开关网络(未示出)耦合至电容式触摸控制器69的端子,所述开关阵列或第二开关网络可用于在压力测量周期期间将除了第二感测电极20*之外的感测电极14、20与电容式触摸控制器69断开连接。

[0329] 尽管关于一个第二感测电极20*进行了说明,但公共电极15可与第一感测电极14或第二感测电极20中的任一个共享内部电荷放大器81。

[0330] 尽管参考第一触摸面板10进行了说明,但是第九设备82可替代地使用第二触摸面板53、第三触摸面板58或包括布置在一个或多个公共电极15与多个感测电极14、20之间的压电层16的任何其它合适的触摸面板。

[0331] 第十设备

[0332] 还参考图25,示出了用于组合的压力和电容感测的第十设备84。

[0333] 第十设备84包括第一触摸面板10和测量电路,所述测量电路包括控制器25、电容式触摸控制器69和公共电极电荷放大器44。每个感测电极14、20通过对应开关SW3耦合至电

容式触摸控制器69的端子,并且还通过开关SW4耦合至系统接地或共模电压 V_{CM} 。尽管为简单起见在图25中仅示出了一个感测电极14、20,但是每个感测电极14、20的配置是相同的。

[0334] 公共电极电荷放大器44包括配置成积分器的运算放大器OP,其中反馈电容 C_f 连接在输出与反相输入之间。开关SW6与反馈电容 C_f 并联连接。任选地,反馈电阻 R_f 也可与反馈电容 C_f 和开关SW6并联连接。运算放大器OP的反相输入经由串联连接的开关SW5和输入电阻 R_i 耦合至公共电极15。运算放大器OP的非反相输入连接至系统接地或共模电压 V_{CM} 。运算放大器OP的输出将第二压电信号30提供给控制器25。运算放大器OP可包括其它连接,例如电源等,为简单起见在图25中未示出。

[0335] 开关SW3、SW4、SW5、SW6由控制器25所提供的对应控制信号85、86、87、88控制以断开(不导电)或闭合(导电)。

[0336] 还参考图26,示出了开关SW3、SW4、SW5、SW6的时序。

[0337] 在时间 t_0 与 t_1 之间的第一电容测量周期期间(为了简洁起见,表示为 $[t_0, t_1]$),开关SW3闭合(导电),而开关SW4断开(不导电),因此每个感应电极14、20连接至电容式触摸控制器69的对应端子。在第一个周期 $[t_0, t_1]$ 期间,开关SW5和SW6闭合。开关SW5的闭合将公共电极15设置为系统接地或共模电压 V_{CM} ,这可用于屏蔽感测电极14、20,以免受触摸面板10下方的显示器(未示出)所引起的噪声影响。开关SW6的闭合防止运算放大器OP的反馈网络累积由电容值27的测量引起的电荷。电容式触摸控制器69使用任何已知的合适电容测量技术来测量电容值27。

[0338] 在第二压力测量周期 $[t_1, t_{14}]$ 期间,开关SW3断开并且开关SW4闭合,使得感测电极14、20与电容式触摸控制器69断开连接,且替代地连接至系统接地或共模电压 V_{CM} 。以此方式,感测电极14、20可用于静电屏蔽公共电极15以免耦合至外部电场。

[0339] 在第二周期 $[t_1, t_{14}]$ 期间,开关SW6通常断开,以允许累积在公共电极15上感应的电荷。然而,为了避免DC偏移在运算放大器OP上漂移,可在一个或多个短复位周期期间闭合开关SW6,以便使反馈电容 C_f 放电。

[0340] 例如,如图26中所示,开关SW6可在第二周期 $[t_1, t_{14}]$ 期间闭合三个复位周期 $[t_3, t_4]$ 、 $[t_7, t_8]$ 和 $[t_{11}, t_{12}]$ 。通常,开关SW5在整个第二周期 $[t_1, t_{14}]$ 中闭合,以允许由运算放大器OP检测在公共电极15上感应的电荷。然而,在每个复位周期 $[t_3, t_4]$ 、 $[t_7, t_8]$ 、 $[t_{11}, t_{12}]$ 之前和之后延伸的周期 $[t_2, t_5]$ 、 $[t_6, t_9]$ 、 $[t_{10}, t_{13}]$ 内,开关SW5优选地断开,以避免在复位周期 $[t_3, t_4]$ 、 $[t_7, t_8]$ 、 $[t_{11}, t_{12}]$ 期间释放压电电荷 Q_{CE} 。运算放大器OP所输出的第二压电信号30由控制器25接收。第二压电信号30可由控制器25例如通过积分或求和而在数字域中累积。

[0341] 当开关SW5在第一周期 $[t_0, t_1]$ 期间闭合时,公共电极15连接至系统接地或共模电压 V_{CM} ,从而静电屏蔽感测电极14、20以防止显示噪声。这可使第一周期 $[t_0, t_1]$ 对应于基础显示器(未示出)的显示周期,而第二周期 $[t_1, t_{14}]$ 可对应于显示消隐周期。以此方式,无需在电容测量与压力测量之间划分显示消隐期,从而为电容测量和压力测量都留出更多时间。

[0342] 还参考图27,开关SW5在第一时间周期 $[t_0, t_1]$ 期间不需要闭合,并且在一些实例中,可能会在第一时间周期 $[t_0, t_1]$ 期间保持断开。使公共电极15悬浮可能不会提供屏蔽显示噪声的功能。然而,将减小感测电极14、20的电容的背景值。这可提高用于通过电容式触摸控制器69测量电容值27的灵敏度。

[0343] 还参考图28,开关SW5不需要在任何复位周期 $[t_3, t_4]$ 、 $[t_7, t_8]$ 、 $[t_{11}, t_{12}]$ 期间断开,并且在一些实例中,可保持闭合。

[0344] 在其它实例中,开关SW5可一直闭合,或者甚至完全省略。

[0345] 尽管参考第一触摸面板10进行了描述,但是第十设备84可替代地使用第二触摸面板53、第三触摸面板58或包括布置在一个或多个公共电极15与多个感测电极14、20之间的压电层16的任何其它合适的触摸面板。

[0346] 尽管上文已经主要参考组合的压电和电容式触摸面板和设备对实例进行了描述,但是应当理解,本说明书的第一和第二方法也可用于不测量电容并且仅测量压电压力信号的触摸面板设备中。假设压电触摸面板允许确定用户交互的坐标 x 、 y ,则系数 $k_n(x, y)$ 、 $h_m(x, y)$ 的适当预校准值,和/或 $C_{CE}(x, y)$ 可被检索并应用在公式(13)、(15)、(16)或其等效电压中。

[0347] 尽管在上文描述的一些实例中,对应于每个第一感测电极14或第二感测电极20生成第一压电压力信号29,但是事实未必如此。在其它实例中,来自两个或更多个相邻感测电极14、20的组的信号可由单个电荷放大器34组合,以产生与在两个或更多个相邻感测电极14、20的组上感应的电荷相对应的第一压电压力信号29。

[0348] 尽管上文已经主要参考其中第一感测电极14和第二感测电极20在垂直方向上伸长的触摸面板描述了实例,但是事实未必如此。在其它实例中,可省略第二感测电极20,并且第一感测电极可采用离散触摸板的二维阵列的形式。在其它实例中,可省略第二感测电极20,并且第一感测电极14可采用离散触摸面板的形式,所述离散触摸面板以不规则的阵列布置,安置在任意位置,或者与布置成一个或多个规则阵列的一些第一感测电极14和安置成一个或多个不规则阵列或安置在任何位置的其它第一感测电极14的混合一起布置。本说明书的第一和第二方法仍然可以与此类实例一起使用。

[0349] 尽管在本申请中已经将权利要求表述为特定的特征组合,但是应当理解,本发明的公开范围还包括本文中显式或隐式公开的任何新颖特征或特征的任何新颖组合或其任何概括,无论其是否与任何权利要求中当前要求保护的同一发明有关,以及其是否减轻了与本发明相同的任何或所有技术问题。申请人特此通知,在本申请或从其衍生的任何其它申请的起诉期间,新的权利要求书可能适用于这些特征和/或这些特征的组合。

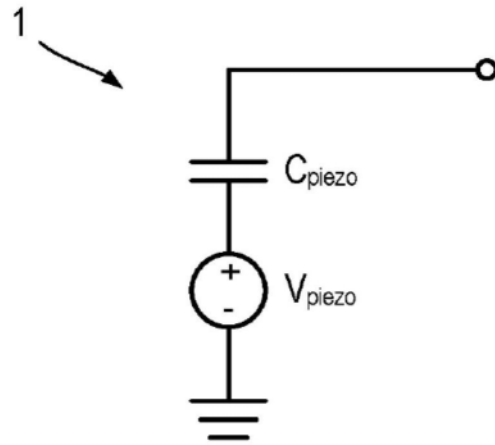


图1

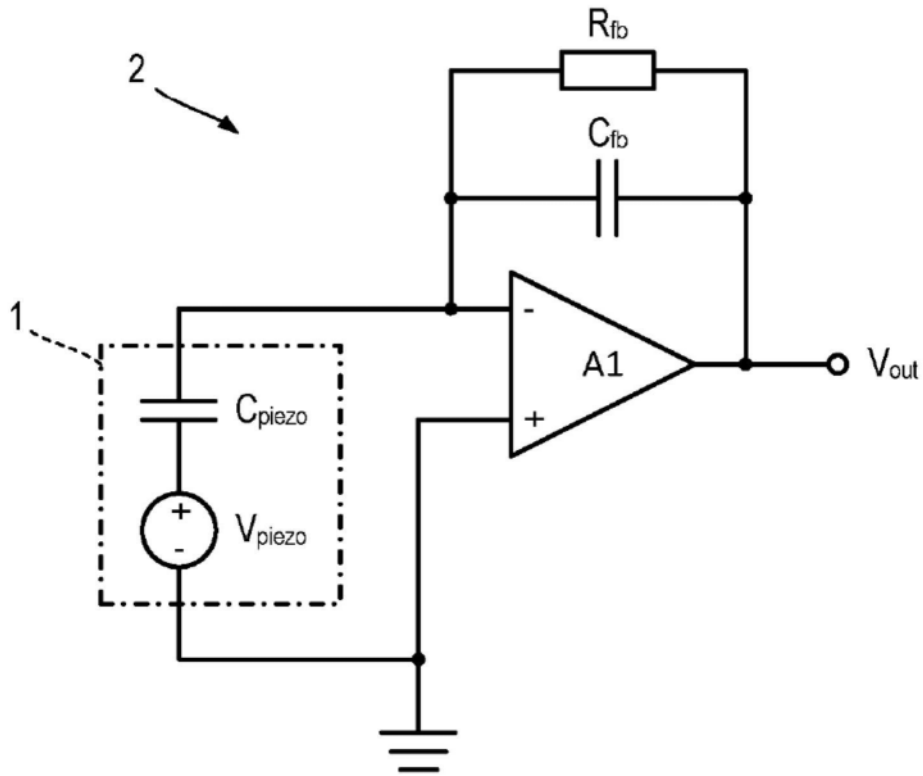


图2

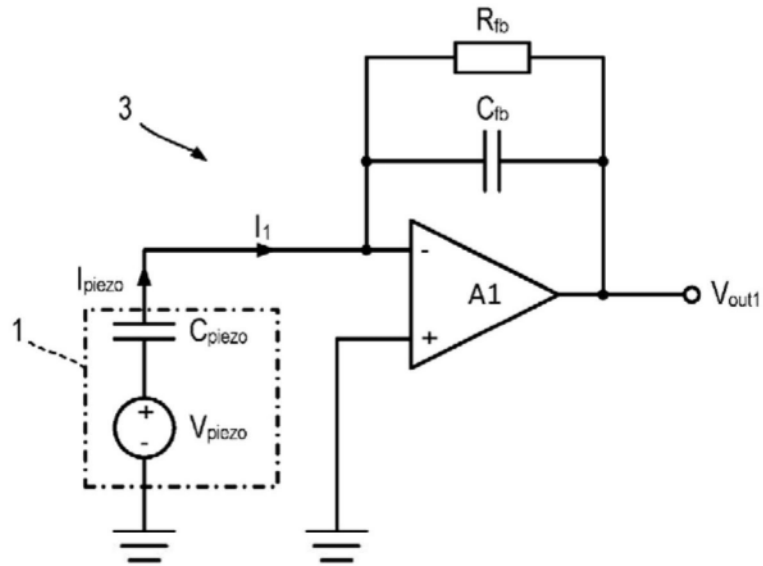


图3

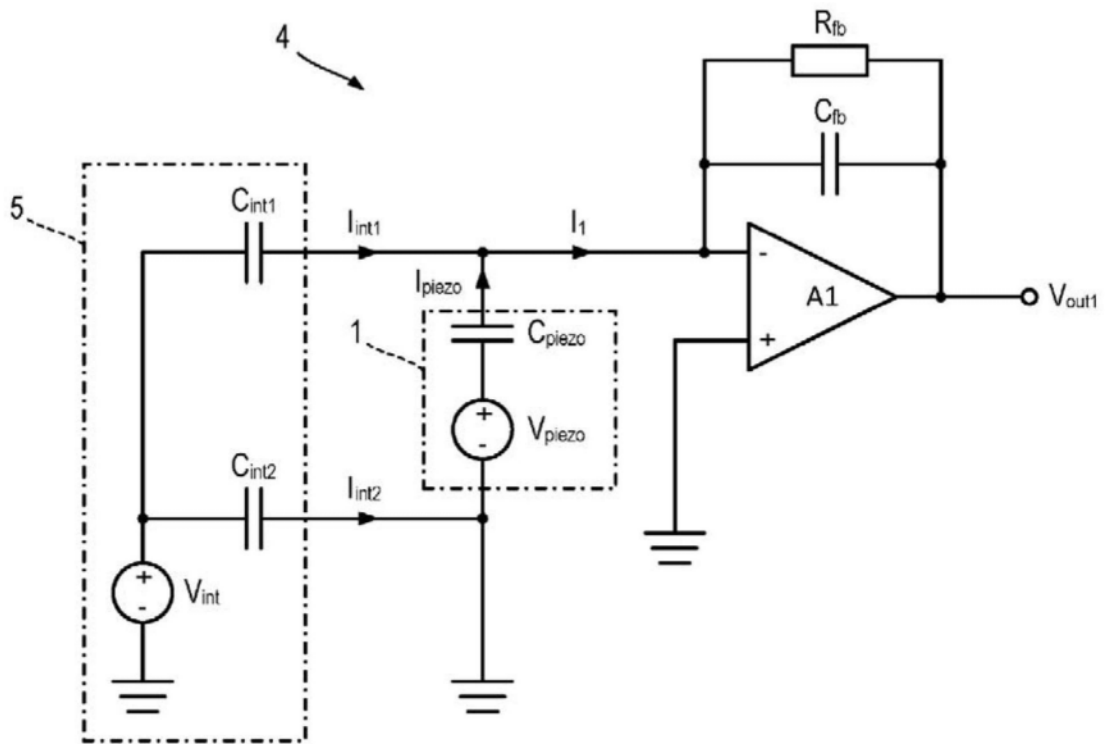


图4

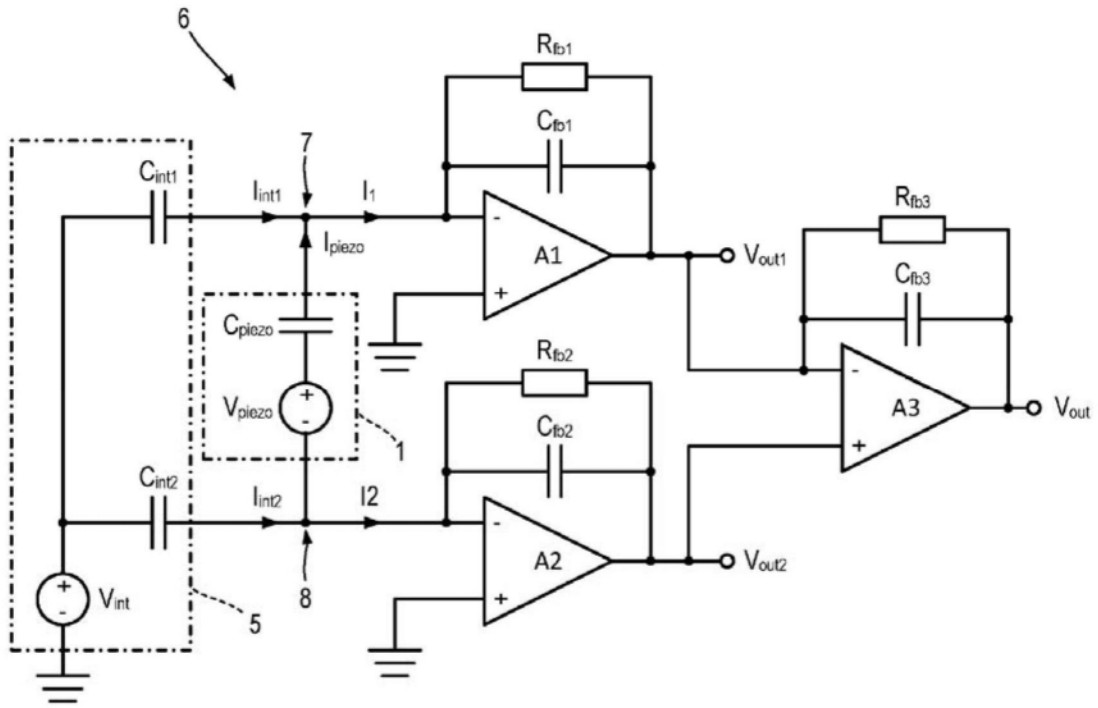


图5

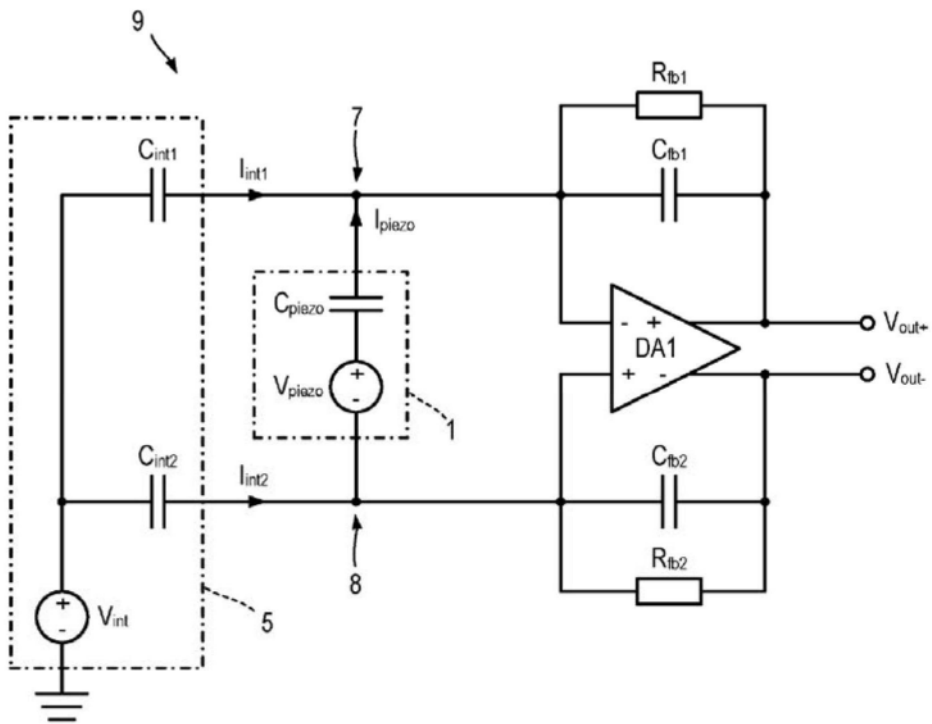


图6

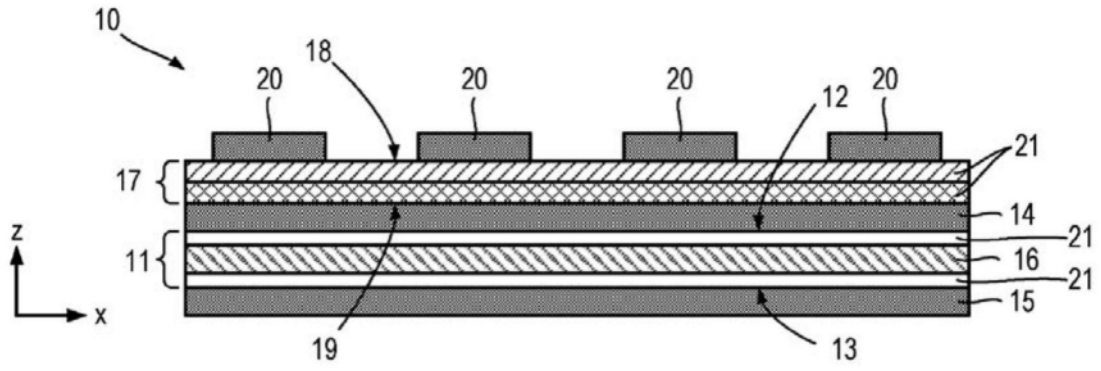


图7

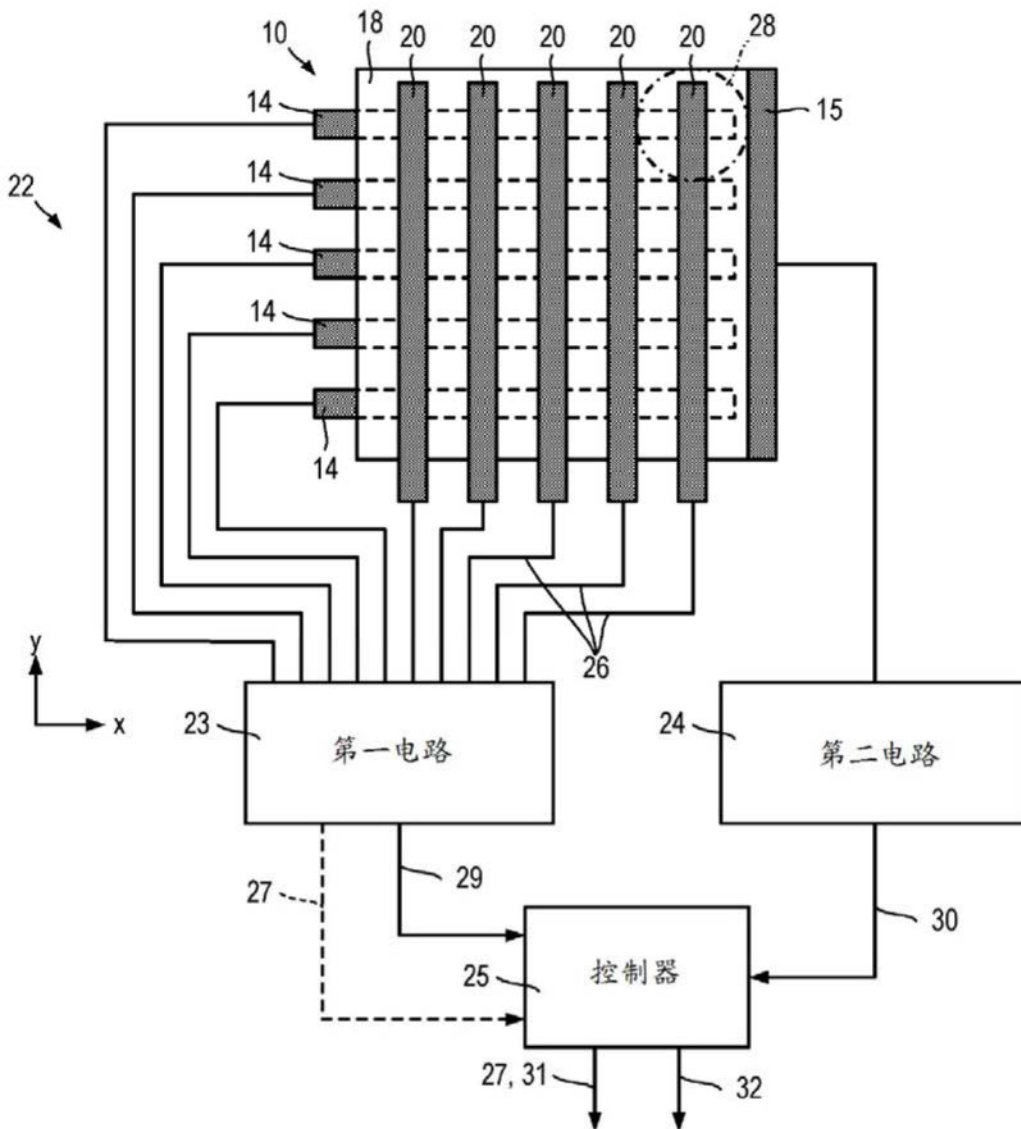


图8

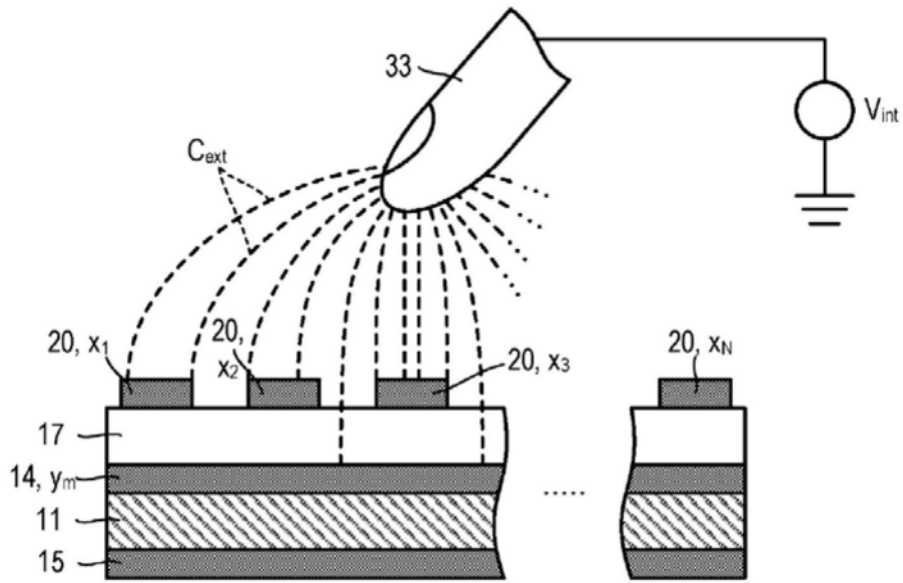


图9

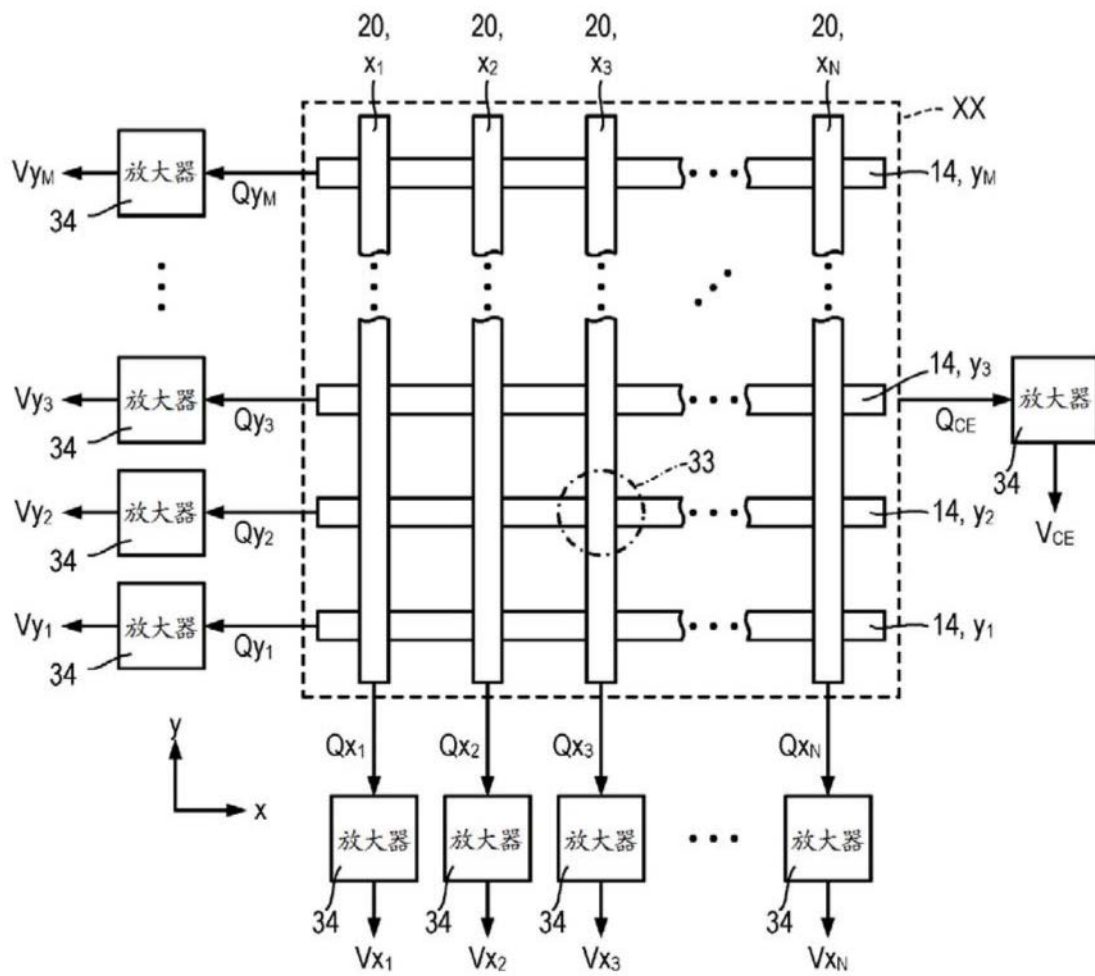


图10

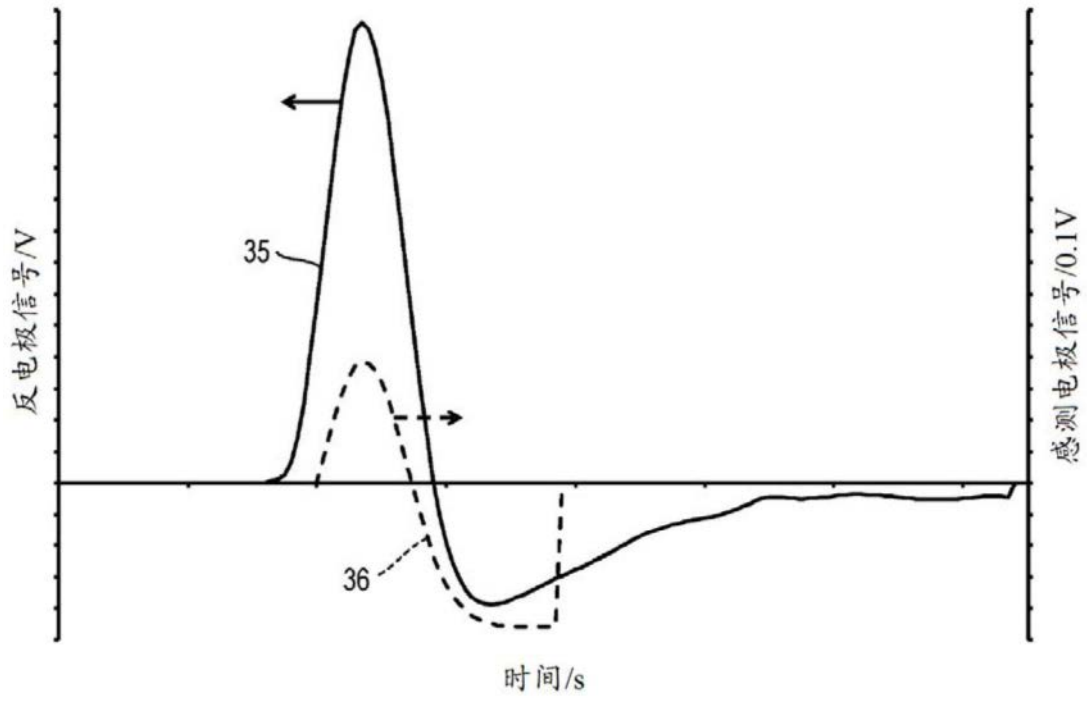


图11

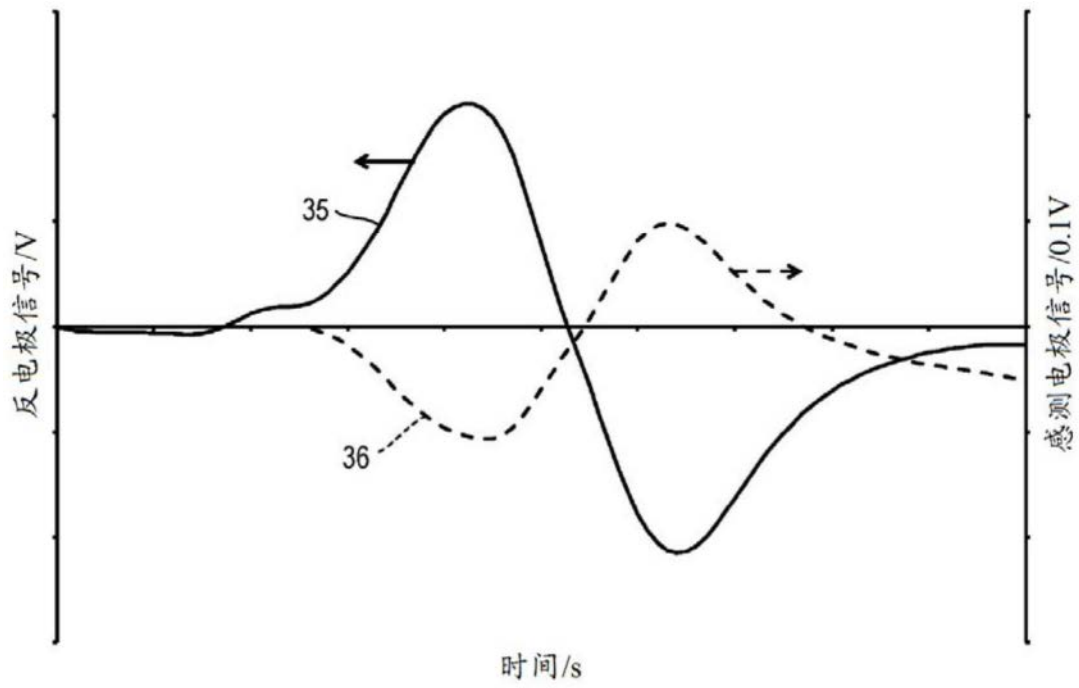


图12

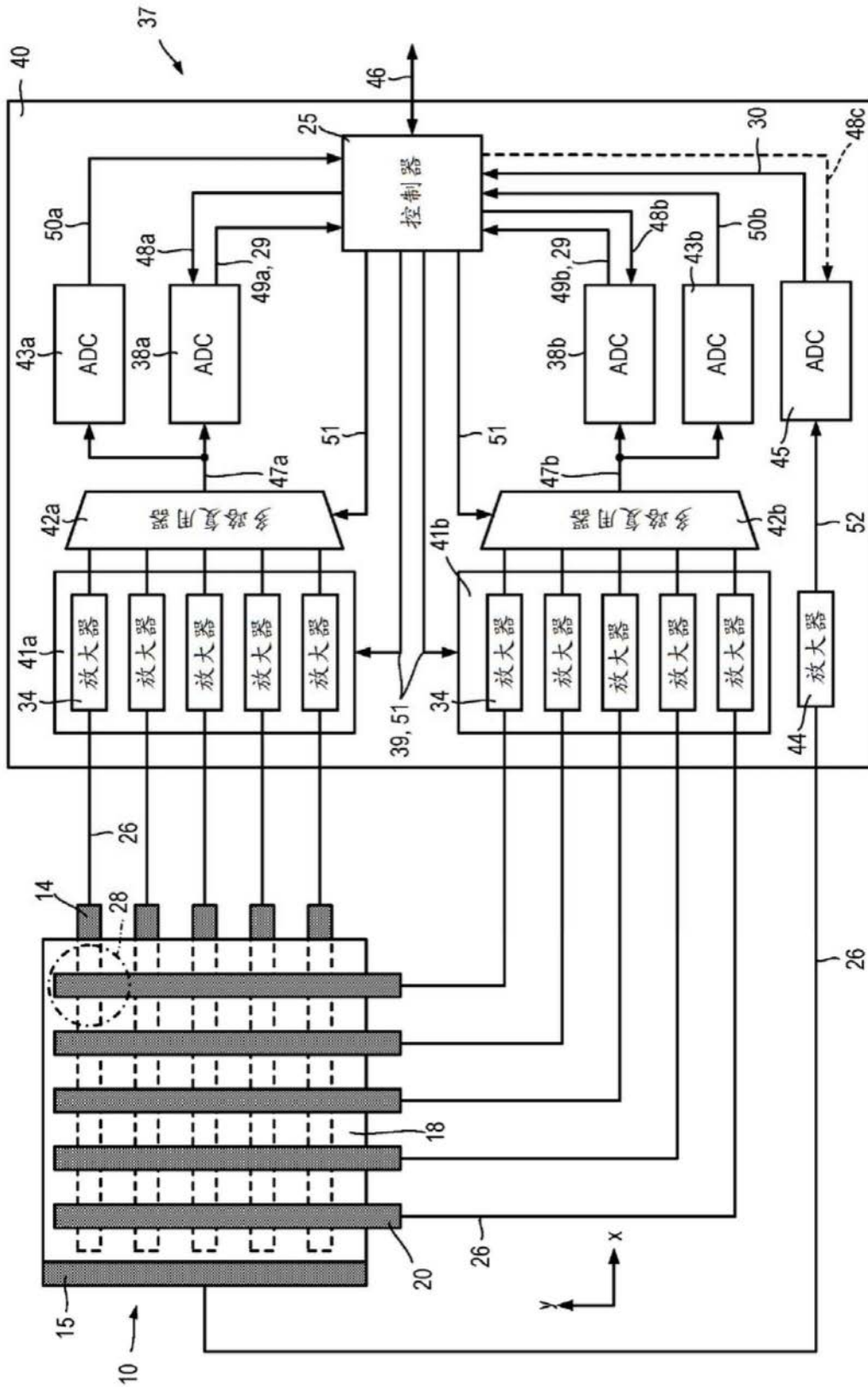


图13

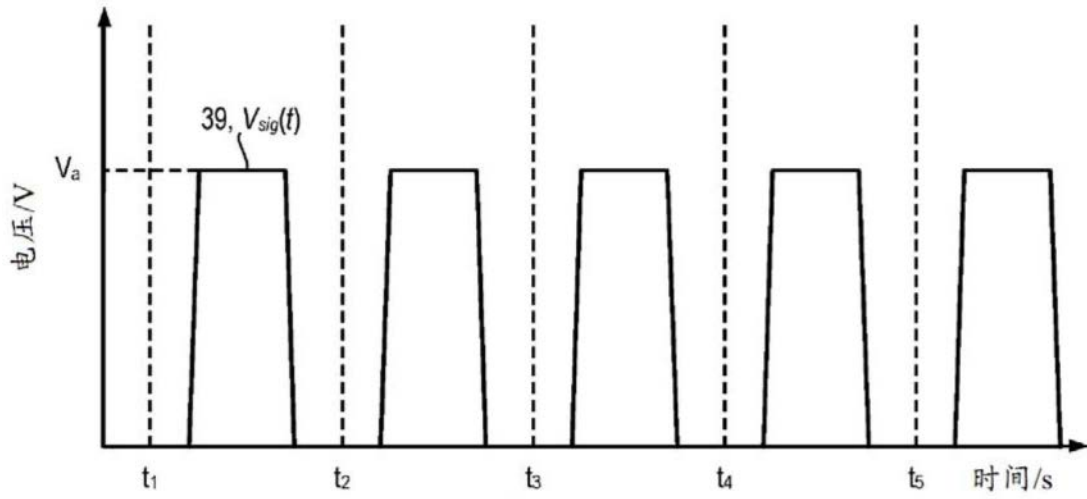


图14A

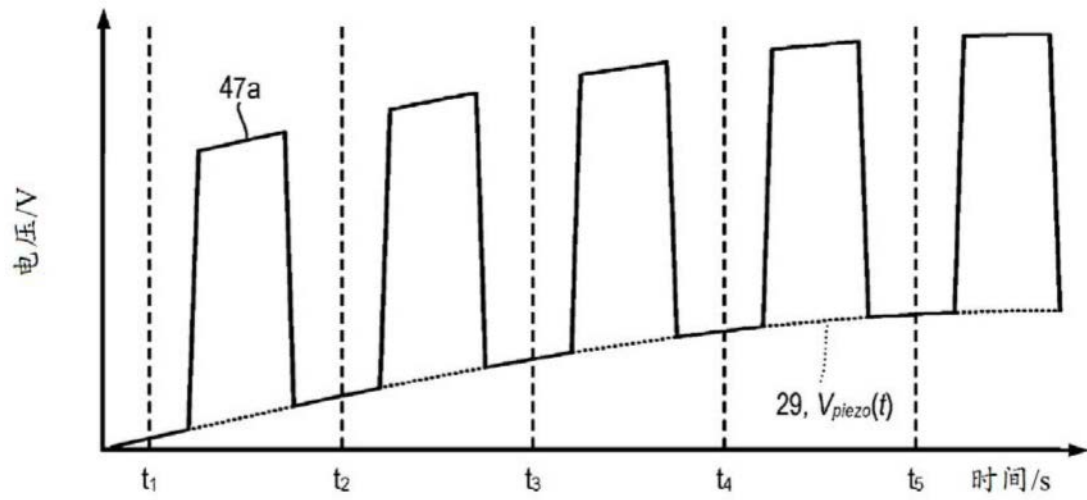


图14B

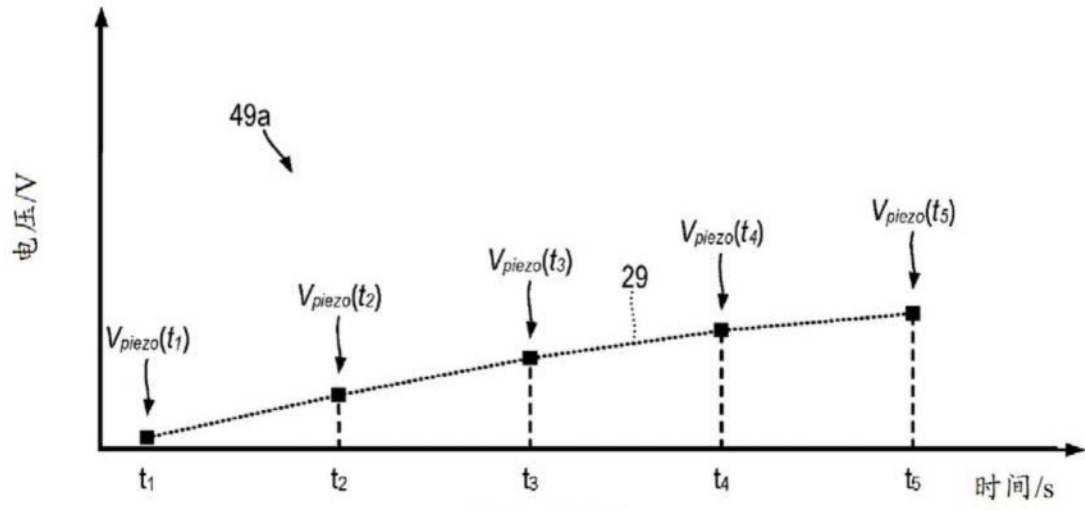


图14C

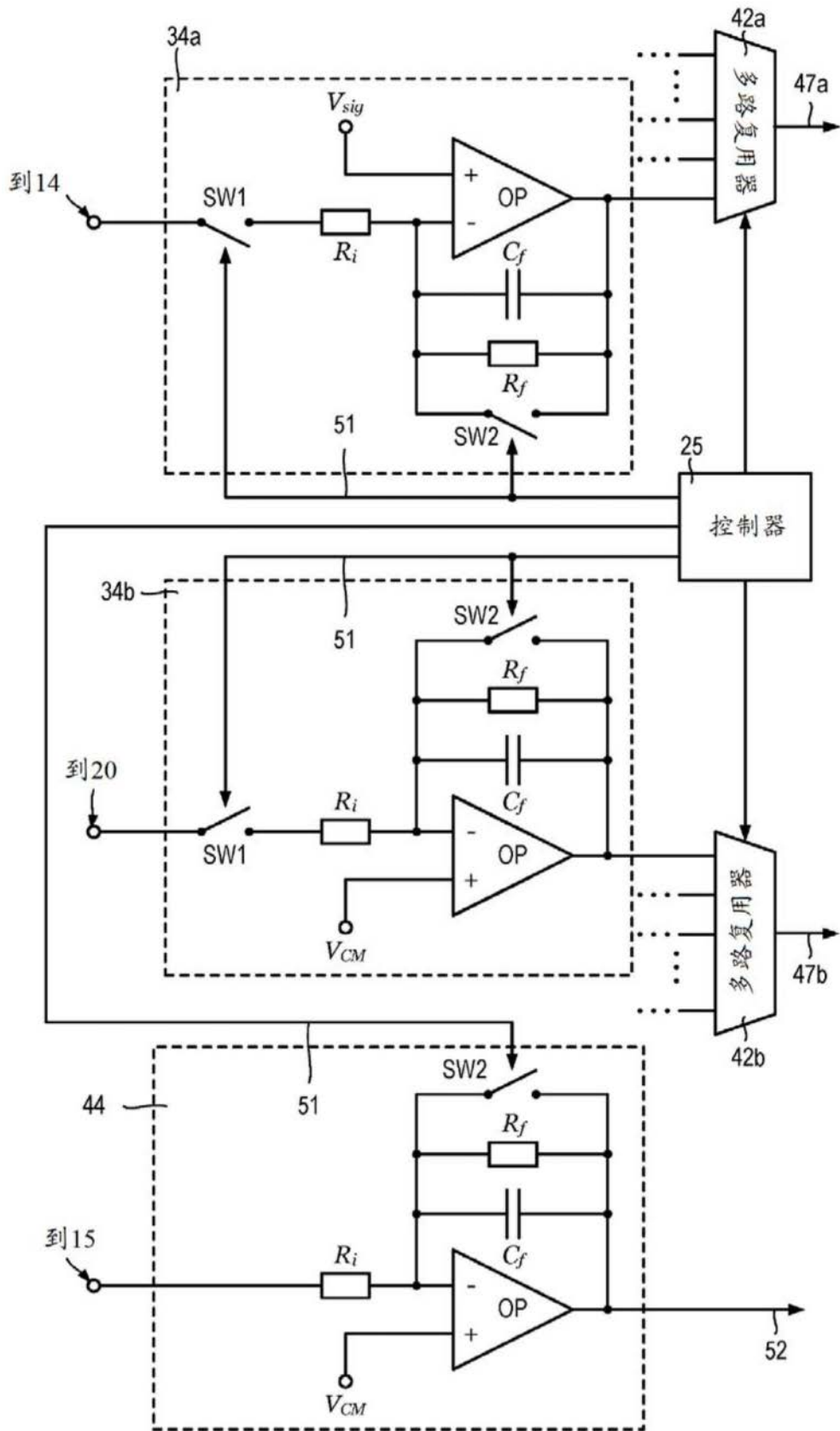


图15

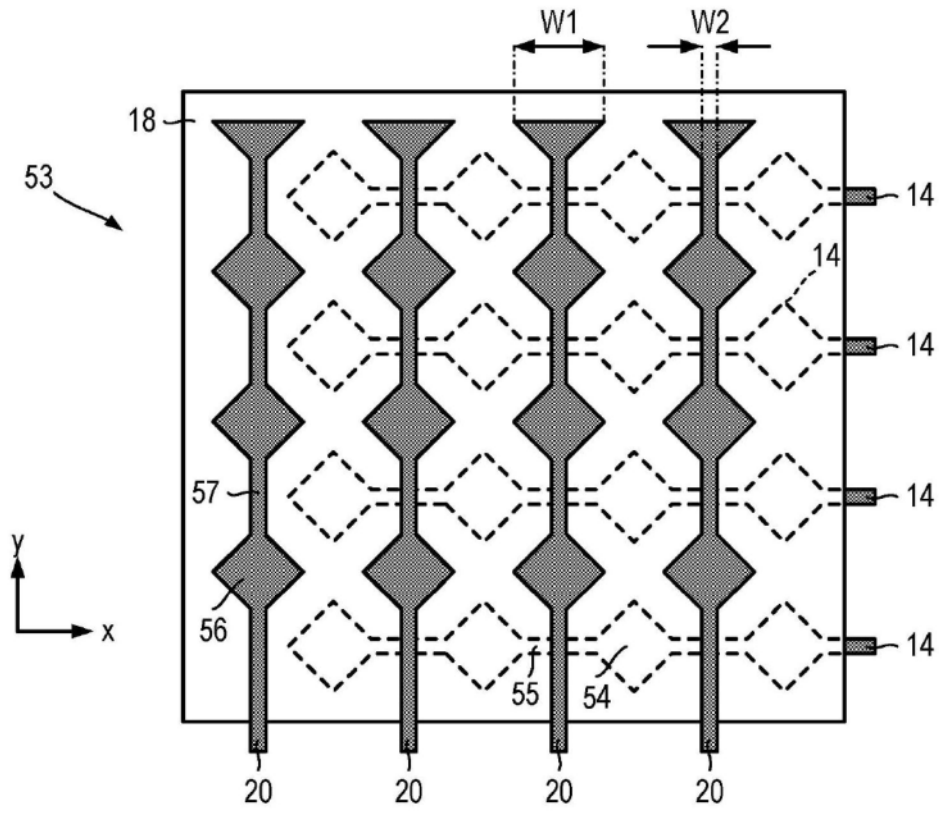


图16

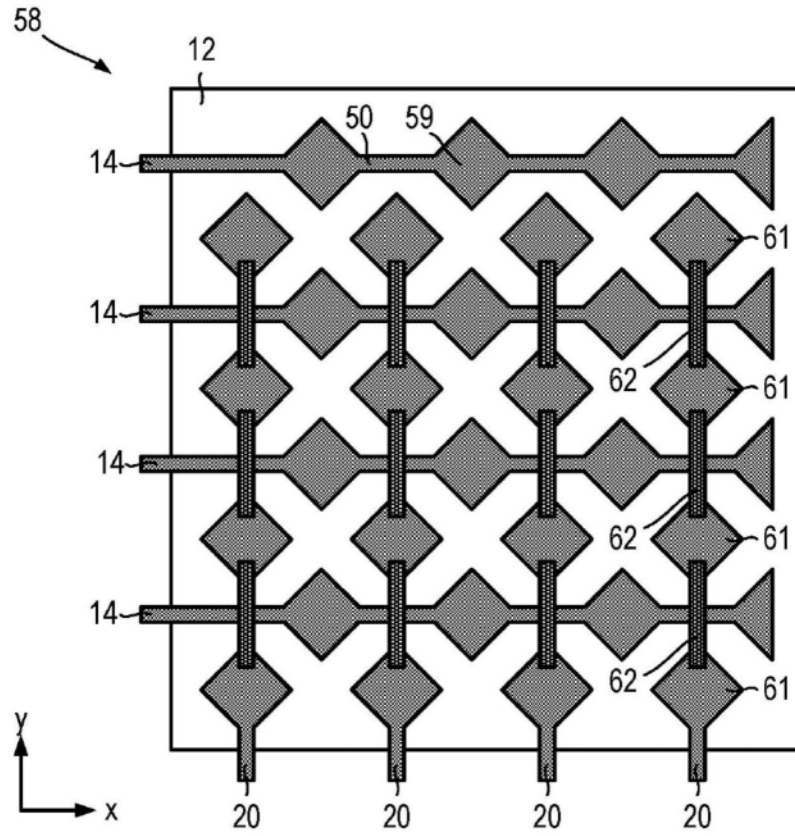


图17

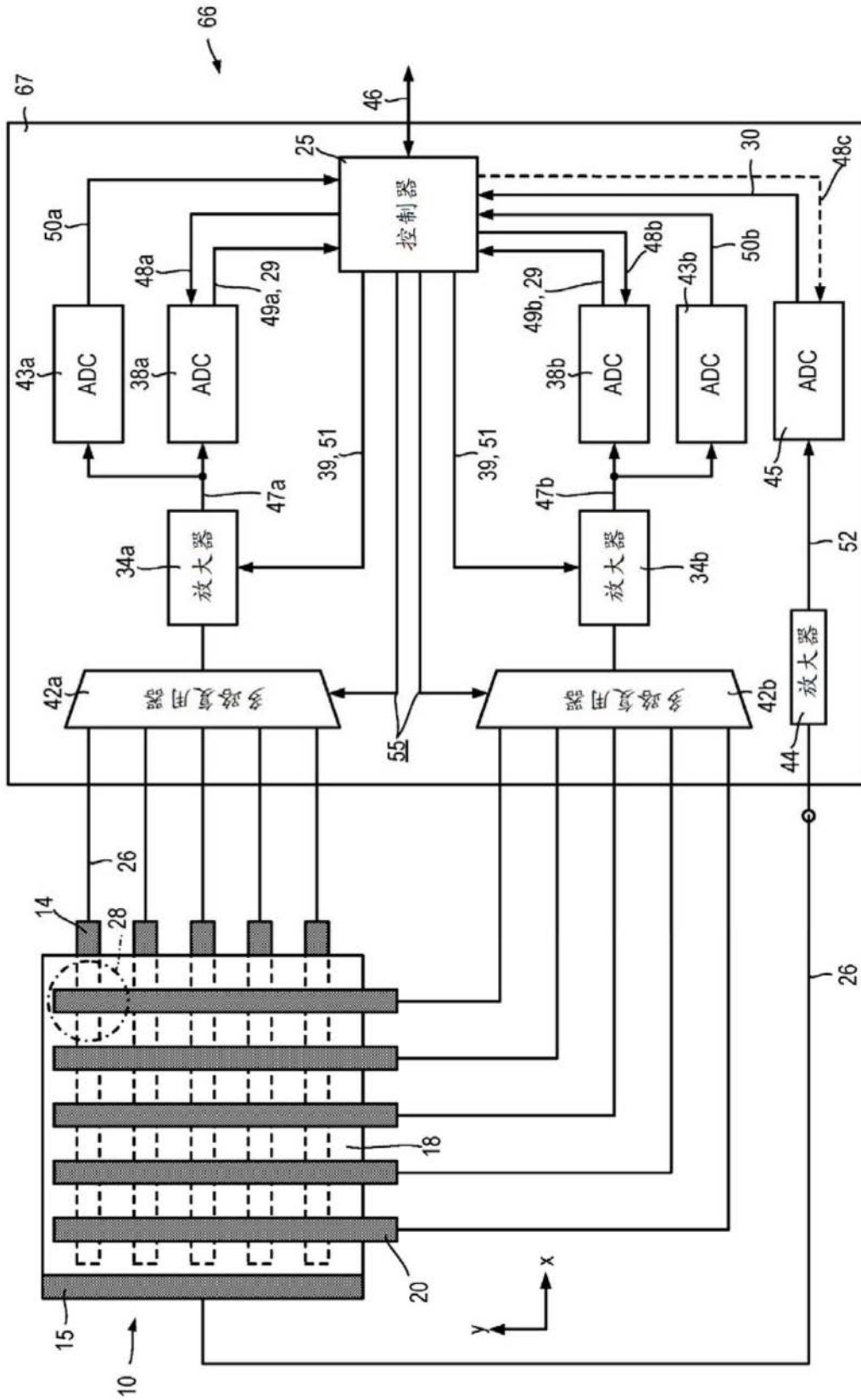


图18

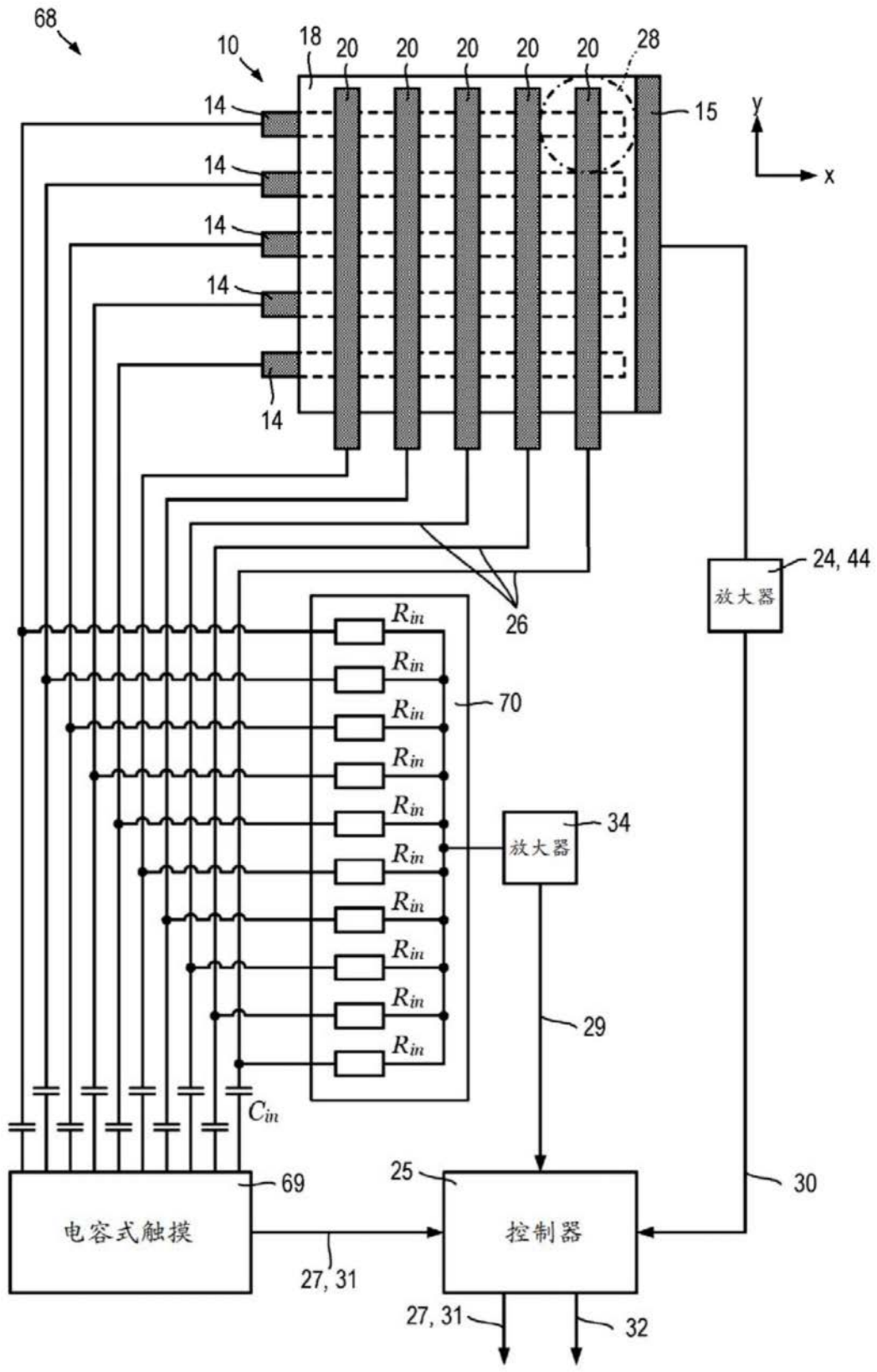


图19

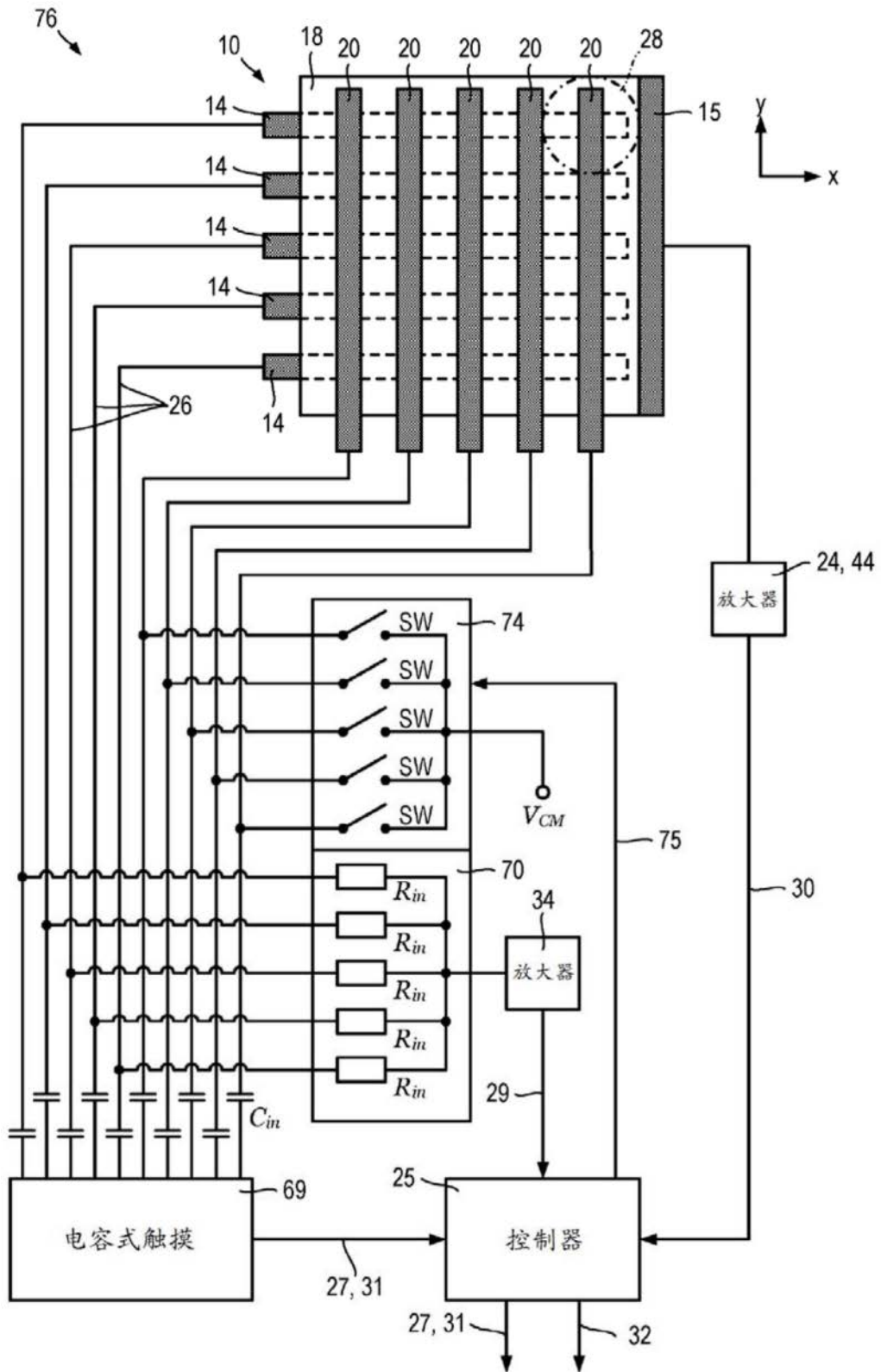


图21

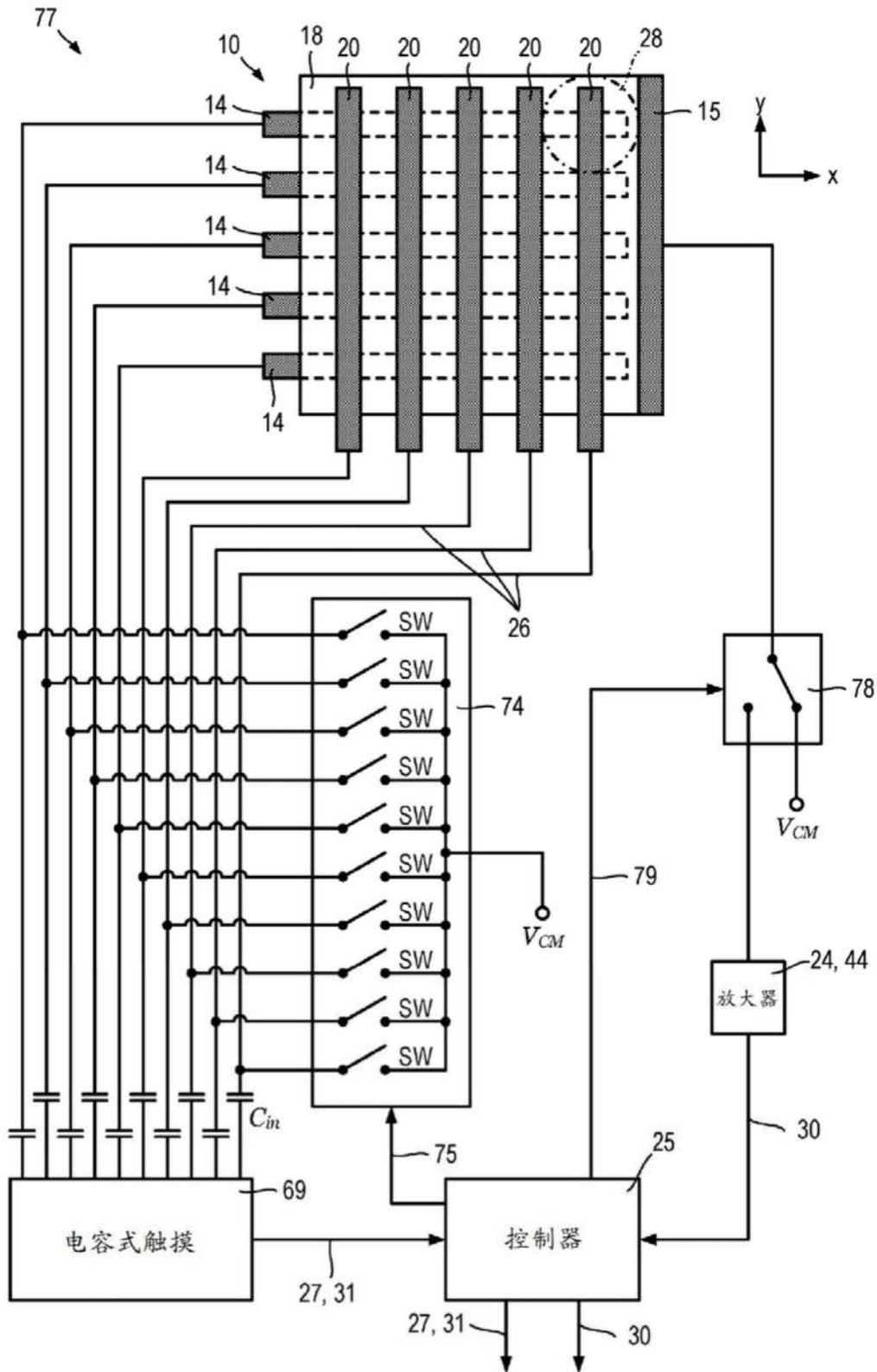


图22

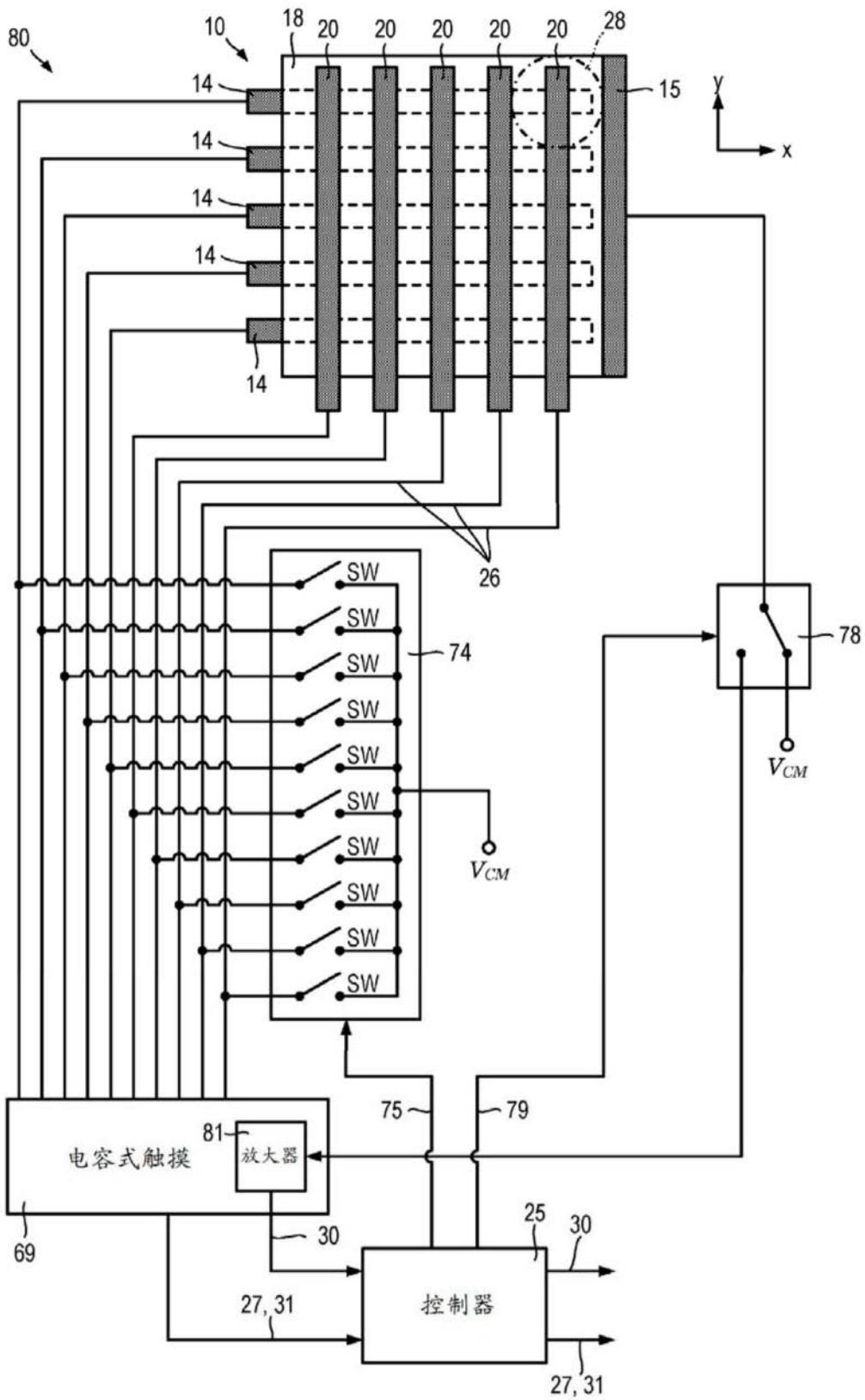


图23

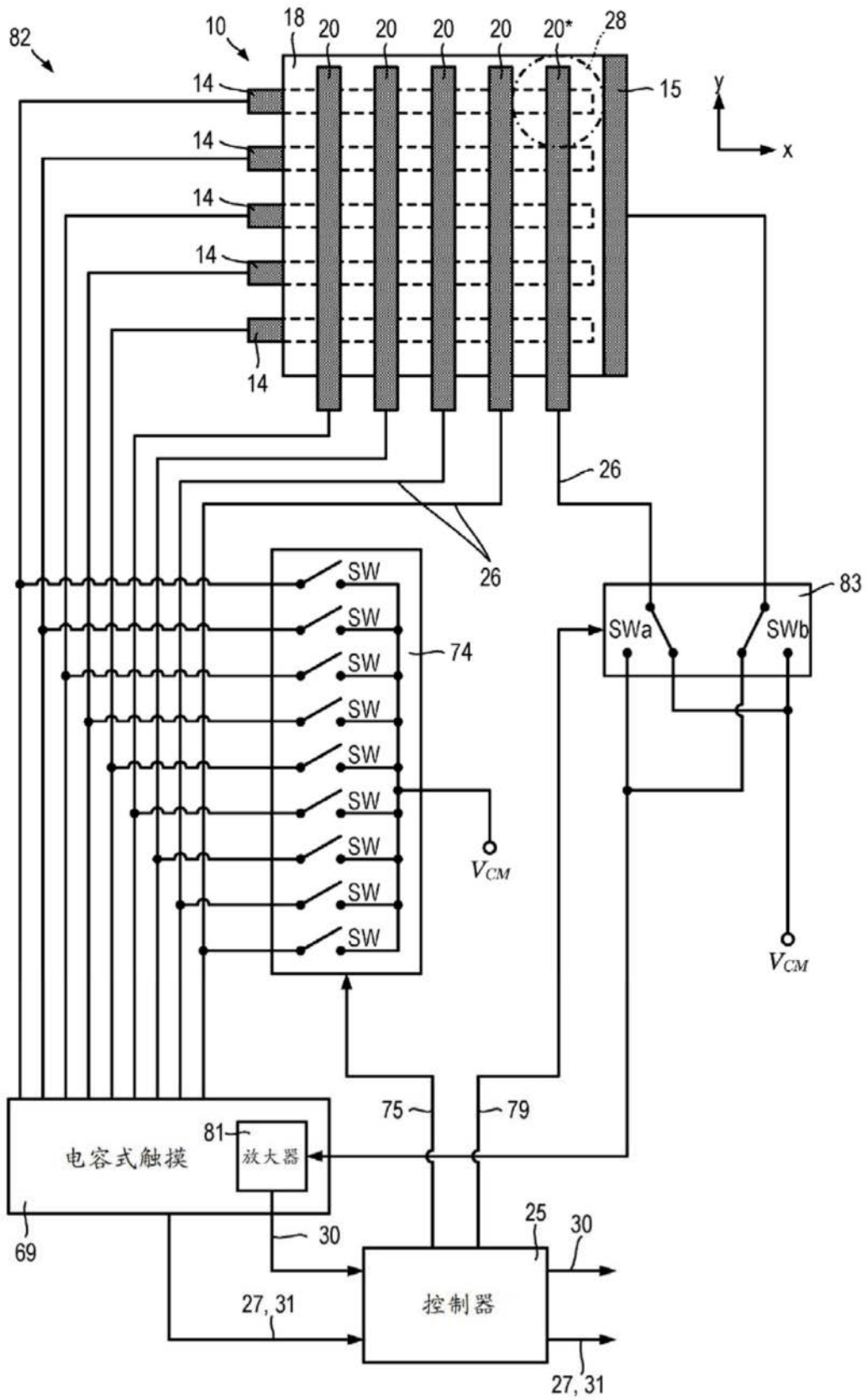


图24

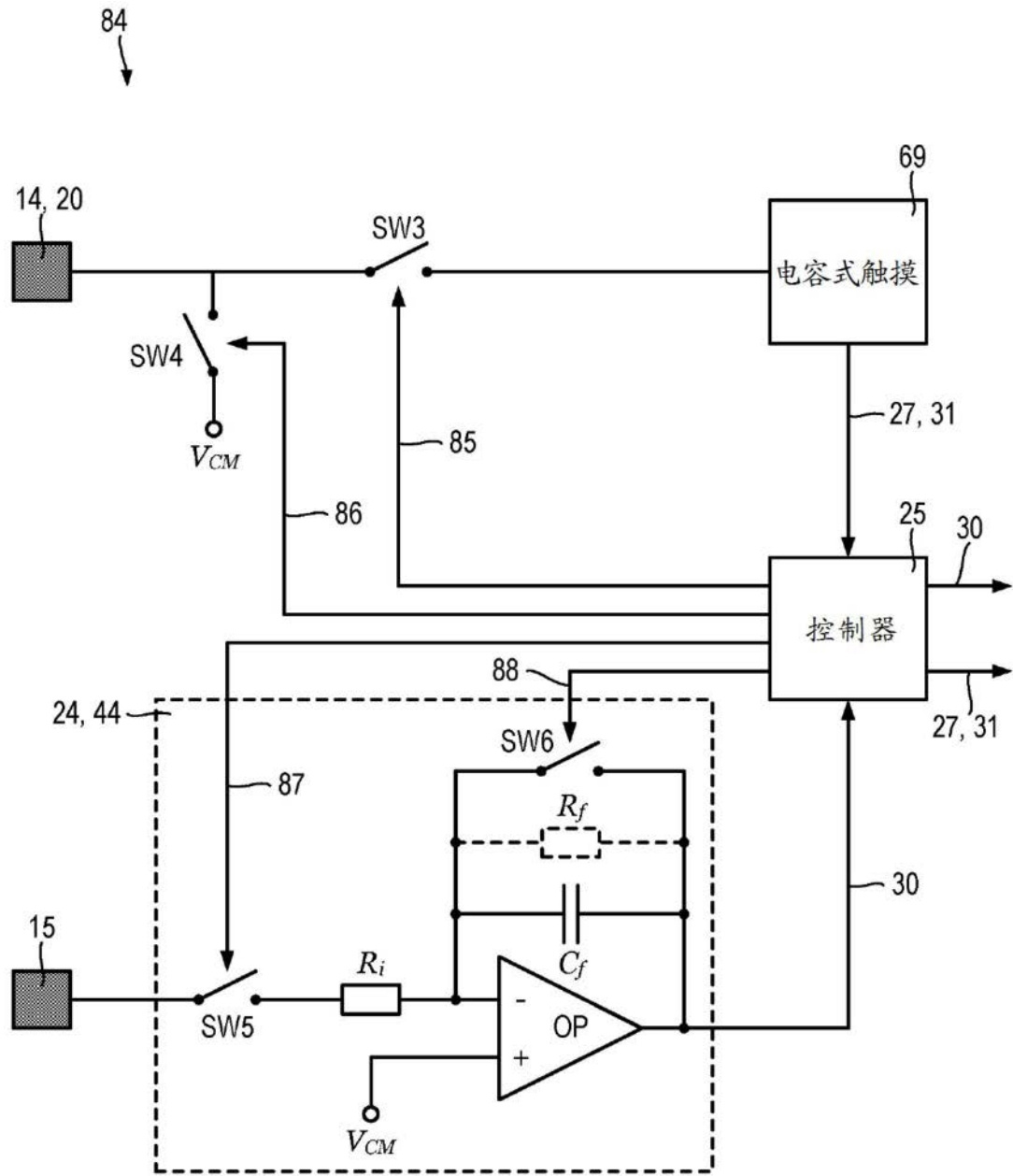


图25

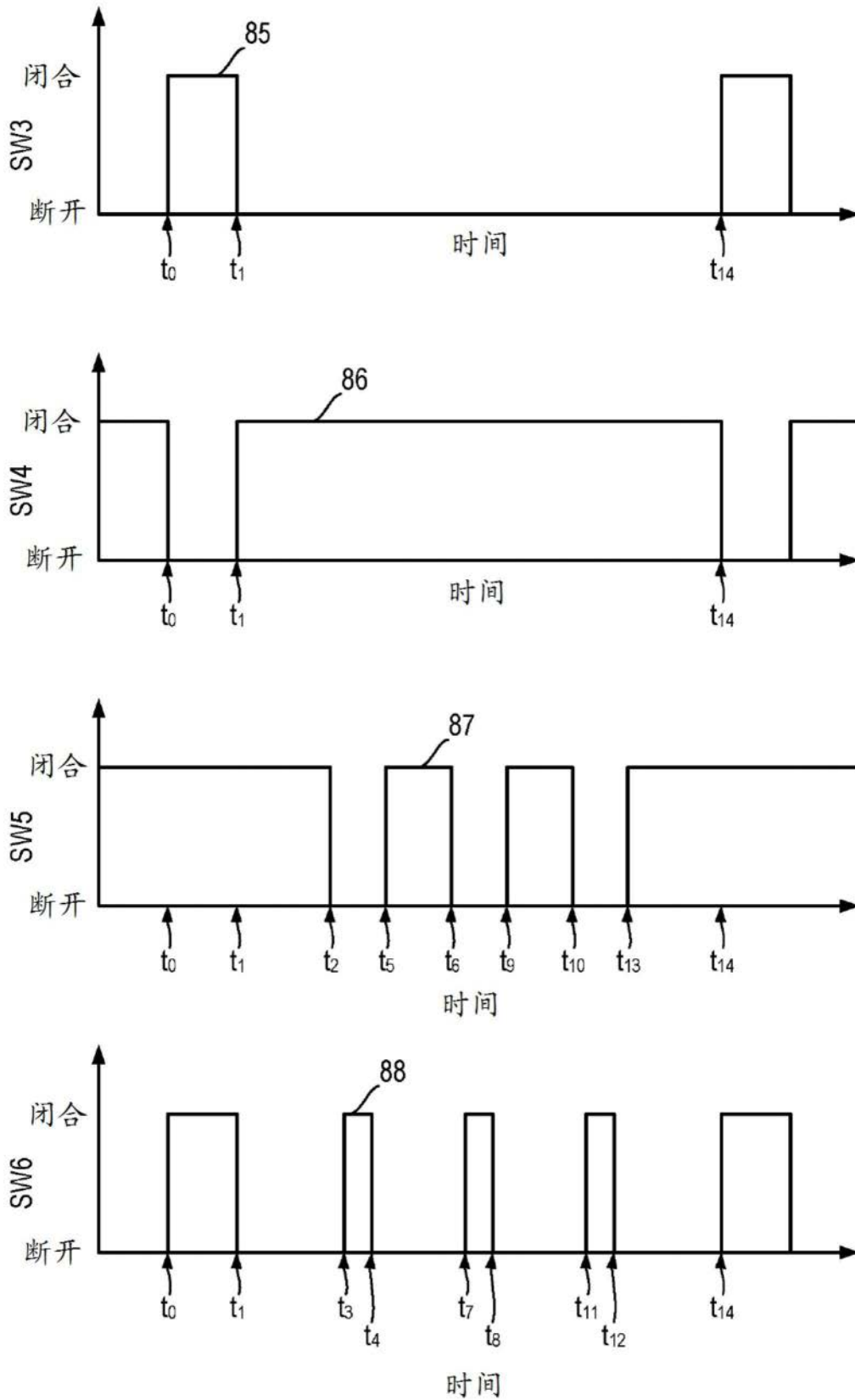


图26

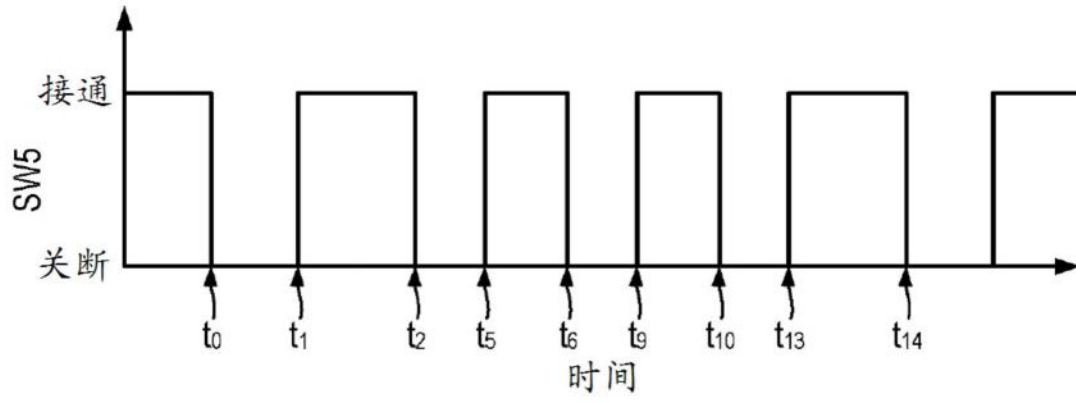


图27

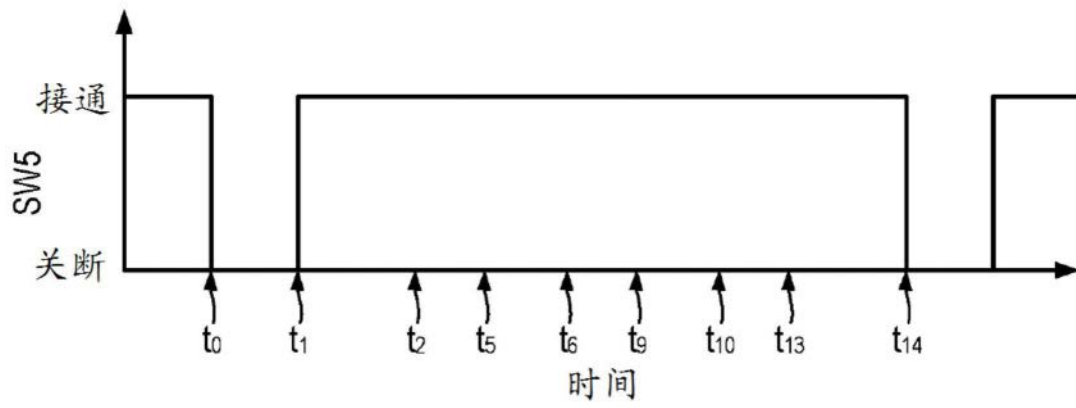


图28