



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1853155 B

(45) 授权公告日 2010.08.04

(21) 申请号 200480012106.8

代理人 吴立明 陈景峻

(22) 申请日 2004.04.28

(51) Int. Cl.

(30) 优先权数据

G06F 3/033(2006.01)

0310409.8 2003.05.07 GB

H03K 17/955(2006.01)

(85) PCT申请进入国家阶段日

(56) 对比文件

2005.11.04

CN 1229474 A, 1999.09.22, 全文.

(86) PCT申请的申请数据

US 6239788 B1, 2001.05.29, 说明书第29栏

PCT/IB2004/001426 2004.04.28

第63行到第30栏第18行.

(87) PCT申请的公布数据

WO 02103621 A2, 2002.12.27, 说明书第11

W02004/099964 EN 2004.11.18

页第27行到第17页第14行、权利要求1, 9, 11,

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

审查员 姚天宇

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 C·范伯克 A·J·霍斯金斯

D·S·乔治

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司
72001

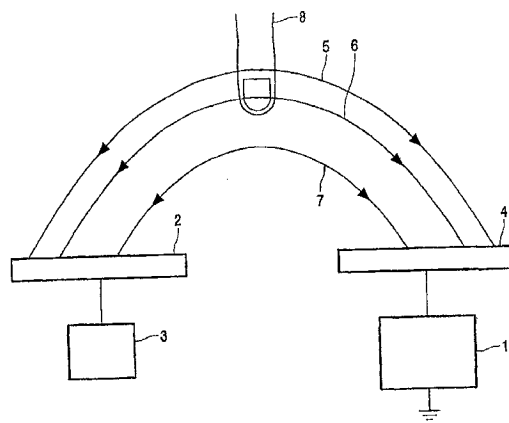
权利要求书 1 页 说明书 9 页 附图 7 页

(54) 发明名称

电场目标检测系统和从该系统的接收电极提供输出的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电场目标检测系统(1)和方法。这种系统(1)包括:发射器电极(2);接收器电极(4);与接收器电极耦合的开关电路(32);与发射器电极(2)和开关电路(32)耦合的交变电压源(3);以及与接收器电极(4)耦合的输出连接(34)。按照交变电压周期执行的电荷泵在开关电路(32)的电容器(43)上提供电压,其取决于发射器电极(2)与接收器电极(4)之间的电容耦合而增大。开关电路(32)的电容器(43)两端的电压可以允许达到饱和,而且这个饱和电压用作输出(20),当目标(8)处在发射器电极和接收器电极附近时输出(20)改变。输出(20)可以馈给高阻抗读出装置,例如ADC(24)。系统(1)可以用CMOS实现,以及集成在电子产品的控制电路内。



1. 一种电场目标检测系统,所述系统包括:

发射器电极 (2);

接收器电极 (4);

与接收器电极 (4) 耦合的电荷泵电路 (32);

与发射器电极 (2) 和电荷泵电路 (32) 耦合的交变电压源 (3); 以及

与接收器电极 (4) 耦合的输出连接 (34);

其中,所述电荷泵电路 (32) 配置成按照从交变电压源 (3) 施加到发射器电极 (2) 和电荷泵电路上的交变电压的共同周期,来执行电荷泵;而所述电荷泵电路 (32) 包括电容器 (43),该电荷泵电路 (32) 被配置成使得当在电容器 (43) 两端形成的电压 (20) 饱和时,该电压 (20) 在取决于发射器电极 (2) 与接收器电极 (4) 之间的电容的电平上饱和,其特征在于设置该电场目标检测系统以允许在电容器 (43) 两端形成的电压 (20) 达到饱和并使用该饱和的电压作为输出 (20),在目标 (8) 处于发射器电极 (2) 和接收器电极 (4) 附近时所述输出改变。

2. 按照权利要求 1 所述的系统,所述系统还包括与输出连接 (34) 耦合的高阻抗读出装置 (24)。

3. 按照权利要求 2 所述的系统,其中所述高阻抗读出装置是模数转换器 (24)。

4. 按照权利要求 2 所述的系统,其中所述高阻抗读出装置是比较器。

5. 按照权利要求 1 至 4 中任一权利要求所述的系统,其中所述交变电压源通过谐振电路与发射器电极 (2) 耦合。

6. 按照权利要求 1 至 4 中任一权利要求所述的系统,至少部分用 CMOS 实现。

7. 一种用于电子产品的控制电路,包括集成在所述控制电路内的按照权利要求 1 至 6 中任一权利要求所述的系统。

8. 一种从电场目标检测系统 (1) 的接收器电极 (4) 提供输出的方法,所述方法包括:

将第一交变电压 (50) 提供给发射器电极 (2);

将相位与第一交变电压 (50) 相同的第二交变电压 (18) 提供给与接收器电极 (4) 耦合的开关电路 (32);

按照交变电压的周期,用开关电路 (32) 执行电荷泵,以在开关电路 (32) 的电容器 (43) 上提供电压 (20),其取决于发射器电极 (2) 与接收器电极 (4) 之间的电容耦合而增大;

允许开关电路 (32) 的电容器 (43) 上的电压 (20) 达到饱和; 以及

用饱和电压作为输出 (20),在目标 (8) 处在发射器电极 (2) 和接收器电极 (4) 附近时所述输出 (20) 改变。

9. 按照权利要求 8 所述的方法,所述方法还包括将输出 (20) 馈入高阻抗读出装置 (24)。

10. 按照权利要求 9 所述的方法,其中所述高阻抗读出装置是模数转换器 (24)。

11. 按照权利要求 9 所述的方法,其中所述高阻抗读出装置是比较器。

12. 按照权利要求 8 至 11 中任一权利要求所述的方法,其中所述第一交变电压与第二交变电压 (18) 相同。

13. 按照权利要求 8 至 11 中任一权利要求所述的方法,其中所述第一交变电压 (50) 是通过将第二交变电压 (18) 经过谐振滤波器馈给发射器电极 (2) 提供的。

电场目标检测系统和从该系统的接收电极提供输出的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及使用电场检测的目标检测。电场检测也称为准静电检测,又可以称为交叉电容检测。本发明特别适合但不局限于用目标检测来提供用户接口输入。

背景技术

[0002] 一种用来进行目标检测的检测技术是电容检测。另一种用来进行目标检测的检测技术是电场检测,也称为准静电检测,又可以称为交叉电容检测。

[0003] 在它的很简单的形式中,电容检测只是用一个电极,测量的是这个电极的负载电容。负载电容由电极与所有电极周围接地目标之间的所有电容之和所确定。这是以接近性检测实现的。

[0004] 可以称为交叉电容检测的电场检测使用多个电极,从而可以有效地测量两个电极之间的比电容(specific capacitance)。与电场产生装置连接的电极可以认为电场检测发射器电极(或发射器电极),而与测量装置连接的电极可以认为电场检测接收器电极(或接收器电极)。发射器电极通过施加一个交变电压激励。由于电极之间的电容耦合(即,电场线效应),因而在接收器电极内会感应出一个位移电流。如果有一个目标放在电极附近(即放在这些场线内),其中一些场线就会被这个目标终止,从而使电容性电流减小。

[0005] 在已知的使用电场检测的目标检测系统中,通过监控电容性位移电流或其改变来检测目标是否存在的。例如,US 6,025,726 公开了用电场检测装置作为计算机及其他应用的用户输入装置。电场检测装置根据所指定的应用检测用户的一个(或多个)手指、手或整个人的位置。WO-02/103621 公开了一种 2 相电荷积累检测电路,使用电场检测来监控目标检测系统内的电容性电流。这种检测电路可以集成在显示器内。

[0006] 在电容检测的不同领域中,DE 1,992,7358 公开了应用 CMOS 技术的集成电路的使用以提供单个芯片电容检测器。此外,在电容检测的不同领域中,US 6,259,804 公开了用模数变换(ADC)处理来自一个靠接触进行操作的电容传感器阵列的信号。

[0007] 本发明的发明者认识到在已知的电场检测装置内测量电容性位移电流或其改变情况是可信的,而这需要由复杂的电路提供精密的测量。本发明的发明者认识到这个要求是较高的,因为在所有各种已知的电场目标检测系统内所用的基本方法是测量电容性位移电流或者在电容器接地后电容性位移电流在建立期间的改变情况。

发明内容

[0008] 在第一方面,本发明提供了一种电场目标检测系统(也可以称为交叉电容目标检测系统),这种系统包括:发射器电极;接收器电极;与接收器电极耦合的电荷泵电路或开关电路;直接或间接与发射器电极和电荷泵/开关电路耦合的交变电压源;以及与接收器电极耦合的输出连接。电荷泵/开关电路配置成按照从交变电压源加到发射器电极和电荷泵/开关电路上的交变电压的共同周期进行切换,以便执行电荷泵。电荷泵电路包括电容器,该电荷泵电路被配置成使得当在电容器上形成的电压饱和时,该电压在取决于发射器

电极与接收器电极之间的电容的电平上饱和；设置该电场目标检测系统以允许在电容器两端形成的电压达到饱和并使用该饱和的电压作为输出，这个输出在目标放在或移动到发射器电极与接收器电极之间或发射器电极和接收器电极附近时改变。

[0009] 优选的是，这种系统还包括与输出连接耦合的高阻抗读出装置。高阻抗读出装置的优选形式包括模数转换器或比较器。

[0010] 在上述系统中，所述交变电压源优选通过谐振电路与发射器电极耦合。

[0011] 这种系统或者至少一些甚至所有电路部分（例如，不一定包括电极）可以有利地用 CMOS 实现。此外，这种系统或者至少一些或者所有电路部分（例如，不一定包括电极）特别在用 CMOS 实现时可以方便地集成在电子产品的控制电路内。

[0012] 在另一方面，本发明提供了一种从电场目标检测系统（也可以称为交叉电容目标检测系统）的接收器电极提供输出的方法，这种方法包括：将第一交变电压提供到发射器电极上；将相位与第一交变电压相同的第二交变电压提供给与接收器电极耦合的电荷泵/开关电路；按照交变电压的周期用电荷泵/开关电路执行电荷泵/切换，以在电荷泵/开关电路的电容器上提供电压，其取决于发射器电极与接收器电极（4）之间的电容耦合而增大；允许开关电路的电容器上的电压达到饱和；以及用饱和电压作为输出，这个输出在目标放在或移动到发射器电极与接收器电极之间或发射器电极和接收器电极附近时改变。

[0013] 优选的是，这种方法还包括将输出馈入高阻抗读出装置。高阻抗读出装置的优选形式包括模数转换器或比较器。

[0014] 第一交变电压可以与第二交变电压相同。另一种可能是，将第二交变电压通过谐振滤波器或者其他类型的滤波器或放大器馈给发射器电极来提供第一交变电压。

[0015] 在其他方面，用一个开关电路或其他适当装置来执行电荷泵操作或其他处理，以提供使电容器或其他电荷存储设备在取决于发射器电极与接收器电极之间的电容的电压或电荷电平上达到饱和的过程，这个电容在目标放在或移动到发射器电极和接收器电极之间或附近时发生改变。

[0016] 开关电路或其他装置可以配置成将在电容器的各侧的交变电压切换到接收器电极或接地线上。这两个开关响应交变电压的极性一前一后地工作，使得在电容器的一侧切换到接收器电极上时电容器的另一侧切换到接收器电极上，反之亦然。这种切换优选的是用两个相应的可能是相互有关联的开关或装置执行，使得它们一起执行这样的切换。

[0017] 因此，上述的一些或所有方面用了一个连续的脉冲波序列驱动发射器电极。此外，实际上，上述的一些或所有方面通过测量准稳定状态的电压电平提供一个输出，例如将准稳定状态的电压电平输入诸如模数转换器或比较器之类的高阻抗设备。

[0018] 以上这些方面允许用简单的处理电子设备来处理所提供的输出信号，因此可以允许用 CMOS 技术从而提高电场检测装置的电势以将电场检测装置集成到半导体产品中，诸如电子产品的控制电路。

附图说明

[0019] 下面将参照附图举例说明本发明的实施例，在这些附图中：

[0020] 图 1 是电场目标检测系统的示意图（未按比例）；

[0021] 图 2 是示出图 1 的电场目标检测系统的更为详细的方框图；

- [0022] 图 3 是示出图 1 的电场目标检测系统的检测控制器的详细方框图；
- [0023] 图 4 是示出图 1 的电场目标检测系统的发射器组件的详细示意图；
- [0024] 图 5 是示出图 1 的电场目标检测系统的接收器组件的详细示意图；
- [0025] 图 6 定性地例示了在图 1 的电场目标检测系统的工作中所涉及各个波形和信号；
- [0026] 图 7a 和 7b 分别示出了分别按照交流电源电压的周期的正、负部分工作的第一电路部分和第二电路部分；
- [0027] 图 8 是示出图 1 的电场目标检测系统的工作概况的流程图；
- [0028] 图 9 示出了移动电话；以及
- [0029] 图 10 是开关装置的示意图。

具体实施方式

[0030] 图 1 是按照第一实施例的电场（亦称交叉电容）目标检测系统 1 的示意图（未按比例），包括发射器电极 2、交变电压源 3、接收器电极 4 和检测电路 10。

[0031] 交变电压源 3 连接到发射器电极 2 上。电流检测电路 10 连接到接收器电极 4 上。

[0032] 在工作中，当交变电压施加到发射器电极 2 上时，产生电场线，其中示范性的电场线 5、6、7 穿过接收器电极 4。场线 5、6、7 在接收器电极 4 上感应出小的交变电流。

[0033] 当例如手指的目标 8 放在两个电极 2、4 附近时，目标 8 实际上终止了那些将穿过目标 8 所占空间的场线（在图 1 所示的情况下为场线 5 和 6），因此减小了两个电极 2、4 之间的交叉电容效应，例如减小了从接收器电极 4 流出的电流。在传统的电场目标检测系统中，感应出的交变电流用电流检测电路测量，这样电流检测电路使用来自交变电压的流出信号来与电场感应电流的相位相联系。因此，电流检测电路所测量的电流电平将用作在两个电极 2、4 附近目标存在的量度。

[0034] 然而，在这个实施例的电场目标检测系统 1 中，相反以一种与传统的感应电流的电流测量不同的方式来设置检测电路 10，从而检测目标 8 处在电场线 5、6 中的效应，如下面要比较详细说明的那样。

[0035] 图 2 是示出这个实施例的电场目标检测系统 1 的更为详细的方框图。电场目标检测系统 1 包括检测控制器 12、发射器组件 14 和接收器组件 16。为了与图 1 所示的简化形式相比较，要指出的是，图 1 的交变电压源 3 形成检测控制器 12 的一部分；发射器电极 2 形成发射器组件 14 的一部分；接收器电极 4 形成接收器组件 16 的一部分，而检测电路 10 分布在接收器组件 16 和检测控制器 12 之间，如下面要比较详细地说明的那样。

[0036] 检测控制器 12 与发射器组件 14 和接收器组件 16 耦合，以便在工作中检测控制器为发射器组件 14 和接收器组件 16 提供交变电压 18。接收器组件 16 还单独与检测控制器 12 耦合，以便在工作中接收器组件 16 向检测控制器 12 提供数据信号 20。

[0037] 图 3 是示出检测控制器 12 的更为详细的方框图。检测控制器 12 包括以前面提到的交变电压源 3 形式的输出端。检测控制器 12 还包括以模数转换器 (ADC) 24 形式的输入端。检测控制器 12 还包括处理器 22。处理器 22 与交变电压源 3 和 ADC 24 耦合。

[0038] 在工作中，检测控制器的以上所说明部分的作用如下。交变电压源 3 提供输出给发射器组件 14 和接收器组件 16 的交变电压 18。ADC 24 接收从接收器组件 16 接收到的输

入数据信号 20 并且变换成数字形式。ADC24 将所接收的数据的数字形式转发给处理器 22 进行更高级处理。处理器 22 执行一般控制处理,控制交变电压源 3、ADC 24 和任何其他可以为其他用途而配置的部件(未示出)。此外,处理器 22 对从 ADC 24 接收到的数字数据信号执行更高级处理。

[0039] 图 4 是示出发射器组件 14 的更为详细的示意图。发射器组件 14 主要包括前面所提到的提供以交变电压 18 的发射器电极 2。在这个实施例中,发射器组件 14 还包括由电感器 28 和谐振电容器 30 形成的谐振器。谐振器配置成使交变电压 18 通过谐振器传送给发射器电极 2,从而放大了提供给发射器电极 2 的交变电压。

[0040] 图 5 是示出接收器组件 16 的更为详细的示意图。接收器组件 16 包括与开关电路 32 和直接输出连接 34 耦合的接收器电极 4。开关电路 32 还与检测控制器 12 的交变电压源 3 耦合,使得在工作中交变电压 18 通过开关电路 32 馈给接收器电极 4。直接输出连接 34 还与检测控制器 12 的 ADC 24 耦合,使得在工作中数据信号 20 从接收器电极 4 传送给 ADC 24。

[0041] 下面将比较详细地对开关电路 32 进行说明。开关电路 32 包括以下称为第一 n 型 TFT 35 和第二 n 型 TFT 41 的两个 n 型 TFT;以下称为第一 p 型 TFT 37 和第二 p 型 TFT 39 的两个 p 型 TFT;和电容器 43。

[0042] 这些电路元件连接如下。所有四个 TFT 35、37、39、41 的栅极相互连接,并连接到来自交变电压源 3 的引入连接上。TFT 35、37、39、41 除了栅极之外,各还有在传统形式上的两个另外的源极/漏极端(以下称为第一和第二端)。在工作中,源极/漏极端中的一个起 TFT 的源极的作用,而源极/漏极端中的另一个起 TFT 的漏极的作用。在任何特定时刻源极/漏极端中哪个端用作源极和哪个端用作漏极的问题由在这个时刻所加电压的极性确定。第一 n 型 TFT 35 的第一端和第二 p 型 TFT39 的第一端相互连接并且连接到接收器电极 4 上。第一 n 型 TFT 35 的第二端和第一 p 型 TFT 37 的第一端相互连接并且连接到电容器 43 的一侧(以下称为 A 侧)。第一 p 型 TFT 37 的第二端和第二 n 型 TFT 41 的第二端相互连接并且连接到接地线 42 上。第二 p 型 TFT 39 的第二端和第二 n 型 TFT 41 的第一端相互连接并且连接到电容器 43 的另一侧(以下称为 B 侧)。

[0043] 总的来说,开关电路 32 作为两个单独的电路部分有效地进行操作。第一电路部分包括第一 n 型 TFT 35、电容器 43 和第二 n 型 TFT 41。第二电路部分包括第一 p 型 TFT 37、电容器 43 和第二 p 型 TFT 39(注意,电容器 43 由两个电路部分共用)。这两个电路部分响应交变电压源 3 所提供的交变电压 18 的正、负周期而交替激活。两个电路各在电容器 43 上积累电荷(来自接收器电极)。对于这两个电路中的每个电路来说,该电荷以同样的电荷感应积累在电容器上。下面将参照图 6 和 7 比较详细地说明上面所述的电场目标检测系统 1 的工作。图 6 定性地例示了在系统工作中所涉及的各个波形和信号。图 7a 和 7b 示出了分别按照交变电压 18 的正、负周期部分工作的第一电路部分和第二电路部分。

[0044] 图 6 示出了交变电压 18,在这个实施例中它是频率为 100kHz、 $\pm 10V$ 的双极性方波。图 6 中作为一个例子示出的是交变电压 18 的三个连续的正周期部分 122 和三个连续的负周期部分 124。

[0045] 图 6 还示出了由于交变电压 18 受到谐振器电路的修改而导致的出现在发射器电极 2 上的具有与交变电压 18 相位相同的交变电压波形 50。

[0046] 因此,由发射器电极 2 产生了电场线(例如,如参考图 1 所说明的场线 5、6、7)。实际上,这些场线导致波形 50 被电容性地耦合到接收器电极,从而在这个电极上产生变化的电荷(与交变电压 18 同相地上升和下降)。当连接在电路中时(在该情况下是开关电路 32),由于变化的电荷,电流将要流入或流出接收器电极 4。采用常用的电流符号标记约定,对于交变电压 18 的正周期部分 122,产生流过或试图流过开关电路 32 的电流的相应正周期部分。相应地,对于交变电压 18 的负周期部分 124,产生流过或试图流过开关电路 32 的电流的相应负周期部分。在前面提到的 W0-02/103621 中给出了这些方面的更为详细的具体情况,该内容在这里参考予以引用。

[0047] 迄今为止,已经说明了向发射器电极 2 提供交变电压 18 所产生的效应。交变电压 18 还额外地提供给开关电路 32 的 TFT 35、37、39、41 的栅极。这具有这样的作用:(i) 在交变电压 18 的正周期部分 122 期间,只有两个 n 型 TFT 35、41 被激活,使得开关电路 32 在交变电压 18 的正周期部分 122 的持续时间内工作,就好像它只由第一电路部分 141 组成,如图 7a 所示包括第一 n 型 TFT 35、电容器 43 和第二 n 型 TFT 41;以及(ii) 在交变电压 18 的负周期部分 124 期间,只有两个 p 型 TFT 37、39 被激活,使得开关电路 32 在交变电压 18 的负周期部分 124 的持续时间内工作,就好像它只由第二电路部分 142 组成,如图 7b 所示包括第一 p 型 TFT 37、电容器 43 和第二 p 型 TFT 39。

[0048] 下面说明在交变电压 18 的单一的正周期部分 122 和单一的负周期部分 124 的持续时间内的工作情况。假设我们从交变电压 18 的正周期部分 122 开始。这产生电流的相应正周期部分。同时,n 型 TFT 35、41 被激活,有效地提供第一电路部分 141,如上面所说明的那样。因此,正电流流过第一电路部分 141。正电流流动的方向如图 7a 中的箭头 150 所示,从接收器电极 4 流到接地线 42。这涉及正电荷从电容器 43 的 A 侧流到 B 侧,因此电荷积累在电容器 43 上。由于正电荷从 A 侧流到 B 侧,在电容器 43 上积累的该电荷的电荷感应是正电荷在 A 侧而负电荷在 B 侧的电荷感应。

[0049] 现在考虑当交变电压 18 的相位改变时,即交变电压 18 的正周期部分 122 结束时,产生交变电压 18 的负周期部分 124。这产生电流的相应负周期部分。同时,p 型 TFT 37、39 被激活,有效地提供第二电路部分 142,如上面所说明的那样。因此,负电流流过第二电路部分 142。由于这是负周期部分,正电荷流动的方向现在如图 7b 中箭头 150 所示,从接地线 42 流到接收器电极 4。

[0050] 虽然就接地线 42 和接收器电极 4 而言,正电荷流动的方向现在与在交变电压 18 的正周期部分 122 中正电荷流动的方向相反(比较图 7b 与图 7a 中的箭头 150),然而,由于在第二电路部分 142 内电容器 43 在两个 p 型 TFT 37、39 之间,而在第一电路部分 141 内电容器 43 在两个 n 型 TFT 之间,正电荷再次从电容器 43 的 A 侧流到 B 侧。因此,电荷被积累在电容器 43 上。由于正电荷再次从 A 侧流到 B 侧,在电容器 43 上这个积累的电荷的电荷感应还是正电荷在 A 侧而负电荷在 B 侧的电荷感应,即,在交变电压 18 的该负周期部分 124 期间,在电容器 43 上积累电荷的电荷感应与在交变电压 18 的正周期部分 122 期间相同。这可以称为电荷泵操作。

[0051] 要指出的是,就交替激活两个电路部分 141 和 142 而言,以上所说明的开关电路的工作情况实际上与 W0-02/103621 所公开的总体过程中的同样电路的工作情况相同。然而,在电容器上发生的导致对电容器充电的操作、以及在电容器上产生的电荷所表示的什么是

完全不同的。粗略地说,在 WO-02/103621 中,电容器存储的电荷是每次电极复位后重新积聚的电荷,电荷积聚的速率表示实际上要如此测量作为电流的所感应的电容性电流。相反,再粗略地说,在这个实施例中允许电容器所存储的电荷达到饱和平衡,其提供了电压读出,这个饱和平衡在有目标引入时就会改变(例如,电极不反复地被复位到零以能够进行检测)。

[0052] 由于电荷泵操作,电容器 43 两端的电压随着发射器电极 2 与接收器电极 4 之间的电容性耦合的增大而增大。在每个周期期间在电容器 43 上积累的电荷等于在接收器电极 4 上丢失的电荷量时,这个电压饱和。这个是因为实际上在每个周期,接收器电极 4 本身必需充电充到电容器 43 两端的电压。粗略地说,每当开关电路 32 的有效部分从第一电路部分 141 改为第二电路部分 142 或反之,就在电容器 43 与接收器电极 4 的寄生电容之间有电荷共享。关于这点,接收器电极 4 的寄生电容实际上是在接收器电极 4 与除发射器电极 2 之外的任何之间所有存在或出现的电容。

[0053] 接收器电极 4 的寄生电容相比于电容器 43 的电容的相对幅度确定了每个周期有多少电荷丢失。因此,电容器 43 两端的饱和电压一方面由接收器电极 4 与发射器电极 2 之间的电容、另一方面由接收器电极 4 的寄生电容之比确定。

[0054] 当接地或相对接地的目标,在这里是手指 8,被引入在发射器电极 2 和接收器电极 4 附近时,接收器电极 4 与发射器电极 2 之间的电容由于目标中断了场线而减小。这也可以可替换地或额外地理解为接地或相对接地的目标 8 将接收器电极 4 与发射器电极 2 屏蔽。(此外,接收器电极 4 的寄生电容由于在目标 8 与接收器电极 4 之间引入电容而增大,然而与对发射器电极 2 与接收器电极 4 之间的电容的影响相比,这个影响通常可以忽略。)因此饱和电压减小。这可以用来测量目标 8 的存在,如下面参考图 6 还要进一步详细说明的那样。

[0055] 图 6 还示出了由于如上面所说明的影响,相应于施加了交变电压 18,在接收器电极 4 上积累的电压。如下面要详细说明的那样,这个积累的电压形成前面参考图 2、3 和 5 所说明的由 / 从接收器电极(或者它的连接)输出的数据信号 20,因此也在图 6 中用参考数字 20 来表示。

[0056] 由于以上所说明的开关电路 32 在第一电路部分 141 与第二电路部分 142 之间的切换,所积累的电压 20 每半个周期改变极性。

[0057] 在图 6 中,所积累的电压 20 的曲线分成四个不同的时间段 54、56、58、60,示意性地例示了(无论在幅度还是时标上都未按比例)在电场目标检测系统 1 的工作中的不同情况。

[0058] 如果我们假设图 6 的左手端示意性示出在电场系统 1 启动或重新启动时的交变电压 18,于是积累电压 20 的相应第一段 54 示意性地示出了在这段时间期间,在接收器电极 4 上所积累的电压 20 如何随时间增大(或者,严格来说,在接收器电极 4 上的积累电压 20 的幅度随时间增大),即,可以说是上升的信号。

[0059] 其增大,然后在每个周期获得的与丢失的电荷之间达到平衡时饱和,如上面所说明的那样。在达到饱和时,在接收器电极 4 上的积累电压 20(的幅度)随时间保持不变,如在图 6 中由积累电压 20 的第二段 56 示意性地所示,即可以说是饱和信号。

[0060] 当目标 8 置于发射器电极 2 和接收器电极 4 附近时,提供饱和的平衡由于发射器

电极 2 与接收器电极 4 之间的电容的减小而被破坏,如上面所说明的那样。在图 6 中,积累电压 20 的第三段 58 示意性地示出了在接收器电极 4 上的积累电压 20 (的幅度) 如何随时间减小,即可以说是衰减的信号。

[0061] 其减小,然后在每个周期获得的与耗损的电荷之间达到新的平衡时饱和,这时候是处在较低的电压(幅度)。在达到饱和时,在接收器电极 4 上所积累的电压 20 (的幅度) 随时间在较低的电平下保持不变,如在图 6 中由积累电压 20 的第四段 60 示意性地所示,即可以说是电平较低的饱和信号,表示存在目标 8。

[0062] 通过测量一些周期(例如 100 个周期)上取得的饱和信号,与仅仅在一个周期上测量相比要完成较大量的测量。此外,这提供了平均化来自其他噪声源的影响的读数。即,这种电路具有有用的(带通)滤波作用。

[0063] 积累电压 20 直接馈入检测控制器 12 的 ADC 24。在处理器 12 的控制下,ADC 24 配置成或控制为以一定时间相隔读出积累电压 20 的信号电平。在这个例子中,将 ADC 24 配置或控制为读出在交变电压 18 的正周期部分 122 期间的积累电压 20 的信号电平,因此保证了这个电压处在 ADC 24 的正确范围内。图 6 还示意性地示出了响应于积累电压 20,由 ADC24 提供的数字输出信号 62。为简明起见,在这个例子中为积累电压 20 的各段 54、56、58、60,示出了仅一个各自的数字输出测量点 63,虽然实际上每段可以有多于一个的测量点。

[0064] 图 8 是以过程步骤示出以上所说明的电场目标检测系统 1 的工作概况的流程图(注意,为了使流程图表示方便,各个实际上同时发生的步骤在图 8 中被分别示出)。

[0065] 参看图 8,在步骤 s2,将第一交变电压(波形 50 的电压为交变电压 18,由电感器 28 和电容器 30 形成的谐振器所修改)提供给发射器电极 2 上。

[0066] 在步骤 s4,将相位与第一交变电压相同的第二交变电压(交变电压 18)提供给与接收器电极 4 耦合的开关电路 32。

[0067] 在步骤 s6,按照交变电压的周期,用开关电路 32 进行电荷泵,以在开关电路 32 的电容器 43 上提供电压,其取决于发射器电极 2 与接收器电极 4 之间的电容耦合而增大。

[0068] 在步骤 s8,允许开关电路 32 的电容器 43 上电压达到饱和。

[0069] 在步骤 s10,将这个饱和电压用作输出 20,当目标 8 处在发射器电极 2 和接收器电极 4 附近时这个输出改变。

[0070] 在步骤 s12,将输出 20 馈入包括模数转换器 24 的高阻抗读出装置。

[0071] 不同的数字输出测量点 63 的相应幅度提供了一个简单的可以容易处理的数据形式,例如呈现为以比从传统的过程输出数据所需的更直接的方式由处理器 22 进行更高级处理的形式。这样的更高级处理将是按照目标检测系统 1 将被使用的特定情况(最终使用)所需的。这样的较高级处理可以利用来自多于一个的接收器电极的输入,而且这些来自这一个或多个接收器电极的输入可以是由多于一个的发射器电极提供的电场引起的。使用多个发射器电极和/或接收器电极,以及处理所涉及的各个信号以提供所需的位置数据,这在该技术领域内是众所周知的,因此在这里不再详细说明。然而,应指出的是,本发明的这些新颖的数据输出(即积累电压信号 20 和/或数字输出信号 62)使处理可以用能较简单地集成入电子产品的相对简单的电子设备来实现。

[0072] 下面将参照图 9 说明这样的例子。图 9 示出了移动电话 70。移动电话 70 包括键盘 72、扩音器 74、扬声器 76 和显示屏 78。

[0073] 移动电话 70 还包括电场目标检测系统,在图 9 中示意性地(未按比例)示出了其电场检测电极配置 82。在这个实施例中,电极配置 82 包括一个接收器电极和两个发射器电极,一个设置在接收器电极之上,一个设置在接收器电极之下。将手指 8 放在电极配置 82 附近,并沿着电话向上的方向 84 移动手指 8,就提供了输出信号(如以上说明的,但是在这里是单独的一些,每个发射器一个输出信号,通过任何适当的方法多路复用这些单独的输入),其可以被处理成用这一移动作为对于移动电话 70 的显示屏 78 的滚动命令的输入。因此,目标检测系统为移动电话提供了用户接口输入。在这个例子中,电场目标检测系统的这些电子元件以数字 CMOS 实现,并且并入移动电话 70 的显示驱动器芯片组中用来驱动显示屏 78。

[0074] 在上面这个实施例中,用这个特定的开关电路 32 来执行所说明的电荷泵操作。电荷泵操作在上面这个实施例中用来实现新颖的过程,该过程使得电容器 43 在取决于发射器电极 2 与接收器电极 4 之间的电容和接收器电极的寄生电容之比的电平上饱和(这个比在有目标放在发射器电极 2 与接收器电极 4 之间或附近时改变)。然而,在其他实施例中,可以用任何适当的电荷泵装置来代替这个特定的开关电路 32。

[0075] 例如,可以将开关电路 32 认为通常相应于图 10 所示形式的开关装置,其中用相同的参考数字来标识与图 5 的配置相似的部分。在图 10 所示的开关装置中,第一开关 92 和第二开关 94 配置成在电容器 43 的相应侧将交变电压 18 切换到接收器电极 4 或接地线 42 上。该开关响应于交变电压 18 的极性而一前一后地工作,使得在电容器的一侧切换到接收器电极上时,电容器的另一侧转连接到接收电极,反之亦然。这与如图 5 所示的开关电路 32 的工作情况相应。

[0076] 因此,在其他一些实施例中,开关 92 和 94 可以用任何适当的方式实现。例如,一种可选的用传统的 CMOS 技术实现这些开关的方式是使用所谓的传输门,如用例如线性技术公司(商标)的标识为 LTC1043CN 的产品所实现的。

[0077] 在上面这个实施例中,交变电压 18 是频率为 100kHz、 $\pm 10V$ 的双极性方波。在其他一些实施例中,可以使用其他交变波形和/或电压电平和/或频率。例如,可以用例如 1kHz 这样的较低频率来节省功率。然而,这可以引入响应速度或信号电平的损失,但这可以通过以自适应方式改变频率来缓解。如果这样做,谐振电路(如果使用的话)优选的是据此适合为可以工作在不同的频率。

[0078] 以上实施例中所用的各个电路的任何各个详情都可以根据需要加以改变或用其他类型的电路代替,以便提供或促进所说明的电荷饱和和平衡效应。这包括各个读出级和后续处理级。

[0079] 例如,可以在接收器电极与处理电子设备之间(例如在上面所说明的实施例中,在接收器电极与 ADC 输入端之间或者在 ADC 输出端与处理器之间)插入运算放大(OPAMP)级。

[0080] 作为另一个例子,为了使电路较简单,发射器组件内的 LC 谐振器可以用电阻-电容(RC)滤波器代替,或者实际上还可以省去而不用滤波器。在后一种情况下,交变电压 18 直接馈给发射器电极,而在交变电压 18 通过滤波器或谐振器馈给发射器电极 2 的情况下,在发射器电极上的交变电压或波形是交变电压的修改形式,然而这个修改的形式具有与交变电压 18 相同的相位。

[0081] 作为另一个例子,ADC 可以用比较器代替,虽然这样会趋于降低分辨率。更一般地说,ADC 可以用任何其他适当的“读出”装置代替。优选的是,任何这样的读出装置具有高阻抗输入端,就如用 ADC 或比较器的情况那样。确实,与现有技术的以不利于有效使用高阻抗读出装置的敏感方式测量电流的方法相比,可以用简单而(对误差、干扰等)相对不敏感的高阻抗输入设备作为读出装置的机会表现出本发明的优点。然而,应当指出,本发明并不局限于高阻抗读出装置,虽然如果读出装置具有比接收器电极的寄生电容更低的阻抗,寄生电容将趋于决定电压平衡。

[0082] 作为另一个例子,处理器 22(或者其他实施例内的等效处理功能)可以用微处理器的形式实现,或者,由于可以提供输出数据信号的这种简单方式,就可以用相对简单的如门阵列的数字硬件的形式实现。

[0083] 本发明的一个优点是部分或所有电路如在以上实施例中所说明那样可以用 CMOS 技术实现。然而,应理解本发明并不局限于何时用 CMOS 实现,在其他一些实施例中一些或所有电路可以用任何其他适当技术实现。

[0084] 在以上实施例中,电场目标检测系统结合在移动电话内。然而,本发明可以用于许多最终使用的应用或设备,例如显示驱动器芯片、微处理器、音频驱动器及其他芯片组,特别是在用 CMOS 技术实现时,可以以相对低的附加成本为以上所说明的移动电话实施例之外的诸如收音机、电视接收机、遥控器之类的产品增加由电场目标检测系统所提供的目标检测功能。如果多路复用较多的发射器电极和接收器电极,就可以配置发射器/接收器对的阵列,从而可以用作三维的非接触接口。

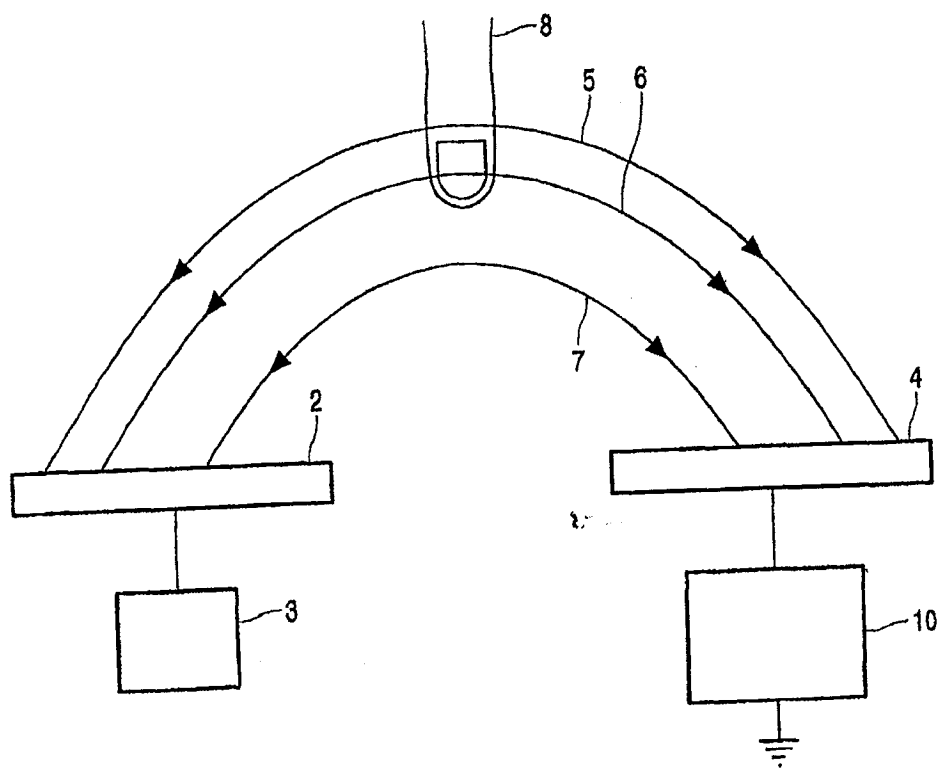


图 1

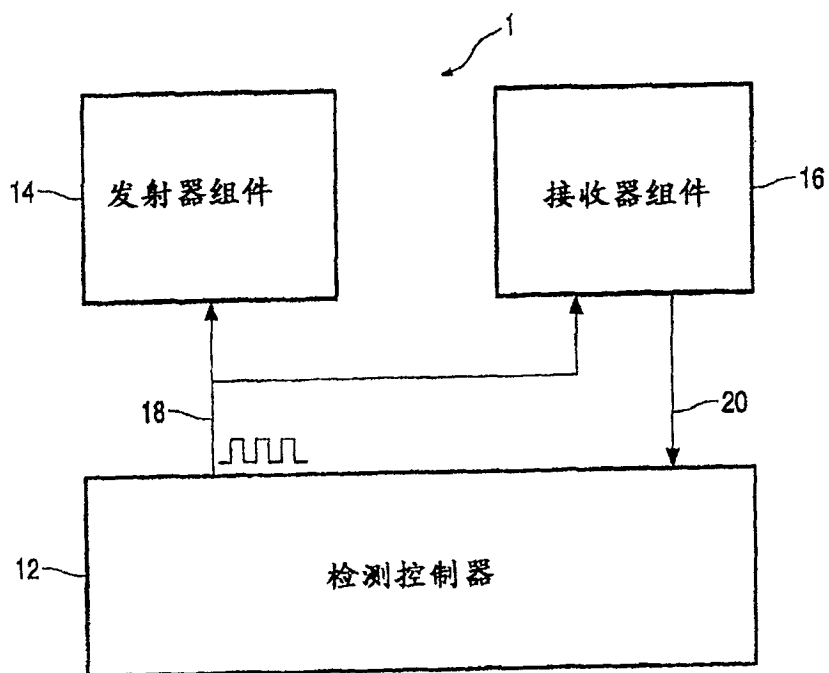


图 2

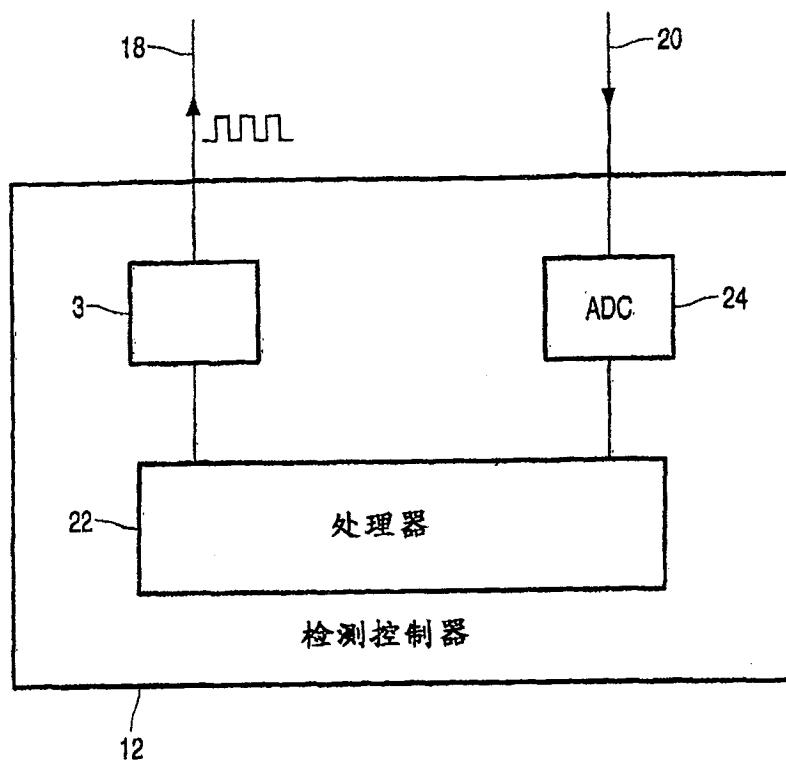


图 3

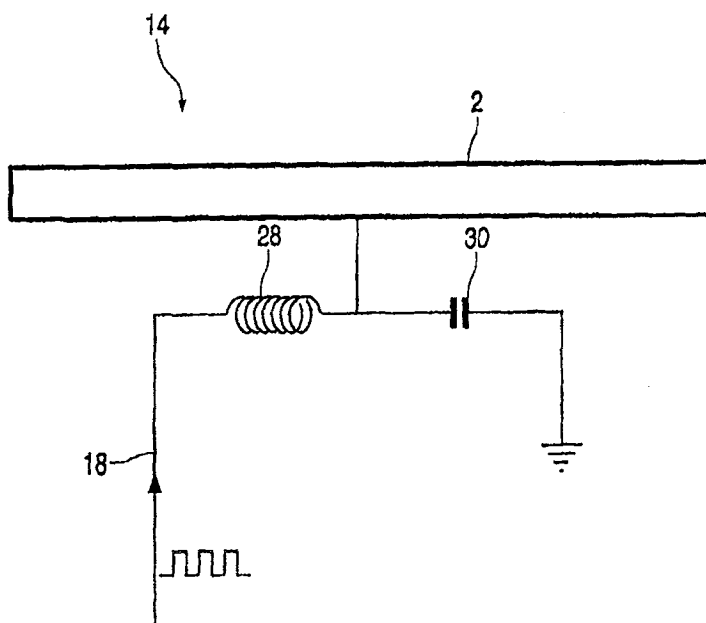


图 4

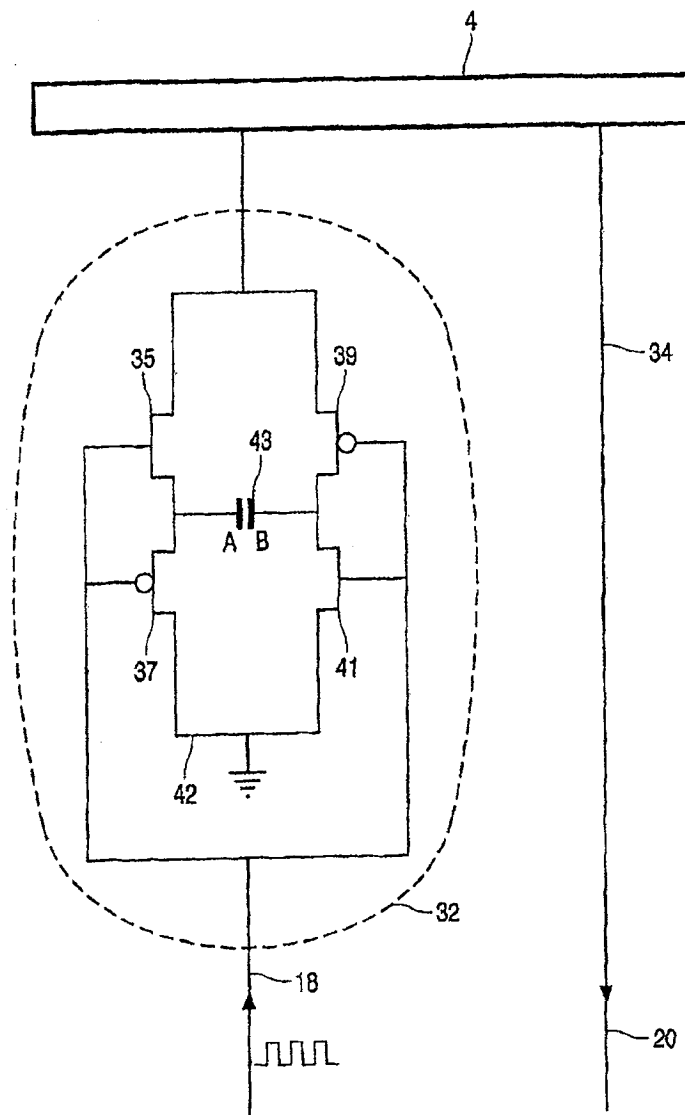


图 5

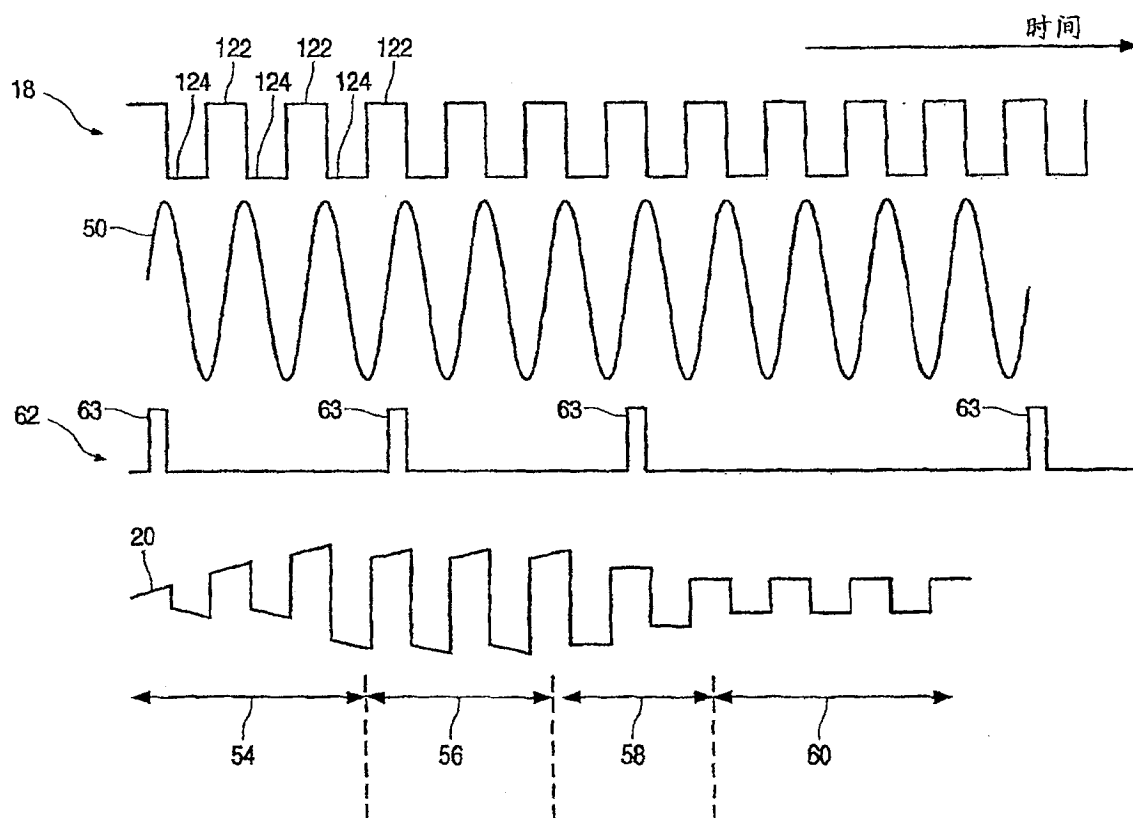


图 6

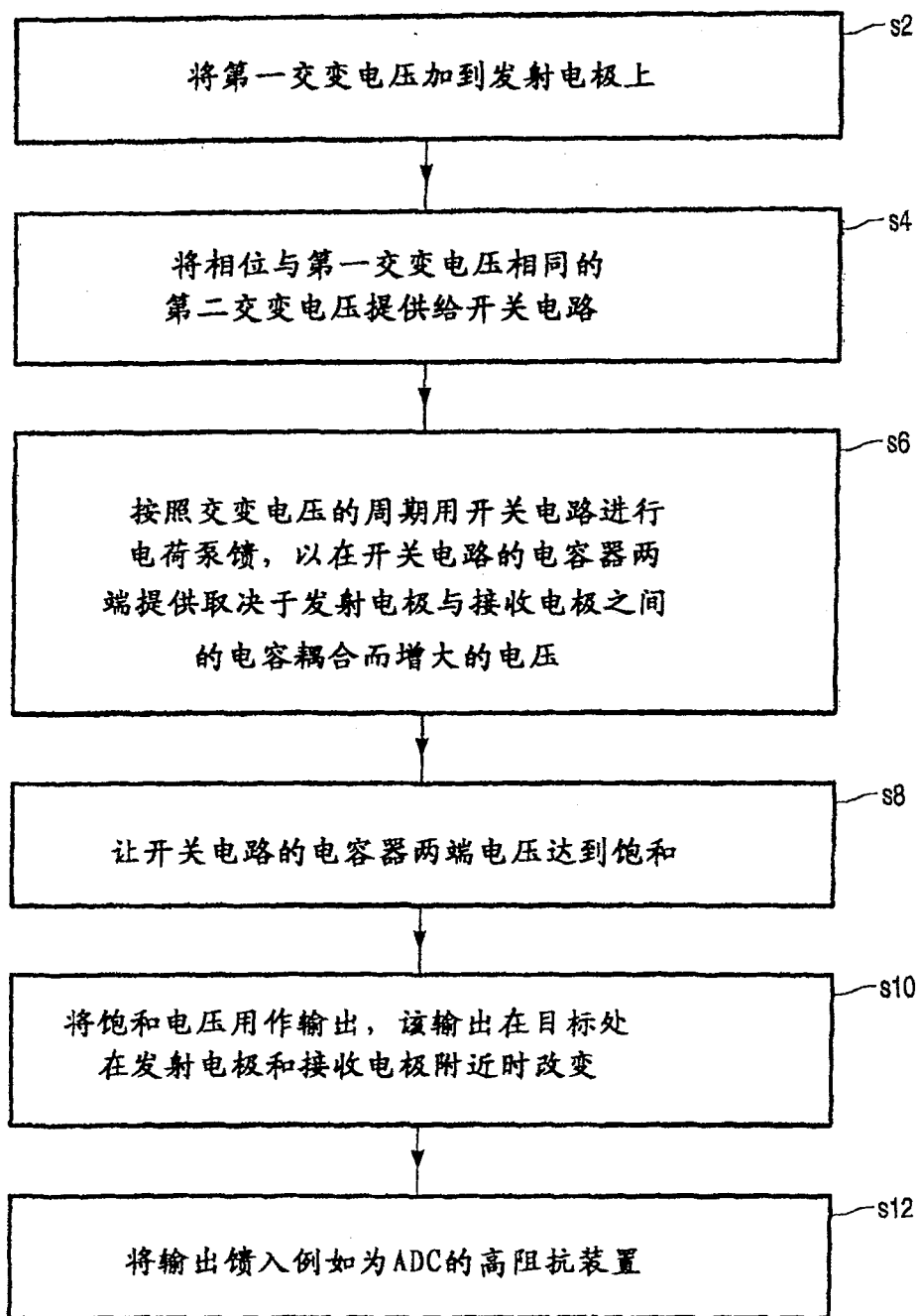


图 8

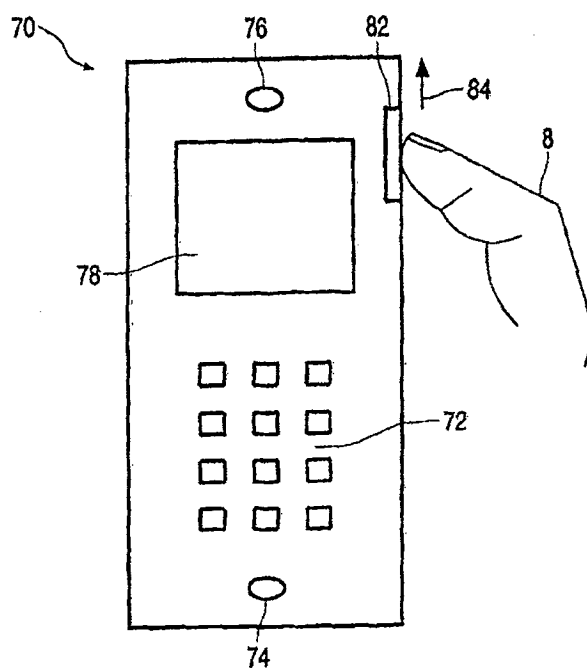


图 9

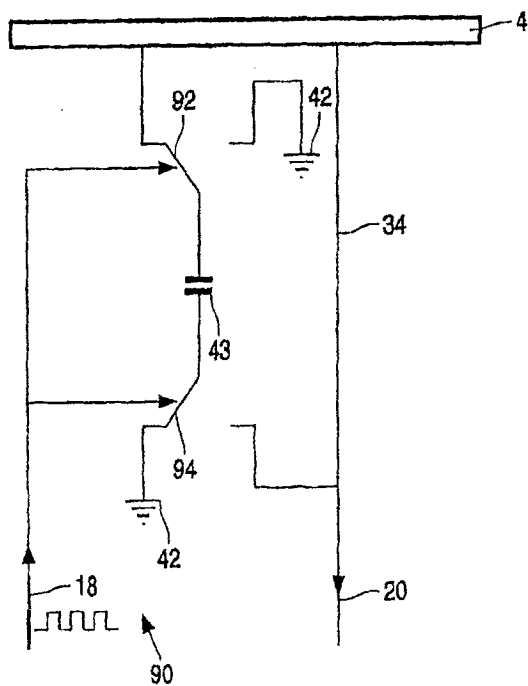


图 10