



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105991120 A

(43)申请公布日 2016. 10. 05

(21)申请号 201610124619.2

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2016.03.04

H03K 17/955(2006.01)

(30)优先权数据

B60J 7/057(2006.01)

14/661,325 2015.03.18 US

B60Q 3/02(2006.01)

(71)申请人 福特全球技术公司

地址 美国密歇根州迪尔伯恩市中心大道  
330号800室

(72)发明人 彼得罗·布托洛

斯图尔特·C·萨尔特  
詹姆斯·斯图尔特·兰金  
迪帕尼扬·高什

(74)专利代理机构 北京连和连知识产权代理有  
限公司 11278

代理人 包红健

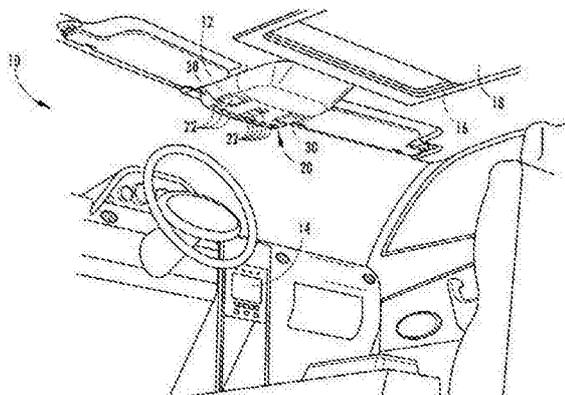
权利要求书2页 说明书15页 附图15页

(54)发明名称

具有触觉反馈的接近开关总成和方法

(57)摘要

提供一种接近开关总成和用于检测接近开关总成的激活且提供反馈的方法。总成包括多个接近开关,每个接近开关包含提供感测激活场的接近传感器。总成还包括控制电路,该控制电路处理与每个接近传感器的激活场相关联的信号并且检测位于两个接近开关之间的手指。总成进一步包括反馈装置,该反馈装置在检测到两个接近开关之间的手指时生成反馈。此外,总成可以检测与接近开关交互的手指的移动速度且根据检测到的速度改变反馈。



1. 一种接近开关总成, 包含:  
多个接近开关, 每个所述接近开关包含提供感测激活场的接近传感器;  
控制电路, 所述控制电路处理与每个所述接近传感器的所述感测激活场相关联的信号并且检测位于两个接近开关之间的手指; 以及  
反馈装置, 所述反馈装置在检测到所述位于两个接近开关之间的手指时生成反馈。
2. 根据权利要求1所述的接近开关总成, 其中所述反馈装置提供触觉反馈。
3. 根据权利要求2所述的接近开关总成, 其中所述反馈装置包含振动机构。
4. 根据权利要求1所述的接近开关总成, 其中所述反馈装置生成触觉反馈、听觉反馈、和视觉反馈中的至少一个。
5. 根据权利要求1所述的接近开关总成, 其中所述多个接近开关包含位于邻近第二接近开关的第一接近开关, 其中所述控制电路检测所述手指何时转换到所述第一接近开关和所述第二接近开关之间的中途。
6. 根据权利要求1所述的接近开关总成, 其中所述反馈装置当用户的手指位于所述两个接近开关之间时生成第一反馈, 并且当所述控制电路检测到所述接近开关中的一个的激活时进一步生成第二反馈。
7. 根据权利要求1所述的接近开关总成, 其中所述控制电路生成根据所述手指的速度而变化的反馈。
8. 根据权利要求1所述的接近开关总成, 其中所述多个接近开关被安装在车辆中, 供所述车辆的乘客使用。
9. 根据权利要求1所述的接近开关总成, 其中所述多个接近开关包含多个电容开关, 每个所述电容开关包含一个或多个电容传感器。
10. 一种接近开关总成, 包含:  
多个接近开关, 每个所述接近开关包含提供感测激活场的接近传感器;  
控制电路, 所述控制电路处理与每个所述接近传感器的所述感测激活场相关联的信号并且检测与所述接近开关交互的手指的速度; 以及  
反馈装置, 所述反馈装置生成根据所述检测到的手指的速度而变化的反馈。
11. 根据权利要求10所述的接近开关总成, 其中所述控制电路进一步检测位于两个接近开关之间的手指并且当检测到所述位于两个接近开关之间的手指时生成反馈。
12. 一种提供接近开关总成的反馈的方法, 包含:  
通过与多个接近开关相关联的多个接近传感器生成多个感测激活场;  
检测位于两个接近开关之间的手指; 以及  
当检测到所述位于两个接近开关之间的手指时生成反馈。
13. 根据权利要求12所述的方法, 其中所述反馈包含触觉反馈。
14. 根据权利要求13所述的方法, 其中所述触觉反馈是通过振动机构生成。
15. 根据权利要求12所述的方法, 其中所述反馈装置生成触觉反馈、听觉反馈、和视觉反馈中的至少一个。
16. 根据权利要求12所述的方法, 其中所述反馈包含当检测到所述位于两个开关之间的手指时生成的第一反馈, 并且进一步包含当检测到所述接近开关中的一个的激活时生成的第二反馈。

17. 根据权利要求12所述的方法,进一步包含检测所述手指的移动速度且根据所述检测到的速度而改变所述反馈的步骤。

18. 根据权利要求12所述的方法,其中所述接近开关总成被安装在车辆中,供所述车辆中的乘客使用。

19. 根据权利要求12所述的方法,其中所述接近开关总成包含电容开关,所述电容开关包含一个或多个电容传感器。

20. 一种提供接近开关总成的反馈的方法,包含:

通过与多个接近开关相关联的多个接近传感器生成多个感测激活场;

检测与所述接近开关交互的手指的移动速度;以及

生成根据所述检测到的手指的速度而变化的反馈。

## 具有触觉反馈的接近开关总成和方法

### 技术领域

[0001] 本发明总体上涉及开关,且更具体地,涉及具有增强的开关激活和反馈的判定的接近开关。

### 背景技术

[0002] 机动车辆通常装备有各种用户可致动的开关,比如用于操作包括电动车窗、前照灯、挡风玻璃雨刮器、天窗、车内照明灯、广播和娱乐信息装置、以及各种其它装置在内的装置的开关。通常,这些类型的开关需要由用户致动,以便激活或停用装置或者执行某些类型的控制功能。接近开关——比如电容开关——采用一个或多个接近传感器以生成感测激活场(sense activation field),并感测指示开关的用户致动的激活场的变化,该变化通常由用户手指非常接近或接触传感器引起。电容开关通常配置为根据对感测激活场与阈值的比较来检测开关的用户致动。

[0003] 开关总成经常采用多个相互非常接近的电容开关,并且通常需要用户选择单个所需的电容开关来执行预期操作。在某些应用中,比如在机动车中的使用,由于驾驶员注意力分散,车辆的驾驶员查看开关的能力受限。在这些应用中,允许用户探索开关总成以寻找特定按钮同时避免过早判定开关激活是令人期望的。因此,辨别用户是打算激活开关、还是只是在专注于高优先级任务(比如驾驶)的同时探索特定的开关按钮、还是无意激活开关是令人期望的。因此,提供一种接近开关装置是令人期望的,该接近开关装置增强人员(比如车辆驾驶员)对接近开关的使用。

### 发明内容

[0004] 根据本发明的一方面,提供一种接近开关总成。接近开关总成包括多个接近开关,每个接近开关包含提供感测激活场的接近传感器。接近开关总成还包括控制电路,该控制电路处理与每个接近传感器的感测激活场相关联的信号并且检测位于两个接近开关之间的手指。接近开关总成进一步包括反馈装置,该反馈装置在检测到两个接近开关之间的手指时生成反馈。

[0005] 根据本发明的另一方面,提供一种接近开关总成。接近开关总成包括多个接近开关,每个接近开关包含提供感测激活场的接近传感器。接近开关总成还包括控制电路,该控制电路处理与每个接近传感器的感测激活场相关联的信号并且检测与接近开关交互的手指的速度。接近开关总成进一步包括反馈装置,该反馈装置生成根据检测到的手指速度而变化的反馈。

[0006] 根据本发明的又一方面,提供一种提供接近开关总成的反馈的方法。该方法包括用与多个接近开关相关联的多个接近传感器生成多个感测激活场的步骤、检测位于两个接近开关之间的手指的步骤、和当检测到两个接近开关之间的手指时生成反馈的步骤。

[0007] 根据本发明的又一方面,提供一种为接近开关总成提供反馈的方法。该方法包括通过与多个接近开关相关联的多个接近传感器生成多个感测激活场的步骤、检测与接近开

关交互的手指的移动速度的步骤、和生成根据检测到的手指速度而变化的反馈的步骤。

[0008] 本领域技术人员一经研究下面的说明书、权利要求、和附图,本发明的这些以及其它方面、目的、和特征将会被理解和领会。

### 附图说明

[0009] 在附图中:

[0010] 图1是具有顶置控制台的机动车辆的乘客舱的透视图,该顶置控制台采用根据一个实施例的接近开关总成;

[0011] 图2是图1中所示的顶置控制台和接近开关总成的放大视图;

[0012] 图3是通过图2中的线III-III截取的放大剖视图,其示出了相对于用户的手指的接近开关的阵列;

[0013] 图4是图3中所示的每个电容开关中所采用的电容传感器的示意图;

[0014] 图5是示出了根据一实施例的接近开关总成的框图;

[0015] 图6是示出了与电容传感器相关联的一个信道(channel)的信号计数(signal count)的曲线图,其示出了激活运动分布曲线;

[0016] 图7是示出了与电容传感器相关联的两个信道的信号计数的曲线图,其示出了滑动探索/搜索运动分布曲线;

[0017] 图8是示出了与电容传感器相关联的信号信道的信号计数的曲线图,其示出了缓慢激活运动分布曲线;

[0018] 图9是示出了与电容传感器关联的两个信道的信号计数的曲线图,其示出了快速滑动探索/搜索运动分布曲线;

[0019] 图10是示出了根据一实施例与处于探索/搜索模式的电容传感器相关联的三个信道的信号计数的曲线图,其示出了在峰值时的稳定按压激活;

[0020] 图11是示出了根据另一实施例与处于探索/搜索模式的电容传感器相关联的三个信道的信号计数的曲线图,其示出了在信号下降到低于峰值时的稳定按压激活;

[0021] 图12是示出了根据又一实施例与处于探索/搜索模式的电容传感器相关联的三个信道的信号计数的曲线图,其示出了垫板(pad)上的增加的稳定压力以激活开关;

[0022] 图13是示出了根据又一实施例与处于探索模式的电容传感器相关联的三个信道的信号计数以及根据增加的稳定压力选择垫板的曲线图;

[0023] 图14是示出了根据一实施例用状态机(state machine)实施的电容开关总成的五种状态的状态图;

[0024] 图15是示出了根据一实施例的执行激活开关总成的开关的方法的例程的流程图;

[0025] 图16是示出了开关激活和开关释放处理的流程图;

[0026] 图17是示出了在开关非活动(switch none)和开关活动(switch active)状态之间转换的逻辑的流程图;

[0027] 图18是示出了从活动开关状态向开关非活动状态或开关阈值状态转换的逻辑的流程图;

[0028] 图19是示出了在开关阈值与开关搜索状态之间转换的例程的流程图;

[0029] 图20是示出了实施开关搜索状态的虚拟按钮方法的流程图;

[0030] 图21是示出了根据一实施例具有反馈的接近开关总成的框图；

[0031] 图22是具有相对于设置在相邻开关之间的用户的手指的一排接近开关并且提供触觉反馈的接近开关总成的放大剖视图；

[0032] 图23是示出了与电容传感器相关联的三个信号信道的信号计数的曲线图，其示出了在图22的相邻接近开关之间滑动的用户的手指；以及

[0033] 图24A和24B是示出了根据一实施例提供反馈给用户的反馈控制例程的流程图。

### 具体实施方式

[0034] 按照规定，在此公开本发明的详细的实施例；然而，应当理解的是，所公开的实施例仅为本发明的示例，其可以实施为各种替代形式。附图不一定是具体设计；某些示意图可以放大或缩小以显示功能概况。因此，在此公开的具体结构和功能细节不应被解释为限制，而仅仅是作为教导本领域技术人员不同地使用本发明的代表性基础。

[0035] 参照图1和2，根据一实施例，机动车辆10内部总体显示为具有乘客舱和开关总成20，开关总成20采用多个接近开关22，接近开关22具有开关激活监控和判定。车辆10通常包括装配到车辆乘客舱顶部的车顶或天花板下侧的车顶内衬上的顶置控制台12，其总体处在前排乘客座位区上方。根据一实施例，开关总成20具有在顶置控制台12中相互邻近设置的多个接近开关22。各种接近开关22可以控制若干车辆装置和功能中的任意一个，比如控制天窗16的运动、控制天窗遮板18的运动、控制一个或多个照明设备——比如内部地图/阅读灯和顶灯30——的开启，以及控制各种其它装置和功能。然而，应当理解的是，接近开关22可以位于车辆10的其它位置，比如位于仪表板、位于其他控制台（比如中央控制台）、集成到广播或信息娱乐系统的触屏显示器14（比如导航和/或音频显示器）、或者根据不同的车辆应用位于车辆10内的其它位置。

[0036] 根据一实施例，接近开关22在此示出且描述为电容开关。每个接近开关22包括至少一个接近传感器，接近传感器提供感测激活场以感测用户接触或者非常接近（例如1毫米之内）一个或者多个接近传感器，比如通过用户的手指的滑动动作。因此，在示例性实施例中每个接近开关22的感测激活场是电容电场，并且，对本领域技术人员应当显而易见的是，用户的手指具有导电性和介电性能，其引起感测激活场中的变化或扰动。然而，本领域技术人员应当理解的是，也可以使用另外或替代类型的接近传感器，比如但不限于，感应传感器、光学传感器、温度传感器、电阻传感器等等、或者其组合。2009年4月9日的 **ATMEL**<sup>®</sup> 触摸传感器设计指南，10620D-AT42-04/09，中描述了示例性接近传感器，该参考文献的全部内容在此通过引用并入本文。

[0037] 图1和2中所示的接近开关22每个都提供对车辆部件或装置的控制，或者提供指定的控制功能。一个或多个接近开关22可以专用于控制天窗16的运动，以便根据控制算法使天窗16向打开或者关闭方向移动、倾斜天窗、或者停止天窗的移动。一个或多个其它接近开关22可以专用于控制天窗遮板18在打开和关闭位置之间移动。天窗16和遮板18每个可以响应于相应的接近开关22的致动而被电动马达致动。其它接近开关22可以专用于控制其它装置，比如开启内部地图/阅读灯30、关闭内部地图/阅读灯30、开启或关闭顶灯、解锁行李箱、打开后舱门、或者消除门灯开关。通过接近开关22的附加控制可以包括致动车门电动窗上升或下降。通过本文所描述的接近传感器22可以控制各种其它车辆控制器。

[0038] 参照图3,其中示出了开关总成20使用过程中相对于用户的手指34的接近开关总成20的一部分,其具有三个彼此密切靠近的串行设置的接近开关22的阵列。每个接近开关22包括一个或者多个用于生成感测激活场的接近传感器24。根据一实施例,可以通过将导电油墨印刷在聚合物顶置控制台12的上表面来形成每个接近传感器24。图4中示出了一个总体上具有驱动电极26和接收电极28的印刷油墨接近传感器24的示例,驱动电极26和接收电极28每个具有用于生成电容电场32的交叉指状元件。应当理解的是,可以以其它方式形成每个接近传感器24,比如,根据另外的实施例,通过将预制的导电电路布线装配到载体上。驱动电极26接收以电压 $V_I$ 施加的方波驱动脉冲。接收电极28具有用于生成输出电压 $V_O$ 的输出。应当理解的是,可以以用于生成如激活场32的电容电场的各种其它结构设置电极26和28。

[0039] 在本文所示和所描述的实施例中,向每个接近传感器24的驱动电极26施加方波脉冲的电压输入 $V_I$ ,该方波脉冲具有足以将接收电极28充电为所需电压的充电脉冲周期。因此接收电极28用作测量电极。在所示的实施例中,通过相邻的接近开关22生成的相邻感测激活场32轻微重叠,然而,根据其它的实施例,可以不存在重叠。当用户或者操作者,比如用户的手指34,进入激活场32时,接近开关总成20检测到由手指34对激活场32造成的扰动,并且确定该扰动是否足以激活相应的接近开关22。通过处理与相应的信号信道(signal channel)相关联的充电脉冲信号(charge pulse signal)来检测激活场32的扰动。当用户的手指34接触两个激活场32时,接近开关总成20通过单独的信号信道检测两个接触到的激活场32的扰动。每个接近开关22具有其自身专用的生成充电脉冲计数的信号信道,如本文所讨论的处理该充电脉冲计数。

[0040] 参照图5,根据一实施例示出了接近开关总成20。将多个接近传感器24示出为向控制器40——比如微控制器——提供输入。控制器40可以包括控制电路,比如微处理器( $\mu P$ )42和存储器48。控制电路可以包括传感控制电路,传感控制电路处理每个传感器22的激活场,以按照一个或者多个控制例程通过将激活场信号与一个或多个阈值相比较来感测用户激活相应的开关。应当理解的是,其它模拟和/或数字控制电路也可以用于处理每个激活场,判定用户激活,并且发起动作。根据一实施例,控制器40可以采用ATMEL<sup>®</sup>可用的QMatrix采集法(QMatrix acquisition method)。ATMEL采集法采用WINDOWS<sup>®</sup>主机C/C++编译器和WinAVR调试程序简化鹰眼实用程序(utility Hawkeye)的开发和测试,鹰眼实用程序允许实时监控软件关键变量的内部状态以及收集数据日志用于后处理。

[0041] 控制器40向一个或者多个装置提供输出信号,该一个或者多个装置配置为响应于接近开关的正确激活来执行专门动作。例如,一个或者多个装置可以包括具有使天窗面板在打开和关闭位置以及倾斜位置之间移动的马达的天窗16、在打开和关闭位置之间移动的天窗遮板18、可以开启和关闭的照明设备30。可以控制其它装置,比如无线电设备,以执行开启和关闭功能、音量控制、扫描,以及控制其它类型装置,以用于执行其它专用功能。一个接近开关22可以专用于致动天窗关闭,另一接近开关22可以专用于致动天窗打开,另外的接近开关22可以专用于将天窗致动到倾斜位置,所有这些接近开关都会使马达将天窗移动到所需位置。天窗遮板18可以响应于一个接近开关22而打开,并且可以响应于另一个接近开关22而关闭。

[0042] 控制器40进一步示为具有连接到微处理器42的模拟-数字(A/D)比较器(analog

to digital(A/D)comparator)44。A/D比较器44接收来自每个接近开关22的电压输出 $V_0$ ，将模拟信号转换为数字信号，并且将数字信号提供给微处理器42。此外，控制器40包括连接到微处理器42的脉冲计数器(pulse counter)46。脉冲计数器46对施加到每个接近传感器的每个驱动电极的充电信号脉冲进行计数，执行对电容器充电所需的脉冲的计数，直到电压输出 $V_0$ 达到预定电压，并将该计数提供到微处理器42。脉冲计数是相应的电容传感器的电容变化的指示。控制器40进一步示为与脉冲宽度调制驱动缓冲器(pulse width modulated drive buffer)15通信。控制器40向脉冲宽度调制驱动缓冲器15提供脉冲宽度调制信号(pulse width modulated signal)，以生成施加到每个接近传感器/开关22的每个驱动电极的方波脉冲序列 $V_I$ 。控制器40处理存储在存储器中的控制例程100，以监控并作出激活其中一个接近开关的判定。

[0043] 在图6-13中，根据各种实例示出了与多个接近开关22——比如图3中示出的三个开关22——相关联的多个信号信道的传感器充电脉冲计数的变化，示为 $\Delta$ 传感器计数( $\Delta$  Sensor Count)。传感器充电脉冲计数的变化是无任何手指或其它物体出现在激活场中时的初始参考计数值与相应传感器读数之间的差。在这些示例中，当用户的手指移动通过开关阵列时，用户的手指进入与三个接近开关中的每一个相关联的激活场32，通常一次进入一个感测激活场，相邻的激活场32之间有重叠。信道1是与第一电容传感器24相关联的传感器充电脉冲计数的变化量( $\Delta$ )，信道2是与相邻的第二电容传感器24相关联的传感器充电脉冲计数的变化量，信道3是与邻近第二电容传感器的第三电容传感器24相关联的传感器充电脉冲计数的变化量。在所公开的实施例中，接近传感器24是电容传感器。当用户的手指接触或者非常接近传感器24时，手指改变相应传感器24上测量的电容。该电容并行于未接触的传感器垫板寄生电容(sensor pad parasitic capacitance)，并且因此，测量值作为偏移量。用户或者操作者感应的电容与用户的手指或者其它身体部分的介电常数、暴露于电容垫板的表面成正比，并且与用户的肢体到开关按钮的距离成反比。根据一实施例，通过脉冲宽度调制(pulse width modulation, PWM)电子设备，使用一系列电压脉冲激发每个传感器，直到将传感器充电至设置的电势。这种采集方法将接收电极28充电至已知电势。重复此循环，直到测量电容两端的电压达到预定电压。将用户的手指置于开关24的接触表面引入外部电容，该外部电容增加每个周期所传递的电荷量，从而减少测量电容达到预定电压所需的周期总数。因为传感器充电脉冲计数变化是基于初始参考计数减去传感器读数，所以用户的手指引起传感器充电脉冲计数变化增加。

[0044] 当手特别是手指非常靠近接近传感器22时，接近开关总成20能够识别用户的手部移动，以辨别用户的意图是激活开关22，还是在专注于高优先级任务(比如驾驶)的同时探索特定的开关按钮，或者是与接近开关22的致动无关的任务的结果，比如调整后视镜。接近开关总成20可以以探索或搜索模式运行，该模式容许用户通过将手指非常接近地经过或划过开关来探索键盘或按钮而不引起开关的激活，直到确定用户的意图。接近开关总成20监控响应于激活场而生成的信号的振幅，确定生成信号的差分变化，并且当差分信号超出阈值时生成激活输出。因此，允许对接近开关总成20的探索，以便用户可以使用其手指自由地探索开关界面垫板而不会无意触发事件，界面的响应时间迅速，当手指接触表面面板时发生激活，防止或者减少了开关的无意激活。

[0045] 参照图6，当用户的手指34接近与信号信道1相关联的开关22时，手指34进入与传

传感器24相关联的激活场32,这引起电容的扰动,从而导致传感器计数增加,如具有典型激活运动分布曲线的信号50A所示。根据一实施例,可以使用入口斜坡斜率法(entry ramp slope method)确定操作者是否打算按下按钮或者探索界面,其基于信道1的信号50A的入口斜坡的斜率,即信号50A穿过活动电平(LVL\_ACTIVE)计数的点52上升到信号50A穿过阈值电平(LVL\_THRESHOLD)计数的点54之间的斜率。入口斜坡的斜率是点52与54之间的生成信号中的差分变化,其发生在时间 $t_{th}$ 和 $t_{ac}$ 之间的时间间隔中。因为通常只有当检测到手套存在时计数器阈值电平(活动电平)才变化,否则为常数,所以斜率刚好可以计算为从活动电平达到阈值电平所经过的时间,简称 $t_{active2threshold}$ ,其为时间 $t_{th}$ 和 $t_{ac}$ 之间的差。直接推动开关垫板通常发生在约40到60毫秒范围内的时间间隔内,称为 $t_{directpush}$ 。如果时间 $t_{active2threshold}$ 小于或者等于直接推动时间 $t_{directpush}$ ,那么判定发生开关激活。否则,判定开关处于探索模式。

[0046] 根据另一实施例,入口斜坡的斜率可以计算为点52处的时间 $t_{ac}$ 与达到点56处峰值计数值的时间 $t_{pk}$ 的时间差,称为 $t_{active2peak}$ 。时间 $t_{active2peak}$ 可以与简称为 $t_{direct\_push\_pk}$ 的直接推动峰值相比较,根据一实施例, $t_{direct\_push\_pk}$ 可以具有100毫秒的值。如果时间 $t_{active2peak}$ 小于或者等于 $t_{direct\_push\_pk}$ ,判定发生开关激活。否则,开关总成以探索模式操作。

[0047] 在图6中所示的示例中,信道1信号示出在电容扰动增加时增强,迅速从点52处上升到点56处的峰值。接近开关总成20将入口斜坡斜率判定为信号从第一阈值点52上升到点54处的第二阈值或者点56处的峰值阈值的时间间隔 $t_{active2threshold}$ 或者 $t_{active2peak}$ 。然后将生成信号的斜率或者差分变化用于与典型直接推动阈值 $t_{direct\_push}$ 或 $t_{direct\_push\_pk}$ 比较,以判定接近开关的激活。具体地,当时间 $t_{active2peak}$ 小于 $t_{direct\_push}$ 或者 $t_{active2threshold}$ 小于 $t_{direct\_push}$ 时,判定开关激活。否则,开关总成保持在探索模式。

[0048] 参照图7,经过两个开关滑动/探索运动的一个示例示为手指通过或者划过两个相邻的接近传感器的激活场,其示为标记为50A的信号信道1和标记为50B的信号信道2。当用户的手指接近第一开关时,手指进入与第一开关传感器相关联的激活场,引起信号50A的传感器计数变化以较慢速度上升,如此,判定生成信号的减小的差分变化。在此示例中,信号信道1的分布曲线在不小于或者等于 $t_{direct\_push}$ 的时间 $t_{active2peak}$ 经历了变化,从而导致进入搜索或探索模式。根据一实施例,因为 $t_{active2threshold}$ 是生成信号的缓慢差分变化的指示,所以不发起开关按钮的激活。根据另一实施例,因为时间 $t_{active2peak}$ 不小于或者等于 $t_{direct\_push\_pk}$ ,指示生成信号的缓慢差分变化,所以根据另一实施例不发起激活。标记为50B的第二信号信道显示为在过渡点58处成为最大信号,并且,其 $\Delta$ 传感器计数有上升的变化,且信号的差分变化类似于信号50A。因此,第一和第二信道50A和50B反映手指在探索模式中经过两个电容传感器的滑动动作,结果是不激活任何一个开关。在接近开关的电容电平达到信号峰值时,使用时间间隔 $t_{active2threshold}$ 或 $t_{active2peak}$ ,可以做出激活或者不激活接近开关的判定。

[0049] 对于如图8所示的缓慢直接推动动作,可以采用额外处理以确保无有意激活。如图8中可以看出,标示为信号50A的信号信道1显示为在时间间隔 $t_{active2threshold}$ 或 $t_{active2peak}$ 都更加缓慢地上升,这将导致进入探索模式。当检测到这种滑动/探索状态,且时间 $t_{active2threshold}$ 大于 $t_{direct\_push}$ ,如果信道失效,其条件是第一信号信道进入探索模式,并且在电容在点60处下降到低于LVL\_KEYUP\_Threshold(电平升高阈值)时,其仍然为最大信道

(具有最高强度的信道),则发起开关激活。

[0050] 参照图9,其示出了用户的手指经过接近开关总成的快速动作,并且无开关激活。在此示例中,对于分别由线50A和50B表示的两个信道1和2,检测到信道1和2的生成信号的相对大的差分变化。开关总成采用延迟时间间隔来推迟激活判定,直到第二信号信道50B上升到高于第一信号信道50A处的过渡点58。根据一实施例,可以将时间延迟设置为等于时间阈值 $t_{\text{direct\_push\_pk}}$ 。因此,通过在判定开关激活之前采用延迟时间间隔,接近键盘非常快的探索防止了开关的无意激活。在响应中引入时间延迟可以使界面较不敏感,并且在操作者的手指运动大体上均匀时可以更好地工作。

[0051] 根据一实施例,如果最近检测到之前的未导致激活的阈值事件,则可以自动地进入探索模式。因此,一旦检测并拒绝了无意致动,在探索模式的一段时间内可以更加谨慎。

[0052] 另一种容许操作者进入探索模式的方式是,使用开关面板表面上的一个或者多个适当标记和/或有纹理的区域或垫板,其与专用的接近开关相关联,该专用的接近开关具有向接近开关总成发送操作者盲目探索意图信号的功能。一个或多个探索预定垫板可以位于易于接触到并且不大可能产生其它信号信道活动的位置。根据另一实施例,可以采用围绕整个开关界面的未标记的更大探索预定垫板。当操作者的手划过顶置控制台上的饰边寻找标志物并从该标志物开始对接近开关总成的盲目探索时,很可能会首先触碰到这种探索垫板。

[0053] 一旦接近传感器总成判定传感器计数变化的增加是开关激活或者是探索动作的结果,总成继续判定在接近开关激活中是否应当终止以及如何终止探索动作。根据一实施例,接近开关总成搜索对开关按钮最少达到预设的时间量的稳定按压。在一个特定的实施例中,预设的时间量等于或者大于50毫秒,更优选为约80毫秒。图10-13中示出了采用稳定时间法的开关总成操作的示例。

[0054] 参照图10,示出了对三个接近开关的探索,其对应于分别标记为信号50A-50C的信号信道1-3,手指在探索模式中滑动经过第一和第二开关,然后激活与信号信道3相关联的第三开关。当手指探索与信道1和2相关联的第一和第二开关时,由于线50A和50B无稳定信号,判定不激活。信道1的线50A的信号作为最大信号值开始,直到线50B的信道2成为最大值,并且最后信道3成为最大值。显示信号信道3在峰值附近具有例如80毫秒的足够长时间间隔 $t_{\text{stable}}$ 的传感器计数的稳定变化,该时间足以起动相应接近开关的激活。当已经满足电平阈值激发条件并且已经达到峰值时,稳定电平法在开关电平被限定在一个狭窄范围内至少时间间隔 $t_{\text{stable}}$ 之后激活开关。这允许操作者探索不同的接近开关,并且,一旦发现用户的手指保持在靠近开关的位置一个稳定时间间隔 $t_{\text{stable}}$ 之后,激活所需开关。

[0055] 参照图11,其示出了稳定电平法的另一实施例,其中,线50C的第三信号信道具有在信号下降中具有稳定状态的传感器计数变化。在此示例中,第三信道的传感器计数变化超出阈值电平,并且具有检测到时间间隔 $t_{\text{stable}}$ 的稳定按压,因此判定第三开关激活。

[0056] 如图12和13所示,根据另一实施例,接近开关总成可以采用虚拟按钮法,其搜索探索模式中传感器计数变化的初始峰值,在该初始峰值后跟随着传感器计数变化的额外持续上升,以此判定开关激活。在图12中,线50C的第三信号信道上上升到初始峰值,然后进一步上升传感器计数变化 $C_{vb}$ 。这等同于用户的手指划过开关总成时轻轻擦到开关总成表面,接触到所需按钮,然后在虚拟机械开关上按下,以使用户的手指按在开关接触表面上,并且增加

用户的手指靠近开关的体积量。当指尖挤压在垫板表面时,增加的指尖表面引起电容的增加。电容增加可能在检测到图12中所示的峰值之后立刻发生,或者可以如图13所示地在传感器计数变化下降之后发生。接近开关总成检测初始峰值,该初始峰值后跟随着处于稳定电平或稳定时间间隔 $t_{stable}$ 的传感器计数进一步上升的变化,表示为电容 $C_{vb}$ 。检测的稳定电平总体上意味着无传感器计数值的无噪声变化,或者小的传感器计数值的无噪声变化,其可以在校准中预先设定。

[0057] 应当理解的是,较短的时间间隔 $t_{stable}$ 可能导致意外激活,尤其是在手指运动方向反转之后,并且较长的时间间隔 $t_{stable}$ 会导致较不敏感的界面。

[0058] 还应当理解的是,可以同时使用稳定值法和虚拟按钮法。在这种情况下,由于操作者可以始终用虚拟按钮法触发按钮而不必等待稳定推按超时,因此可以将稳定时间 $t_{stable}$ 放宽至更长,例如1秒。

[0059] 接近开关总成可以进一步采用加强噪声抑制(robust noise rejection)来防止扰人的意外致动。例如,利用顶置控制台,应当避免意外打开和关闭天窗。过多的噪声抑制最终可能会拒绝有意的激活,这应当避免。一种抑制噪声的方法是检查是否多个相邻信道同时报告触发事件,如果为是,则选择具有最高信号的信号信道并且激活它,从而忽略所有其它信号信道直到释放选择的信号信道。

[0060] 接近开关总成20可以包括特征噪声抑制法(signature noise rejection method),其基于两个参数,即特征参数(signature parameter),其是最高强度信道(max\_channel)与整体累积电平(sum\_channel)的比值,以及dac参数,其是与max\_channel最少成一定比例的信道的数目。在一实施例中, $\alpha_{dac}=0.5$ 。特征参数可以由以下方程定义:

$$[0061] \quad \text{特征参数} = \frac{\text{max\_channel}}{\text{sum\_channel}} = \frac{\text{max}_{i=0,n} \text{channel}_i}{\sum_{i=0,n} \text{channel}_i}。$$

[0062] dac参数可以由以下方程定义:

$$[0063] \quad \text{dac} = \forall \text{channels}_i > \alpha_{\text{dac}} \text{ max\_channel}。$$

[0064] 根据dac,对于未被拒绝的识别激活,通常必须信道清晰,即特征参数必须高于预定阈值。在一实施例中, $\alpha_{\text{dac}=1}=0.4$ 并且 $\alpha_{\text{dac}=2}=0.67$ 。根据一实施例,如果dac大于2,则拒绝激活。

[0065] 当在分布曲线的下降阶段做出激活或者不激活开关的判定时,可使用其峰值peak\_max\_channel及peak\_sum\_channel来替代max\_channel及sum\_channel用于计算特征参数。特征参数可以为以下方程:

$$[0066] \quad \text{特征参数} = \frac{\text{peak\_max\_channel}}{\text{peak\_sum\_channel}} = \frac{\text{max}(\text{max\_channel}(t))}{\text{max}(\text{sum\_channel}(t))}。$$

[0067] 可采用噪声抑制触发搜索模式。当由于不清晰的特征参数而拒绝检测到的激活时,应当自动使用搜索或者探索模式。因此,在盲目探索时,用户可以使用所有伸直手指触碰,以期望建立参考系,由此开始搜索。这可以同时触发多个信道,因而导致较差的特征参数。

[0068] 参照图14,根据一实施例,示出了一种状态机实施方式中的接近开关20的状态图。状态机的实施方式显示为具有五种状态,包括SW\_NONE状态70、SW\_ACTIVE状态72、SW\_

THRESHOLD状态74、SW\_HUNTING状态76以及SWITCH\_ACTIVATED状态78。SW\_NONE状态70是未检测到传感器活动的状态。SW\_ACTIVE状态是传感器检测到某些活动、但在此时间点上不足以引起开关激活的状态。SW\_THRESHOLD状态是传感器确定的活动高到足以保证开关总成的激活、搜索/探索、或者偶然动作。当开关总成确定的活动模式与探索/搜索交互作用相一致时,进入SW\_HUNTING状态76。SWITCH\_ACTIVATED状态78是已经确认开关激活的状态。在SWITCH\_ACTIVATED状态78,开关按钮将保持活动,不再能够进行其他选择,直到释放相应的开关。

[0069] 接近开关总成20的状态取决于感测信号的检测和处理而改变。当处于SW\_NONE状态70时,在一个或者多个传感器检测到某些活动时,系统20可以进行到SW\_ACTIVE状态72。如果检测到足以保证激活、搜索或者偶然动作的活动,系统20可以直接进入SW\_THRESHOLD状态74。当处于SW\_THRESHOLD状态74时,系统20在检测到指示探索的模式时可以进入SW\_HUNTING状态76,或者系统20可以直接进入SWITCH\_ACTIVATED状态78。在SW\_HUNTING状态下激活开关时,可以检测到开关激活以改变到SWITCH\_ACTIVATED状态78。如果信号被拒绝并且检测到意外动作时,系统20可以返回到SW\_NONE状态70。

[0070] 参照图15,其示出了根据一实施例监控和判定何时使用接近开关装置生成激活输出的主方法100。方法100开始于步骤102,然后进行到步骤104执行初始校准,初始校准可以进行一次。在步骤106,通过从原始数据中减去参考值,由原始信道数据与校准参考值计算出校准的信号信道值。然后,在步骤108,从所有信号信道传感器读数计算出称为max\_channel的最高计数值以及称为sum\_channel的所有信道传感器读数的总和。此外,确定活动信道数目。在步骤110,方法100计算出max\_channel和sum\_channel的最近范围,以在随后判定动作是否在进行中。

[0071] 步骤110之后,方法100进行到判定步骤112,以判定是否有任何开关活动。如果无开关活动,方法100进行到步骤114,以执行在线实时校准。否则,方法116在步骤116处理开关释放。因此,如果开关已经活动,那么方法100进行到模块,在此等待并锁定所有活动直到其释放。

[0072] 实时校准之后,方法100进行到判定步骤118,以判定是否有任何指示最近激活的信道锁定,并且如果是,则进行到步骤120以递减信道锁定计时器(channel lockout timer)。如果未检测到信道锁定,方法100进行到判定步骤122以寻找新的max\_channel。如果当前max\_channel已经改变,这样就有新的max\_channel,则方法100进行到步骤124以重新设置max\_channel、计算范围的总和、并且设置阈值电平。因此,如果确定新的max\_channel,方法重新设置最近的信号范围,并且,如需要,更新搜索/探索参数。如果switch\_status(开关状态)小于SW\_ACTIVE,则将搜索/探索标志(hunting/exploration flag)设置为等于true(真值)(hunting/exploration\_on=true),并且,将开关状态设置为等于SW\_NONE。如果当前max\_channel未改变,则方法100进行到步骤126以处理max\_channel赤裸(无手套)手指状态。这可以包括处理不同状态之间的逻辑,如图14的状态图中所示。

[0073] 步骤126之后,方法100进行到判定步骤128,以判定是否有任何开关活动。如果未检测到开关激活,则方法100进行到步骤130,以检测用户手上可能的手套存在。可以根据电容计数值减少的变化来检测手套的存在。然后方法100进行到步骤132,以更新max\_channel和sum\_channel的既往史。然后,在步骤136终止之前,在步骤134将活动开关指数(index of

the active switch),如果有的话,输出到软件硬件模块。

[0074] 当开关活动时,激活图16中示出的处理开关释放例程。处理开关释放例程116在步骤140开始,然后进行到判定步骤142以判定活动信道是否小于LVL\_RELEASE(释放电平),并且如果为是,则在步骤152结束。如果活动信道小于LVL\_RELEASE,则例程116进行到判定步骤144,以判定LVL\_DELTA\_THRESHOLD(电平增量阈值)是否大于0,并且如果为否,若信号较强,则进行到步骤146以提高阈值电平。这可以通过降低LVL\_DELTA\_THRESHOLD来实现。步骤146还设置阈值、释放电平和活动电平。然后例程116进行到步骤148,重新设置用于长期稳定信号搜索/探索参数的最大信道及总和和历史定时器。在步骤152终止之前,在步骤150将开关状态设置为等于SW\_NONE。为了退出处理开关释放模块,活动信道的信号必须降到LVL\_RELEASE以下,LVL\_RELEASE是自适应阈值,当检测到手套干预时,该自适应阈值将改变。当开关按钮释放时,重新设置所有内部参数,并且开启锁定计时器,以便在特定的等待时间结束之前,例如100毫秒,阻止进一步激活。此外,根据手套的出现与否调节阈值电平。

[0075] 参照图17,根据一实施例,示出了判定状态从SW\_NONE状态改变为SW\_ACTIVE状态的例程200。例程200在步骤202开始,以处理SW\_NONE状态,然后进行到判定步骤204,以判定max\_channel是否大于LVL\_ACTIVE。如果max\_channel大于LVL\_ACTIVE,则接近开关总成改变状态,从SW\_NONE状态改变为SW\_ACTIVE状态,并且在步骤210结束。如果max\_channel不大于LVL\_ACTIVE,则在步骤210终止之前,例程200在步骤208检查是否重新设置搜索标志。因此,当max\_channel触发上述LVL\_ACTIVE时,状态从SW\_NONE状态改变为SW\_ACTIVE状态。如果信道保持低于此电平,经过一定的等待时间后,如果设置了搜索标记,搜索标记被重新设置为无搜索,这是离开搜索模式的方法之一。

[0076] 参照图18,根据另一实施例,示出了处理状态从SW\_ACTIVE状态改变为SW\_THRESHOLD状态或者SW\_NONE状态的方法220。方法220在步骤222开始,然后进行到判定步骤224。如果max\_channel不大于LVL\_THRESHOLD,则方法220进行到步骤226,以判定max\_channel是否小于LVL\_ACTIVE,并且,如果为是,进行到步骤228,将开关状态改变为SW\_NONE。相应地,当max\_channel信号降低到LVL\_ACTIVE以下时,状态机的状态从SW\_ACTIVE状态移动到SW\_NONE状态。还可以从LVL\_ACTIVE中减去一个 $\Delta$ 值,以引入某些滞后。如果max\_channel大于LVL\_THRESHOLD,则例程220进行到判定步骤230,以判断是否已经检测到最近的阈值事件或者手套,并且如果为是,则在步骤232将搜索开启标志设置为等于真(true)。在步骤236终止之前,方法220在步骤234将状态转换为SW\_THRESHOLD状态。因此,如果max\_channel触发上述LVL\_THRESHOLD,则状态改变为SW\_THRESHOLD状态。如果检测到手套,或者最近检测到未导致激活的先前阈值事件,则可以自动进入搜索/探索模式。

[0077] 参照图19,根据一实施例,示出了从SW\_THRESHOLD状态判定开关激活的方法240。方法240在步骤242开始,以处理SW\_THRESHOLD状态,并进行到判定框244,以判定信号是否稳定或者信号信道是否处于峰值,并且如果为否,则在步骤256终止。如果信号稳定或者信号信道处于峰值,之后方法240进行到判定步骤246,以判定搜索或探索模式是否处于活动,并且如果为是,则跳到步骤250。如果搜索或者探索模式未处于活动,则方法240进行到判定步骤248,以判定信号信道是否清晰并且快速活动是否大于阈值,并且如果为是,则在步骤250将开关活动(switch\_active)设置为等于最大信道(MAX\_CHANNEL)。方法240进行到判定框252,以判定是否存在开关活动,并且如果为是,则在步骤256终止。如果无开关活动,则方

法240进行到步骤254,在步骤256终止之前将搜索变量SWITCH\_STATUS初始设置为等于SWITCH\_HUNTING(开关搜索)(SW\_EXPLORATION/HUNTING),且将PEAK\_MAX\_BASE(峰值最大基数)初始设置为等于MAX\_CHANNELS。

[0078] 在SW\_THRESHOLD状态中,不进行判定,直到检测到MAX\_CHANNEL中的峰值。检测到峰值的条件是信号方向的反转,或者MAX\_CHANNEL和SUM\_CHANNEL在至少一定时间间隔(例如60毫秒)内都保持稳定(限定在一个范围内)。一旦检测到峰值,则检查搜索标志。如果搜索模式关闭,则应用入口斜坡斜率法。如果SW\_ACTIVE到SW\_THRESHOLD的时间少于阈值,例如16毫秒,并且噪声抑制法的特征指示其是有效触发事件,则状态改变为SWITCH\_ACTIVE,并且进程移动到PROCESS\_SWITCH\_RELEASE(处理开关释放)模块,否则将搜索标志设置为等于true。如果采用延迟激活法而不是立即激活开关,则状态改变为SW\_DELAYED\_ACTIVATION(开关延迟激活),其中强制执行延迟,在延迟结束时,如果当前MAX\_CHANNEL指数未改变,则激活按钮。

[0079] 参照图20,根据一实施例,示出了实施SW\_HUNTING状态的虚拟按钮法。方法260在步骤262开始,以处理SW\_HUNTING状态,并且进行到判定步骤264,以判定MAX\_CHANNEL是否已经下降到低于LVL\_KEYUP\_THRESHOLD,并且如果为是,则在步骤272将MAX\_PEAK\_BASE(最大峰值基数)设置为等于MIN(MAX\_PEAK\_BASE,MAX\_CHANNEL)。如果MAX\_CHANNEL已经下降到低于LVL\_KEYUP\_THRESHOLD,则方法260进行到步骤266,以采用第一信道触发搜索法来检查该事件是否会触发按钮激活。这取决于判定是否横穿第一且唯一的信道并且信号清晰。如果为是,则在步骤282终止之前,方法260在步骤270将开关活动设置为等于最大信道。如果未横穿第一且唯一的信道并且信号不清晰,则方法260进行到步骤268,以停止并且判定意外致动,并且在步骤282终止之前将SWITCH\_STATUS设置为等于SW\_NONE。

[0080] 步骤272之后,方法260进行到判定步骤274,以判定信道是否选中。这取决于MAX\_CHANNEL是否大于MAX\_PEAK\_BASE加上 $\Delta$ 值(delta,增量值)。如果信道已选中,则方法260进行到判定步骤276,以判定信号是否稳定且清晰,并且如果为是,则在步骤282终止之前,在步骤280将开关活动状态设置到最大信道。如果信道未选中,则方法260进行到判定步骤278,以检查信号是否长、稳定、并且清晰,并且如果为是,则进行到步骤280,在步骤282终止之前将开关活动设置为等于最大信道。

[0081] 因此,判定例程有利地判定接近开关的激活。例程有利地允许用户探索接近开关垫板,该接近开关垫板在其中应避免驾驶员注意力分散的机动车辆应用中特别有用。

[0082] 根据一实施例,接近开关总成20和激活接近开关总成的方法在图21-24B中示出,其提供一个或多个反馈——比如触觉反馈——给与开关总成20交互的用户。接近开关总成20包括多个接近开关,每个接近开关包含示为用于提供感测激活场的接近传感器24A-24X的接近传感器和处理与每个接近传感器的感测激活场相关联的信号的电路。控制电路可以检测位于两个接近开关之间的用户的手指,比如当手指滑动通过界面表面并且从第一接近开关转换到第二接近开关时。接近开关总成进一步包括当检测到两个接近开关之间的手指时生成反馈的反馈装置。根据一实施例,反馈装置提供至少一个反馈,比如触觉反馈。反馈装置可以包括振动机构,比如偏心马达。振动的振幅、模式和/或频率可以改变以提供不同的可识别反馈。在一实施例中,当用户的手指被检测到在两个相邻的开关之间中途移动或转换时,反馈装置提供触觉反馈给用户。控制电路还可以检测与接近开关总成交互的

用户的手指的速度,并且可以生成根据检测到的速度在振幅或频率上变化的反馈。此外,当检测到接近开关中的一个的激活时、当用户在开关中的一个上轻击时,和/或当用户释放接近开关中的一个时,也可以提供反馈。除了触觉反馈之外,可以采用其它的反馈,包括通过可听音发生器生成的可听音,和视觉反馈,比如指示灯。根据一实施例,触觉反馈装置可以位于接近开关总成壳体内。根据其它实施例,触觉反馈装置可以位于其它地方,比如位于驾驶员的座位或方向盘中。

[0083] 参照图21,接近开关总成20被示出为具有如本文所描述的与多个接近开关22相关联的多个接近传感器24A-24X。控制器40接收与每个接近传感器24A-24X相关联的信号并且通过微处理器42处理信号和存储在存储器48中的一个或多个控制例程。控制器40提供输出信号到各种装置,比如天窗16、天窗遮板18、和照明装置30。此外,一个或多个反馈装置300接收来自控制器40的输出以生成给用户的一个或多个反馈。反馈装置300可以包括可听音发生器302,可听音发生器302用于生成可听反馈,比如安装在车门中或车辆上的其它地方可以生成一个或多个音调的一个或多个车辆扬声器。车辆装备的任何扬声器或其它可听音发生器可以用来根据用户与接近开关总成20的交互提供可听音给用户作为反馈。其它反馈装置可以包括视觉显示器304,视觉显示器304生成视觉反馈,比如安装在车辆中的导航或无线电显示器。视觉显示器304可以显示文字或图标作为表示接近开关总成20的反馈的反馈。另外的反馈装置可以包括振动/触觉发生器306,振动/触觉发生器306用于提供触觉反馈,比如通过用户感测和可识别的振动。根据一实施例,振动/触觉发生器306可以实施为偏心马达。根据一实施例,振动/触觉发生器306可以集成在接近开关总成20的壳体内或各个接近开关22内以生成可以通过用户的手指识别的振动或感觉。根据其它实施例,振动/触觉发生器306可以位于车辆的方向盘、车辆座椅、或者与用户接触的其它点内,以提供一经与接近开关总成20特定交互就被用户感知的振动或感觉。另外的视觉反馈装置可以包括一个或多个指示灯308,一个或多个指示灯308用于提供可视光指示作为指示用户与接近开关总成20交互的反馈。指示灯308可以包括安装在组合仪表中的专用灯,或其它专用或共享照明装置,包括情景或环境照明灯、顶灯、地图阅读灯、电子显示器照明灯和通过接近开关总成20的用户可用和可视的其它照明灯。控制器40处理通过接近传感器24A-24X生成的信号并且生成一个或多个反馈信号以通过如本文所述的反馈装置300提供反馈给用户。

[0084] 参照图22,其中示出了接近开关总成20的一部分,其具有三个彼此紧密靠近并且在手指34与接近开关总成20交互的交互过程中相对于用户的手指34紧密靠近的串行设置的接近开关22A-22C。每个接近开关22A-22C包括一个或者多个用于生成感测激活场32的接近传感器22A-22C。接近开关22A-22C总体设置在壳体中,比如顶置控制台12,该顶置控制台12示出具有大体上平坦的或平面的外表面,该外表面形成用于激活接近开关24A-24C的接触/交互表面或垫板。接近传感器22A-22C在所示的实施例中的壳体的内表面上形成。

[0085] 当用户的手指34与接近开关总成20交互且从第一接近开关22A到第三接近开关22C滑动通过界面时,该总成20生成如图23中所示的相应的三个信号信道50A-50C。在本示例中,手指34以搜索/探索模式探索界面,并且最初使对应于接近开关22A的第一信号信道58生成,其以大致钟形上升和下降。第二接近开关22B和第三接近开关22C的每个同样地分别生成第二和第三信号信道50B和50C,因为手指继续以探索模式滑动通过界面。当手指34转换到两个相邻的接近开关之间的中途点,比如第一接近开关22A和第二接近开关22B之间

的中点时,第一和第二信号50A和50B以在转换点58所示的相同的值相交。当手指34处于在转换点58处的两个相邻接近开关之间的中途时,接近开关总成20生成第一反馈,比如通过振动/触觉发生器生成的触觉反馈,以向用户发送手指已在两个接近开关之间转变的信号。第一反馈从而提供手指从一个接近开关转换到另一个接近开关的可识别感觉给用户,以模拟开关边界而不需要表面轮廓的变化,比如机械脊。通过消除对在接触表面中的机械脊的需要,更流线型接触表面可以与接近开关总成20一起使用。

[0086] 应当理解的是,通过处理由接近传感器24A-24X生成的各种信号的接近开关总成20收集和生成的信息可以用来提供各种反馈——比如触觉反馈——给用户。第一反馈可以是当检测到两个相邻接近开关之间的的手指时所提供的触觉反馈。第二反馈可以包括根据手指与接近开关交互时检测到的手指的运动的速度的速度而在振幅或频率上变化的反馈。另外的反馈可以包括当检测到接近开关的激活时施加的第三反馈。另外的反馈可以包括当用户被检测到在开关上轻击时施加的第四反馈。又一第五反馈可以包括当检测到接近开关中的一个释放时生成的反馈。

[0087] 应当理解的是,通过接近开关总成检测到的任何各种条件和如本文所述的方法可以用来生成给用户的一个或多个反馈以提供对通过总成20检测到的条件的特定响应。应当理解的是,各第一、第二、第三、第四和第五反馈可以具有不同的特性,比如反馈的长度,或模式(比如包括一系列短的和长的激活的编码激活序列)、或反馈的振幅、或反馈的频率。例如,如果检测到接近开关上的按压,则接近开关总成20可以生成“选中”的感觉。如果该总成检测到用户与多个传感器——其与多个接近开关相关联——交互,比如当在接触表面上滑动时,则总成20状态切换到搜索/探索模式。在探索模式,更简单的轻击和稳定按压可能会被禁用。相反地,总成可以等待用户停止滑动,从而检查来自接近传感器的相对“稳定的”输出。当稳定的输出实现时,该总成20可以通过检查特征比确定用户的手指与传感器交互,该特征比是最大信道除以剩余的信号信道的累积的比,或传感器之间的比。如果用户被检测到与传感器交互,则特定的触觉特性反馈可以产生以模拟“定位器”的感觉,“定位器”通常刻在接触表面的底部以帮助引导手指达到它。当用户增加与特定开关对准的接触表面上的手指的压力时,其生成触发激活的附加的信号振幅,并且因此可以使另一触觉特性反应用于此条件。当在探索模式时,通过检查邻近垫板信号何时超过占主导的当前信号信道,总成可以确定用户何时滑动通过接触表面或垫板。这种条件可以触发“脊”特性反馈的渲染。这允许完全平坦表面的可能性的好处,其可以是更美观且制造成本更低,同时仍然提供当用手指在表面上掠过时在物理脊上通过的感觉。

[0088] 在接近开关之间,总成20不仅可以进一步通过监控接近信号是否稳定检测手指移动,而且可以通过估计用于当前接近开关和相邻邻近接近开关的当前占主导(最大)的信号的变化率来推断通过表面的手指的行进速度。可以使用变化的速度来控制由振动/触觉发生器施加的“纹理的”渲染特性的定时和振幅。振动/触觉发生器可以通过锯齿形或方波脉冲调制序列驱动,该序列具有占空比、脉冲的、重叠的持续时间和强度作为可选择参数,来实施不同的特性,比如“脊”、“按钮轻击”、“按钮按压”、和“纹理”特性。

[0089] 参照图24A-24B,根据一个实施例,反馈控制例程400示出用于监控和确定何时生成触觉反馈。应当理解的是,反馈控制例程400处理在此描述的控制例程(包括图15中所示的例程)中监控且处理的数据。照此,微处理器并行或串行地同时处理各种例程。方法400在

步骤402开始并进行到步骤404,以判定新的最大信号信道是否已经历了从一个信号信道到另一个信道的转换。如果已发生新的最大信号信道转换,指示用户的手指从第一接近开关转换到第二接近开关,则例程400进行到步骤406以生成“脊”特性的触觉反馈。照此,例程400生成给用户的反馈以当手指在相邻接近开关之间转换时模拟机械脊的存在。此后,例程400在步骤438结束。

[0090] 如果在步骤404中没有检测到新的最大信号信道转换,则例程400进行到判定步骤408以判定是否已检测到稳定按压或虚拟按钮按压。如果已检测到稳定按压或虚拟按钮按压,则例程400进行到步骤410以在步骤438结束之前生成“按钮按压”特性的触觉反馈。因此,生成指示通过用户的按钮按压的单独反馈。

[0091] 如果在步骤408中没有检测到稳定按压或虚拟按钮按压,则例程400进行到判定步骤412以判定是否已检测到轻击按压。如果已检测到轻击按压,则程序400进行到步骤414以在步骤438结束之前生成“按钮按压”特性的触觉反馈。照此,轻击按压的检测导致为用户生成的按钮轻击特性的生成。

[0092] 如果在步骤412没有检测到轻击按压,则例程400进行到判定步骤416以判定是否已释放具有活动信号的开关。如果已释放这样的开关,则例程400进行到步骤412以在步骤438结束之前生成“按钮释放”特性的触觉反馈。照此,当用户激活开关并保持在其上且然后释放开关时,这导致给用户的按钮释放反馈的生成,以使用户可以确认释放已发生。这种按钮释放反馈可以包括照明灯或可听音,因为用户的手指可以离开接触表面或垫板。

[0093] 如果在步骤416没有检测到开关释放,则例程400进行到判定步骤420以判定是否已初始化虚拟按钮。如果已初始化虚拟按钮,则例程400进行到步骤422以在步骤438结束之前生成“按钮检测”特性的触觉反馈。照此,虚拟按钮初始化导致由用户检测到的按钮检测反馈的生成。

[0094] 如果在步骤420没有检测到虚拟按钮初始化,则例程400进行到判断步骤424以判定开关状态是否被设置为等于指示接近开关总成上无显著活动的开关SW\_none状态。如果开关状态被设置为等于开关SW\_none,则例程400进行到步骤428以在步骤438结束之前关闭触觉反馈装置。同样地,在判定步骤428,例程400判定开关状态是否处于活动开关SW\_Active状态,并且如果为是,则进行到步骤428以在步骤438结束之前关闭触觉。

[0095] 如果状态未设置为等于开关活动SW\_Active状态,则例程400进行到判定步骤430以判定状态是否被设置为等于开关阈值SW\_Threshold状态。如果状态被设置为等于开关阈值SW\_Threshold,则例程400进行到步骤434以根据信号比增量值(SIG\_RATIO\_DELTA)计算与接近开关交互的用户的手指的速度。信号比增量值可以指示手指在接近开关总成上移动或移动通过接近开关总成的交互的速度。手指的速度可以通过监控其从一个接近开关进行到另一个接近开关时的信号的变化率来确定。在基于信号比增量值计算速度之后,例程400进行到判定步骤436以生成根据手指的移动速度变化的触觉反馈。这种触觉反馈可以包括可根据检测到的手指的运动速度变化的振动频率的变化。例如,如果手指在接近开关总成上移动越快,则信号的频率可以被增加,而如果手指移动较慢,则接近开关频率可以降低。组合地或供选择地,信号的振幅可以改变以便较快移动信号导致较高的振幅,而较慢移动手指导致较低振幅的信号。在框436的这个触觉的激活之后,例程400在步骤438结束。

[0096] 如果在判定框430状态不等于开关阈值状态,则例程400进行到判定框432以判定

状态是否等于开关探索/搜索状态。如果状态被设置为等于开关探索/搜索状态,则例程400进行到步骤434以计算信号比增量值并且然后在步骤438结束之前在步骤436生成触觉信号。

[0097] 因此,根据图21-24B中所示的实施例,接近开关总成和方法有利地提供一个或多个反馈给用户,其指示激活或用户的手指与总成交互。接近开关总成可以提供指示相邻接近开关之间的边界的反馈,从而消除对在接触表面上的物理脊或其它物理标记的需要。可以生成另外的反馈,用于各种其它类型的激活和可以用各种不同的激活振幅、频率、时间段和/或模式发生的其它特性,从而允许用户确定发生了哪些类型的反馈。

[0098] 应当理解的是,可以对上述结构做出变化和修改而不脱离本发明的构思,进一步应当理解的是,旨在通过以下权利要求包含该构思,除非这些权利要求通过文字另有明确说明。

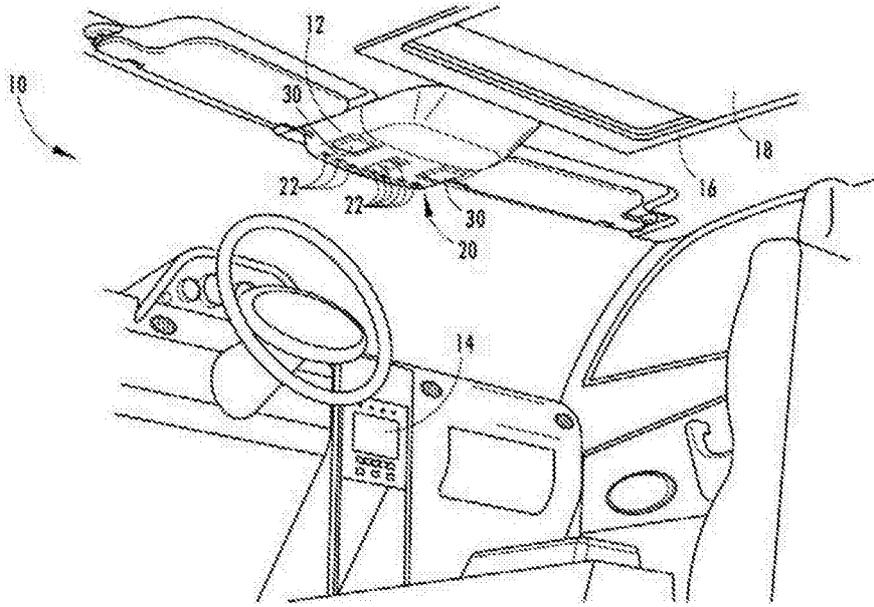


图1

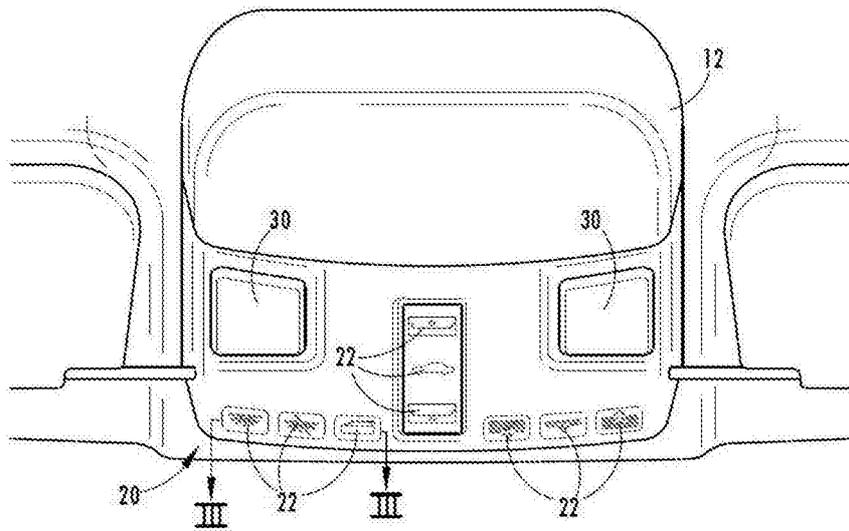


图2

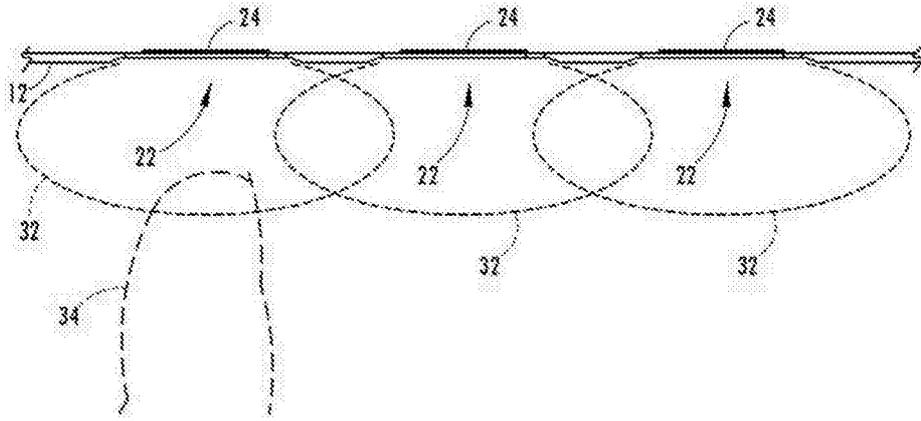


图3

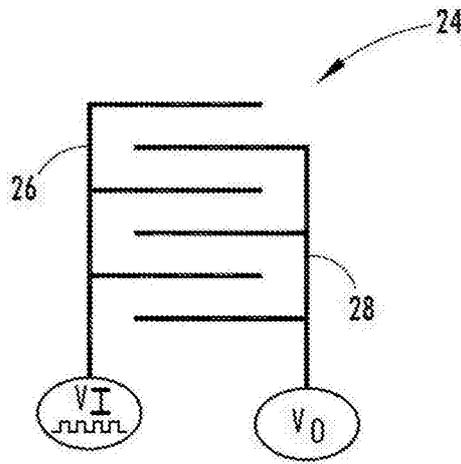


图4

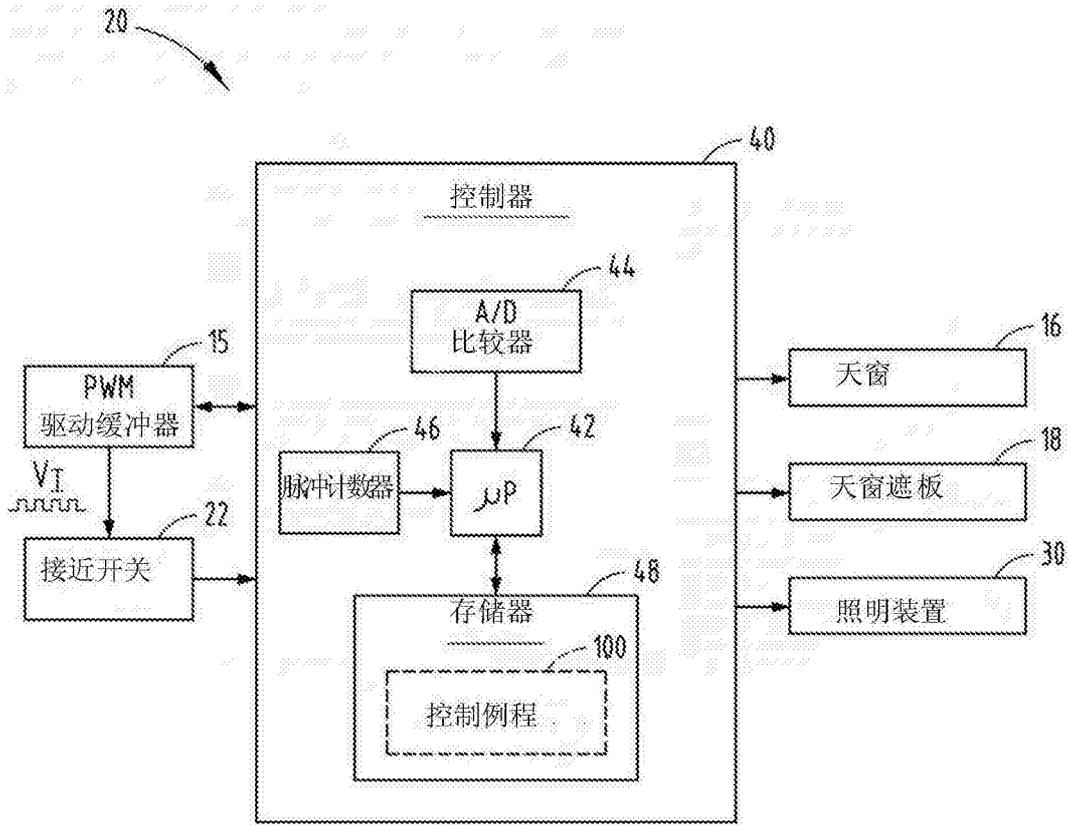


图5

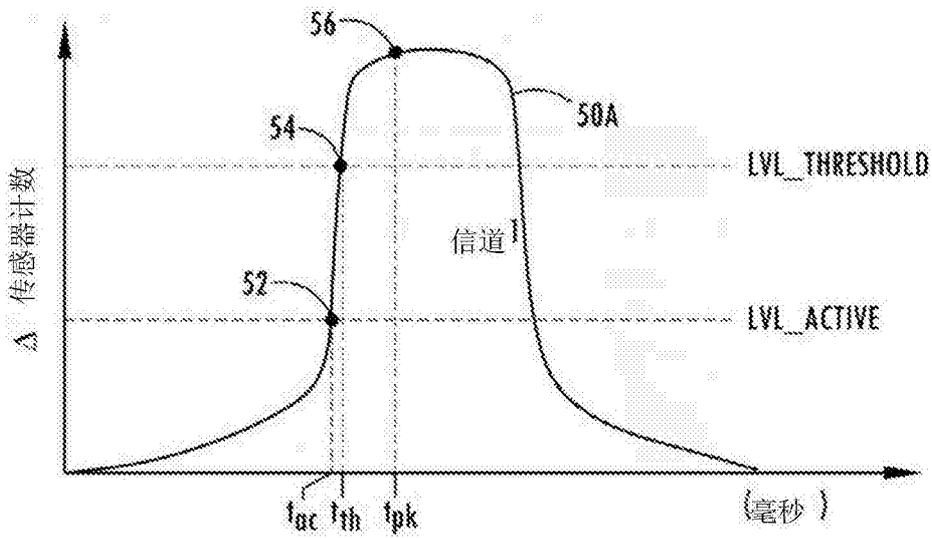


图6

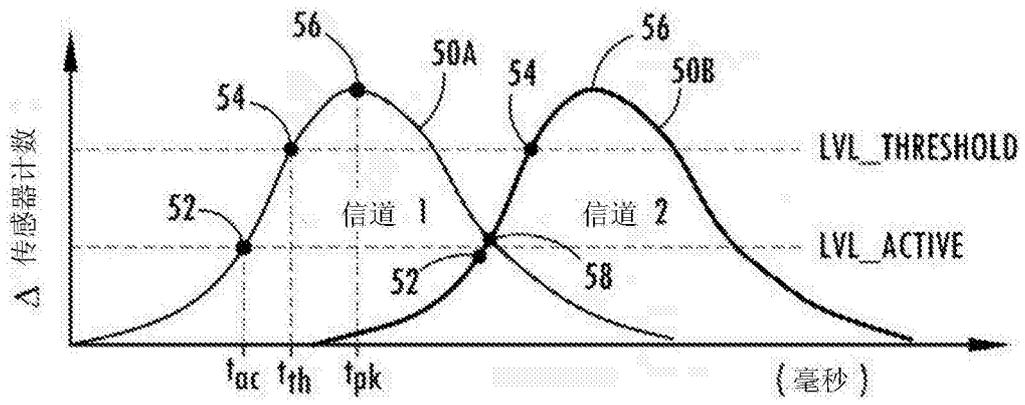


图7

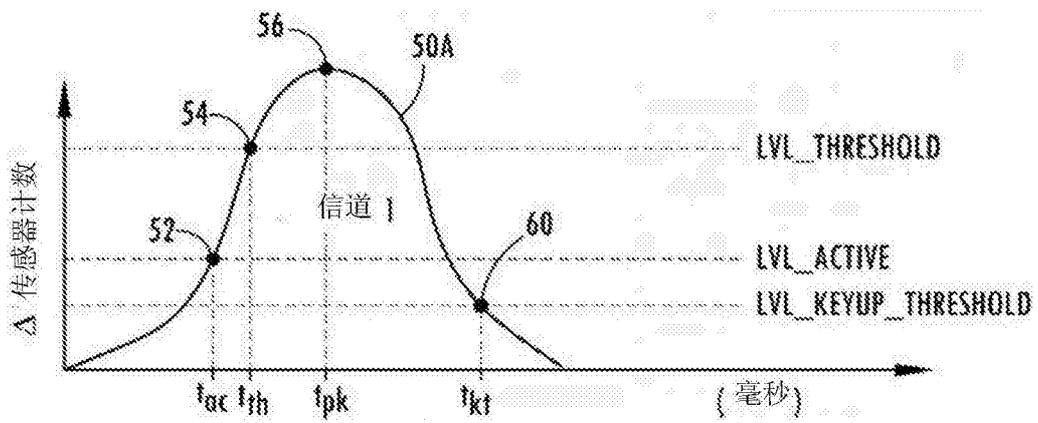


图8

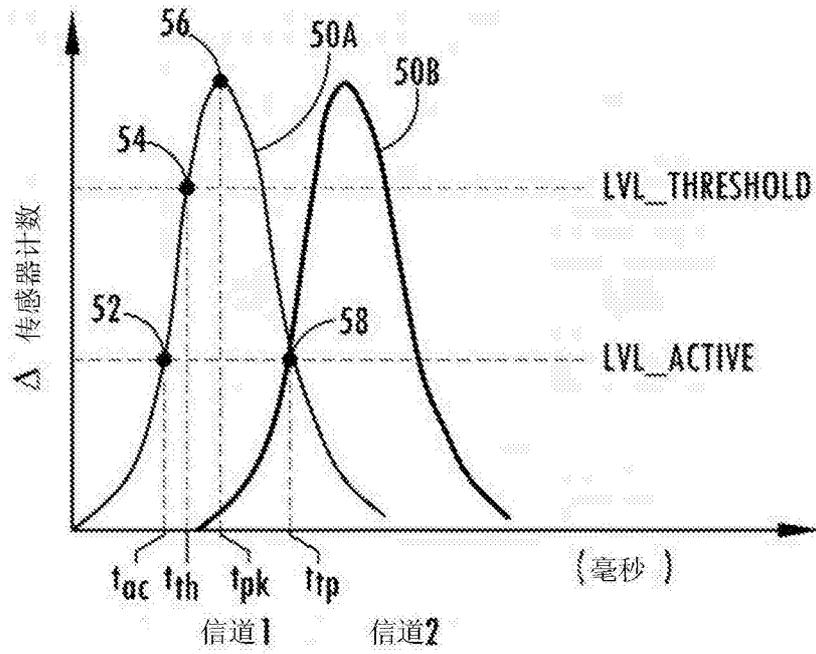


图9

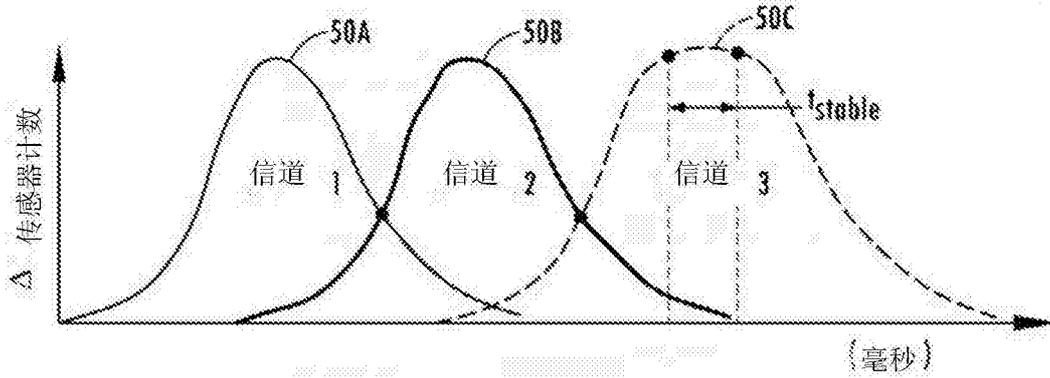


图10

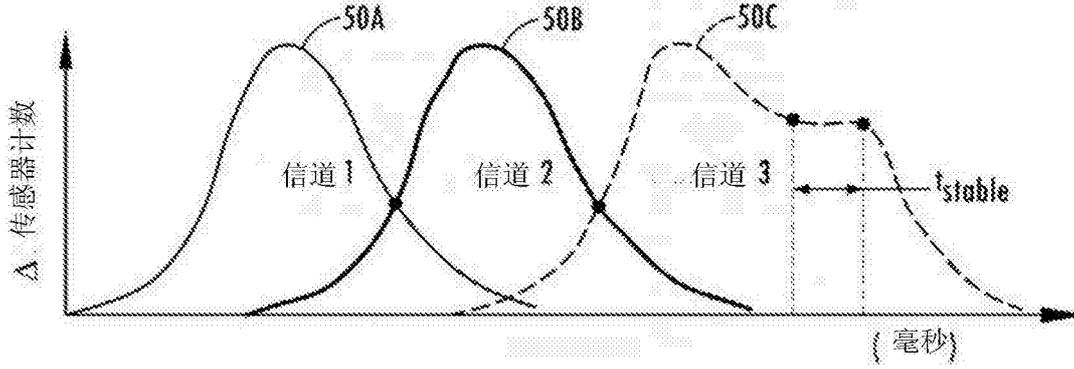


图11

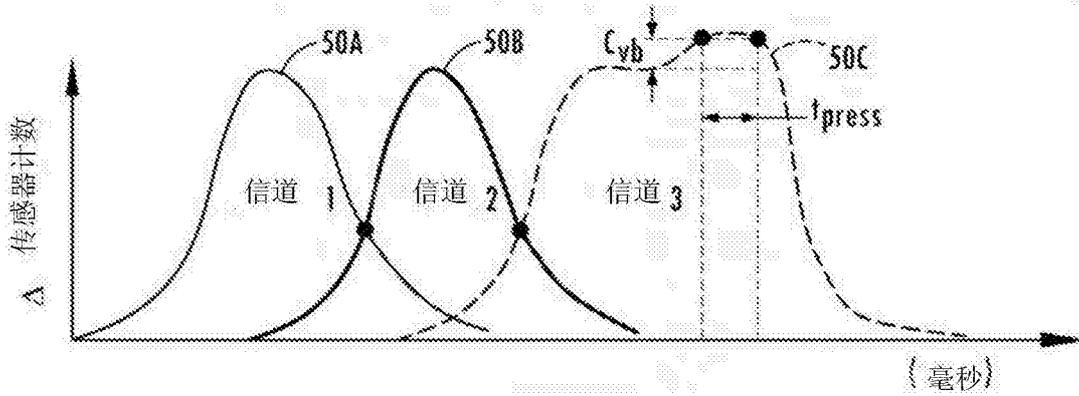


图12

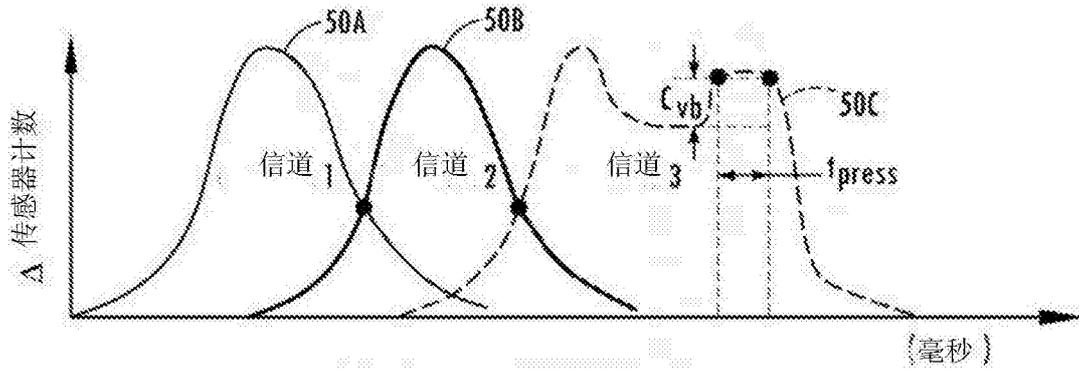


图13

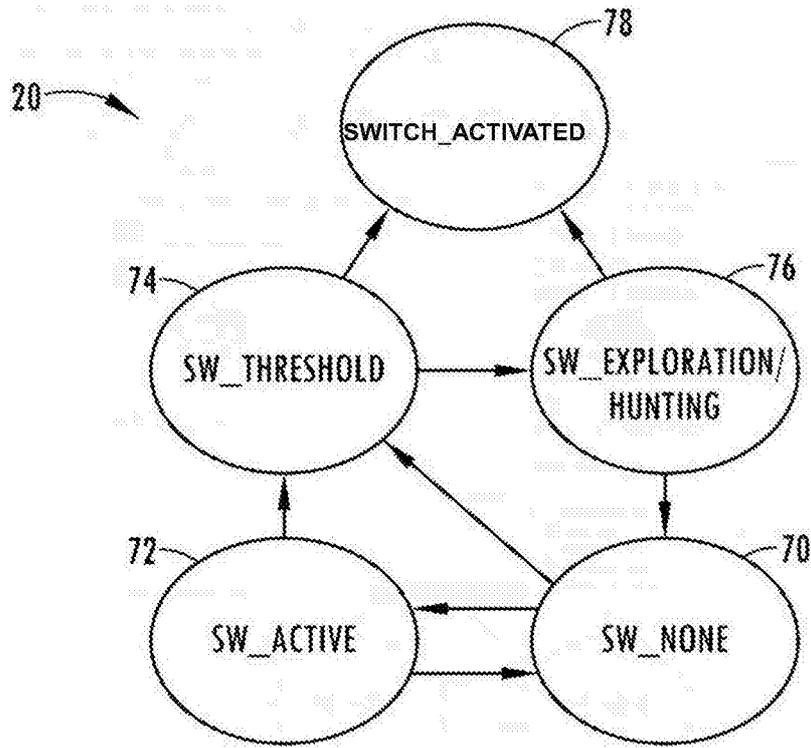


图14

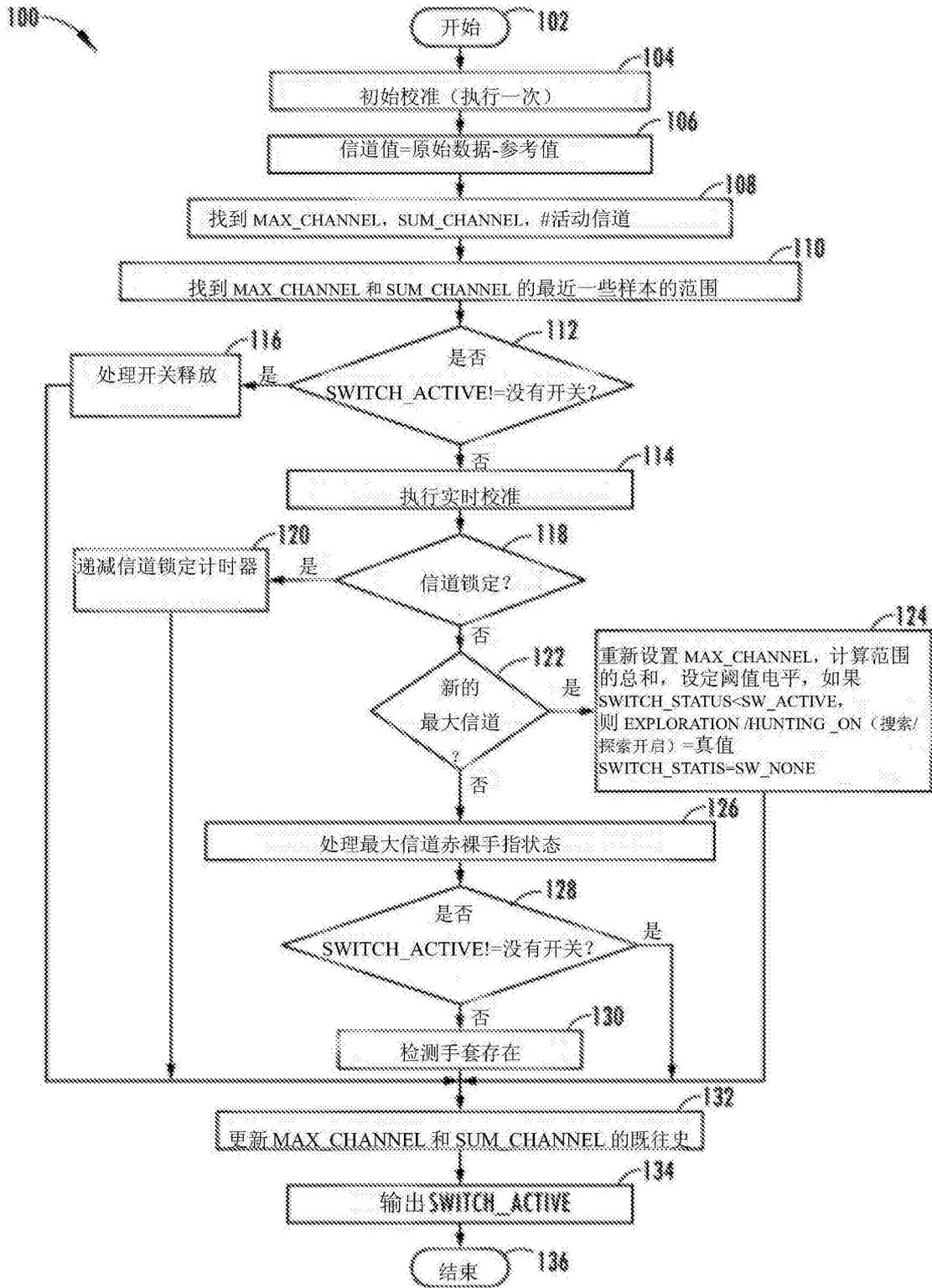


图15

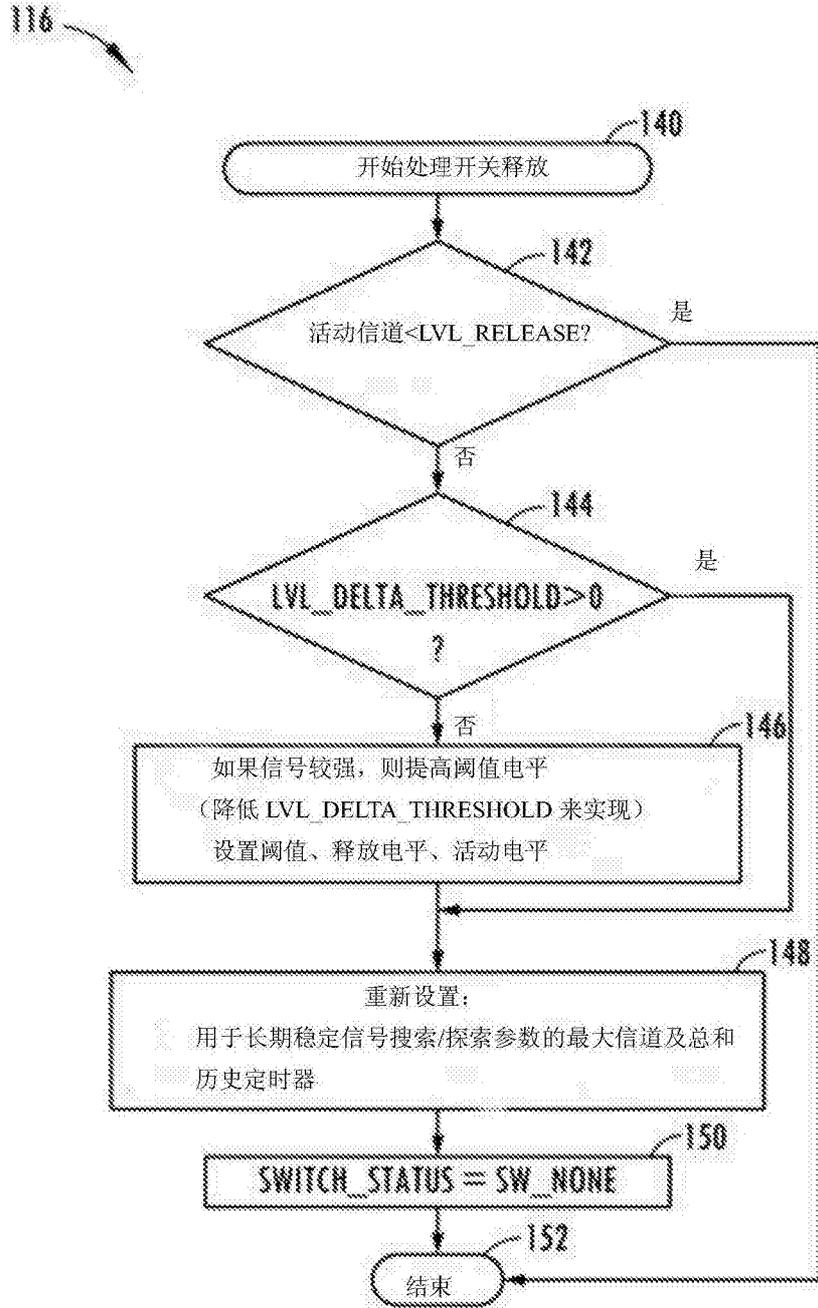


图16

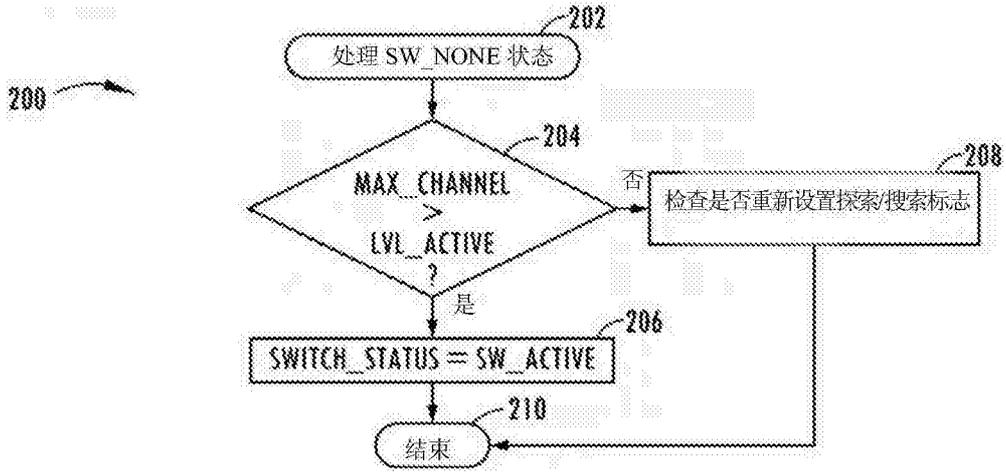


图17

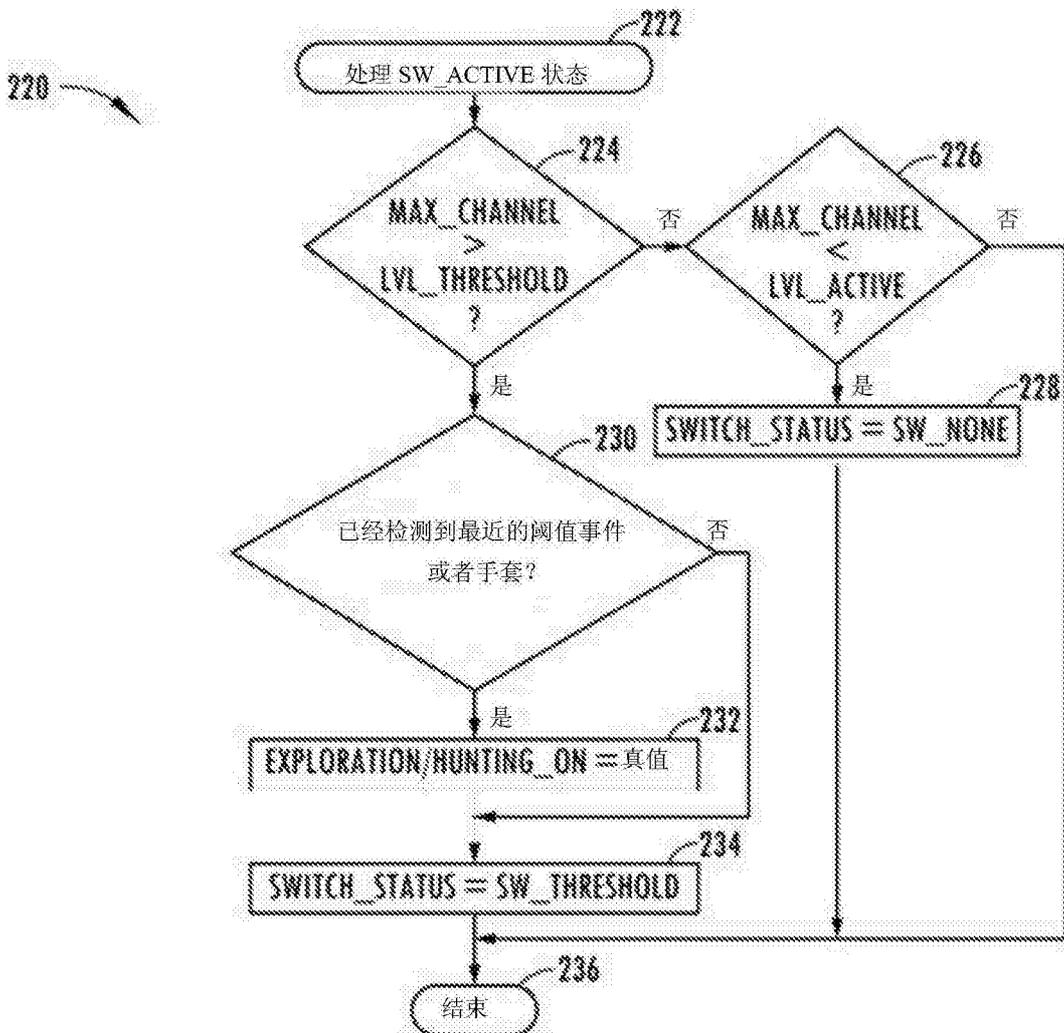


图18

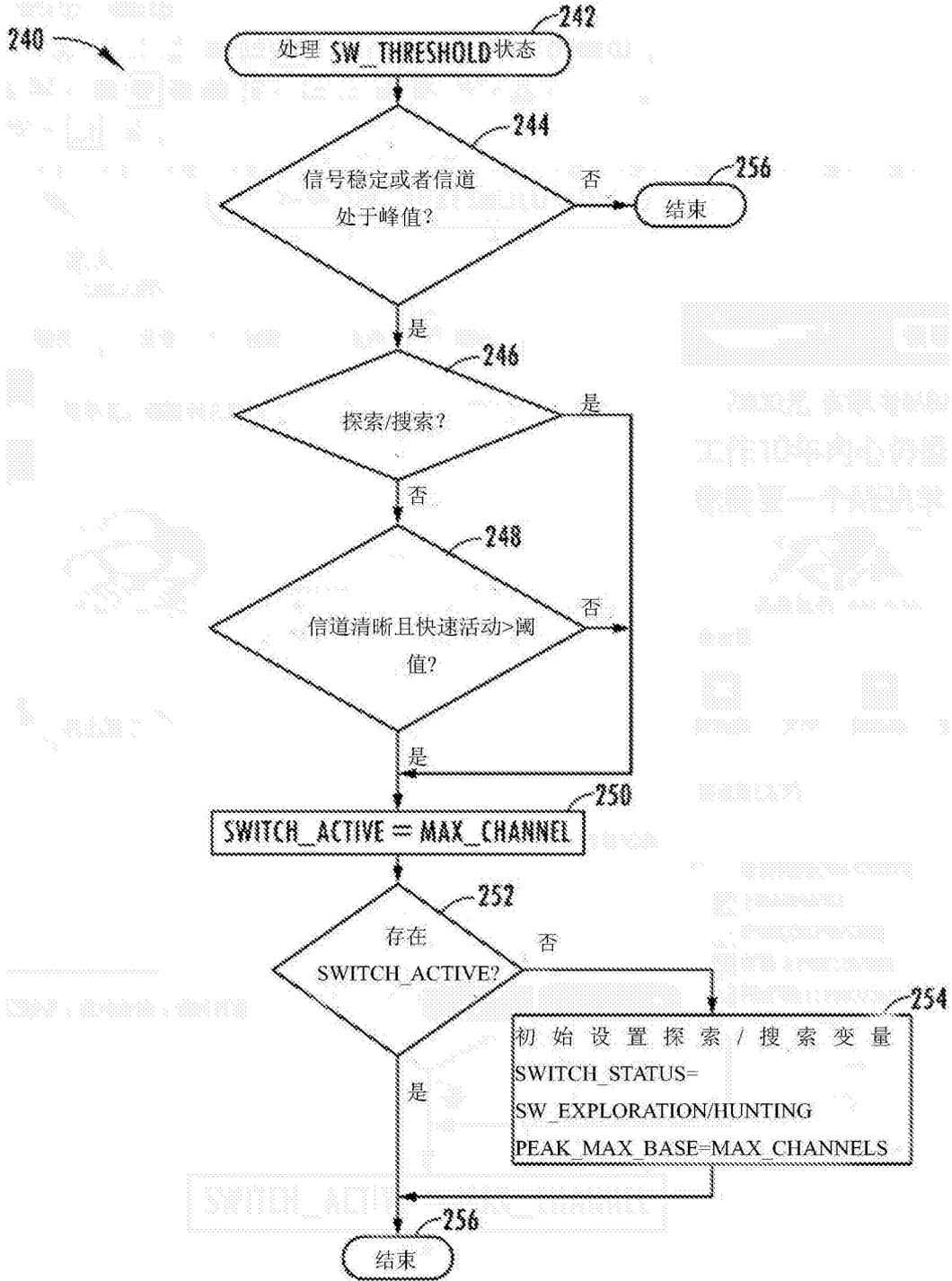


图19

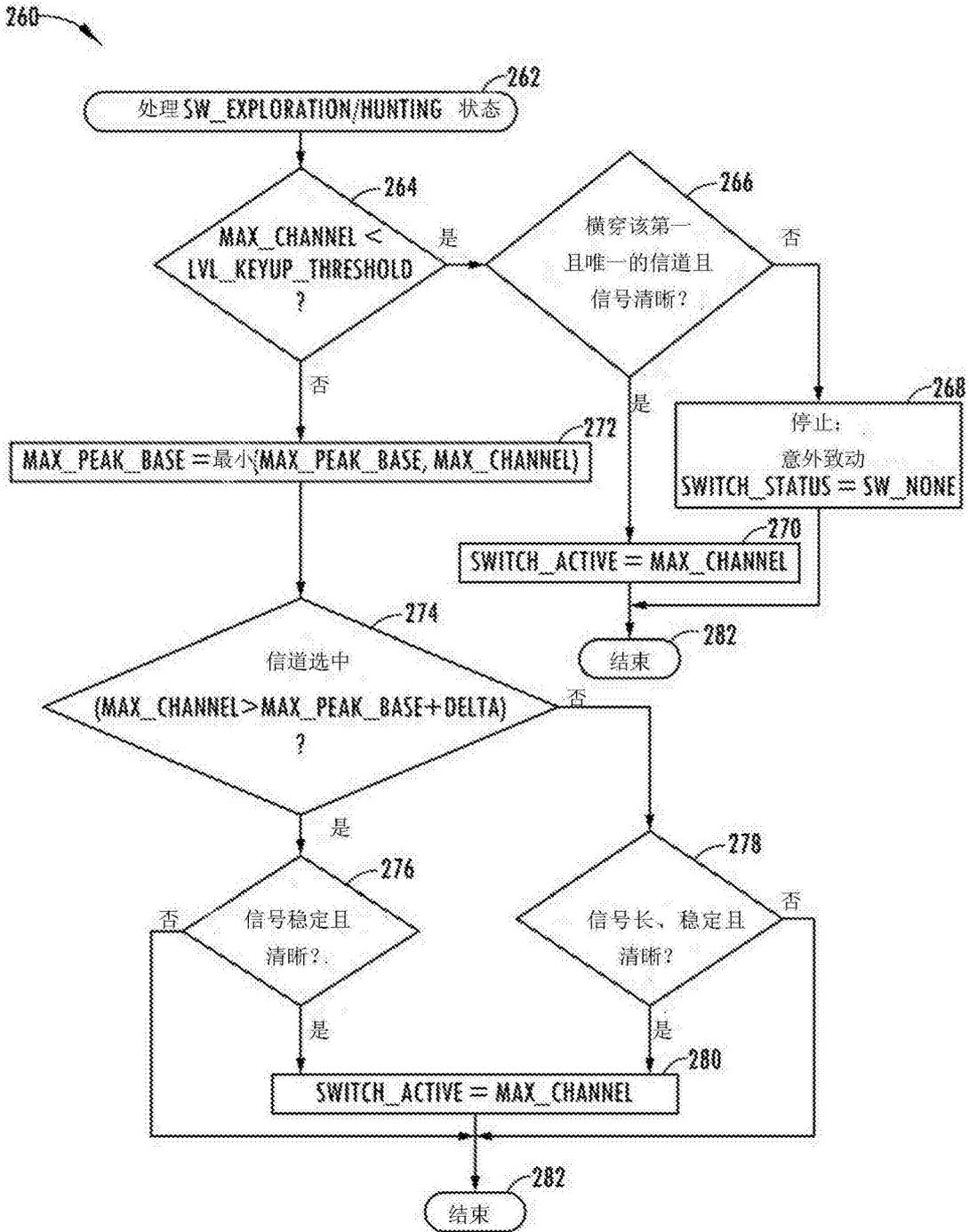


图20

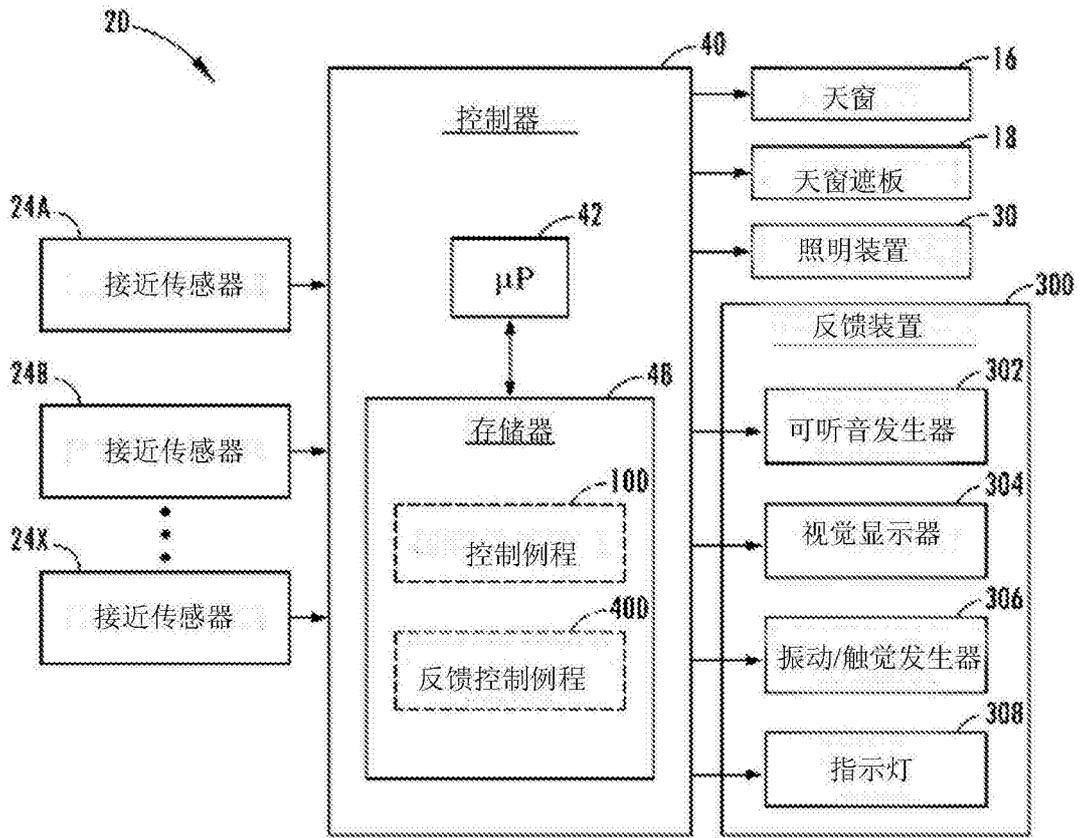


图21

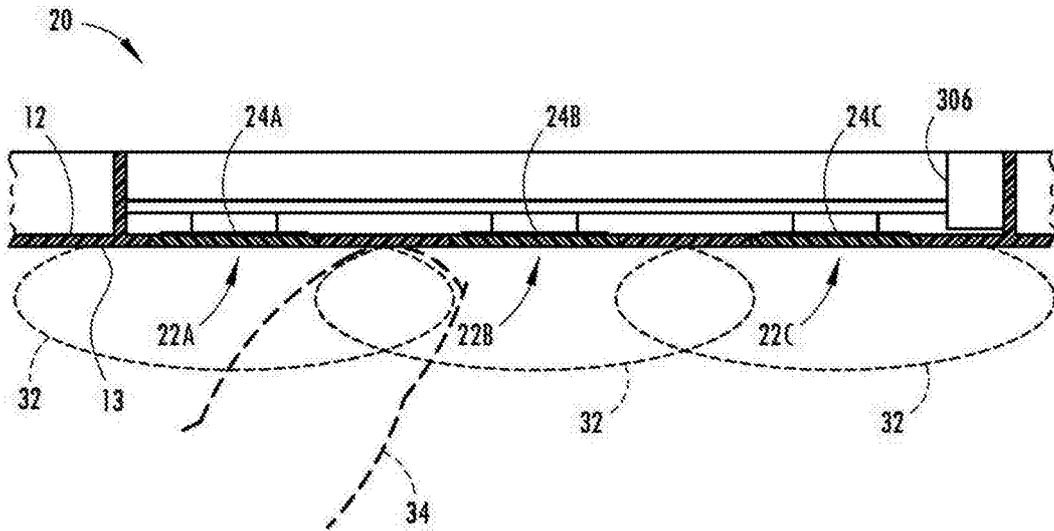


图22

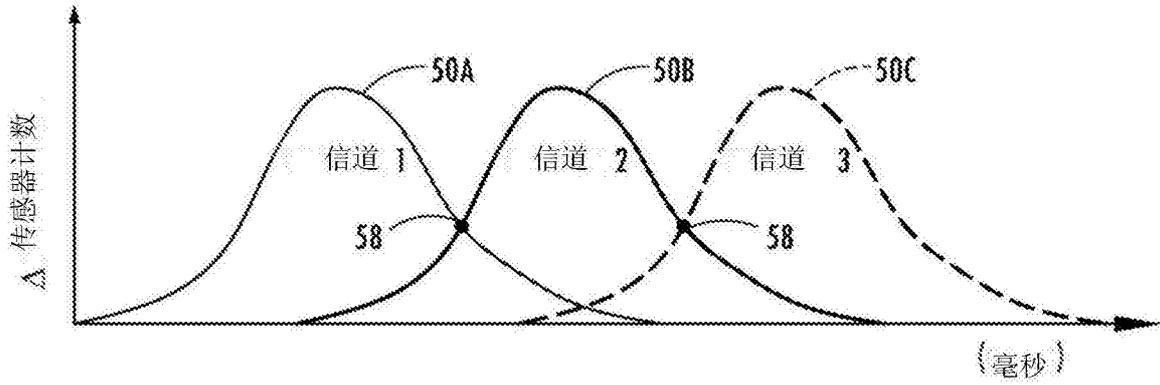


图23

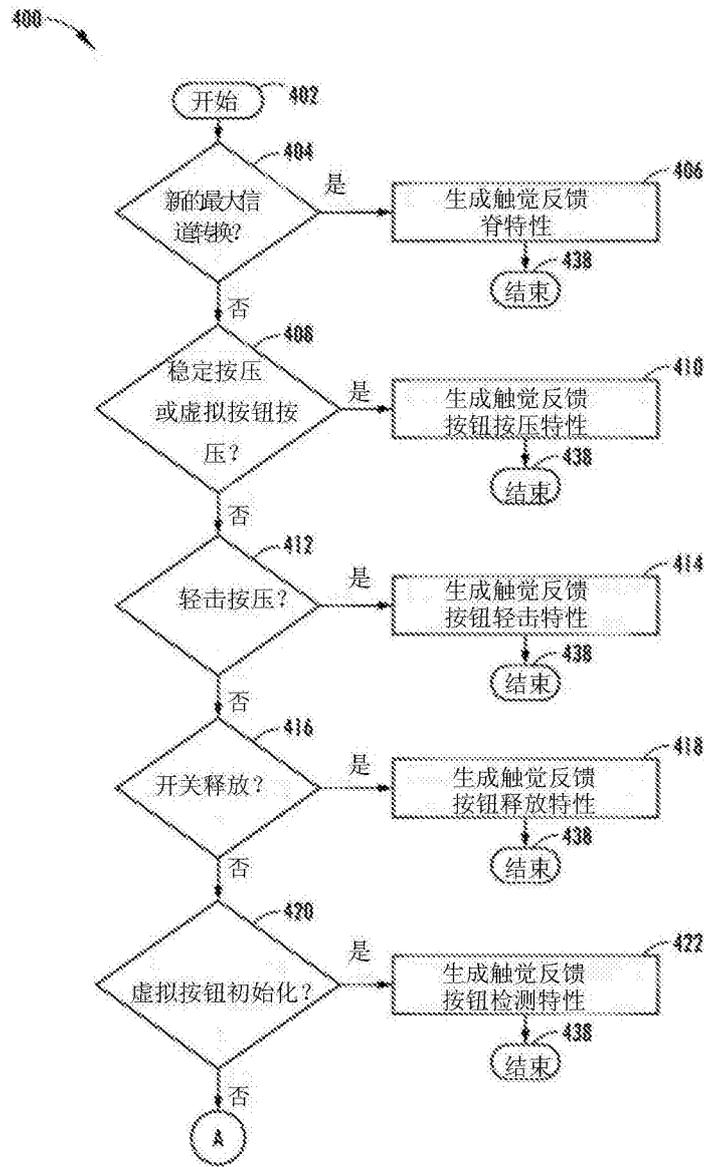


图24A

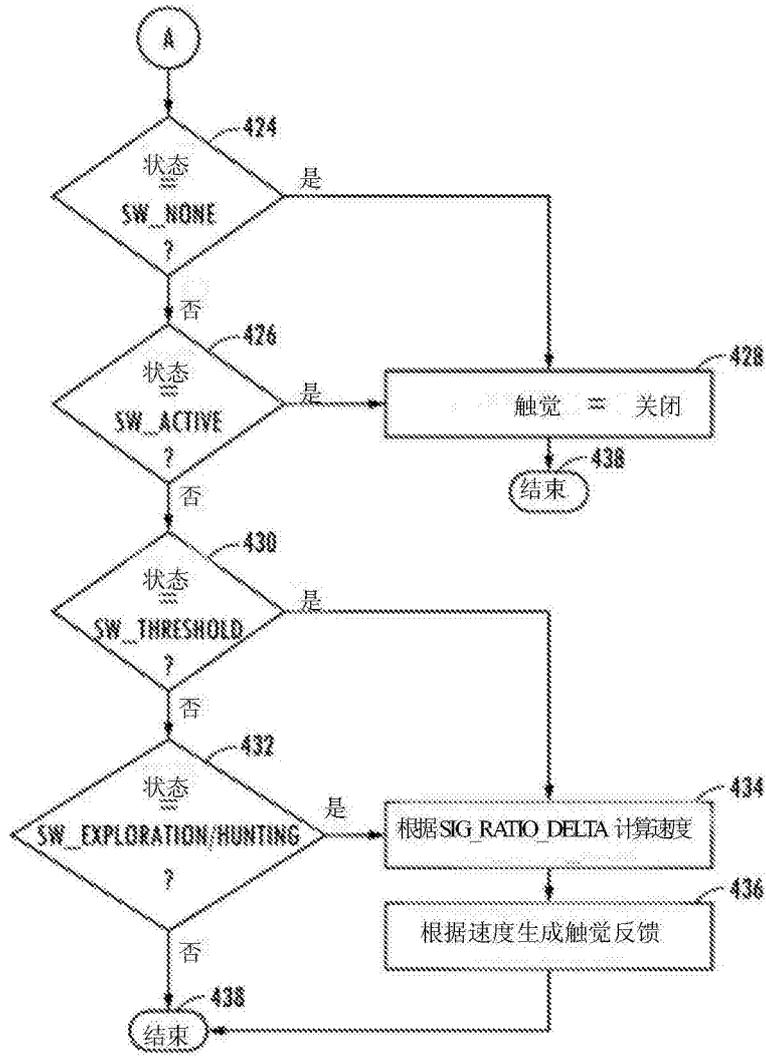


图24B