



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109689420 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 05

(21) 申请号 201780055325.1

哈里·潘克拉茨

(22) 申请日 2017.08.23

(74) 专利代理机构 北京弘权知识产权代理有限公司

(65) 同一申请的已公布的文献号

公司 11363

申请公布号 CN 109689420 A

代理人 许伟群 郭放

(43) 申请公布日 2019.04.26

(51) Int.Cl.

(30) 优先权数据

B60K 37/06 (2006.01)

102016116970.6 2016.09.09 DE

B60K 35/00 (2006.01)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

G06F 3/01 (2006.01)

2019.03.08

G06F 3/041 (2006.01)

(86) PCT国际申请的申请数据

(56) 对比文件

PCT/EP2017/071241 2017.08.23

US 2011276878 A1, 2011.11.10

(87) PCT国际申请的公布数据

W02018/046302 DE 2018.03.15

US 2004075676 A1, 2004.04.22

US 2008197004 A1, 2008.08.21

CN 103262418 A, 2013.08.21

CN 103287476 A, 2013.09.11

CN 101945777 A, 2011.01.12

(73) 专利权人 贝洱海拉温控系统有限公司

地址 德国利普施塔特

审查员 杨笑

(72) 发明人 托拜厄斯·施瓦布

权利要求书2页 说明书7页 附图5页

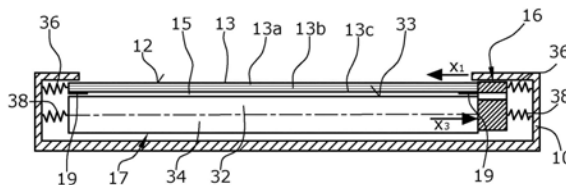
(54) 发明名称

用于设备、特别是车辆组件的操作单元

单元 (34) 或所述显示单元 (32) 可以分别单独地或者共同地用作振动补偿重量 (20)。

(57) 摘要

一种尤其是用于车辆组件的设备操作单元，其设有壳体 (10)，该壳体具有操作区 (12) 以及被设置用于固定在一种装置特别是车辆仪表盘或车辆中控板中，其中，所述操作区 (12) 弹性地安置在所述壳体 (10) 上。此外设置了促动器 (16)，用于在识别到所述操作区 (12) 被操作时仅仅对所述操作区 (12) 进行机械的激励，该操作区形成了对接触敏感的触控板 (13) 的正面。最后，操作单元也具有振动补偿质量 (20)，该振动补偿质量在识别到对所述操作区 (12) 的操作时被所述或一个促动器 (16) 机械地激励，并弹性地安置在所述壳体 (10) 中和/或上，并且，在机械地激励所述操作区 (12) 的促动器 (16) 激活时可移动，用于基本上补偿所述壳体 (10) 的移动。所述操作单元具有被背光照明的显示器 (17)，该显示器具有显示单元 (32) 和与其分开的背光单元 (34)。所述背光



1. 一种设备的操作单元,具有:
 - 壳体,其具有操作区以及被设置用于固定在装置中;
 - 其中,所述操作区弹性地安置在所述壳体上和/或中;
 - 至少一个促动器,用于在识别到所述操作区被操作时对所述操作区进行机械的激励;以及
 - 带显示面的显示单元;
 - 其中,所述操作区构成对接触敏感的触控板的正面,用于位置分辨地识别出对所述操作区的接触;
 - 其中,所述触控板与所述显示单元分开地布置;以及
 - 其中,在识别出接触了所述操作区时所述至少一个促动器机械地激励所述触控板;其特征在于
 - 补偿重量,其弹性地安置在所述壳体中和/或上,和/或弹性地安置在所述触控板上,其中,为了补偿在机械地激励所述触控板时作用到所述壳体上的力,能够由所述至少一个促动器或另外的促动器机械地激励所述补偿重量;
 - 其中,
 - 所述显示单元构成所述补偿重量;
 - 和/或,
 - 所述显示单元具有用于对所述显示单元予以背光照明的背光单元,其中,所述背光单元与所述显示单元分开地布置并且构成所述补偿重量。
2. 如权利要求1所述的操作单元,其特征在于,所述补偿重量能与所述触控板矢量上相反地予以激励。
3. 如权利要求1所述的操作单元,其特征在于,根据触控板与补偿重量的相应的质量的关系、和/或根据触控板与补偿重量的质量重心位置的关系、和/或根据触控板与补偿重量的在所述壳体上的相应弹性支承件的弹簧-阻尼部件、和/或根据触控板与补偿重量的矢量上彼此相反地朝向的运动行程分量或运动行程的大小,来设计/确定所述触控板与所述补偿重量的在被所述至少一个促动器中的一个或多个促动器激励时的运动行程。
4. 如权利要求1所述的操作单元,其特征在于,设置有共同的促动器,用来既机械地激励所述触控板、又机械地激励所述补偿重量,其中,所述促动器具有可改变长度的调节件,该调节件带有两个彼此背离的端部,这些端部的间距能通过相反运动来改变,其中的一个端部与所述触控板作用连接,另一个端部与所述补偿重量作用连接,以便机械地激励触控板与补偿重量,或者其中,所述促动器具有压电陶瓷的部件。
5. 如权利要求1所述的操作单元,其特征在于行程传感器,用于在对所述触控板施加手动的按压力时识别出所述操作区的操纵运动。
6. 如权利要求1所述的操作单元,其特征在于,所述触控板具有保护层和传感器层以及在它们之间的透光的抗反射层,它们相互接合;和/或,所述触控板具有电阻性地、电容性地或光学地工作的接近式和/或接触式传感机构。
7. 如权利要求1所述的操作单元,其特征在于,所述操作单元是用于车辆组件的操作单元。
8. 如权利要求1所述的操作单元,其特征在于,所述操作单元是人机接口。

9. 如权利要求1所述的操作单元,其特征在于,所述装置是车辆仪表板或车辆中控板。
10. 如权利要求6所述的操作单元,其特征在于,所述接近式和/或接触式传感机构形式为偏振滤光器。
11. 如权利要求10所述的操作单元,其特征在于,所述偏振滤光器为线性或圆形偏振滤光器。

用于设备、特别是车辆组件的操作单元

[0001] 本专利申请要求保护2016年9月9日的德国专利申请10 2016 116 970.6的优先权,其内容通过引用而属于本PCT申请的主题。

[0002] 本发明涉及一种用于设备的操作单元,该设备尤其是车辆组件。本发明尤其涉及一种操作单元,其具有带力补偿的主动的触觉反馈,从而操作单元的由于主动的触觉反馈而出现的振动被补偿或者至少被抑制。

[0003] 机动车中的显示器构件组往往配备有主动的触觉反馈(力反馈)。在此,在带有并非可忽略不计的质量的操作区上引发反馈不应产生不允许的朝向车辆的动态力传递,因为这种力传递根据安装情况而定会在车辆中导致寄生的噪声或振动。

[0004] 此外,触觉反馈在很大程度上应独立于在车辆中的固定件的弹性。

[0005] 配备有主动触觉反馈的设备主要包括操作区(显示器)和促动器,操作区通过弹簧系统弹性地固定在设备壳体上,促动器用于使得操作区偏移。图2中示出了在这种设备结构中起作用的力。

[0006] 为了产生触觉反馈,显示器以一定的行程曲线 $x_1(t)$ 从其静止位置偏移。显示器加速度 $a_1(t)$ 的值在此可以大于 30m/s^2 ,这在移动的显示器质量 m_1 大于 0.5kg 且壳体质量 m_2 通常较小的情况下导致作用到车辆中的设备固定机构上的不容忽视的动态力 $F_2(t)$ 。

[0007] 对于刚性的设备保持架或固定机构(刚性的弹簧系统 c_2, d_2),这种随时间快速改变的力会在车辆中引起不允许的噪声或振动。

[0008] 而对于柔性固定机构(柔性弹簧系统 c_2, d_2),已表明难以保持设备的在车辆中的安装误差。此外,由于存在另一自由度,即壳体移动 $x_2(t)$,进而还有系统中的附加的固有频率,有时无法调整所需要的促动器力曲线 $F_{\text{Akt}}(t)$ 。

[0009] 由US-B-6 822 635已知一种便携式计算机,特别是笔记本电脑,其输入板设有触觉反馈。在DE-U-20 2014 105 258中记载了触控板设计的一个例子。

[0010] 为了减小在触觉反馈时作用到操作单元上、并通过该操作单元作用到外围的力,已知的是,并非整个对接触敏感的显示器都在机械上予以激励,而是仅仅其特别是应具有较小重量的一部分受到激励。在这方面,DE-A-10 2005 038 161中记载到,由输入装置仅仅对位于真正的显示器上方的触控板予以机械的激励。就此而言,触控板和显示器被设计成分开的单元。然而,在机械地激励触控板时产生的力也引起了干扰,或者会导致产生噪声,并且机械地激励了操作单元的外围,这是不希望的。

[0011] 本发明的目的是,为带有主动触觉反馈的操作单元提出一种在寄生噪声或振动的产生方面有所改善的设计方案。

[0012] 为了实现该目的,采用本发明,根据第一种变型方案,提出一种例如用于车辆组件的设备的操作单元,尤其是人机接口(MMI或HMI),其中,该操作单元设有:

[0013] -壳体,其具有操作区以及被设置用于固定在一装置、特别是车辆仪表板或车辆中控板中;

[0014] -其中,操作区弹性地安置在壳体上和/或中;

[0015] -至少一个促动器,用于在识别到操作区被操作时对该操作区进行机械的激励;以

及

[0016] -带显示面的显示单元;

[0017] -其中,该操作区被构造成对接触敏感的触控板的正面,用于位置分辨地识别出对操作区的接触;

[0018] -其中,触控板与显示单元分开地布置;以及

[0019] -其中,在识别出接触了操作区时至少一个促动器机械地激励触控板;

[0020] -补偿重量,其弹性地安置在壳体中和/或上,和/或弹性地安置在触控板上,其中,为了补偿在机械地激励触控板时作用到壳体上的力(也就是说,为了基本上抑制由于机械地激励触控板的促动器激活所致的壳体移动),可由所述或一个促动器机械地激励补偿重量;

[0021] -其中,

[0022] -显示单元形成补偿重量;

[0023] 和/或,

[0024] -显示单元具有用于对显示单元予以背光照明的背光单元,其中,该背光单元与显示单元分开地布置,并且形成补偿重量。

[0025] 根据本发明的第一种变型方案,力反馈通过仅仅对触控板予以机械的激励来实现。触控板构成了显示单元的位置精确的对接触敏感的操作区,该操作区布置在显示面之前。因而根据本发明,触控板与显示单元分开地布置,且相对于该显示单元可移动。即使对于大面积的显示器来说,触控板重量仍然相对较轻,从而作用到壳体上的比如在机械地激励触控板时不可避免地产生的振动比较小。

[0026] 为了进一步减小触控板的机械激励对壳体和装置(壳体设置在该装置中或上)的影响,根据本发明的第二种变型方案提出,在激励触控板时对补偿重量予以激励,确切地说,相移地予以激励,从而基本上抑制由于机械地激励触控板的促动器激活所致的壳体运动。本发明在此还规定,作为补偿重量,使用操作单元的一个组件,该组件是独立于作为操作单元组件的补偿重量功能所需要的。在此例如可考虑显示单元本身,但也可考虑显示单元的背光单元,或者考虑这二者。

[0027] 显示单元主要负责让入射光和/或背光照明光有选择性地通过或予以阻止。通常,显示单元被设计成LCD显示器。背光单元具有光源,且通常情况下,但并非强制地,也具有用于使得背景光均匀地散射的扩散器。如果要把两个单元、即显示单元和背光单元用作补偿重量,则它们可以相对于机械地受到激励的触控板相移地运动,这是因为,触控板和显示单元与背光单元的组合是分开的构件,这些构件例如通过气隙(缝隙状的间隔)彼此分开。如果只有一个组件显示单元和背光单元用作补偿重量,则背光单元和显示单元就必须彼此分开地设计,并且这两个单元之一相对于触控板相移地可机械地予以激励。如果背光单元没有扩散特性,扩散器就最好特别是固定不动地位于背光单元和显示单元之间,例如位于照明单元背面。

[0028] 在本发明的有利改进中且通常地规定,触控板具有由特别是淬火的玻璃制成的保护层,且具有例如电阻性地、电容性地或光学地工作的传感器层,以及在它们之间具有透光的抗反射层,它们相互接合。抗反射层可以例如构造成偏振滤光器,特别是线性或圆形偏振滤光器。

[0029] 特别有利的是,补偿重量能相对于触控板的激励运动相移基本上 180° 地运动,其中,至少在考虑到触控板质量与补偿重量的质量的关系情况下选取补偿重量的运动行程。

[0030] 在本发明的有利设计中可以规定,补偿重量可与显示单元矢量上相反地予以激励。还可以有利的是,根据显示单元和背光单元的相应的质量的关系、和/或根据触控板与补偿重量的质量重心位置的关系、和/或根据触控板和补偿重量的在壳体上的相应的弹性支承件的弹簧-阻尼部件、和/或根据触控板和补偿重量的矢量上彼此相反地朝向的运动行程分量或运动行程的大小,来设计触控板与补偿重量的在被一个或多个促动器激励时的运动行程。

[0031] 在本发明的另一有利设计中可以规定,设置一个共同的促动器,用来既使触控板运动,又使补偿重量运动,其中,促动器具有可改变长度的调节件,该调节件带有两个彼此背离的端部,这些端部的间距可通过相反运动来改变,其中的一个端部与触控板作用连接,另一个端部与补偿重量作用连接,以便机械地激励这两个组件。

[0032] 根据本发明可以规定,一个或多个促动器机电地或压电地工作。

[0033] 下面借助多个实施例以及参照附图详述本发明。在此具体地:

[0034] 图1示出本发明的第一实施例,其中,触摸屏的触控板与显示器分开地且相对于该显示器可运动地设计;

[0035] 图2示意性地示出在带有主动触觉反馈的操作单元上出现的力;

[0036] 图3为在根据本发明将配重用作补偿质量时所出现的力的示意图;

[0037] 图4示意性地示出在操作单元中的无反力的触觉反馈件的结构;

[0038] 图5为根据本发明的另一实施例的、用于把冲量传递到操作表面上而并不在机械的支承件上产生总力或总冲量的机械结构的示意图;

[0039] 图6为第三实施例的示意图,但带有压电地工作的促动器;

[0040] 图7示出根据图5的结构设计扩展了用于操作力识别(力感应)的装置;

[0041] 图8示出本发明的第四实施例;以及

[0042] 图9示意性地示出本发明的第五实施例。

[0043] 在图1中示出本发明的操作单元的第一实施例。该操作单元具有壳体10,在该壳体中设置了带有操作区12的触摸屏11。该触摸屏11具有对接触敏感的触控板13,该触控板通过气隙15与显示器17分开地布置。触控板13在14处弹性地与壳体10连接,从而该触控板可侧向地运动或者适当运动,使得该触控板具有侧向的运动分量。促动器16例如压电地或机电地工作,借助该促动器,可以机械地激励触控板13,以便在有效地操纵时(接触触控板并略微下压)产生触觉的力反馈。一个或多个行程传感器19探测触控板13的下压,进而探测对操作单元的有效操纵(力感测)。这里给出的在竖直方向上弹性地支撑触控板13既未在图1中示出,也未在其它图中示出。

[0044] 由于气隙15,可以首先独立于固定不动地设置的显示器17对触控板13下压。促动器16以触觉方式向使用者“确认”对触控板13的操纵。

[0045] 如图1中所示,触控板13例如具有三层结构,这种结构具有淬火的盖玻片或盖层13a、抗反射层13b和真正的对接触敏感的层13c,该层例如电容性地、电阻性地或光学地工作。

[0046] 根据图1的结构的优点在于,为了力反馈而要机械地予以激励的质量比较小,从而

对壳体的机械反作用和由该壳体对其外围安装件(例如仪表盘、中控板)的机械反作用比较小。

[0047] 为了进一步减小这种反作用,适宜的是,相对于机械地激励的触控板13相移地激励操作单元的组件。

[0048] 下面将借助图2~4,针对带力反馈的操作单元,更普遍地介绍质量补偿的这种方案。

[0049] 在本发明的有利改进中,提出在促动器16与壳体10之间使用一种弹性地支撑的(见弹簧-质量系统22)可运动的平衡质量20,以便补偿作用到壳体10上的力(图2和3)。

[0050] 在相应地设计附加的弹簧-质量系统22或 c_3 、 d_3 、 m_3 的情况下,可以消除作用到车辆上的所导致的力 $F_2(t)$ (因重力而产生的静态力对噪声或振动的产生不起作用)。

[0051] 对于任意规定的显示器偏移 $x_1(t)$,可以在如下条件下消除设备壳体的偏移/运动 $x_2(t)$,进而也消除作用到设备固定件上的力 $F_2(t)$ 。

$$[0052] \quad c_3 = c_1 \frac{m_3}{m_1}, \quad d_3 = d_1 \frac{m_3}{m_1}。$$

[0053] 由此得到平衡质量20的偏移:

$$[0054] \quad x_3(t) = x_1(t) \frac{m_1}{m_3}。$$

[0055] 在这种条件下,设备固定件18的弹性对触觉反馈也没有影响。平衡质量20或 m_3 通常受限于安装空间规定,并且小于显示器质量 m_1 。理想地,它可以设计成促动器16的一部分。

[0056] 本发明能实现:

[0057] -在带有质量的表面上产生触觉反馈,而对外围没有动态的力作用;

[0058] -在操作设备中产生触觉反馈,其与设备固定件的弹性无关。

[0059] 图4中绘出了一种装置,其带有无反力的触觉反馈。

[0060] 在所举例子中,促动器20构造成吸引磁铁,且具有弹性地支撑在壳体10上的定子叠片组,该定子叠片组带有促动器线圈(定子26)和在显示器上与操作区12固定地连接的衔铁叠片组(衔铁28)。定子26形成可运动的平衡质量20。在设定吸引磁铁中的气隙时,必须考虑到显示器和补偿重量20相互间的最大偏移。定子26弹性地(弹簧-质量系统22)支撑在壳体10上,但也可以替代地弹性地连接在操作区12上。

[0061] 下面借助图5~7详述带有显示和操作部件的操作单元的可能的机械构造,该显示和操作部件被予以背光照明,其中,触控板13可运动。如果这些图中采用了与图1~4中相同的标号,则这些标号表示构造相同的或功能相同的部件。

[0062] 根据图5,促动器16在其激活之后产生力,所述力导致固定在该促动器上的两个彼此分开的构件、即触控板13和显示器17的加速和运动,该显示器由带有显示面33的(例如LCD-)显示单元32和用于该显示单元32的背光单元34构成。触控板13和显示器17的运动用 x_1 和 x_3 表示。促动器16的特征主要在于,它使得触控板13和显示器17以相对彼此相移 180° 的方式偏移。为此,可以把促动器16例如设计成电磁铁、压电元件等。促动器16的在图5中示出的布置是一种可能的设计方式。通常,促动器16的集成情况仅仅取决于所产生的对触控板13和显示器17的运动 x_1 和 x_3 的触发,这可以例如通过把促动器16设置在显示器17下方来进

行。

[0063] 在图6中示出了带有压电促动器16的实施例。该促动器16具有压电的材料35,这种材料在施加电压时机械地变形。触控板13和显示器17在促动器16的压电材料35的不同侧机械地连接。

[0064] 触控板13具有可被使用者接触的表面,即操作区12。显示器17不能被使用者接触,而且还通过气隙15与触控板13的可接触的表面解耦、以及与触控板13本身解耦。在被促动器16激励之后,通过使得力、例如冲量传递到相应的输入件即例如手指,使用者感觉到触控板13的反馈运动,从而在有效地与操作单元交互之后进行触觉反馈,这种交互通过一个/多个行程传感器19来实现。

[0065] 如果:

[0066] -触控板13与显示器17矢量上相反地移动,例如,触控板13在正的X-方向上运动,同时,显示器17在负的X-方向上运动;

[0067] -弹簧-减振部件36和38被设计为,使得触控板13与显示器17的所吸收的局部冲量在总和上抵消,其中触控板13以及显示器17利用所述弹簧-减振部件分别弹性地与壳体10连接,会实现在整体上无冲量地且在整体上无力地机械地保持在壳体10中。

[0068] 该方案通常没有如下前提条件,但也不排除有如下前提条件:

[0069] -触控板13与显示器17的质量相等;

[0070] -触控板13与显示器17的行程相等(x_1 、 x_3 的量值);

[0071] -弹簧-减振部件36、38相同。

[0072] 操作部件尤其具有如下构造:

[0073] -带有使用者表面的可运动的触控板13,例如盖板玻璃,其带有接合的触控感应层和布置于其间的抗反射滤光器(线性或圆形偏振滤光器);

[0074] -LCD显示器17的LC显示器的LC盒,其具有两个线性偏光器、TFT&彩色滤光片玻璃、LC和对于其功能来说关键的LC显示器的显示单元32和背光单元34(背光)全部组件,该显示器带有光学的扩散器层、LED和全部相关组件。

[0075] 在触摸屏的现有技术中,触控板13和显示器17不会进行彼此相对的运动,相比于该现有技术,根据本发明,规定这两个组件之间的自由运动。这两个组件满足了其比如由触摸屏已知的全部功能。此外,触控板13和显示器17的相对运动应比较小,从而不会观察到例如因光射出或光遮挡引起的负面的光学效果(运动分别小于1mm)。通过弹性的镶边(例如软橡胶)来防止灰尘和/或水进入显示器。弹性的镶边还防止显示器17的光射出。

[0076] 在用于带显示部件(显示器)的设备的触觉反馈的现有技术中,整个触摸屏运动,相比于该现有技术,采用本发明,与使用者表面连接的、要移动的质量减小至触控板13和必要时与该触控板机械地连接的构件的重量。此外,显示器17,确切地说,其显示单元32和/或其背光单元34,用作触控板13的补偿重量20,进而用作对整个设备的在整体上无冲量的设计来说关键的构件。特别地,无需用来抵消总冲量的其它平衡重量,因而在整体上减小了系统重量。

[0077] 由于与使用者表面连接的组件的质量较小,要么能够在促动器16相同的情况下为使用者实现更强的触觉反馈,要么能够在可感觉到的反馈相同的情况下实现把促动器16设计得较小。

[0078] 总之,通过本发明的这里所述的方案,在使用者表面上实现了触觉反馈,确切地说,没有冲量和力传递到设备外围。

[0079] 图7示出根据图5和6的设计方案的扩展,即在使用者与触控板13交互时识别出操作力(力感测)。

[0080] 为了识别出操作力,设置了例如电容性地、电阻性地、电感性地或光学地工作的距离传感机构40,其例如由多对光学的发送器42和接收器44构成。在使用者的影响下,在手动地操纵触摸屏11的触控板13的情况下,触控板13与显示器17之间的相对距离发生改变,从而可以利用发送器42和接收器44的一个或多个系统观测量来探测这种改变。

[0081] 用于所述的特殊触摸屏11的距离传感机构40的内置例如在触摸屏11的相应的镶边(边框)中进行。

[0082] 在图8和9中示意性地示出本发明的两个其它的实施例。在根据图5~7的实施例中,显示器17整个地——即该构件组由显示单元32和背光单元34构成——用作补偿重量20,而根据图8,作为补偿重量20,仅仅采用显示器17的背光单元34,根据图9仅仅采用显示器17的显示单元32。在两种情况下这意味着,显示单元32和背光单元34彼此分开地设计,即并不相互连接。分别将这两个单元中的一个固定地设置在壳体10中,而另一个单元可运动地布置。

[0083] 附图标记清单

[0084]	10	壳体
[0085]	11	触摸屏
[0086]	12	操作区
[0087]	13	触控板
[0088]	13a	触控板的覆盖层
[0089]	13b	触控板的抗反射层
[0090]	13c	触控板的接触敏感层
[0091]	14	操作区的在壳体上的弹性连接件
[0092]	15	气隙
[0093]	16	促动器
[0094]	17	显示器
[0095]	18	壳体与车辆的连接件
[0096]	19	行程传感器
[0097]	20	补偿重量
[0098]	22	补偿重量的在壳体和/或操作区上的弹性连接件
[0099]	24	车辆或车辆的仪表板
[0100]	26	设计成促动器的吸引磁铁的定子
[0101]	28	吸引磁铁的衔铁
[0102]	30	用于在触觉反馈时的运动的操作区引导件
[0103]	32	显示单元
[0104]	33	显示面
[0105]	34	背光单元

[0106]	35	压电材料
[0107]	36	弹簧减振部件
[0108]	38	弹簧减振部件
[0109]	40	距离传感机构
[0110]	42	距离传感机构的发送器
[0111]	44	距离传感机构的接收器
[0112]	m_1	操作区的质量
[0113]	$x_1(t)$	操作区的偏移
[0114]	$F_{Akt}(t)$	促动器力曲线
[0115]	$F_1(t)$	操作区的在其受到激励时作用到壳体上的力 ($F_1(t) = F_{Akt} - m_1 \times a_1$)
[0116]	c_1	操作区的在壳体上的弹性连接件的弹簧常数
[0117]	d_1	操作区的在壳体上的弹性连接件的阻尼率
[0118]	m_2	壳体的质量
[0119]	$x_2(t)$	由于通过机械地激励的操作区所施加的力引起的壳体偏移
[0120]	$F_2(t)$	作用到壳体固定件上的力
[0121]	m_3	补偿重量的质量
[0122]	$x_3(t)$	补偿重量的偏移
[0123]	F_3	由补偿重量作用到壳体上的力
[0124]	c_3	补偿重量的在壳体上的弹性连接件的弹簧常数
[0125]	d_3	补偿重量的在壳体上的弹性连接件的阻尼率
[0126]	z	显示单元与背光单元之间的距离

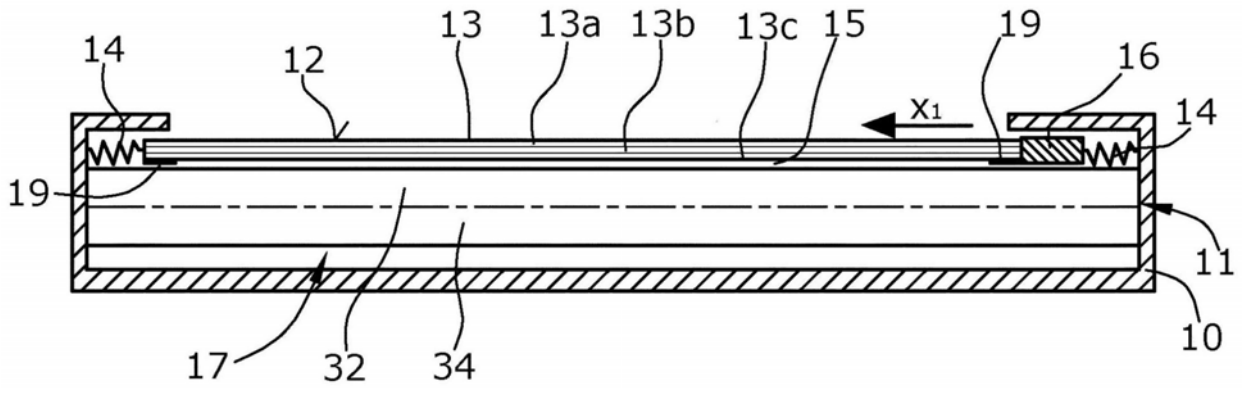


图1

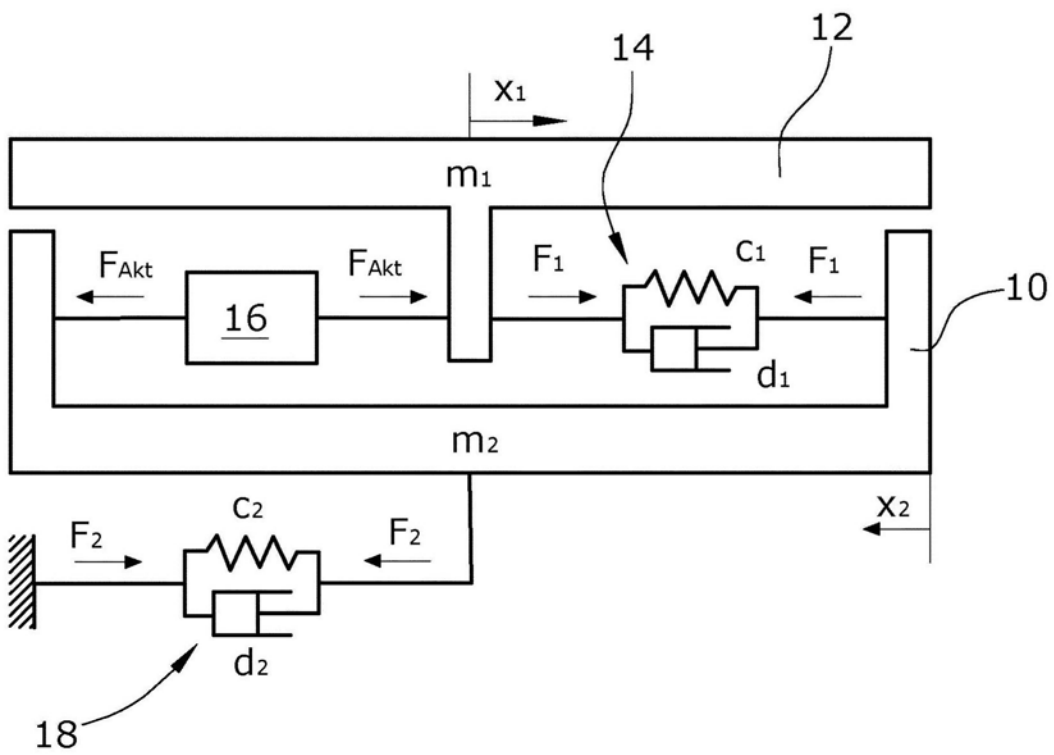


图2

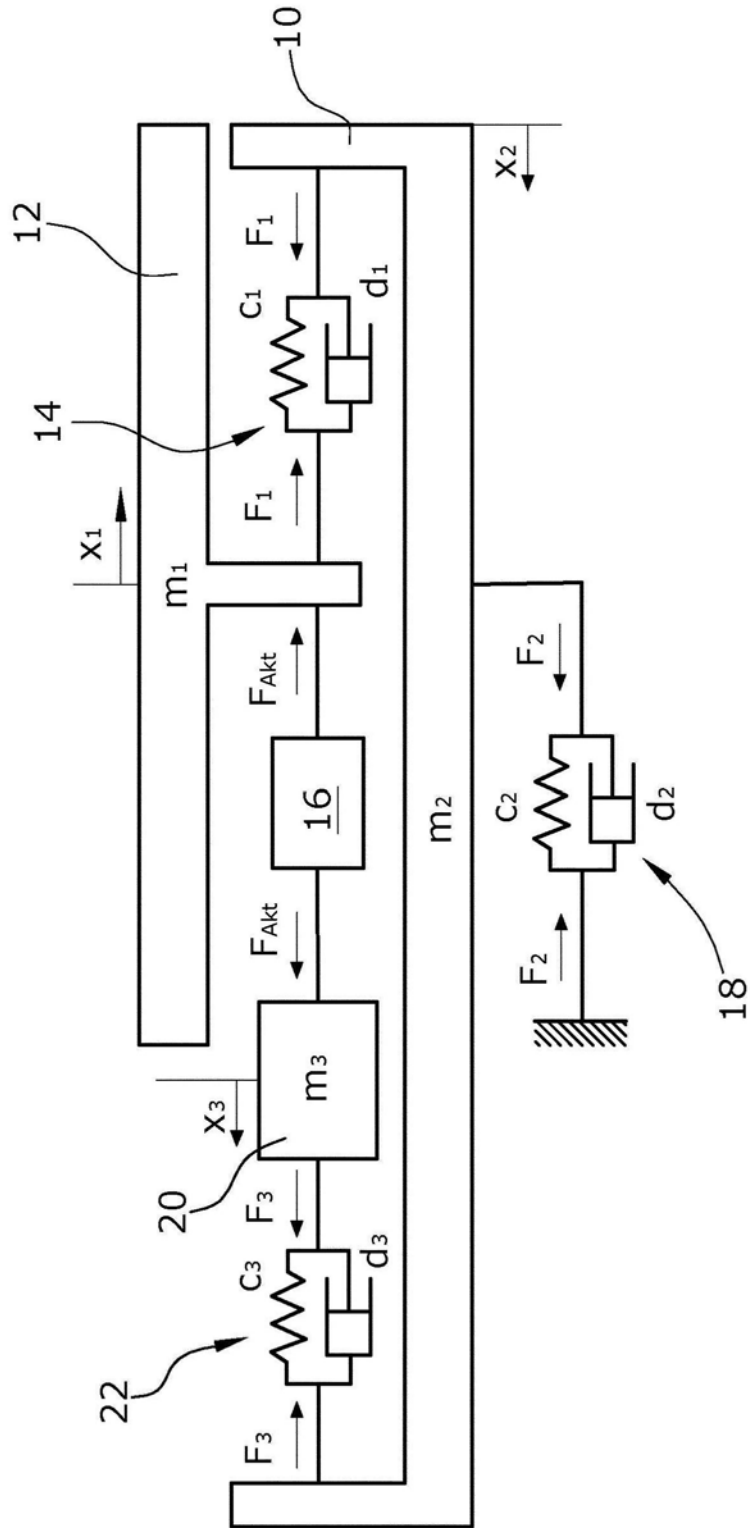


图3

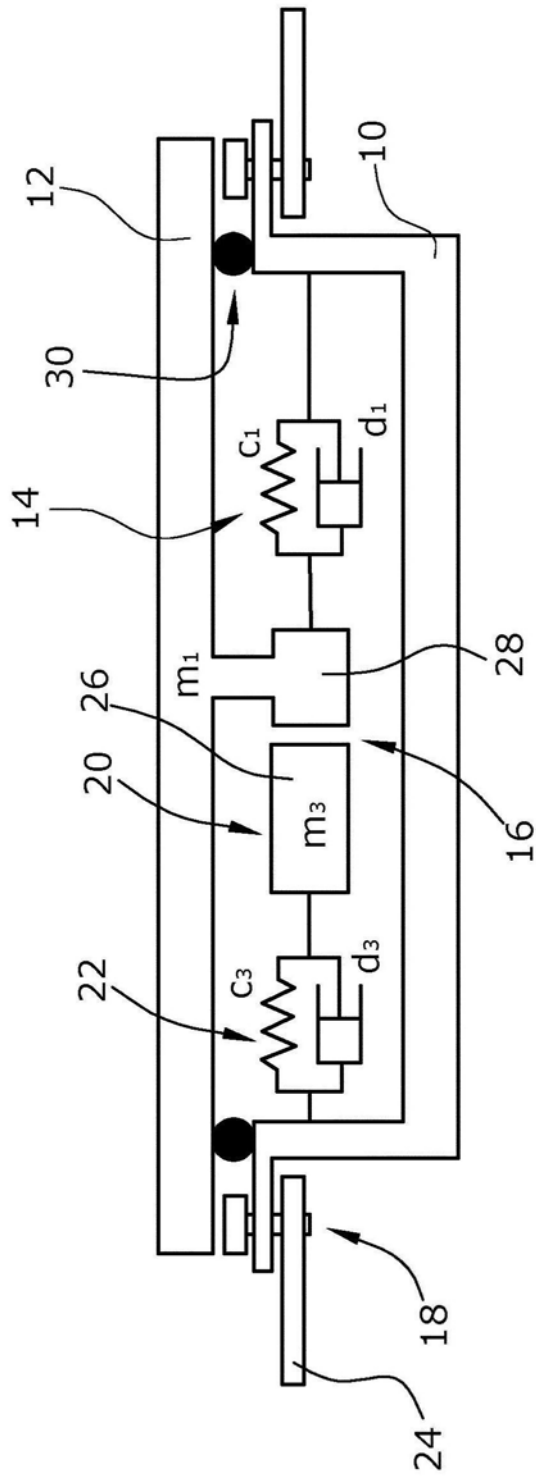


图4

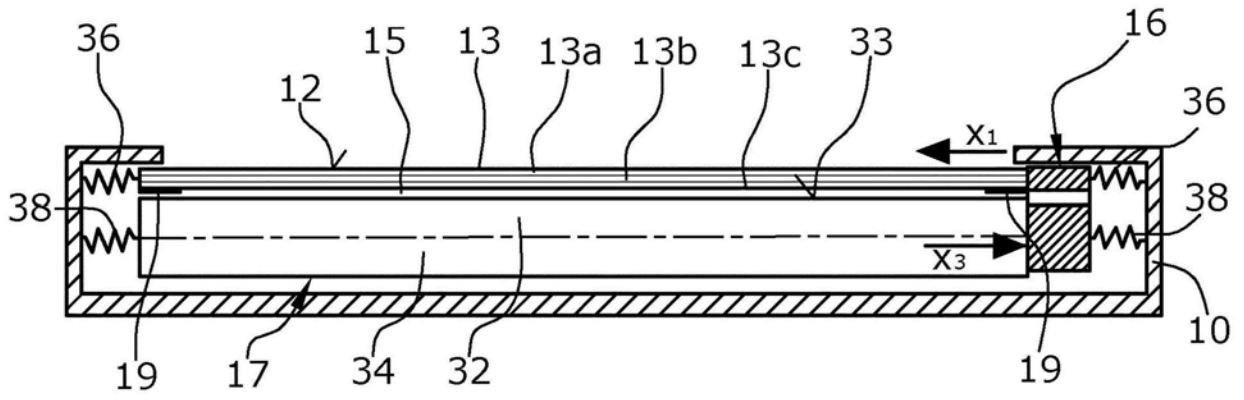


图5

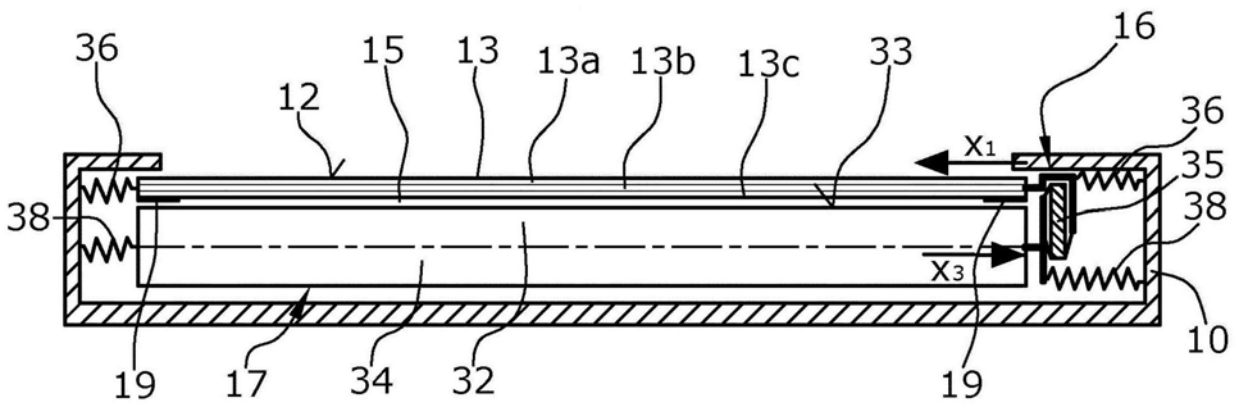


图6

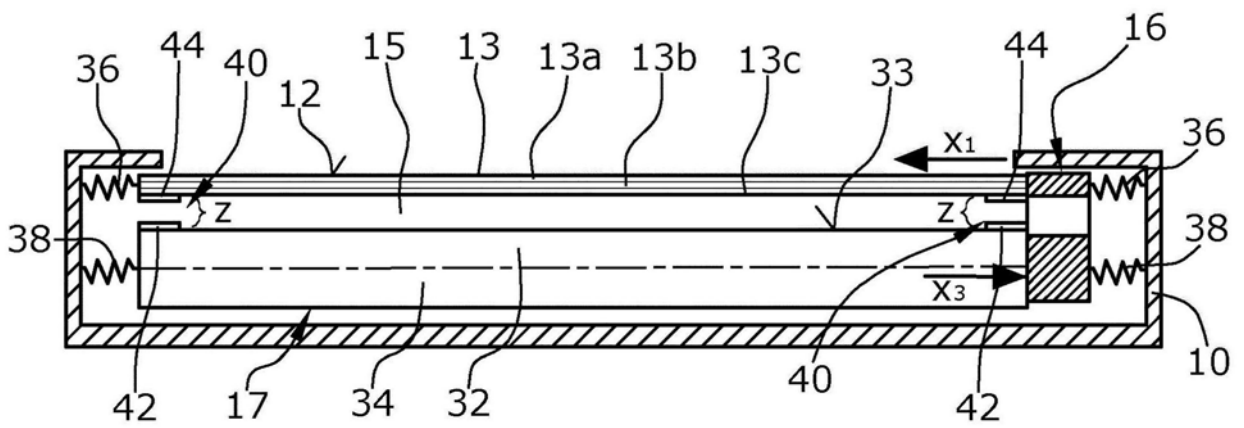


图7

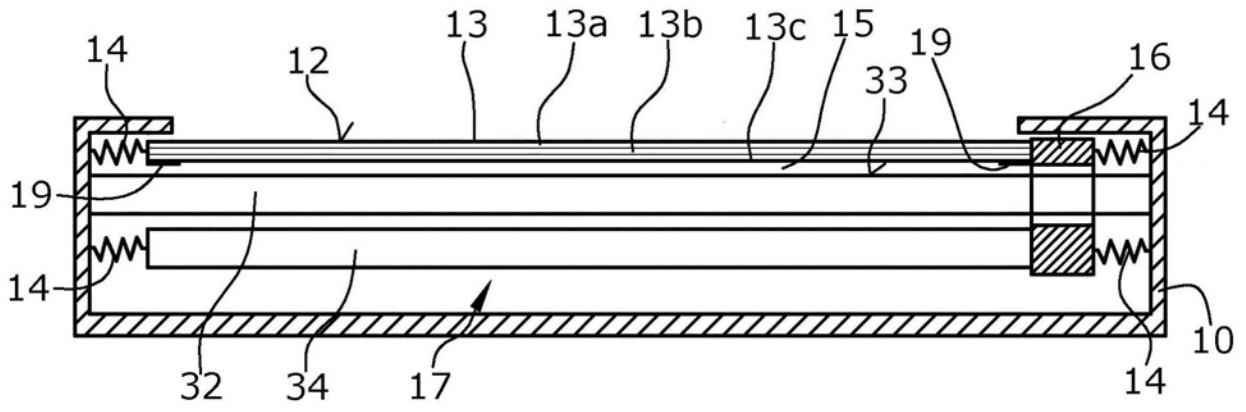


图8

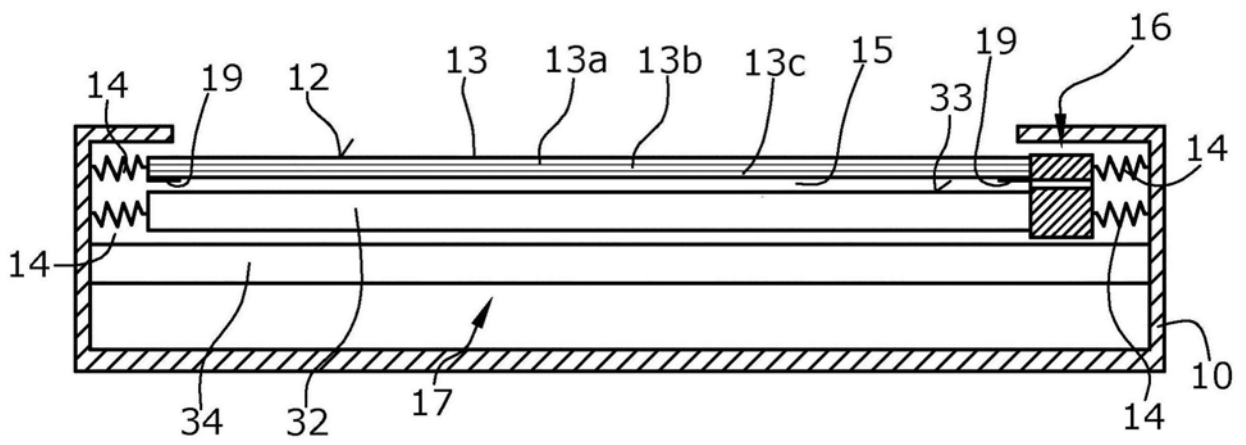


图9