

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G06F 3/041 (2006.01)

G01L 1/14 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 02808146.3

[45] 授权公告日 2006 年 8 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1270227C

[22] 申请日 2002.4.12 [21] 申请号 02808146.3

[30] 优先权

[32] 2001.4.13 [33] US [31] 09/835,040

[32] 2001.4.13 [33] US [31] 09/835,049

[86] 国际申请 PCT/US2002/011308 2002.4.12

[87] 国际公布 WO2002/084579 英 2002.10.24

[85] 进入国家阶段日期 2003.10.13

[71] 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

[72] 发明人 J·B·罗伯茨

审查员 马 驰

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 李家麟

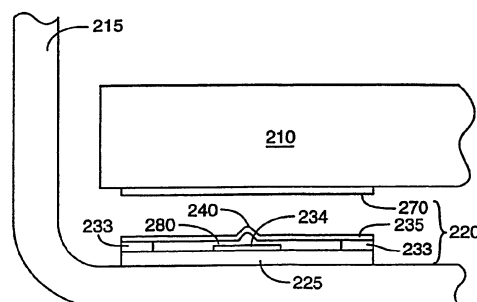
权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 8 页

[54] 发明名称

带有旋转隔离式力传感器的触摸屏

[57] 摘要

一种触摸屏使用一个或多个力传感器来确定屏上的触摸位置。触摸屏覆盖层的弯曲或扭曲，或安装触摸屏的支撑结构的弯曲或扭曲可以导致力传感器检测到不需要的力。这些不需要的力使屏上的触摸位置测量失真。配置力传感器来减小弯曲对触摸位置确定的影响。例如，可以与力传感器一起包括诸如旋转轴承或易弯曲材料之类的旋转软化物。



1. 一种用于确定一触摸在触摸屏上的位置的装置，包括：

可弯曲触摸部件，它能够响应所述触摸而移动；

支撑结构；

多个传感器单元，它们位于所述触摸部件的各个传感器区处，并且耦合在所述支撑结构和所述触摸部件之间，每个传感器单元测量表示由所触摸引起并通过每个相应传感器区传递的力的信号，其中由每个传感器单元得到的信号测量结果用于确定所述触摸在触摸屏上的位置，并且所述多个传感器单元中的至少第一传感器单元经配置，用于防止所述触摸部件和所述支撑结构之一的扭曲力矩传递通过第一传感器单元，所述传感器单元包括一旋转轴承，它耦合在所述触摸部件和所述支撑结构之间，以允许所述触摸部件与所述支撑结构之间的相对旋转。

2. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述第一传感器单元在所述支撑结构与所述触摸部件的一个触摸平面之间的一个位置处耦合到所述触摸部件。

3. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，进一步包括一力扩散器，它放置在所述旋转轴承和一力检测元件之间，用于在所述力检测元件上扩散通过所述旋转轴承接收到的力。

4. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，所述多个传感器单元中的至少一个传感器单元包括一电容性力检测元件。

5. 如权利要求 4 所述的装置，其特征在于，所述电容性力检测元件包括一弹簧部件，它通过一间隙与一电极隔开，所述间隙的范围依赖于通过所述传感器单元施加的力的量值。

6. 如权利要求 5 所述的装置，其特征在于，所述电容性力检测元件包括一轴承，它能够在至少一个方向上自由旋转，所述轴承构成所述电容性力检测元件的弹簧部件的一个凸出部分。

7. 如权利要求 1 所述的装置，其特征在于，进一步包括一显示单元，它放置在所述触摸部件的下面，用于通过触摸部件显示一图象。

8. 一种为可弯曲触摸表面上的触摸进行定位的方法，所述方法包括：

测量一信号，该信号表示由所述触摸引起的并通过一传感器单元传递的

力，同时使所述触摸表面和一支撑结构之一的扭曲力矩与所述触摸表面和所支撑结构中的另一个相隔离，

其中用于隔离扭曲力矩的所述步骤包括用一旋转轴承隔离所述扭曲力矩。

9. 如权利要求 8 所述的方法，其特征在于，进一步包括限制所述旋转轴承的横向运动。

带有旋转隔离式力传感器的触摸屏

发明领域

本发明一般针对触摸屏，尤其针对根据施加到屏的触摸力的测量来检测触摸位置的触摸屏。

背景

触摸屏为计算机或其它数据处理装置提供一种简单、直观的界面。与使用供数据输入的键盘不同，通过触摸屏上的一个图标或通过屏上写或画，用户可以通过触摸屏来传递信息。在多种信息处理应用中使用触摸屏。对于诸如小区电话、电子记事簿(PDA)以及手持或膝上计算机之类的应用，在诸如液晶显示器(LCD)或阴极射线管(CRT)之类的信息显示器上使用的透明触摸屏是特别有用的。

已经使用各种方法来确定触摸位置，包括电容的、电阻的、声学的以及红外的技术。通过检测耦合于触摸表面的力传感器的触摸力，也可以确定触摸位置。通过检测触摸力而操作的触摸屏具有优于上述其它技术的几个优点。基于电气的方法，诸如电阻的和电容的方法，需要复杂的触摸表面覆盖层，所述覆盖层使用特殊材料以及多个层来保证屏上的优良的电气特性，同时还保持通过屏的优良的光学透射。另一方面，可以用简单的单片材料来形成基于力的触摸屏的覆盖层。此外，如电容性触摸屏所要求的那样，力传感器不依赖于接地的有损耗的电气连接，并且可以通过手指、带手套的手、指甲或其它不导电的触摸工具触摸而操作。与声表面波技术不同，力传感器相对地不受积累在触摸表面上的污垢、灰尘或液体的影响。最后，力传感器把接近的碰撞作为实际触摸来检测的可能性较小，在用红外的和电容的触摸屏时，这是一个普遍的问题。

除了触摸力之外，触摸屏力传感器检测到的力还反映的多种静态和动态的因素。可以认为这些因素是相对于触摸信号的噪声源。通过触摸屏会引入性质上是电子的，或可能是机械的噪声。例如，在传感器、放大器、数据转换或信号处理级中会引入电气噪声。从诸如振动、弯曲、运动以及施加不垂直于触摸屏的力之类的各种机械作用会发生机械噪声。此外，触摸表面的重量以及在制

造期间施加于力传感器的初始负载也可能影响触摸屏力传感器。

发明概要

本发明一般针对在确定触摸位置时减少弯曲部分的影响的一种方法。触摸屏覆盖层的弯曲或扭曲，或安装触摸屏的支撑结构的弯曲或扭曲，可以产生施加到力传感器上的一个力矩。然后，该力矩可能导致力传感器检测到不希望有的力。这些不希望有的力可以使屏上触摸位置的测量失真，所以弯曲或扭曲的作用可以导致位置确定中的误差。

根据本发明，在触摸屏覆盖层或安装支撑不是十分坚硬时，可以把力矩施加到力传感器。使力传感器与力矩去除耦合，以致力传感器不检测从力矩产生的不希望有的力。这种方法与其它方法不同的一个优点在于，安装支撑和覆盖层不必十分坚硬，而可以是柔性的。因此，覆盖层和支撑可以较轻和较薄，不会导致触摸位置测量中的误差。

本发明的一个特定实施例针对一种触敏装置(touch sensitive device)，它具有根据所施加的力而可移动的可弯曲的触摸部件，以及支撑结构。在支撑结构和触摸部件之间耦合多个力传感器单元来测量一个信号，所述信号表示通过装置的传感器区域并且是从所施加的力产生的力。安排至少一个传感器单元，以致触摸部件和支撑结构之一的扭曲实质上没有通过传感器单元传递力矩。

本发明的另一个实施例针对一种方法，所述方法用于对从触摸屏上的触摸产生的触摸力进行定位。所述方法包括测量一个信号，所述信号表示从弯曲触摸表面通过力传感器单元传递的力；同时所述方法使触摸表面和支撑结构之一的扭曲力矩与触摸表面和支撑结构的另一个扭曲力矩隔离。

本发明的另一个实施例针对一种触敏装置，它具有可弯曲的触摸部件；以及一种手段，用于测量表示由于施加到触摸部件的触摸力而引起的通过传感器区域的力的信号，同时使触摸部件和支撑结构之一的扭曲力矩与触摸部件和支撑结构的另一个扭曲力矩隔离。

本发明的另一个实施例针对一种触敏装置，它具有根据所施加的力而可移动的可弯曲的触摸部件，以及支撑结构。在支撑结构和触摸部件之间耦合多个传感器单元来测量一个信号，所述信号表示通过传感器区域，并且是从所施加的力产生的力。不管在触摸部件上的触摸位置，在传感器单元的第一传感器中

产生了内应力的相同的相对图案。

不打算用上述本发明的概要来描述本发明的每个示例实施例或每一种实施。尤其，下述的附图和详细说明给出了这些实施例的例子。

附图简述

研究下面联系附图的详细描述可以对本发明有更完整的理解，其中：

图 1 示出根据本发明的一个实施例的显示装置的方框示意图；

图 2 示意地示出根据本发明的一个实施例的通过基于力的触摸传感器的部分截面图；

图 3A 和 3B 示意地示出当触摸触摸屏的不同位置时力传感器上的力的分布；

图 4A 示意地示出当把传感器稳固地附加到覆盖层和支撑结构时把力施加于力传感器的情况；

图 4B 示意地示出根据本发明的一个实施例当把力施加于可弯曲的覆盖层时旋转软化(rotational softening)的效果；

图 5A 和 5B 分别提供曲线图，示来自力测量系统的估计输出以及对于不同条件的旋转软化作为屏上位置函数的输出误差；

图 6A 示意地示出当在覆盖层和结构之间稳固地夹住力传感器时安装结构的扭曲；

图 6B 示意地示出根据本发明的一个实施例当在结构和覆盖层之间存在旋转软化时安装结构的扭曲；

图 7A—7G 示意地示出包括根据本发明的旋转软化的力传感器单元的不同实施例；

图 8A 和 8B 示意地示出包括根据本发明的旋转软化的电容性力传感器的另一个实施例；

图 9A 和 9B 示意地示出包括根据本发明的旋转软化的电容性力传感器的另一个实施例；

图 10 示意地示出包括根据本发明的旋转软化的电容性力传感器的另一个实施例；以及

图 11A—11C 示意地示出包括根据本发明的旋转软化的电容性力传感器的另一个实施例。

在本发明适合于各种修改和替换形式的同时，已经借助附图中的例子示出本发明的细节，并将进行详细描述。然而，应该理解，本发明不是把本发明局限于所描述的特定实施例。相反，本发明包括落在通过所附的权利要求书定义的本发明的精神和范围中的所有的修改、等效和替代。

详细说明

本发明可应用于触摸检测技术，相信对于减少有害作用是特别有用的，所述有害作用是当触摸面板覆盖层或安装触摸面板的结构弯曲时发生的。例如，可以在台式、手持式或膝上计算机系统、销售点终端、电子记事簿(PDA)或小区电话中使用本发明的触摸屏。虽然结合了基于微处理器的系统来描述，但是如果需要的话，可以把本发明的触摸屏装置与任何基于逻辑的系统结合。本发明针对确定触摸屏上的触摸位置。通过位置贴近触摸屏的触摸表面的一个或多个触摸传感器产生表示作用在触摸屏上的触摸力的触摸信号。可以从单个传感器得到触摸信号，或通过组合来自两个或多个力传感器的分量触摸信号得到触摸信号。触摸位置的确定需要分析触摸屏传感器产生的分量力信号。

尤其，本发明针对根据施加到屏上的力的测量来确定触摸位置的触摸屏。这种触摸屏中的屏覆盖层可以向用户显现出十分坚硬，但是与支撑它们的传感器的刚性相比还是可以弯曲的。尤其，覆盖层可以相对于传感器的扭曲运动而弯曲。换言之，传感器可以抑制紧接在它附近的覆盖层的弯曲，同时把与这个抑制动作相关联的力矩发送到支撑。相反地，趋向于使传感器从它的正常垂直定位稍微扭曲的支撑的弯曲可能迫使覆盖层局部跟随着弯曲。这也可能伴随着通过传感器发送较大的力矩。这些力矩可能产生问题，其中，这些力矩引起传感器中附加的垂直力来保持平衡。这使传感器检测的预期垂直触摸力失真，可能导致触摸位置的错误报告。

减少这些问题的现有方法趋向于加强刚性的覆盖层和/或刚性的传感器。对比之下，本发明针对覆盖层和传感器之间应用称为“旋转软化”的耦合，以致从弯曲覆盖层产生的力矩不会施加于传感器。这减少了来自响应于力矩的直接传感器产生的误差，也减少了刚才描述的乱真的垂直力，因此可以减少错误报告触摸位置的问题。

在图 1 中示出具有触摸显示器的装置 100 的基本部件。在触摸部件 104 下面放置如液晶显示器(LCD)或阴极射线管(CRT)等的显示单元 102。把显示单

元 102 耦合到处理单元 106, 并显示从处理单元通过显示控制器 108 接收到的信息。显示控制器 108 可以是处理单元 106 的一部分。通过可以是处理单元 106 的一部分的触摸屏控制器 110 确定在触摸部件 104 上的触摸位置。因此, 可以使处理单元 106 确定触摸部件 104 上相对于显示单元 102 上所显示图象的触摸位置, 并确定用户的输入的意思。为了保证处理单元 106 从用户接收所要求的信息, 使在触摸部件 104 上所确定的触摸位置的误差尽量小是很重要的。

触摸部件 104 的一种特殊类型包括用户按压的覆盖层以及许多传感器, 以确定在覆盖层上各个位置处产生的力。然后通过分析所检测的力来确定触摸位置。在触摸屏的形状是矩形的情况下, 通常有四个传感器, 每个角上一个传感器, 以测量所施加的力。在某些实施例中, 力传感器可以位于显示器本身的后面作支撑, 显示器本身, 起触摸部件的作用。在这种情况下, 显示器面板本身替代了覆盖层, 显示器面板把所施加的力发送到力传感器。

一般, 力传感器检测根据所施加的力产生的某种运动。例如, 在施加力的情况下, 应变仪元件拉伸, 而当压缩或拉伸传感器元件时, 压电或压阻传感器的电特性改变。此外, 在电容性传感器元件中, 在施加力时, 一块电容板相对于另一块电容板移动。因此, 虽然可以把传感器指为移位传感器, 但也可以理解, 即使移位本身的幅度很小, 仍可以用移位的测量来估算导致所测量移位的所施加的力。

在 2001 年 4 月 13 日提出的美国专利申请 09/835, 040 中描述了适合用于触摸屏应用的力传感器的一个实施例, 这里引用所述专利申请作为参考。该力传感器适合于与液晶显示器(LCD)、阴极射线管(CRT)或其它透明显示器一起使用, 在图 2 中示意地示出。在这个特定实施例中, 传感器根据电容性元件的电容量变化来测量所施加的力。

使触摸部件或覆盖层 210 位于结构或外壳 215 中。可以使这个结构或外壳 215 具有大的中央孔径, 可以通过该孔径来观看显示器。此外, 覆盖层 210 可以是透明的以致允许这种观看。如果需要, 可以使外壳 215 的下表面在围绕它的有效面积的边界上直接对着这种显示器的表面而安装。在另一个实施例中, 如上所述, 可以用包括诸如 LCD 之类显示单元的结构来替代覆盖层。

可以把电容性传感器 220 放置在覆盖层 210 和外壳 215 之间。可以通过焊接、粘结或其它方法把带有连接焊盘(land)233 的互连 225 耦接到外壳 215。传导区形成互连 225 上的第一传导元件 234。例如, 可以通过焊接把具有中央

突出物 240(例如, 波纹)的第二传导元件 235 附加到互连 225 的焊盘 233 上。通过第二传导元件 235 的成形, 或通过把第二传导元件 235 附加到互连 225 的工艺, 在第一传导元件 234 和第二传导元件 235 之间形成小间隙 280。例如, 间隙 280 的宽度接近 $25\ \mu\text{m}$ 。通过间隙 280 隔开的传导元件 234、235 形成一个电容器。

可以把选用的承压面 270 插在触摸板 210 和第二传导元件 235 之间。这样可以保护覆盖层 210 不受突出物 240 刻划或损伤, 特别是在用较软的材料构成覆盖层的情况中。还可以通过弹性材料薄层(未示出)或极柔软的黏合剂的薄层把承压表面 270 装到覆盖层 210, 从而提供横向的软化功能。可以理解, 在正常操作中, 覆盖层 210 或承压面 270 是接触突出物 240 的: 为了说明清楚起见, 这些元件分开示出。

第二传导元件 235 结合了弹簧和电容器板的功能。当把垂直力施加于触摸板 210 的表面时, 第二传导元件 235 弯曲, 使间隙 280 的宽度减少, 并增加了传感器 220 的电容量。可以测量这个电容量的变化, 并使之与施加到触摸板 210 的力相关。虽然描述了使用电容性力传感器的触摸屏, 但是可以按相似的方式使用其它类型的力传感器, 例如, 压电传感器和应变计传感器。

基于力的触摸屏的优点之一是在显示单元和用户之间放置较少层数在光学上有区别的层。一般, 放置在显示单元上的覆盖层是单层玻璃或有相当刚性的聚合物, 例如, 聚碳酸酯等, 可以按合适的光学质量来选择。与诸如电阻性或电容性触摸屏之类其它类型的触摸屏比较, 这些触摸屏的显示单元上需要数层可能有光学损耗的层。在电阻性或电容性触摸屏中需要的导电薄膜一般具有较高的折射率, 导致在界面处增加了反射损耗。在存在另外的固体/空气界面时以及在防反射涂覆层没有用处时, 这是电阻性屏中的一个特殊的问题, 因为传导层必须能够进行物理接触。然而, 基于力的触摸屏的平覆盖层只具有它的上下表面, 可以对这些表面进行处理以降低反射损耗以及降低眩光。例如, 可以提供具有粗糙表面的覆盖层来减少镜面反射, 和/或可以提供具有防反射涂覆层的覆盖层来减少反射损耗。

虽然更需要薄的覆盖层, 但是薄的覆盖层比厚的覆盖层更容易弯曲。本发明与假定覆盖层是十分坚硬的或是接近十分坚硬的以前的方法形成对照。除了仅仅是为了大小和重量的原因之外, 要求覆盖层有可弯曲性。例如, 当在触摸屏下面的装置是可弯曲的时, 位于下面的装置的任何角到角的扭曲都会导致显

示器的扭曲。这趋向于迫使一个对角上相对的一对传感器向上贴着覆盖层，而把另外一对向下拉。可弯曲的覆盖层通过温和地跟随位于下面的装置而顺应这种扭转失真，没有损坏并减少了负面效应。

由于过度坚硬的覆盖层使如此的弯曲失败会导致某些问题。许多可能的传感器配置存在一些问题，但是这里只考虑四个有负载的接触角的情况。随着增加扭转力，首先通过覆盖层的刚性而防止移位，并且所有扭转力将表现为叠加在传感器测量的垂直分量上。经常，这些力要大于一般的触摸力，并且可能有起伏。这些力会使力传感器处于它们的作用范围之外。进一步增加扭转力，传感器之一可能完全卸载，在卸载的传感器与覆盖层之间露出空间。这个空间关联于支撑结构、或相对于覆盖层边缘的屏的上升或下落，因此可以通过密封、安装或覆盖层边缘和周围结构之间的任何其它类型的附件引起较大的寄生力 (parasitic force)。这些效应会导致触摸位置的虚假读数。现在我们回到考虑弯曲如何能引起力矩的传递，力矩传递如何能引起测量误差以及如何用旋转软化来防止这两者。

可以把一个力矩施加于下面的支撑弯曲的传感器。例如，这可能源于把适度的触摸力施加在实际上轻的和昂贵的支撑结构上。在施加外力时，位于下面的支撑结构也可以弯曲，与覆盖层表面上预有准备的触摸无关。例如，用户可以把他的手搁在屏的角上，或具有触摸屏的小配电装置可以位于弯曲的地板上。当来自覆盖层弯曲的力矩通过传感器传递时，通过支撑弯曲发生的这种力矩也需要寄生垂直力来保持平衡。

除了这些误差之外，某些传感器直接响应于施加的力矩，导致进一步的误差。这是由于响应于通过传感器的不同部分传递的、均匀性较差的垂直力而引起的。

可以使用旋转软化，即覆盖层和传感器之间的旋转力的去耦合来减少由上述任一效应引起的有差错的力读出。旋转软化允许在传感器中发生相同的内应力的相对图案，不管触摸位于触摸部件的何处。

再次回到图 2，突出物 240 在承压面 270 上为传感器 220 提供小的接触区。此外，如果不把突出物 240 附加到承压面 270 上，而只是把承压面 270 搁在突出物 240 上，则当覆盖层 210 扭曲时，没有力矩传递到传感器 220。然而，当覆盖层扭曲时，传感器 220 将仍旧检测垂直力。下面进一步说明覆盖层和力传感器之间的这种旋转去耦合。

传感器也可以响应于所施加的切变。可以把切变响应性表示为传感器的敏感轴不垂直于它的安装平面。在没有分力路径(divided force path)的系统中,位置误差与切向力乘以误差角(敏感轴从垂直偏离到触摸平面的角度)的正弦的积成正比。触摸平面是用户触摸的覆盖层或触摸部件的平面。分力路径是传递平行和垂直于触摸平面的力的路径,见题为“Tangential Force Control In A Touch Location Device”的美国专利申请第 09/835,049 号,这里引用作为参考。例如,在安装表面不平行于触摸平面时,或在使用厚度不均匀的黏合剂层安装传感器时,在安装传感器本身时可以通过任何误差来合成这个误差角。

旋转软化不但减少了传感器暴露了覆盖层或安装表面的弯曲引起的力矩,而且还减少由切变引起的偶然发生的传感器力矩。这可以通过把旋转软化的旋转中心取得尽可能接近传感器本身的中心而实现。

在美国专利申请第 09/835,049 号中讨论了分力路径的使用。分力路径使施加于传感器的切向力减少。切向力平行于触摸平面。在实施分力路径,而且可以忽略通过传感器的切向力时,也不存在作用于传感器上面或下面的旋转软化中心周围的切向力的扭曲力矩。在这种情况下,旋转软化对于减少由于触摸板覆盖层的弯曲引起的、直接施加于传感器的力矩是有用的。可以在相对于传感器或触摸平面的任何合适高度处实施旋转软化。当没有横向软化时,则可能有利于在触摸平面的平面中提供旋转软化来减少横向力的负面效应。

相对于图 3A 和 3B 描述可以把力矩施加于传感器的一种方法,所述附图示出在传感器中可能发生的力的分布,尤其当传感器 302 比覆盖层 304 的旋转刚性更强时。如在图 3A 中可看到,直接施加于传感器上的力 F 可能导致均匀的应力分布 306。在图 3B 中,把力 F' 施加于传感器边上的一个点上的覆盖层 304,导致不均匀的应力分布 308。一个对立的传感器(未示出)支撑覆盖层 304 的另一个边缘。虽然触摸离开这个对立的传感器比离开传感器 302 更远,但是可以通过对立的传感器传递触摸力 F' 的一小部分。然而,在所示出的情况中,覆盖层 304 的弯曲具有去除对立传感器的负载的作用,导致悬臂支撑几乎所有通过传感器 302 的触摸力 F' 。这导致在传感器 302 的近侧 302b 处的压力,以及在传感器 302 的远侧 302a 处的张力,该力可能是要求测量的力值的平均值的许多倍。

当精确地抵消的力分布部分可能比测量的信号大得多时,准确地测量这种力分布 308 是较困难的。如果传感器表面没有固定到覆盖层 304 和支撑 310 上,

则不存在张力，但是接近传感器 302 的近侧 302b 的应力分布 308 变成更集中。这导致传感器中的响应和动态范围不均匀性的类似问题。然而，如果在传感器处出现减小通过传感器传递的力矩的旋转软化，就减少了这些问题。

相对于图 4A 进一步描述把力矩施加于传感器，图 4A 示出支撑在两个传感器组件 402 和 403 之间的覆盖层 404。覆盖层 404 是可弯曲的，它不是完全刚性的，可以根据所施加的力，特别是施加于远离支撑点的力而弯曲。传感器组件 402 和 403 是刚性的：例如，可以使用压电元件来形成传感器组件。传感器组件 402 和 403 把力和力矩两者传递到支撑 410。操作者用力 F_{total} 按压在覆盖层 404 上。力 F_1 通过第一传感器组件 402 传递到支撑 410，而力 F_2 通过第二传感器组件 403 传递到支撑 410。在平衡时， $F_{\text{total}} = F_1 + F_2$ 。反作用力 F_1' ($= -F_1$) 和 F_2' ($= -F_2$) 在施加力的 P 点周围产生力矩。由于传感器的旋转刚性，力矩 m_1 可以通过第一传感器 402 传递，而力矩 m_2 可以通过第二传感器 403 传递。

在平衡时，力矩和力符合条件：

$$F_1 * x_1 - m_1 = F_2 * x_2 - m_2 \quad (1)$$

其中， x_1 是从第一传感器 402 到 P 点的距离，而 x_2 是从第二传感器 403 到 P 点的距离。应该注意，在这里表示的公式中，通过变量的正值来表示变量，虽然其它符号约定也是可能的。

虽然简单的力—检测触摸位置装置不产生直接表示 m_1 或 m_2 的信号，但是这些力矩确实影响传感器 402 和 403 产生的力信号。可以使用试图估计或校正这些力矩的间接方法，虽然这些方法复杂而难以实施。然而，不实施这些方法，位置计算可能发生严重的误差。

在图 4B 中示意地示出包括旋转软化的测量触摸位置的另一种方法。在这个方法中，两个传感器 412 和 413 之间支撑可弯曲覆盖层 404。传感器可以是检测所施加力的任何类型的传感器，例如压电传感器、电容性移位传感器、压阻传感器或应变计传感器等。

在覆盖层 404 和每个传感器 412 和 413 之间有自由旋转轴承 (rotationally free bearing) 414。例如，在支撑 410 和传感器 412 和 413 之间还可以有横向软化物 416。可以用允许便于横向弹性运动的材料来构成横向软化物 416，以致切向力不通过传感器 412 和 413 传递到支撑 410。在美国专利申请第 09/835,049 号中进一步描述了横向软化物。

用户在覆盖层 404 上的 P 点施加 F_{total} 导致分别通过传感器 412 和 413 把力

F_1 和 F_2 施加到支撑 410。反作用力 $F_1' = -F_1$ 和 $F_2' = -F_2$ 在 P 点周围产生力矩。由于旋转软化传感器组件 412 和 413 不直接传递力矩, P 周围通过 F_1' 和 F_2' 产生的力矩必定是 P 周围的总力矩, 当平衡时, 这是零。因此, 我们可以写出公式:

$$F_1 x_1 = F_2 x_2 \quad (2)$$

因此, 在覆盖层中出现相当大的弯曲度时, 根据旋转软化的使用而可应用这个简单的关系式。

图 5A 和 5B 示出使用公式 (2) 来计算触摸位置的各种系统的性能。定义横坐标 “x” 为力传感器之间的实际 P 点的分数(fractional)位置:

$$x = x_1 / (x_1 + x_2) \quad (3)$$

在图 5A 中, 纵坐标是系统输出的 “x” 的估计值。在图 5B 中, 纵坐标是 “x” 的估计值中的分数误差。通过把分数误差乘以 100 可以得到百分数误差。

在每种情况中, 所模拟的系统是简化的, 其中覆盖层 404 是在两个支撑传感器组件之间延伸的一个部件。所采用的这个部件窄得足以作为简单的梁 (beam) 来处理, 并采用传感器组件来提供简单支撑或夹住支撑。在操作期间, 实际触摸结构很少有偏移 to 它们的一半厚度的, 如果有的话, 则使触摸偏移停留在梁范围内。进一步使部件沿它的长度保持均匀的刚性。然后, 容易估计所产生的系统。

在两个端部简单地支撑的情况的输出是无误差的, 并通过图 5A 中精细地划分的线 502 给出。在图 5B 中以曲线 512 示出所计算误差。这对应于图 4B 的可弯曲覆盖层配置。响应曲线 502 还近似于具有足够厚的和相当坚硬的覆盖层的一个真实系统的响应曲线。如此的覆盖层压倒了传感器连接和位于下面的支撑的旋转刚性。在无穷大刚性覆盖层的极限中, 响应曲线完全变成一直线。当坚硬的覆盖层通过旋转刚性传感器连接到稍微可弯曲的支撑时, 响应曲线可能有点倾斜和偏移。然而, 在曲线保持直线时可以通过常用的校正或配准技术来除去这种潜在的误差。

然而, 具有可适中弯曲的覆盖层时, 普通旋转刚性的传感器和安装可以导致较大非线性的响应。当传感器的刚性比覆盖层的刚性强时, 由在图 5A 中的实线曲线 504 描绘所得到的响应, 并通过图 5B 中的实线曲线 514 来描绘误差。更象潜水板支撑潜水员那样通过传感器支撑接近传感器的触摸, 并使预期在其它传感器处的小比例的力进一步减少到接近零。

可以观察到,可用于区分接近传感器的、间隔较近的触摸的敏感度是较小的。因此在经校正的计算中的任何尝试都会面对这些区域中的噪声和精度的困难。

图 5A 中较宽地划分的曲线 506 描绘一个系统的响应,其中,左传感器提供简单支撑,而右侧一个继续提供夹住支撑。可以从此看到,为了有利,必须合理地较好地平衡有限的旋转软化的措施。只软化两个传感器中的一个传感器实质上使误差更坏而不是更好,如图 5B 中对应的曲线 516 所示。

当考虑支撑在数个传感器(例如,四个传感器)上的两维覆盖层表面时,对于旋转刚性传感器耦合和可弯曲覆盖层的作用而得到下列差异。位置误差变成 X 位置和 Y 位置两者的复杂函数。由于存在围绕触摸接触点的触摸表面的稍微向下的波纹而使误差图形进一步复杂化。虽然通过最接近的传感器传递了大部分的力,但是在较低值和更接近传感器的点处可能出现最大误差。从传感器通过增加半径而增加面积的覆盖层材料的截面向外传递力矩,这对于远离传感器的触摸提供了过量的内在旋转软化。

在确定触摸位置中的另一个可能的误差源是当传感器安装结构本身弯曲时处在趋向于扭曲一个或多个传感器的状态中。在图 6A 中示意地示出这种状态。当容纳触摸屏的装置受到外力时,结构 610 可以在传感器下扭曲,例如,如果该装置被紧抓在用户的手中,在非水平方向上使用,或用户按压装置的边缘。

在图 6A 中示出的实施例中,假定传感器组件 602 相对于覆盖层 604 是旋转刚性的。结构 610 被扭曲角度 $\phi 1$,而覆盖层被扭曲与 $\phi 1$ 近似相同的角度 $\phi 2$ 。

通过 $\phi 1$ 的结构旋转引起传感器 602 中相关联的力分布 606 产生的一个力矩。通过传感器 602 和 603 看到的力 $+F$ 和 $-F'$ 来平衡这个力矩。这些力 $+F$ 和 $-F'$ 引入触摸位置定位的误差。由于在传感器信号中可能没有预测安装位置变化的信息,所以相关联的误差可能是不可校正的。

在图 6B 中示出的实施例中,传感器组件 612 和 613 相对于覆盖层 604 是旋转软化的。传感器组件 612 和 613 可以包括各自的旋转软化物 612a 和 613a。下面提供旋转软化物另外的例子。

当使结构 610 弯曲角度 $\phi 1$ 时,所产生的覆盖层 604 的角度 $\phi 2$ 明显地小于 $\phi 1$,因此比值 $\phi 2/\phi 1$ 较小。在旋转软化物 612a 中的任何剩余刚性可能产

生 $\phi 2$ 的小的非零值。那么,将使来自强迫安装旋转的误差减小比值 $\phi 2/\phi 1$ 。对于某些要求的配置,触摸装置制造者较少控制在应用中会碰到的 $\phi 1$ 的值。在这些情况中,自由旋转检测连接可能是最佳的。重要的是要注意,既然是这样,增加覆盖层604的刚性不会减小误差,事实上可能增加误差。

可以理解,较小的 $\phi 2/\phi 1$ 比值与图3所描绘种类的各种较小的触摸位置误差相关联。当这种误差占优势时,可以确定,只要 $\phi 2/\phi 1$ 在特定值之下,可弯曲的覆盖层就可以提供足够的触摸定位准确度。

在图2中示出旋转软化传感器的一个特定例子。不把电容性力传感器220的突出物240附加到覆盖层210上,所以覆盖层210可以相对于传感器220扭曲而不对传感器220传递力矩。

图7A—7G示出为触摸传感器提供旋转软化的某些不同的方法。图7A—7C示意地示出双支点、旋转软化传感器单元700、710、720。这些传感器单元可以提供横向软化以及旋转软化,并可以连同横向刚性物一起使用,如在美国专利申请第09/835,049号中所述。

在图7A中示出的第一传感器单元700包括在覆盖层704和力扩散器706之间的支点元件702或旋转轴承,所述力扩散器把所施加的力扩散到可以放置在扩散器706和支撑709之间的传感器元件708。扩散器706的作用还如同支点元件702的容器。

传感器单元710包括附在覆盖层714上的第一扩散器/容器716a以及附在传感器元件718上的第二力扩散器/容器716b。把支点元件712放置在两个扩散器/容器716a和716b之间,把传感器元件718附加到支撑719上。

传感器单元720包括附在传感器元件728上的第一扩散器/容器726a。在这个特定实施例中,把传感器元件728放置在扩散器/容器726a和覆盖层724之间。把第二力扩散器/容器726b安装到支撑729上。支点元件722放置在两个扩散器/容器726a和726b之间。

示意图示出传感器单元700、710和720使用逐渐变窄的支点元件702、712和722,以及逐渐变小的接触半径,虽然不一定如此。在某些组件中,具有较窄纵横比的支点元件可以更小型化,而较小的接触半径可以减少杂质粒子污染而影响平稳操作的机会。

可以用在保持覆盖层与结构的压力下不会显著变形的相当硬的材料来构成支点元件702、712和722。例如,可以使用金属、玻璃或硬的聚合物来构成

支点元件 702、712 和 722。同样，可以用在压力下不会显著变形的材料来构成容器 706、716a、716b、726a 和 726b，并可以用金属、玻璃或聚合物来构成。如果用于支点元件或容器的材料在压力下显著变形，则接触的表面面积增加，从而减小了旋转软化作用。

图 7D—7G 示意地示出可以附加到覆盖层和安装结构两者的不同类型的旋转软化传感器单元。这些传感器单元一般需要材料的弯曲，所述材料配置成提供真正的旋转可塑性。

在图 7D 中示出的传感器单元 730 使用放置在覆盖层 734 和传感器元件 736 之间的材料的耦合块 732。传感器元件 736 安装在支撑 738 上。耦合块 732 具有窄的腰部 733，使安装到覆盖层 734 的块 732 的旋转端与安装到传感器元件 736 的块 732 的端部相对。根据耦合块 732 变窄的厚度以及所要求的旋转软化程度，可以用具有相当高的杨氏弹性系数的材料来构成块 732。例如，耦合块 732 可以是诸如金属或硬塑料之类的一块材料，挤压后形成腰部 733，或扭曲后形成腰部 733。

在图 7E 中示出的传感器单元 740 包括安装到结构 749 上的传感器元件 746，以及安装到覆盖层 744 的低弹性系数材料(例如，合成橡胶材料)的耦合块 742。耦合块 742 可以比在图 7D 中示出的耦合块 732 具有更适中的纵横比。可以把耦合块 742 直接安装于传感器元件 746，或可以通过所示的力扩散器 748 安装到传感器元件 746。在这个特定实施例中，传感器元件 747 是直接安装到支撑 749 的。

在图 7F 中示出的传感器单元 750 包括响应于切变而不是挤压传递的力的传感器元件 756。可以把传感器元件 756 直接附加到覆盖层 754。可以把低弹性系数材料(例如，合成橡胶)的耦合块 752 连接到支撑结构的侧壁 759。可以把耦合块 752 直接附加到传感器元件 756 上，或通过力扩散器 758 附加到传感器元件 756 上。

可以理解，在传感器单元中的元件的次序不必定如图所示。例如，可以把图 7E 中的传感器单元 746 附加到覆盖层 744，同时把耦合块 742 附加到结构 749。一般，当耦合块较小时，它们具有较低的旋转刚性，具有更苗条的纵横比，和/或由具有较低杨氏弹性系数的材料构成。

在图 7G 中示出的传感器单元 760 使用相当薄的一层可高度挤压的材料，诸如开口微孔(open-cell)或闭合微孔(closed-cell)泡沫材料，作为旋转软化

的耦合块 762。把耦合块安装到覆盖层 764 和传感器元件 766 上。把传感器元件 766 安装到支撑 769 上。

当耦合块材料夹在两个坚硬表面之间时，在耦合块 762 的泡沫材料中的空气的可压缩性避免了一个可能发生的难题。当表面之一相对于另一个表面旋转时，压缩了在块一端处的材料，并趋向于随严重的切变而变形。这是因为非多孔的低杨氏弹性系数的材料一般是等体积的，并具有约 0.5 的泊松比。当块处于在已经分离的两个表面之间拉伸的张力中时，在该部分材料处发生相反的问题。净效应是当块变薄时刚性显著地增加，直到可塑性基本上只是由体积弹性系数所提供。

去除传感器与通过覆盖层和结构所施加的力矩的耦合的另一个方法是使用小接触点不附加到对立表面的传感器。例如，在图 2 中，突出物 240 接触，但是不附加到，覆盖层 210 上。可以理解，小接触点也可以接触结构而不接触覆盖层。

现在描述提供旋转软化的电容性力传感器的另外的实施例。首先参考图 8A 和 8B，实质上用平面支撑部件 802 构成力传感器 800 的一个特定实施例。在支撑部件 802 上形成电极图案，它包括连接到弹簧部件 806 的一个或多个第一电极 804，以及至少第二电极 808。最好，弹簧部件 806 在机械上是有弹力的，在电气上是导电的。例如，可以用一种金属或用涂覆导电物的诸如塑料之类的绝缘体来形成弹簧部件。可以使用任何合适的方法把支撑部件 802 安装到位于下面的支撑结构 820 上。例如，可以使用丙烯酸带 822 来安装支撑部件 802，使之提供横向软化和弯曲的隔离。

在弹簧部件 806 和第二电极 808 之间形成电容间隙 810。形成间隙的一种方法是形成在每一端稍微具有偏移的弹簧部件 806，如图所示。在另一种方法中，可以形成没有这种偏移的弹簧部件 806，并通过用临时的填片隔开弹簧部件 806 和第二电极 808 来制造间隙 810，然后，用焊料回流第一电极 804 和弹簧部件 806 之间的连接。在另一种方法中，可以使用包含特定大小粒子的焊料使得弹簧部件 806 与第一电极 804 有间隔而形成间隙 810。

当在力的作用下把弹簧部件 806 压到覆盖层 812 上时，减少了间隙 810 的宽度，因此改变了第一和第二电极 804 和 808 之间所测量的电容量。分立的导线 814 提供触摸控制器电路和电极 804 和 808 之间的电气连接，以允许测量传感器 800 的电容量。

弹簧部件配有脊形式的支点力轴承 816, 这种结构有利地提供了优良的强度来对抗极度的负载。

在一个特定实施例中, 可以用约 $250\ \mu\text{m}$ 厚(10 mil)和约 6 mm 宽(0.25")的弹簧钢来形成弹簧部件 806。弹簧部件约为 17 mm 长(0.75")在模子上冲压成形。电容间隙 810 可以是约 $125\ \mu\text{m}$ (5 mil)。可以用诸如环氧玻璃印制电路板之类的任何合适的材料来形成支撑部件 802。支撑部件 802 一般具有足够的刚性, 可以把诸如丙烯酸带 822 之类的横向软化物放置在支撑部件 802 和结构 820 之间。这种结构的无负载的电容量约为 3 pF, 接触到底的力在约 4 和 5 磅之间。可以理解, 所提供的尺寸和材料只是用于说明, 无论如何不应该作为限制。应该根据要构造的特定触摸装置的特性来选择传感器部件的尺寸。

这种结构提供的优点在于, 如果结构 820 弯曲, 所产生的弯曲较差地传递到支撑部件 802, 因此减少了包含的力对所测量力的作用。

现在参考图 9A 和 9B, 电容性传感器的另一个实施例 900 包括具有向外突出波纹 916 的弹簧部件 906。图 9A 示意地示出在原位的传感器 900, 而图 9B 提供传感器 900 的分解图。

把弹簧部件 906 安装在支撑 902 上, 在支撑 902 上提供包括一个或多个第一电极 904 以及第二电极 908 的电极图案。把弹簧部件 906 连接到第一电极 904, 但是与其隔开, 例如使用与上面相对于传感器 800 所描述的技术中之一相似的技术。在弹簧部件 906 和第二电极 908 之间形成电容间隙 910。

可以把横向软化物 920 放置在波纹 916 和覆盖层 922 之间以提供横向软化。支撑部件 902 安装在结构 924 上。

在传感器 900 的一个特定例子中, 由 $150\ \mu\text{m}$ (6 mil)厚、约 6 mm(230 mil)长、约 3 mm(120 mil)宽的弹簧钢来构成弹簧部件 906。可以由其它材料以及具有不同厚度的材料来构成弹簧部件 906。例如, 可以由 $200\ \mu\text{m}$ (8 mil)厚的磷青铜来构成弹簧部件 906。电容间隙 910 可以是 $25\ \mu\text{m}$ (1 mil)高。使用弹簧负载中心冲床来形成轴承波纹 916, 同时对着诸如铝之类相当会变形的背衬按压弹簧部件 906。弹簧部件的自由跨度约为 3.75 mm(150 mil), 它的中央 2.15 mm(86 mil)对着第二电极 908。传感器 900 的无负载的电容量约为 3 pF, 而接触到底的力在约 3 和 4 磅之间。

电容性力传感器展现容抗的变化作为所施加的力的变化的函数。对于传感器 800 和 900, 这个变化在相对间隙较小时对较小的力实质上是线性的。然而,

对于较大的力，电容区的中心闭合，同时边缘保持更宽的间隔；这导致容抗的非线性下降变得比线性下降更快。在传感器信号的处理中可以实现对这种非线性响应特性的补偿。在另一种方法中，可以提供各种电容性传感器的实施例，它们具有内在的较大的线性容抗变化范围。因此，甚至当一个或多个电容器板根据所施加的力而弯曲时，具有不均匀间隙的电容性力传感器也可以用简单的信号处理提供改进的测量线性度。

在图 10 中示意地示出具有经扩展线性响应范围的电容性传感器的一个特定实施例。在图中，夸大了垂直方向上的尺寸，以更清楚地示出传感器 1000。传感器 1000 具有稍微弯曲的形状受控制的弹簧部件 1006。弯曲允许用最少的焊接薄膜把弹簧部件 1006 的端部 1006a 和 1006b 附加到第一电极 1004，同时中心部分 1006c 提供相对于第二电极 1008 最大的电容间隙 1010。在支撑 1002 上形成第一和第二电极 1004 和 1008。可以施加到耦合件 1014 上的力的等级正好足以使弹簧部件 1006 开始与第二电极 1008 接触。可以如此形成弹簧部件 1006 和第二电极 1008 之间的电容间隙 1010 的斜坡，使在沿第二电极 1008 的许多点处同时发生接触。这减小了传感器响应的非线性。在美国专利申请第 09/835,040 号中更详细地描述了这种传感器。

如在图 8B 和 9B 中所示，电容性力传感器的弹簧部件不必定是矩形的，而且不必定按均匀的厚度来形成。例如，可以形成弹簧部件形状，以致特别使弯曲集中在所要求的、不作为电容器板的区域中。这减少了在电容区域中的弯曲，因此增加了容抗变化的线性度。在美国专利申请第 09/835,040 号中进一步讨论了弹簧部件的另外的形状和形成。

使用由在某个区域或某些区域涂覆导电物质的绝缘材料制造的弹簧部件可以形成电容性传感器。参考图 11A—11C 来描述这种传感器 1100 的一个特定例子。例如，材料 1102，环氧玻璃印制电路板的一个区域形成主要元件 1106。主要元件 1106 包括焊接区 1107 和 1108，环氧玻璃衬底的这种部分存储与电容间隙变化相关联的显著的弹性能量。

从图 11B 提供的示意截面图可以清楚地看到，预定义的路径把所施加的力从覆盖层 1114，通过力耦合弹性垫 1116、上电容器板 1118 以及间隔/连接焊接薄膜 1120 而带到主要元件 1106 的中央区 1122。槽 1124 位于中央区域 1122 的侧面，槽 1124 的作用是增加和相对地局部化印制电路板衬底中的弯曲。力传递出来和围绕槽 1124 的端部，最后到达支撑 1126。当力传递而离开与电容

区和槽 1124 紧邻处时，任何附加的弯曲都停止与电容间隙中由力诱发的变化相关，因此不再通过力传感器传递。把支撑 1126 安装到结构 1128 上。

如果存在的话，放置在接近传感器处的支撑 1126 对于敏感度和响应的对称性会起到某些作用。可以给这种接近支撑对称的布局，诸如所示出的，不过度接近中央区 1122。可以按任何需要的图形来放置更远的支撑。

弹性垫 1116 提供横向软化和旋转软化两者。因此，垫 1116 可以提供波纹 914 和横向软化物 920 的功能。可以把 1116 粘结紧固到下面的上电容器板 1118，但是不附着上面。然后，可以对准诸如覆盖层 1114 等传感器 1100 上面的结构，并且进行预加载。在另一种方法中，垫 1116 提供保持对准的可能性，并把组件通过粘剂附加在上面和下面。

在图 11C 中示意地示出的另一个实施例 1150 示出一个改变的力路径，该路径通过上电容器板 1118 的长度传递。现在可以使上电容器板 1118 对于与电容间隙相关联的弹性能量存储起明显的作用；在这种情况下，可以把上电容器板 1118 适当地看成与下面的主要元件即弹簧部件 1106 协同工作的一个附加的弹簧部件 1106a。力从附加弹簧部件 1106a 通过焊接 1130 传递到下面的弹簧部件 1106，继续围绕槽 1124 而到中央区 1122，再从那里到支撑 1152。

可以理解，在本发明的电容性力传感器上的许多变更是可能的。在美国专利申请第 09/835,040 号中对这些作了进一步的讨论。这里所讨论的实施例的变更中的一个例子是可以把支点附加到覆盖层的下面而不是附加到力传感器的弹簧部件。在另一个变更中，可以把传感器安装到覆盖层的下面，而支点与支撑表面接触。

如上所述，本发明可应用于触摸传感器，相信对于依赖测量施加于触摸传感器的力的触摸传感器特别有用。不应该认为本发明局限于上述特定的例子，而是应该理解为包括所附的权利要求书中清楚地陈述的本发明的所有方面。通过阅读本说明书，本发明所针对的熟悉本技术领域的人员会容易地明白本发明可能应用的各种修改、等效的处理以及许多结构。打算以权利要求书来包括这种修改和装置。

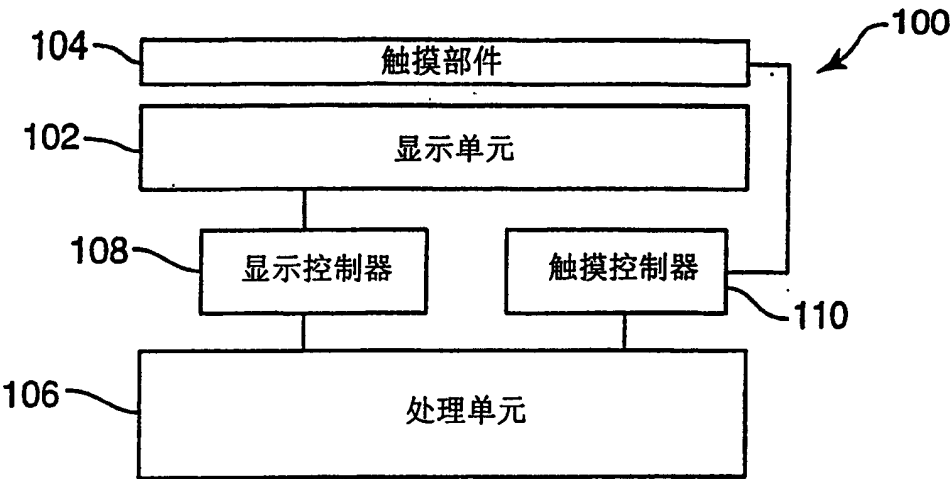


图 1

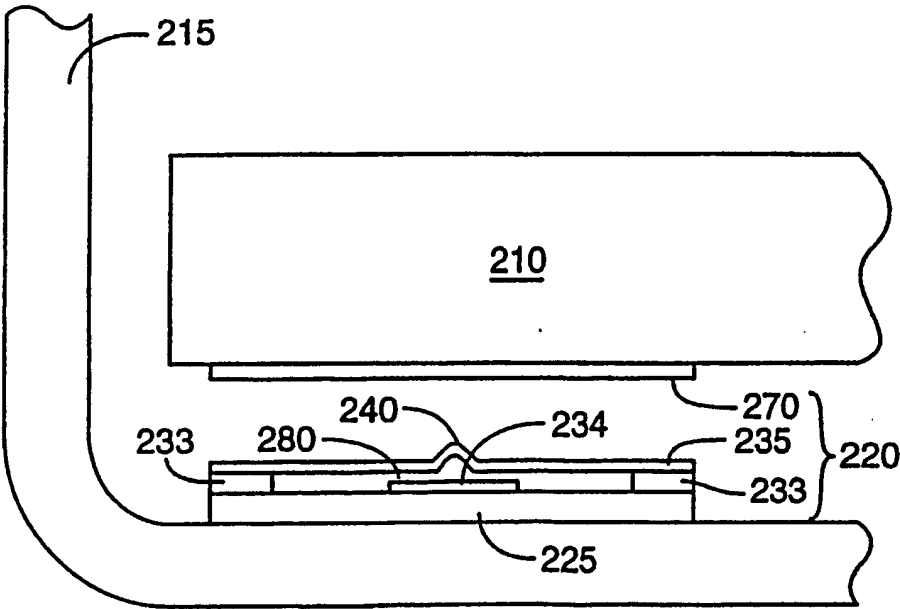


图 2

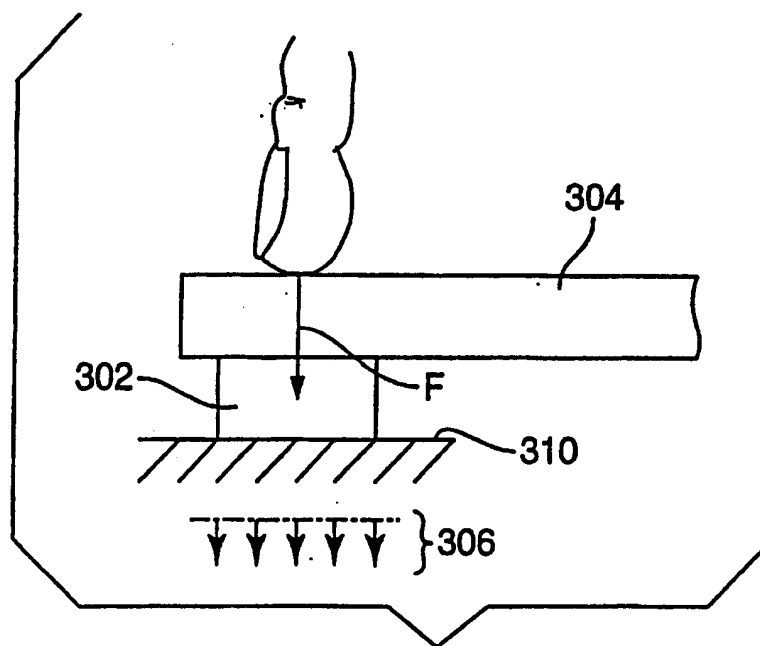


图 3A

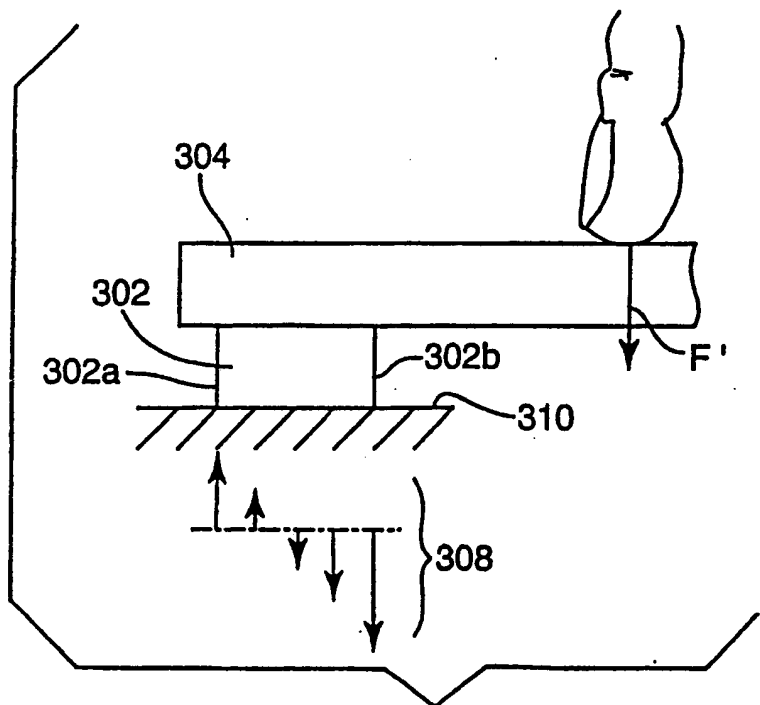


图 3B

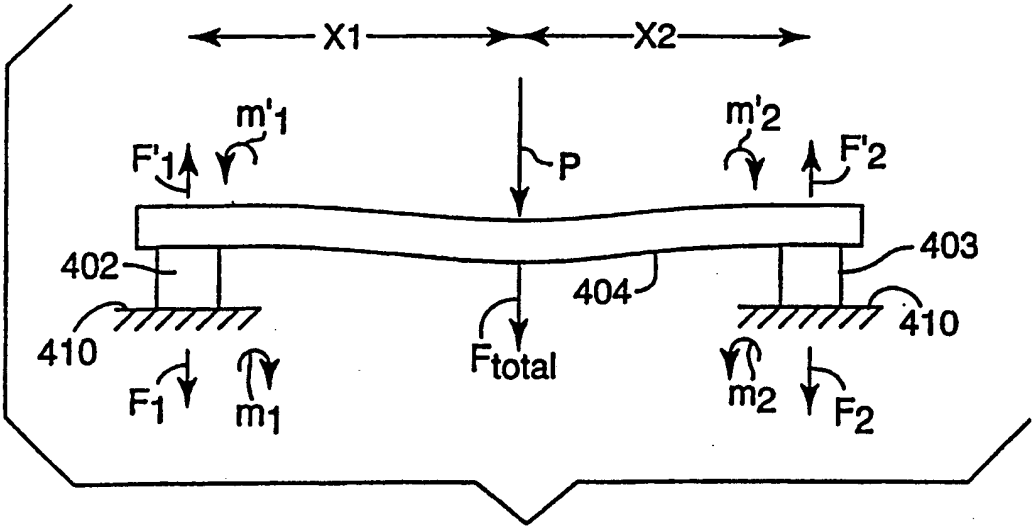


图 4A

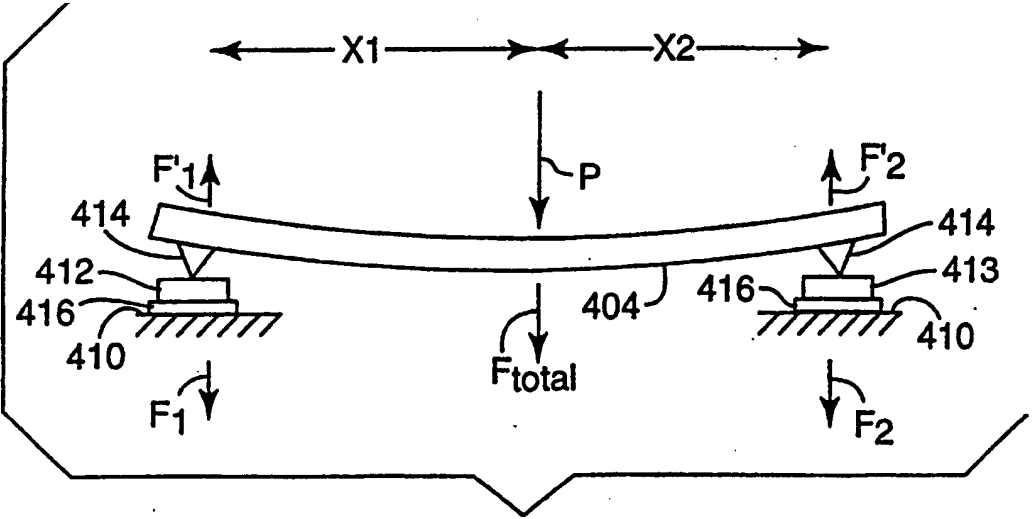


图 4B

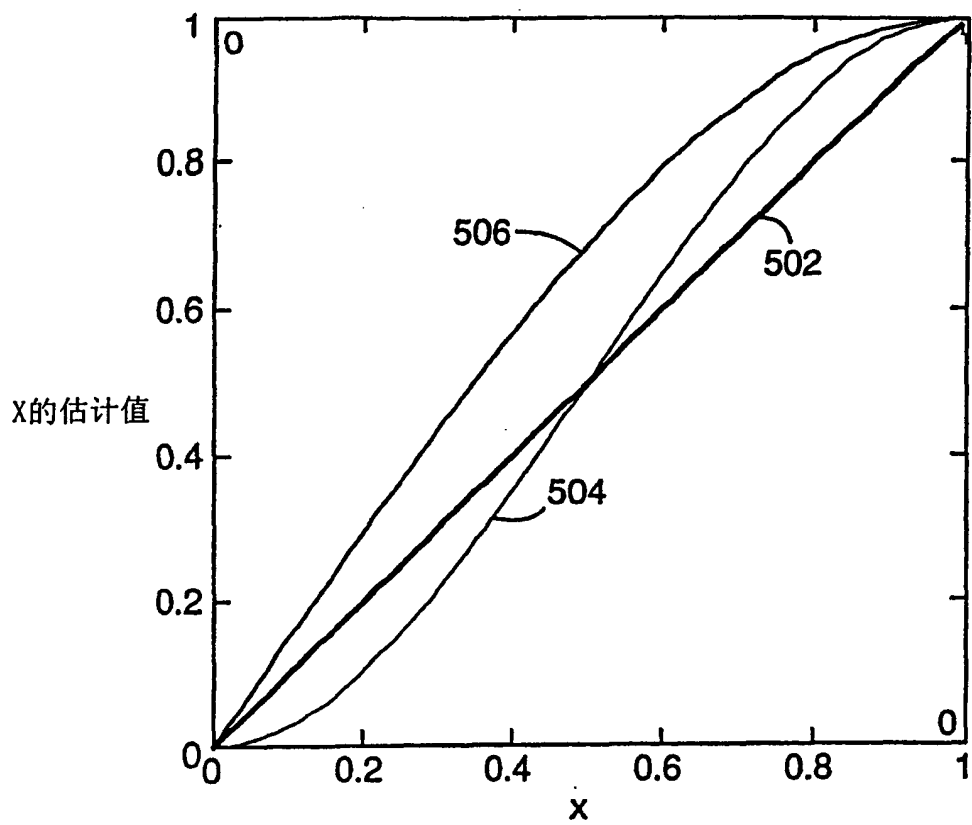


图 5A

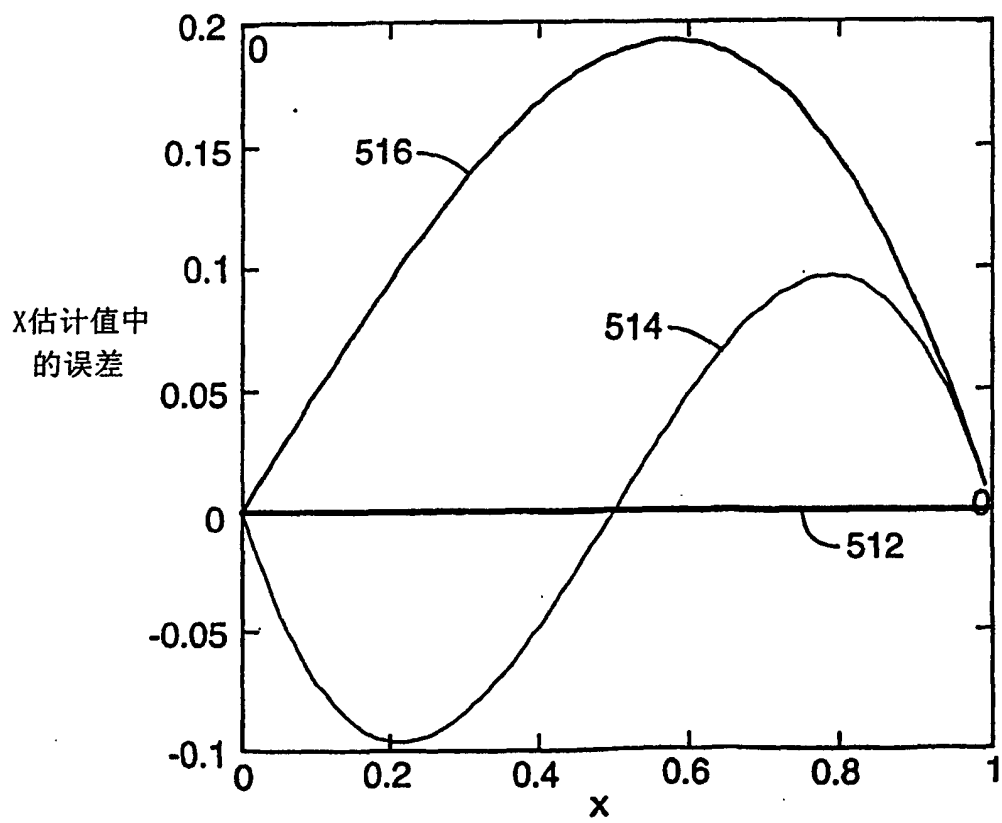


图 5B

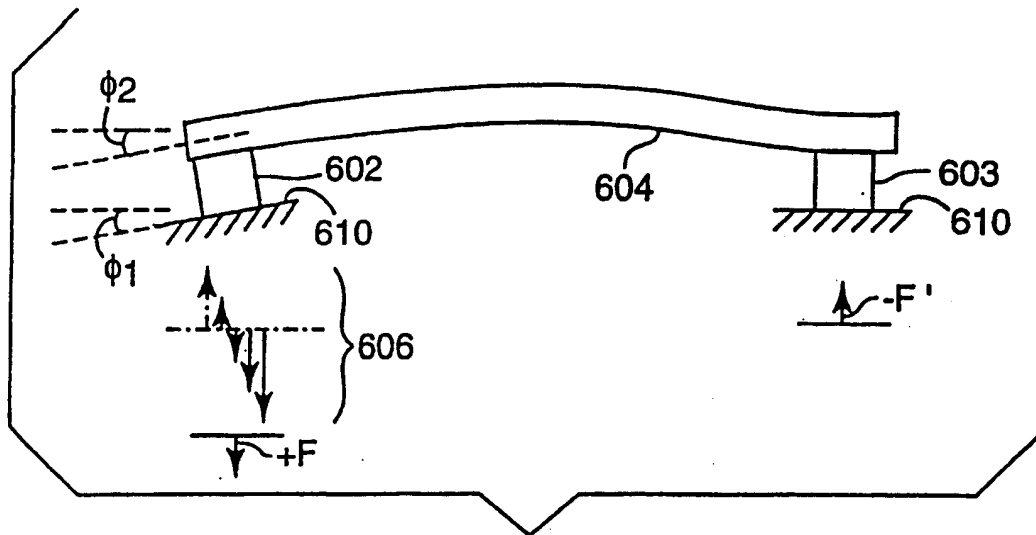


图 6A

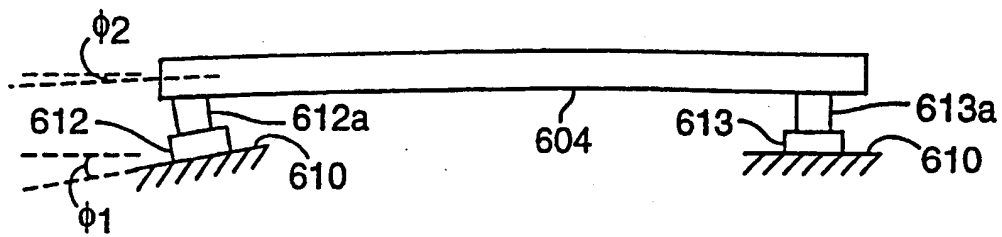


图 6B

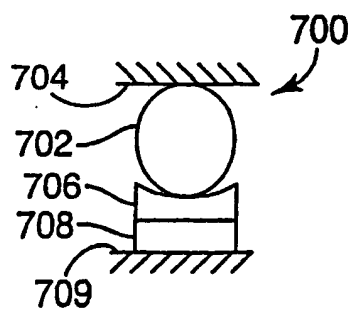


图 7A

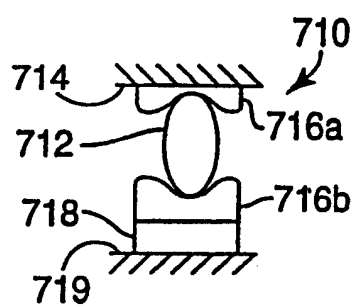


图 7B

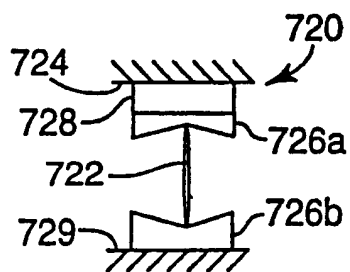


图 7C

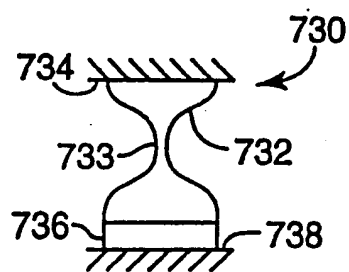


图 7D

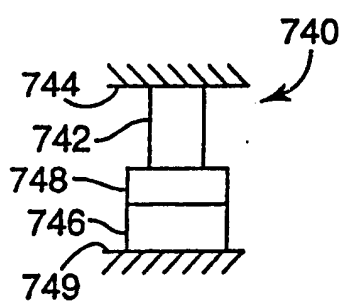


图 7E

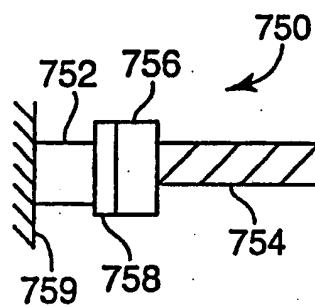


图 7F

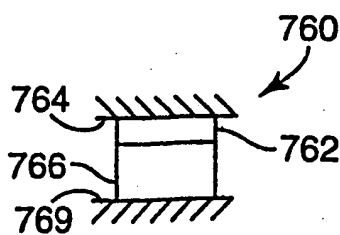


图 7G

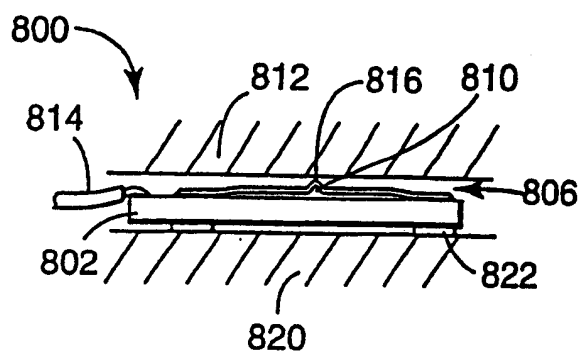


图 8A

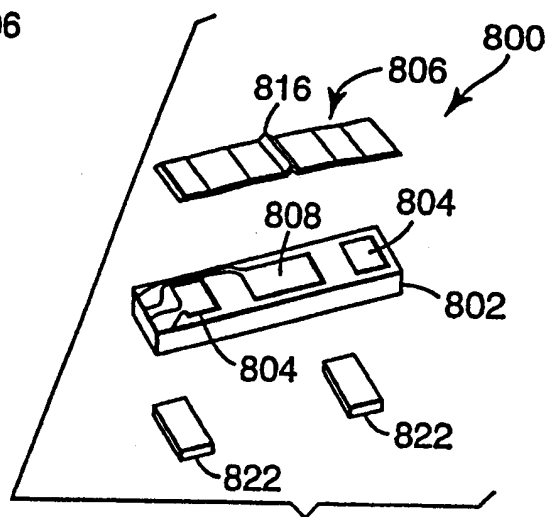


图 8B

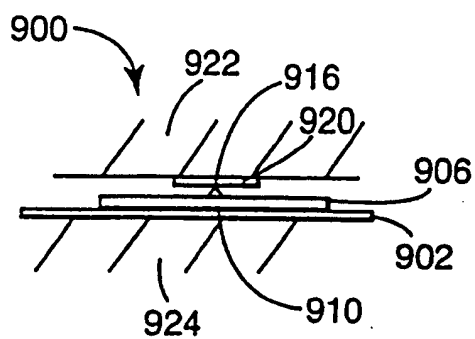


图 9A

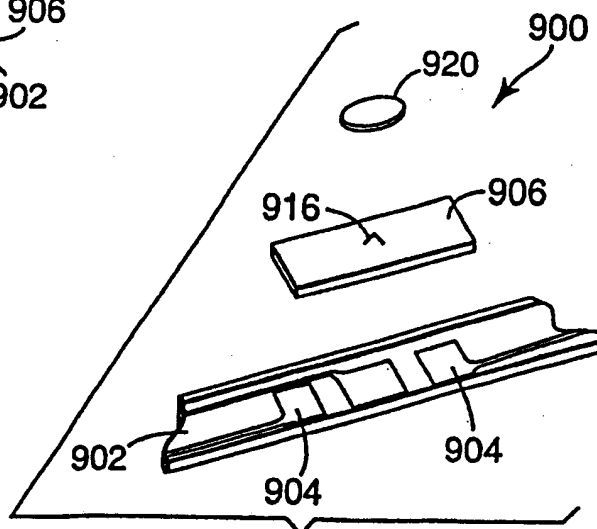


图 9B

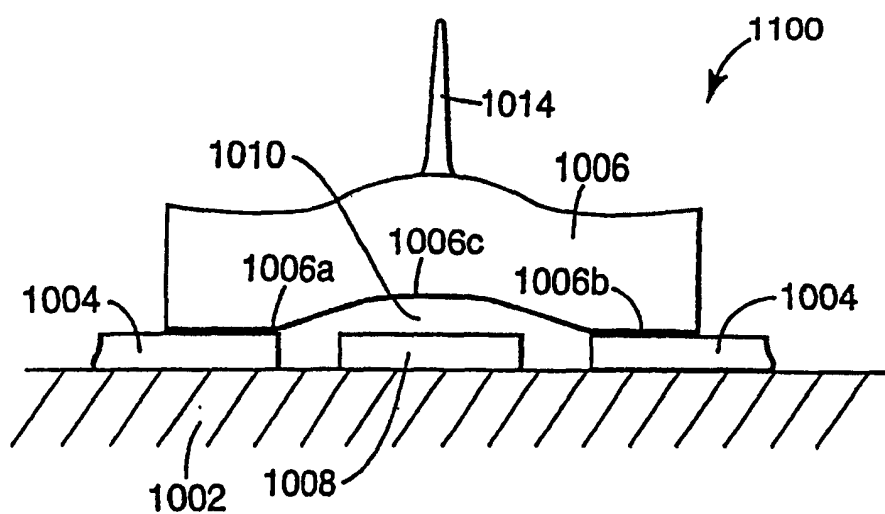


图 10

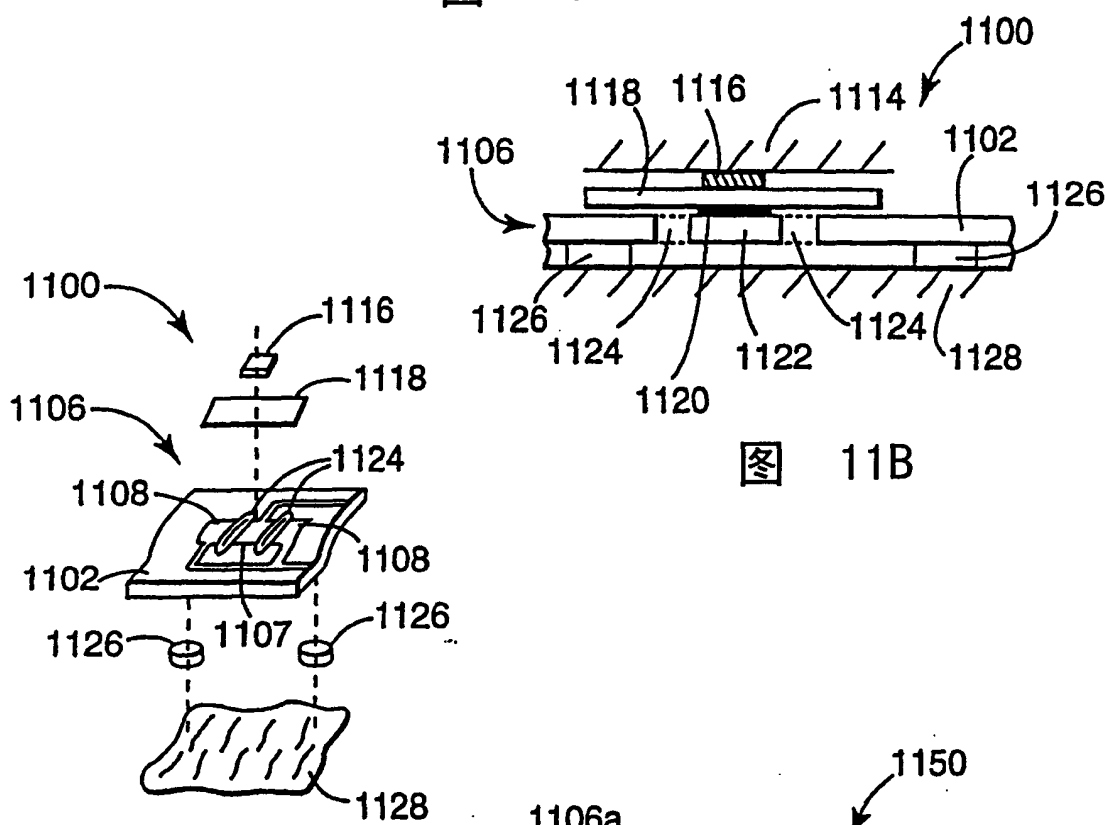


图 11A

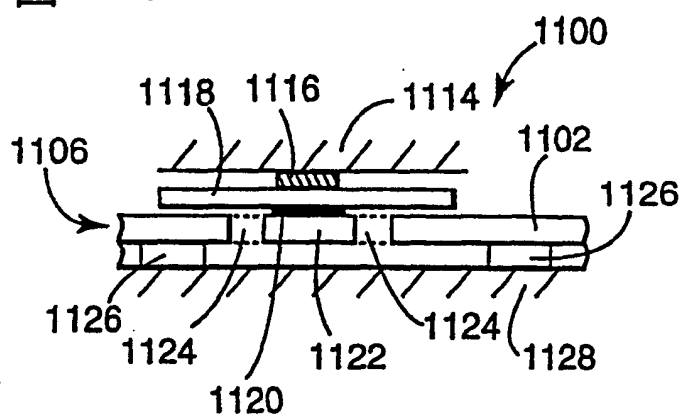


图 11B

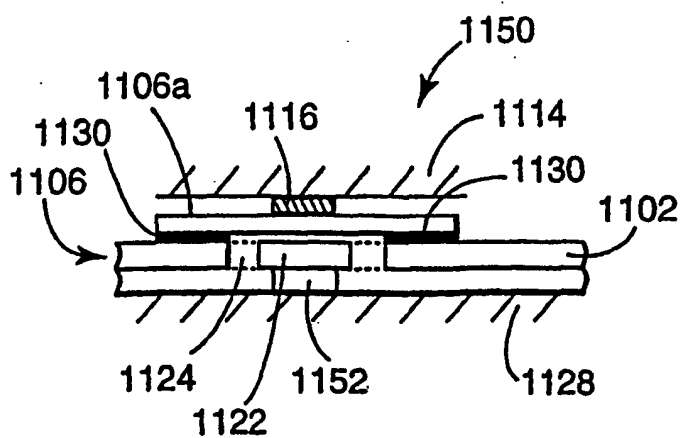


图 11C