

[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 02808121.8

[45] 授权公告日 2006 年 8 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1270226C

[22] 申请日 2002.4.12 [21] 申请号 02808121.8

[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/US2002/011453 2002.4.12

[87] 国际公布 WO2002/084580 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

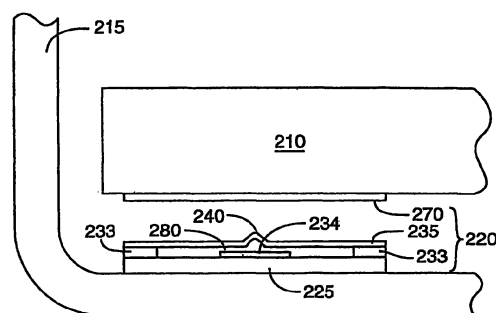
权利要求书 3 页 说明书 17 页 附图 7 页

[54] 发明名称

力传感器和使用力传感器的触摸面板

[57] 摘要

触摸屏使用一个或多个力传感器(220)来测定屏幕上触摸的位置。力传感器(220)具有精确测定的灵敏度方向,并且因此就降低了与屏幕不垂直力的灵敏度。传感器(220)与活动力检测元件(active force-sensing element)区域相比是较薄的,这就允许低轮廓力触摸屏(low profile force touchscreens)与迄今为止获取的相比而言,具有更好的机械完整性(mechanical integrity)、准确度、灵敏度和高的信噪比组合。传感器(220)也可作为旋转柔软的(rotationally soft),这样以使有效的阻止覆盖(overlay)(210)或支持表面(support surface)的扭转运动影响灵敏度。



1. 用于测定施加到触摸屏上力的位置的装置，包含：

触摸构件；

基座支持；

联结在所述触摸构件和所述基座支持之间的联结单元，所述联结单元包括具有中心部分和外围部分的梁构件，所述梁构件仅仅在所述外围部分得到梁构件支持的支持，在所述触摸构件和所述基座支持之间传递力的力路径，所述力路径在所述梁构件的中心部分和所述梁构件的外围部分之间延伸；以及

至少一个传感器元件，把它布置成测量表示由施加到所述触摸屏上的力在所述梁构件位置处产生的力的信号。

2. 如权利要求 1 中所述的装置，其特征在于所述联结单元包括所述至少一个传感器元件。

3. 如权利要求 1 中所述的装置，其特征在于沿着第一方向拉长所述梁构件，并且所述被拉长的梁构件具有在其外围部分处的相应第一和第二末端。

4. 如权利要求 1 中所述的装置，其特征在于所述梁构件是具有盘外围的盘形的，并且所述外围部分包括所述盘外围的部分。

5. 如权利要求 1 中所述的装置，其特征在于进一步包含布置在所述梁构件的第一表面上的中心部分的旋转软化器。

6. 如权利要求 5 中所述的装置，其特征在于所述旋转软化器包括所述梁构件的第一表面的突出部分。

7. 如权利要求 5 中所述的装置，其特征在于所述旋转软化器包括在所述梁构件的第一表面上的一部分弹性体材料。

8. 如权利要求 1 中所述的装置，其特征在于把所述梁构件布置在所述触摸构件和所述梁构件支持之间。

9. 如权利要求 8 中所述的装置，其特征在于所述梁构件支持是与所述基座支持一起完整地形成的。

10. 如权利要求 1 中所述的装置，其特征在于把所述梁构件支持布置在所述触摸构件和所述梁构件之间。

11. 如权利要求 10 中所述的装置，其特征在于所述梁构件支持是与所述触摸构件一起完整地形成的。

12. 如权利要求 1 中所述的装置, 其特征在于所述至少一个传感器元件包含用力敏感材料形成的梁构件支持中的至少一个。

13. 如权利要求 1 中所述的装置, 其特征在于所述至少一个传感器元件包括在所述梁构件和所述基座支持上的电极之间形成的电容器。

14. 如权利要求 13 中所述的装置, 其特征在于所述梁构件至少包括金属表面, 以形成可相对于所述基座支持上电极移动的电容器的第一板。

15. 如权利要求 14 中所述的装置, 其特征在于用金属形成所述梁构件。

16. 如权利要求 14 中所述的装置, 其特征在于用其上布置所述金属表面的非传导材料形成所述梁构件。

17. 如权利要求 1 中所述的装置, 进一步包含布置在所述触摸构件和所述基座支持之间的横向软化器, 以允许所述触摸构件相对于所述至少一个传感器元件的横向运动。

18. 一种检测施加到触摸屏的触摸构件上的力的位置的方法, 包含:

提供一个与所述触摸构件耦合的梁构件, 所述梁构件具有中心部分和外围部分, 所述梁构件仅仅在外围部分得到支持;

将至少一部分施加力传递到下列之一 i) 所述梁构件的中心部分, 和 ii) 所述梁构件的外围部分;

将所述部分施加力从 i) 所述梁构件的中心部分和 ii) 所述梁构件的外围部分中的一个扩展到 i) 所述梁构件的中心部分和 ii) 所述梁构件的外围部分; 以及

测量表示传递到所述梁构件的部分施加力的信号。

19. 如权利要求 18 中所述的方法, 进一步包含从在所述测量步骤中测量的信号来测定所述触摸构件上的施加力的位置。

20. 如权利要求 18 中所述的方法, 其特征在于测量表示所述部分施加力的信号包括检测由所述施加力产生的位移。

21. 如权利要求 18 中所述的方法, 进一步包含将所述触摸构件和下面支持面中的一个的扭矩与所述触摸构件和下面支持面的另一个的扭矩隔离开来。

22. 如权利要求 21 中所述的方法, 其特征在于: 隔离所述扭矩包括旋转布置在所述触摸构件和所述下面支持面之间的旋转轴承。

23. 如权利要求 21 中所述的方法, 其特征在于: 隔离所述扭矩包括旋转布置在所述触摸构件和所述下面支持面之间的弹性体轴承。

24. 如权利要求 18 中所述的方法，其特征在于：扩展部分所述施加力包括将部分所述施加力扩展比所述力传播器的厚度更长的距离。

25. 如权利要求 18 中所述的方法，其特征在于：测量表示部分所述施加力的信号包括压缩力敏感材料并检测所述力敏感材料特性中所产生的变化。

26. 如权利要求 18 中所述的方法，其特征在于：测量表示部分所述施加力的信号包括改变电容器的电容量并测量电容量的变化。

27. 如权利要求 26 中所述的方法，其特征在于：所述梁构件形成一个所述电容器的传导表面，并且改变所述电容器的电容量包括相对于所述电容器的第二传导表面移动所述梁构件。

28. 如权利要求 18 中所述的方法，进一步包含将所述梁构件与施加到所述触摸构件上的正切力隔离。

29. 如权利要求 28 中所述的方法，其特征在于：将所述与正切力隔离包括在所述触摸构件和下面支持面之间布置横向软化器。

30. 如权利要求 18 中所述的方法，其特征在于进一步包含通过所述触摸构件向用户显示图像。

31. 如权利要求 30 中所述的方法，其特征在于进一步包含响应于所述施加力而改变所述图像。

力传感器和使用力传感器的触摸面板

发明领域

本发明涉及力传感器，尤其涉及可用来测定施加到触敏显示器(touch sensitive display)的触摸屏上的力的力传感器。

背景

触摸屏提供到计算机或其它数据处理装置的简单和直观的接口。用户并非使用键盘用于数据输入，他们可使用触摸屏，通过触摸图标或在屏幕上书写或绘画来传递信息。触摸屏用于多种信息处理应用实例中。在诸如液晶显示器(LCD)或阴极射线管(CRT)这样的信息显示器上使用的透明触摸屏对诸如蜂窝式便携无线电话、个人数字助理(PDAs)和手持或膝上电脑这样的应用实例来说尤其有用。

我们已经使用了不同的方法来测定触摸位置，这包括电容性的、电阻性的(resistive)、声音和红外线技术。我们也可使用与触摸表面结合的力传感器，通过检测触摸屏上的触摸力来测定触摸位置。用检测触摸力来工作的触摸屏有数个胜过其它上述技术的优点。诸如电阻性和电容性方法这样的基于电的方法需要使用专门材料和多层的复杂触摸表面覆盖，以确保整个屏幕上良好的电属性，而同时也保持整个屏幕上良好的光传输。另一方面，可用简单的、单片材料来形成基于力的触摸屏的覆盖。进一步，力传感器不依靠如电容性触摸屏所需要的有损耗的与地的电连接，并且我们可通过手指触摸、戴手套的手、手指甲或其它非导电触摸器具来操作它。不同于声表面波技术，力传感器相对地不受触摸屏上的污垢、灰尘或液体的积聚的影响。最终，力传感器相对不太可能将无意间的接近触摸(close encounter)检测为实际的触摸，而这可能是红外线或电容性触摸屏的一个问题。

由触摸屏力传感器检测到的力反映了除触摸力之外的多种静态和动态因素。可以认为这些因素为相对于触摸信号的噪声源。可能会通过触摸屏电子线路(touch screen electronics)引入噪声，或者其性质可能为机械的。例如，在传感器、放大器、数据转换或信号处理阶段中可能会引入电噪声。机械噪声

可能产生于诸如振动、挠曲、运动和与触摸屏不垂直力的应用实例这样的不同机械效果。另外，触摸屏力传感器可能受到触摸表面的重量和在制造阶段施加到力传感器的预加载力重量的影响。

发明的主要内容

通常而言，本发明涉及一种类型的力传感器，它具有更加精确测定的灵敏度方向，并且因此而减少了与触摸屏不垂直的力的灵敏度。进一步，传感器与活动力检测元件区域相比是较薄的，这就允许小轮廓力触摸屏与迄今为止获取的相比，具有机械完整性、准确度、灵敏度和高的信噪比的更好的组合。传感器也可旋转柔软的，这意味着它有效地阻止覆盖或支持表面的扭转运动影响所检测的力。

在一个特定实施例中，本发明针对用于测定施加到触摸屏上的力的位置的装置。该装置包括触摸构件(touch member)、基座支持(base support)和在触摸构件和基座支持之间起联结作用的联结单元。该联结单元包括在外围部分与各个梁构件支持相连的梁构件。梁构件的中心部分相对于外围部分来说实质上没有得到支持。力路径(force path)在触摸构件和基座支持之间传递力。力路径在梁构件的中心部分和梁构件的外围部分之间传递。至少有一个传感器元件检测可表示由触摸力引起的梁构件位置处力的信号。

本发明的又一个实施例针对检测具有触摸构件的触摸屏上的触摸位置的方法。该方法包括将施加到触摸构件第一面(first side)上的至少一部分力传递到下列部件上中之一：i)布置在触摸构件的第二面上的力传播器(force spreader)的中心部分，该力传播器的中心部分实质上没有得到支持，以及 ii)力传播器的外围部分。该方法也包括将部分施加力从 i)力传播器的中心部分和 ii)力传播器的外围部分中的一个传送到 i)力传播器的中心部分和 ii)力传播器的外围部分中的另外一个。检测表示被传递到力传播器的部分施加力的信号。

本发明的又一个实施例针对用于检测被施加到触摸构件的第一面上的力位置的系统。该系统包括这样的装置，用于将至少一部分被施加到触摸构件第一面上的力传递到力传播装置的中心部分，用于传播部分布置在触摸构件第二面上的施加力。该力传播装置的中心部分实质上没有得到支持。力传播装置在力传播装置的中心部分和外围部分之间传递部分施加力。还有一个装置，用于

测量表示被传递到力传播装置的部分施加力的信号。

本发明的又一个实施例针对用于检测触摸面板上触摸位置的触摸面板系统。该系统包括基座支持和通过联结单元与基座支持联结的触摸构件。联结单元中的至少一个包括在外围部分与各个梁构件支持联结的梁构件。梁构件的中心部分相对于外围部分而言实质上没有得到支持。力路径在触摸构件和梁支持之间传递力。力路径在梁构件的中心部分和梁构件的外围部分之间传递。布置至少一个传感器元件来测量表示通过由触摸引起的梁构件位置传递的力的信号。触摸面板控制器与来自许多力传感器单元的接收检测信号相连，以测定触摸面板上的触摸位置。

本发明的又一个实施例针对用于对触摸屏上触摸的位置进行定位的装置。该装置包括触摸构件、接收结构和力传播构件。力传播构件具有联结的集中力接收区域，以接收从触摸构件传递到力传播构件中的力。力传播构件也具有力分布区域，以将力传播构件之外的力传递到接收结构中。该分布区域具有比力接收区域更大的面积。布置接收结构和力传播构件，以使由力的力保持加载(force maintain loading)引起的力传播构件曲率的变化通过力传播器传送，而同时力保持在测量范围内，以便将传播构件中的力充分地传送到所有分布区域中。我们布置检测元件以检测通过力传播构件传递的力。

本发明的又一个实施例针对用于对触摸屏上的触摸进行定位的系统。该系统包括触摸构件、基座支持和联结在触摸构件和基座支持的联结区域之间的联结组合装置。该联结组合装置相对于触摸构件和基座支持中的一个而言是旋转未受限制的(rotationally unconstrained)。联机组合装置包括具有主平面(predominant plane)的梁构件。该梁构件具有联结来接收来自触摸构件的力的第一区域。梁构件也包括至少一个第二区域。梁构件接收与主平面垂直的方向上的力，并将该力横向(laterally)传递到至少一个第二区域中。该力通过至少一个第二区域在梁构件之外向联结组合装置的梁构件支持传递。传感器元件对与主平面垂直的力作出响应。

本发明的上述摘要并非要说明每个例证性的实施例或每个本发明的实现。后面的附图和详细说明更加具体的举例说明了这些实施例。

附图概述

由于下面本发明不同实施例的详细说明，并结合附图，我们可以更完整地

了解本发明，其中：

图 1 示出了根据本发明的实施例的显示装置的方框图；

图 2 示意性地阐明了根据本发明的实施例通过基于力的触摸传感器的局部横截面；

图 3A 示意性地阐明了当把传感器刚性地连在覆盖和框架(frame)上时施加到力传感器的力；

图 3B 示意性地阐明了根据本发明的实施例当将力施加到柔软的覆盖上时旋转软化的效果；

图 4A 和 4B 示意性地阐明了当在与触摸表面垂直的方向上施加力时由使用常规力传播器而引起的力分布；

图 5A 和 5B 示意性地阐明了当在与触摸表面不垂直的方向上施加力时由使用常规力传播器而引起的力分布；

图 6 示意性地阐明了根据本发明的实施例的外围加载力传感器；

图 7 示意性地阐明了根据本发明的又一个实施例的梁加载力传感器；

图 8A 和 8B 示意性地阐明了根据本发明的电容类型的梁加载力传感器的实施例；

图 9A 和 9B 示意性地阐明了根据本发明的电容类型的梁加载力传感器的又一个实施例；

图 10 示意性地阐明了根据本发明的电容类型的梁加载力传感器的又一个实施例；

图 11A—11C 示意性地阐明了根据本发明的电容类型的梁加载力传感器的又一个实施例；

图 12A 和 12B 示意性地阐明了在沿着不同角度施加力的情况下，薄的力传感器的负载分布；以及

图 13 示意性地阐明了力传感器的又一个实施例。

虽然本发明应服从不同的更改和选择形式，但是我们已由附图中的例子示出了其细节并且我们将会详细说明该细节。然而，应当认识到我们的目的并不是限制本发明于所述特定的实施例中。相反，我们的意图是在由所附的权利要求书定义的本发明主旨和范围之中，包括所有的更改、等价物和可供选择的事物(alternatives)。

详细说明

本发明可应用于触摸敏感技术，并且我们相信其对产生对可能导致触摸位置的误读取的正切力(tangential force)不太敏感的力传感器尤其有用。此外，我们相信本发明会产生与力检测元件的活动区域相比为较薄的力传感器，这有助于进行精确的、小轮廓触摸敏感装置的构造。

使用本发明力传感器的触摸屏可在桌面、手持或膝上计算机系统、销售点终端、个人数字助理(PDA)或蜂窝式便携无线电话中使用。尽管我们结合基于微处理器的系统做了说明，但是如果需要的话，本发明的触摸屏装置可以与任何基于逻辑的系统组合。在测定触摸屏上的触摸位置中，由一个或多个位置最接近触摸屏触摸表面的力传感器产生代表作用在触摸屏上触摸力的触摸信号。在触摸屏的形状是矩形的时，通常把力传感器布置在触摸屏四个角中的每一个角上。可从单个传感器，或者从两个或更多的力传感器中组合分触摸信号(component touch signals)来得到触摸信号。触摸位置的测定需要分析由不同力传感器产生的分力信号。

图 1 阐明了包括触摸显示器的某些基本组件的装置 100。把例如液晶显示器(LCD)或阴极射线管(CRT)等的显示单元 102，布置在触摸构件 104 之下。显示单元 102 与处理单元 106 联结并显示通过显示控制器 108 从处理单元 106 接收的信息。显示控制器 108 可为处理单元 106 的一部分。由可为处理单元 106 一部分的触摸屏控制器 110 测定触摸构件 104 上的触摸位置。触摸屏控制器 110 接收与由不同力传感器检测的分力有关的信号。然后，我们分析这些信号，以测定相对于不同力传感器位置的触摸位置。因此，处理单元 106 能够测定相对于显示在显示单元 102 上图像的触摸构件 104 的触摸位置，并确定用户输入的意义(meaning)。重要的是，需要测定触摸构件 104 上的触摸位置时几乎没有误差，以确保处理单元 106 从用户处接收所需要的信息。

力传感器通常检测响应于施加力而出现的某些运动。例如，应变仪元件在施加力的作用下伸展，而且当压缩或伸展传感器元件时，压电或压阻传感器的电特性改变了。此外，在电容性传感器元件中，在施加力时一个电容器板(capacitor plate)相对于另一个电容器板而移动。因此，虽然可以把传感器称为位移传感器，但是应当理解，即使位移本身的量是微乎其微的，位移的测量也可用来提供引起所测量的位移的施加力的估计。

在 2001 年 4 月 13 日提出的，标题为"Method and Apparatus for

Force-based Touch Input,”的美国专利申请 09/835, 040 中说明了适合使用在触摸屏应用实例中的力传感器的一个特定实施例，作为参考结合于此。力传感器适合用在液晶显示器(LCD)、阴极射线管(CRT)或其它透明显示器中，并且我们在图 2 中示意性地做了阐明。在这个特定实施例中，传感器根据电容性元件电容的改变而测量施加力。

使触摸面板或覆盖 210 定位在框架或机架(housing)215 中。这可能会提供有大的中心孔径(未示出)，通过它我们可观看到显示器。进一步，覆盖 210 可为透明的，以允许进行这样的观看。若需要，机架 215 的底面可在围绕其活动区域的边界上，被直接安装到紧靠这样的显示器的表面。在另一个实施例中，如上所述，包括诸如 LCD 这样显示单元的结构可取代覆盖。电容性传感器 220 可定位在覆盖 210 和机架 215 之间。

可通过焊接、粘结或其它已知方法使具有附加台阶 (attachment lands)233 的互联 225 与机架 215 联结。传导区域在互联 225 上形成了第一传导元件 234。具有中心微坑的第二传导元件 235 可通过例如焊接连接在互联 225 的台阶 233 上。由第二传导元件 235 的形状或者通过将第二传导元件 235 连接在互联 225 上的过程，在第一传导元件 234 和第二传导元件 235 之间形成了小间隙 280。例如，间隙 280 的宽度近似为 0.025mm。通过由间隙 280 分隔开的传导元件 234、235 形成了电容器。

我们可将轴承面(bearing surface)270 插入(interposed)到触摸面板 210 和第二传导元件 235 之间。这会保护覆盖 210，防止其被微坑 240 印压或损伤，特别在由软材料(softer material)制成覆盖 210 的情况中。轴承面 270 也可通过弹性体或高柔韧性胶粘剂的薄层(未示出)安装到覆盖 210 上，因此这就提供了横向软化功能。在正常的操作中，覆盖 210 或轴承面 270 与微坑 240 接触：所示出的这些元件是分隔开的，仅为了在附图中清楚地说明。

第二传导元件 235 将弹簧和电容器板的功能组合。当把垂直力施加到触摸面板 210 的表面上时，第二传导元件 235 就弯曲了，这就减少了间隙 280 的宽度而增加了传感器 220 的电容。我们可测量这个电容的改变并且该电容变化与施加到触摸面板 210 上的力有关。尽管说明了使用电容性力传感器的触摸屏，能以类似方式使用其它类型的力传感器，例如，压电传感器和应变仪传感器。

基于力的触摸屏的优点中之一是安置在显示单元和用户之间的光学相异层(optically distinct layers)的数量很少。通常，安置在显示单元上的覆

盖为单层玻璃或较硬的聚合物，例如聚碳酸酯或类似的物质，可选择其具有最好的光学性质。这就与诸如电阻性或电容性触摸屏这样的其它类型的触摸屏形成对比，那些触摸屏通常需要在显示单元上的几层有潜在损耗的层 (potentially lossy layers)。在电阻性或电容性触摸屏中需要的电传导薄膜通常具有高的折射率，这就导致了在接口处增加了反射损耗。由于传导层必须能够进行体接触，所以在有附加固体/空气接口且抗反射涂敷可能不太有用的电阻性屏幕中这一点尤其是个问题。然而，力屏幕覆盖仅有其上和下表面；我们可通过处理来减少反射损耗并降低眩光。例如，可使覆盖配备有不光滑的表面来减少镜面反射，或可配备有抗反射涂敷来减少反射损耗。

并不是覆盖显示器，覆盖 210 本身可包括图像产生屏幕，例如液晶显示器。这样的显示器包含一起形成覆盖 210 的许多层。在这样的情况下，用户触压在屏幕本身上，并且在不同力传感器处检测到施加的合成分力 (resulting component forces)，并求解来测定屏幕上触摸的位置。

术语“旋转软化”使传感器的不灵敏度 (insensitivity) 与覆盖或支持的扭转运动相关联。当覆盖和下面的支持中至少一个是易弯曲的时，旋转软化是力传感器具有的尤其重要的特性。另一方面，当覆盖和下面的支持都非常坚硬时，旋转软化就不那么重要了。然而，刚性是通过使用大量的材料而产生的，所以坚硬结构既大又重。然而，我们更希望触摸显示器轻巧紧凑，所以重要的是能够解决由增加触摸屏结构的柔性带来的影响。因此，包括旋转软化的力传感器的使用允许触摸显示器更薄更轻。术语“旋转未受限制的”可用来指出基座支持和覆盖能够至少在角度的操作范围 (operational range of angles) 内相对于彼此而旋转。

参考图 3A 和 3B，我们进一步说明了显示器的可挠性以及旋转软化以减少在触摸位置测定中可能的负面效应的重要性，讨论了把由扭转运动引起的力施加到力传感器。

在图 3A 的示意性例证中，覆盖 304 被支持在两个传感器组合装置 302 和 303 之间。覆盖 304 的柔韧性表现在其并非完全坚硬，并且可响应于施加力，尤其是在离支持点 (point distance) 处施加的力，而弯曲。传感器组合装置 302 和 303 是坚硬的：例如，传感器组合装置例如可使用压电元件来形成。传感器组合装置 302 和 303 将力和力矩均传输到支持 310。操作员 (operator) 用力 F_{total} 压在覆盖 304 上。力 F_1 通过第一传感器组合装置 302 传递到支持 310，

而力 F_2 通过第二传感器组合装置 303 传递到支持 310。在平衡时, $F_{total} = F_1 + F_2$ 。反作用力 $F'_1 (= -F_1)$ 和 $F'_2 (= -F_2)$ 产生了关于 P 点施加于力的力矩。由于传感器的旋转刚度, 力矩 m_1 可通过第一传感器 302 传递, 且力矩 m_2 可通过第二传感器 303 传递。

在平衡时, 力矩和力符合下面的条件:

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

这里 x_1 是从第一传感器 302 到 P 点的距离, 且距离 x_2 是从第二传感器 303 到 P 点的距离。

应当注意的是尽管其它的符号规约是可行的, 但是在这里列出的等式中, 变量是用它们的正量值来表示的。

尽管直截了当的力敏感触摸位置装置没有产生直接代表 m_1 或 m_2 的信号, 但是这些力矩确实影响了由传感器 302 和 303 产生的力信号。可以实施尝试估计或纠正这些力矩的间接方法。这样的方法是复杂的, 并且很难实现。然而, 若不实施这样的方法, 则位置计算会产生严重的误差。

图 3B 中示意性地阐明了另一个包括旋转软化的测量触摸位置的方法。在该方法中, 易弯曲的覆盖 304 被支持在两个传感器 312 和 313 之间。该传感器可为任何类型的检测施加力的传感器, 例如, 压电传感器、电容性位移传感器、压阻传感器、应变仪传感器或类似的传感器。在覆盖和每个传感器 312 和 313 之间有可自由旋转的轴承(bearing)。例如, 在支持 310 和传感器 312 和 313 之间还可以有横向软化器(lateral softener)316。横向软化器 316 可由允许易于横向弹性运动的材料形成, 这样, 使正切力没有通过传感器 312 和 313 传输到支持 310。美国专利申请第 09/835, 049 号中对横向软化器做了进一步说明, 作为参考合并于此。

由用户在覆盖 304 的 P 点处施加的力 F_{total} 导致力 F_1 和 F_2 分别通过传感器 312 和 313 施加到支持 310。反作用力 $F'_1 = -F_1$ 和 $F'_2 = -F_2$ 产生关于 P 点的力矩。由于旋转软化传感器组合装置 312 和 313 没有直接传递力矩, 所以由 F'_1 和 F'_2 产生的关于 P 的力矩必须是关于 P 的总力矩(total moment), 在平衡时, 其为零值。这样, 我们可写出下面的等式:

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

因此, 通过计算测量力组合的合适比率来发现触摸的位置是可能的。然而, 具有提供于覆盖或其它所支持的显示器或结构中的重要的柔性, 该简单关系的

适用性依靠旋转软化的使用。可通过使用枢轴、旋转轴承或类似的装置来实施旋转软化，以允许传感器的轴相对于覆盖和支持中的至少一个而旋转。在与本文同一天提出的，J. Roberts, 的美国专利申请第 TOUCH SCREEN WITH ROTATIONALLY ISOLATED DISPLACEMENT SENSOR 中对旋转软化进行了进一步的讨论，作为参考合并于此。

旋转软化可引起通过诸如轴承点这样的非常小的区域将力传递到力传感器。这样的力可能需要被再次传播，以通过力敏感材料或结构的较大区域来传递。该需要可能很困难与力敏感组合装置的其它期望属性相协调。

a) 我们可能期待力敏感组合装置尽可能地薄。例如在小型手持装置中，厚度超过 20mil 的力敏感组合装置可对整个产品加上讨厌的厚度。

b) 我们可能期待力敏感组合装置具有足够的区域以便容易制造和操作，并用来传递工作力而不产生过度的应力。例如，不同于厚度的较佳最小尺寸可为 0.125" (3mm) 的数量级 (order)；以及

c) 我们可能期待力敏感组合装置只对传递过来的垂直分力做出响应，以维持精确的触摸位置。

通过电势力敏感区域传递的垂直力具有相关联的应力图案。在该图案不必要高度统一时，可能需使它电势力敏感区域中充分大的范围内分布以避免损伤、过载或不适当的灵敏度。虽然对应力来说，最好用施加的垂直分力来进行线性定标，重要的是它具有一对一的关系并且是可重复的。这一点是可以达到的，即使在整个传感器输出中对敏感区域的不同部分进行不均匀的加权会有作用。然而，有必要使所检测的应力图案不随正切分力而变化。这种变化可能需要来确切地取消。自敏感区域不同部分的反效果 (opposing effects)，与任何但是大多数的平均权重不兼容的一种要求。

图 4A 中示意性地阐明了一种类型的传感器组合装置 400。在这个例子中，旋转软化是由与覆盖 404 接触的枢轴 402 引起的。力传播器 406 通过力传感器元件 408 将力从覆盖 404 传导到支持面。例如，传感器元件 408 可为压电传感器。以垂直方向沿着动作 414 的线施加的力 412 在传感器元件 408 中产生均匀的压缩应力分布 416。从枢轴 402 到传感器元件 408 边缘 408a 的线与支持面形成角度 θ 。假设力传播器 406 是对称的，因此从枢轴 402 到传感器元件 408 另一个边缘 408b 的线也与支持面形成角度 θ 。更常见的是，可绘制出有效角 θ ，用来仅包围大多数力通过它而传递的电势力敏感区域。在本例中，实质上是从

边缘 408a 或 408b 绘制的角度。

在图 4B 中阐明的力传感器组合装置 420 的实施例中，力传播器 406 与图 4A 中的力传播器相比，具有更薄的外形。该力传播器仍旧可产生对垂直施加力 412 的均匀力分布 416，其中力传播器 406 由与力检测元件 408 相比，具有实质上更高模量的材料形成，并且若力检测元件 408 与其宽度相比较厚。在实际中，力传播器 406 或传感器 408 都必须是厚的，并且若力分布 416 近似于均匀的，则角度 θ 就因此而相当大了。由于这两者一起变薄了，所以力变得越来越向中心集中了，并可能仅通过一小部分的传感器区域来传递。

图 5A 示意性地阐明了施加力 512 离开垂直方向约 30° ，并且动作 514 的线通过力传感器元件 408 的边缘 408a。在这样的情况下，若传感器元件 408 不附着在下面的支持面上，则传感器元件 408 的另一个边缘 408b 可使支持面顶离 (lift off)。这可能导至力分布变成在位置 408a 位置处的冲量。

在把传感器元件 408 固定在支持面的地方，如所述，力传播器 406 的存在和所产生的变形的连续性 (continuity of deformation) 产生了力分布 516。由于力并不是都与支持面垂直的，所以力分布 516 包括稳定的横向剪切分量。从图 5B 中阐明的力分布 526 中省略了该剪切分量，否则就与图 5A 示出的相同。我们也可假设传感器元件仅对垂直力做出响应，因此可以认为力分布没有剪切分量。根据力分布 526，拉力 526b 平衡了关于力分量 526a 的边缘 408a 的力矩。因此，力分布 526 是非常不均匀的。

我们很难提供对在不可预测的正切力分量变化地产生这样的极端分布情况下的净力 (net force) 的精确响应。若要使用的传感器具有实用程度的响应统一性和/或完整电连接实用的统一性，则需要减少变化水平以获取给定的准确度水平。可减少图 4 和 5 中传感器的整个尺寸，以尝试获取足够低的高度。然而，这可能不实用，这是由于结果可能太小而不能制造或合适安装，以及太易碎而不能在操作条件下工作。这样的总的减小还使 θ (因此是电势正切力灵敏度) 未发生变化。

由于传感器负载分布中的变化强烈地取决于角度 θ ，所以可使用其它方法来减少角度 θ 。

薄的力传播器和薄的传感器元件的使用不能提供好的解决方法。该方法的问题是薄的力传播器不能将中心施加力在薄的敏感层上在横向上传送。为了做到这一点，薄的力传播器必须根据力具有力矩而弯曲，但是下面的材料无处可

去的事实阻止了这样的挠曲。结果是使力分布集中了，并且没有在传感器元件的整个宽度上传播。尽管在变化施加力的角度的情况下，这个分布与从前相比，就绝对程度而言移动得更少了，但是它仍相对它自身的宽度移动了许多。这样，响应统一性的问题保留。

我们参考图 12A 和 12B 会更好的理解这个问题。在图 12A 中，力传感器 1200 具有力传播器 1206 和传感器元件 1208。力 1212a 的施加产生压缩应力分布 1216a。由于传播器 1206 和元件 1208 的薄的外形，应力分布 1216a 集中于中心。结果，有效角 θ 仍旧很大。

正切力在元件 1208 的中心之上施加与枢轴点 1222 的高度成比例的力矩，该力矩必须由垂直力的反向对(opposing pair)来平衡，所述垂直力趋向于在力分布到达的极限附近的横向距离处产生。这样，这些不均匀力与正切力的比值同枢轴点 1222 的高度与该横向距离的比值（即， θ 的正切）成比例。

在图 12B 中确认了这里 θ 的高值表示具有变化分布的一个继续的问题。施加有角度力(An applied angled force)1212b 产生力分布 1216b。尽管这仅在绝对范围内适当地变化，但是与分布 1216a 揭示的点对点(point by point)相比较，已经确实出现了力的大的相对变化。

除了对正切力的连续高电势灵敏度之外，我们也可看到集中分布 1216a 和 1216b 没有有效地利用传感器元件 1208，并可能使其局部过载。

简短地返回图 4B，力检测元件 408 再次为低模量和低高宽比。但是对堆积在作为垫层(cushion)的低模量材料的较厚块上面或下面的薄的、高模量检测元件而言，这在功能上是相等的。将垫层置于力传播器和检测元件之间好像在传感器材料的不严格选择(relaxed choice)上几乎没有带来什么益处。然而，将检测元件置于力传播器和垫层之间可显著地减少 θ 的有效值。

在图 13 中，力敏感组合装置 1300 的实施例包括垫层 1330。施加触摸力通过高柔韧性的、低模量层 1332 从触摸构件 1304 传递到枢轴元件 1331 中，例如，所述低模量层可包含压敏丙烯酸粘胶剂。然后触摸力顺次传递到传播器 1306、力检测元件 1308、低模量垫层 1330 和支持 1310 中。元件 1308 和垫层 1330 配备有孔或腔(cavity)1333，按需要提供传播器 1306 内的中心凹陷(central depression)的空隙。该凹陷允许枢轴 1322 落在检测元件 1308 的中间平面(neutral plane)1334 中，由此 θ 的期望值接近零。高柔韧性低模量层 1332 使枢轴元件 1331 具有自中心功能(self centering function)，帮助组合

装置，并在影响支撑 1310 上的触摸构件 1304 位置的较小温度变化期间，允许保持对准。如在美国专利申请第 09/835, 049 号中进一步说明层 1332 也可提供横向软化功能。通过使绝大多数的正切力沿着其它路径转移，这进一步减少了来自响应于正切触摸力的传感器的问题。

在力传感器 1300 的另一个变型中，可用类似传播器 1206 的传播器替换传播器 1306。然后，可省略全部枢轴元件 1331、层 1332、腔 1333 和检测元件 1308 中的任何孔。应当理解， θ 的结果值，尽管不再是标称的零值，但是仍旧很小。

在传感器 1300 中，我们可看到对于所有元件 1308 的力的有效分布有赖于垫层 1330 的存在；这样整个传感器组合装置仍旧相当厚。若把垫层做得太薄，或简单布置，则力可能结束而集中到就在检测元件 1308 中的孔周围的不可接受的小区域中。然而，若该孔同时被做得尽可能的大，则可保持足够的负载检测区域。

这样，根据本发明的方法通过在将力传递到任何下面的结构之前在薄的梁构件中横向传递力而同时解决了厚度过厚的问题和缺乏响应统一性的问题。在图 6 中示意性地阐明了这样的传感器单元的一个特定实施例。把该传感器单元布置在覆盖 604 和支持面 610 之间。沿着动作 614 的线把力 612 施加到覆盖 604。

具有与覆盖 604 接触以提供横向软化的枢轴部分 622 的薄的力传播构件 620 将中心接收力传递到布置在力传播构件 620 的外围区域中的力传感器材料 624 中。若力传播构件 620 的形式是梁，则可使力敏感材料定位于梁的末端。若力传播构件 620 的形式为薄盘，则力敏感材料的形式可为环绕该盘外围或在该盘部分外围处的环面。在下面可把力传播构件 620 指为梁，但应当理解的是力传播构件也可具有其它的平面几何形状，例如其可为盘状，或可以形成如除去某些部分的盘的形状，诸如十字或其它形状。力传感器材料 624 可为压电材料、压阻材料或其它具有可测力响应特性的材料或装置。虽然如在传感器横截面中看到那样，传感器材料 624 的宽度并非非常大，但是材料 624 可在传播构件 620 的整个外围周围或大部分外围的周围延伸。这样，力可全部分布在敏感材料的适当的区域上。

力传感器材料 624 可与其电连接集成在一起作为单个传感器。例如，与图 4 和 5 中阐明的设计相比较，我们获得了对角度 θ 的非常小的有效值，这样，传感器负载几乎完全依靠垂直力，而并非正切力。注意，依靠传感器材料 624

的厚度和刚度以及它附加在上面和下面的模式，在传感器材料 624 中的力分布可能是平均的，或可能是不平均的，因为可能有来自朝向梁的夹住的支持的任何趋向的力矩。然而，不管力分布的实际形状，力分布的形状和位置实质上是 不变的，在所施加的垂直力的上下线性的定标，并且难以根据正切地施加的力来改变形状和位置。

通过使用作为部分力敏感机制的力传播梁本身，可进一步减小角度 θ 。图 7 中示意性地阐明了使用作为部分敏感机制的力传播梁 720 的力敏感单元的实施 例。由通常连接在支持面 710 上的支持 724 支持在梁 720 的末端。用力 712，F 压在覆盖 704 上导致梁 720 的应变、挠曲和/或偏转，可以检测其中的任何一个来提供一个信号，所述信号表示通过传感器的垂直力分量。

应该理解，梁 720 的应变、挠曲和偏转几乎完全由施加力 712，F 的垂直 分量支配，不考虑施加力 712 的角度。可对梁 720 定义中间平面 730。在支持 724 上面，在中间平面 730 中，线 711 从枢轴点 722 传递通过点 720a。线 711 定义了小的角度 θ ，其类似于上面定义的 θ 值。在枢轴点 722 处的正切力产生关 于中间平面 730 的微小力矩，它趋向于梁 720 的表面稍微倾斜而接近其中心。 若检测到梁的偏转，例如，如上述关于图 2 的电容性，若梁 720 和下面的电极 之间的间隙不是被对称地隔开的话，则会产生微小的误差。然而，在给定力角 度处维持给定准确度所要求的相对统一性比其它方法所要求的要小得多。

现在参考图 8A、8B、9A、9B、10 以及 11A-11C 说明提供优点的电容性力 传感器的其它实施例，这些优点包括降低对增加灵敏度的非垂直力的灵敏度和 更高的信噪比以及旋转软化。

首先参考图 8A 和 8B，从充分平坦的支持构件 802 形成。电极图案成形于 支持构件 802 上，所述支持构件 802 包括一个或多个与弹簧构件 806 相连的第 一电极 804 以及至少第二电极 808。弹簧构件 806 更好是有机弹性并具有导 电性。例如，可从金属或从诸如塑料这样的涂敷导电物的绝缘体来形成弹簧构 件。可使用任何适合的方法把支持构件 802 安装在下面的支持面 820 上。例如， 支持构件 802 可使用丙烯酸带(acrylic tape)822 来安装，以便提供横向软化和 挠曲隔离(flexural isolation)。

电容性间隙 810 形成于弹簧构件 806 和第二电极 808 之间。如所示，可通 过用在弹簧构件 806 的每个末端处的微小偏移来塑造弹簧构件 806 的形状而形 成间隙 808。在不同的方法中，可以形成没有这样的偏移的弹簧构件，并且通

过将弹簧构件 806 与第二电极 808 用暂时薄垫片隔开而建立间隙，然后用焊料回流第一电极 804 和弹簧构件 806 之间的连接。在另一种方法中，可使用包含特定大小微粒以隔开弹簧构件 806 和第一电极 804 的焊料来形成间隙 810。

当压力的作用下把弹簧构件 806 压到覆盖 812 时，减小了间隙 810 的宽度，这样就改变了在第一和第二电极 804 和 808 之间测量的电容。分立的布线 (Discrete wiring) 814 提供触摸控制器电路和电极 804 和 808 之间的电连接，以允许测量传感器 800 电容。弹簧构件配备有形式为凸纹的转动轴承 (pivoted force bearing) 816。该结构有利地提供了抵抗极端过载的优良强度 (strength)。

在一个特定的例子中，可用弹簧钢形成弹簧构件 806，并可大约为 $250\text{ }\mu\text{m}$ (10 mil) 厚，和约 6mm (0.25") 宽。弹簧构件可大约为 17mm (0.75") 长，并在模具上压制成形。电容性间隙 810 可为约 $125\text{ }\mu\text{m}$ (5 mil)。支持构件 802 可用诸如环氧玻璃 PC 板这样的任何合适的材料成形。PC 板 802 通常有足够的刚度，以使诸如丙烯酸带 822 这样的横向软化器可放置在支持构件 802 和表面 820 之间。这种结构的未加载的电容大约为 3pF，并且底部向外力 (bottoming-out force) 通常在约 4 和 5 磅之间。应当理解，所提供的尺寸和特定材料仅为了说明，无论如何不应作为限制。应该基于正构造的特定触摸装置的特性而选择传感器组件的尺寸。

该结构提供了这样的优点，如果表面 820 弯曲，则传送到支持构件 802 的作为结果的曲率较少，这样就减少了外围力 (enclosure forces) 加在测量力上的影响。

现在参考图 9A 和 9B，电容性传感器的另一个实施例 900 包括用向外突出微坑 916 形成的弹簧构件 906。图 9A 示意性地阐明了该情况下的传感器 900，而同时图 9B 提供传感器 900 的分解图。

弹簧构件 906 安装在支持 902 上，所述支持 902 配备有包括一个或多个第一电极 904 和第二电极的电极图案。弹簧构件 906 与第一电极 904 联结，并与之隔开，例如，使用与上面相对于传感器 800 描述的技术中的一种技术相同的技术来实现。在弹簧构件 906 和第二电极之间形成电容性间隙 910。横向软化器 920 可置于微坑 916 和覆盖 922 之间，以提供横向软化。支持构件 902 安装在表面 924 上。

在传感器 900 的一个特定实施例中，用弹簧钢形成 $150\text{ }\mu\text{m}$ (6 mil) 厚和几

乎 6mm(230 mils)长, 大约 3mm(120 mil)宽的弹簧构件 906。弹簧构件 906 也可由其它材料制成, 且为不同厚度。例如, 可用 $200\mu\text{m}$ (8 mil)厚的磷青铜形成弹簧构件 906。电容性间隙 910 可为 $25\mu\text{m}$ (1 mil)高。在抵住相当可变形的背托(backing) (例如铝) 压下弹簧构件 906, 可使用弹簧负载中心冲床来形成轴承微坑 916。弹簧构件的自由可为约 3.75mm(150 mils), 其中心 2.15mm(86 mils)与第二电极对立。传感器 900 的跨度未加载电容大约是 3pF, 而且底部向外力在约 3 和 4 磅之间。

电容性力传感器示出了容抗中的变化作为施加力变化的函数。对传感器 800 和 900 而言, 这个改变对相对间隙变化是较小的较小力来说实质上是线性的。然而, 使用较大的力, 电容性区域的中心接近了, 而同时保持边缘隔开更宽; 这就导致电抗的非线性下降变得比线性更快。可在处理传感器信号时完成对这个非线性响应特性的补偿。在另一种方法中, 可提供电容性传感器的不同实施例, 它们所具有的固有范围比线性电抗的改变更大。这样, 本发明的另一个方面是, 即使在一个或多个电容器板通过响应施加力而弯曲的情况下, 非统一间隙的电容性力传感器也可提供用简单信号处理来测量改善的线性。

图 10 中示意性地阐明了具有扩展线性响应范围的电容性传感器的一个特定实施例。在附图中放大了垂直方向的尺寸, 以便更清晰地阐明传感器 1000。传感器 1000 具有弹簧构件 1006, 该弹簧构件 1006 具有轻微弯曲的控制形状。当中心部分 1006c 提供相对于第二电极 1008 的最大电容性间隙 1010 时, 该弯曲允许弹簧构件 1006 的末端 1006a 和 1006b 用最少的焊料薄膜与第一电极 1004 相连。第一和第二电极 1004 和 1008 形成在支持 1002 上。可施加到联轴器(coupling)1014 上的力有一个等级, 它正好足够于首先使弹簧构件 1006 与第二电极 1008 接触。还可以如此地使弹簧构件 1006 和第二电极 1008 之间的电容性间隙 1010 的锥体(tapering)成形, 使之趋向于在沿着第二电极 1008 的许多点处同时出现接触。这就减少了传感器响应的非线性性。在美国专利申请第 09/835, 040 号中对这样的传感器做了更详细的说明。

电容性力传感器的弹簧构件不必为如图 8B 和 9B 中阐明的矩形, 而且不必形成为统一厚度。例如, 可使弹簧构件成形, 以致使挠曲集中在不作为电容器板的特定地要求的区域中。这减少了电容性区域中的挠曲, 这样就增加了电抗变化的线性度。在美国专利申请第 09/835. 040 号中进一步讨论了弹簧构件的另外的形状和形式。

可使用由在特定的一个或多个区域中涂敷的绝缘材料制成的弹簧构件来形成电容性传感器。这样的传感器的一个特定例子如参考附图 11A—11C 所描述。材料 1102 的区域,例如,环氧玻璃 PC 板,形成主元件(principle element)1106。主元件 1106 包括台阶 1107 和 1108,环氧玻璃基片的这样的部分用来保存与电容性间隙中变化相关联的重要弹性能量。

如从在图 11B 中提供的示意性横截面视图中清楚看到,预定路径使施加力从覆盖 1114,通过力耦合弹性体衬垫(force-coupling elastomeric pad)1116、上部电容器板 1118 以及隔开/连接焊料薄膜 1120,而传递到主元件 1106 的中心区域 1122。槽 1124 位于中心区域 1122 的侧面上,槽 1124 既增加 PC 基片中的挠曲又使该挠曲相对局部化。力通过槽 1124 末端的向外部和周围传递,最终到达支持 1126。由于力可从紧接电容性区域和槽 1124 处传递出去,所以任何附加的挠曲不再与电容性间隙中的力诱导的变化(force-induced changes)相关联,并且因此其不再通过力传感器。支持 1126 安装在表面 1128 上。

若存在的话,则布置在靠近传感器的支持 1126 可具有某些灵敏度和响应的对称性的效果。可能以对称布置来给出这样的靠近支持,诸如所示,不过度地靠近中心区域 1122。可把更远的支持布置在任何期待的图案中。

弹性体衬垫 1116 既提供横向软化也提供旋转软化。如这样,衬垫 1116 可提供微坑和横向软化器 920 的功能。可以使该 1116 用粘胶固定在电容器板 1118 的下面,但不是附加在上面。然后,可以对诸如覆盖 1126 这样的在传感器 1100 之上的结构进行对准和加载。在另一种方法中,衬垫 1116 提供通过上面和下面的胶粘附件来保持对准和组合装置的可能性。

图 11C 中示意性地阐明的另一个实施例 1150 示出了通过上部电容器板 1118 长度传递的变更的力路径。这个上部电容器板 1118 现在可对与电容性间隙相关联的弹性能量存储做出显著的贡献;在这个情况下,应当理解,将上部电容器板 1118 视作附加的弹簧构件 1106a,它与下部主元件 1106 或弹簧构件相呼应而工作。力从弹簧构件 1106a 通过焊料 1130 传递到下部弹簧元件 1106,继续在槽 1124 的周围,进入中心区域 1122,并从此到支持 1152。

应当理解本发明的电容性力传感器可能有许多变型。这些在美国专利申请第 09/835,040 号中做了进一步讨论。这里讨论的实施例的变型的一个例子是可把枢轴点连接在覆盖的下边,而不是连接在力传感器的弹簧构件上。在另一个变型中,可把传感器同与支持面接触的枢轴一起安装在覆盖的下侧面。

如上指出的，本发明适用于触摸屏，并且我们相信其对减少基于力的触摸传感器的正切力灵敏度尤其有用。不应考虑本发明限制在上述特定范例中，应当认识到的是应覆盖如附加权利要求书中清楚陈述的本发明的所有方面。在本发明所针对的本领域的熟练技术人员阅读来说明书后会很容易地明白本发明可适用于不同的修改、同等过程以及许多结构。该权利要求书将包括这样的修改和装置。

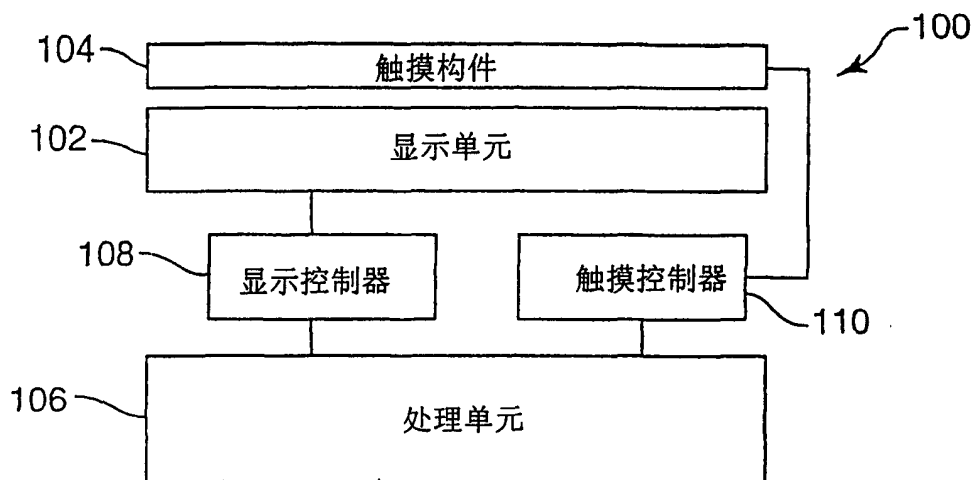


图 1

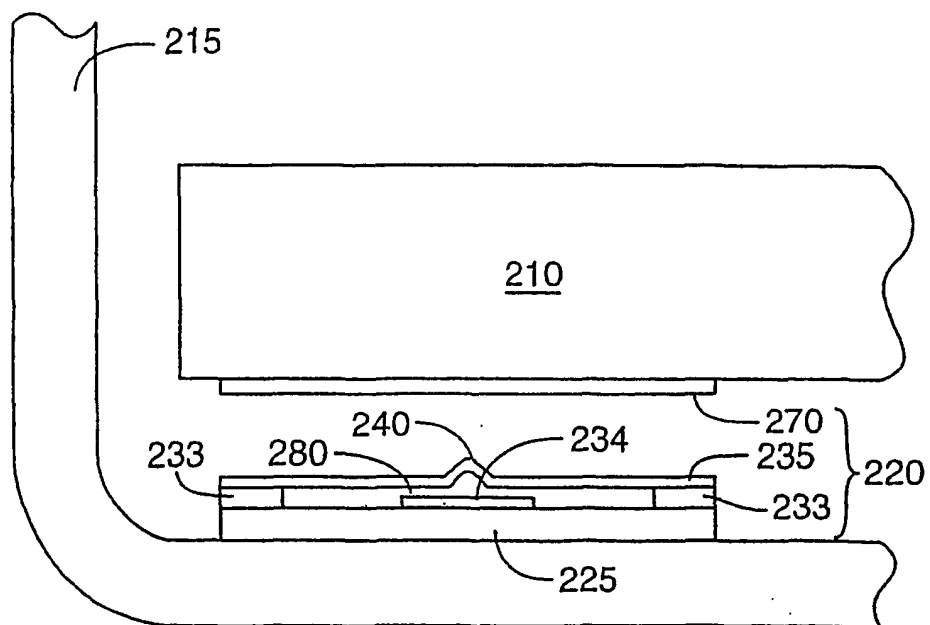


图 2

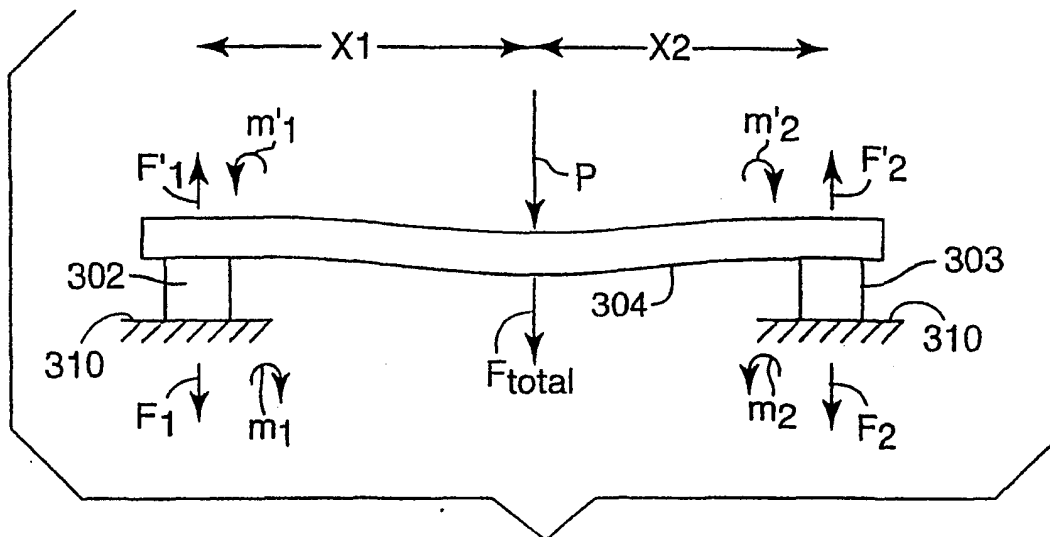


图 3A

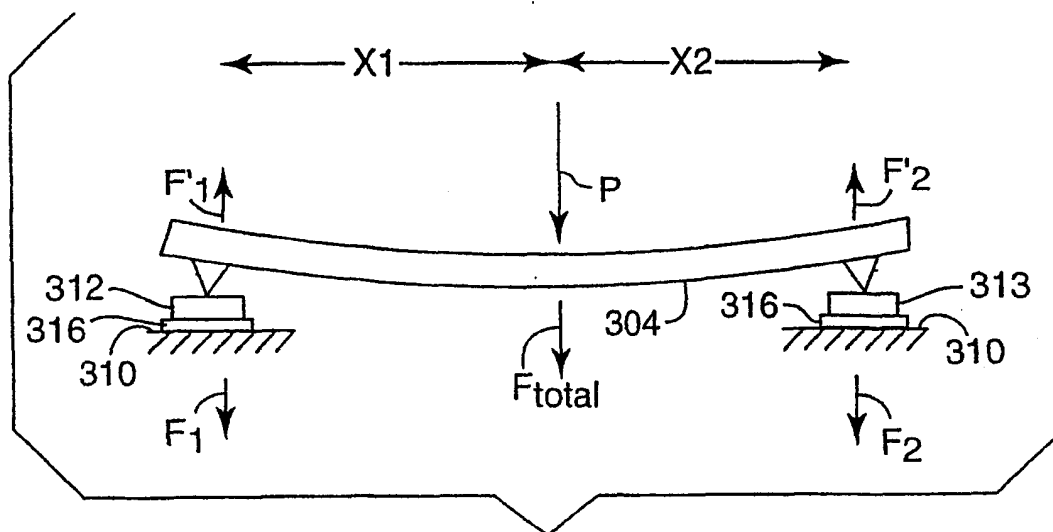


图 3B

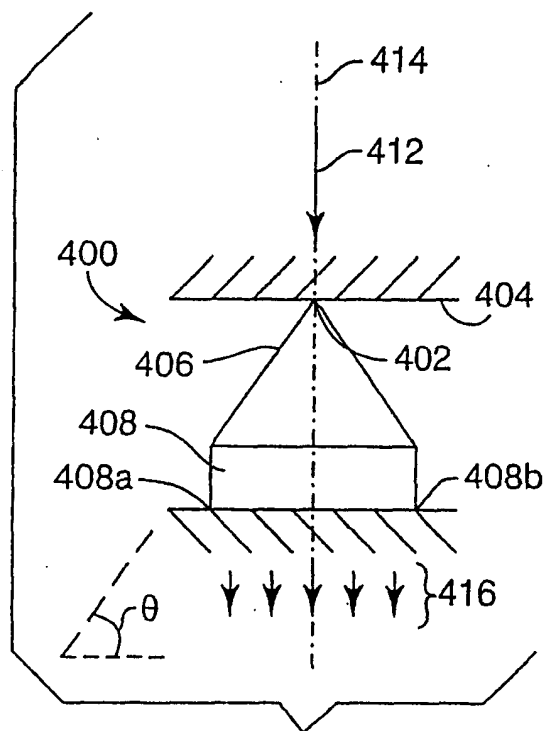


图 4A

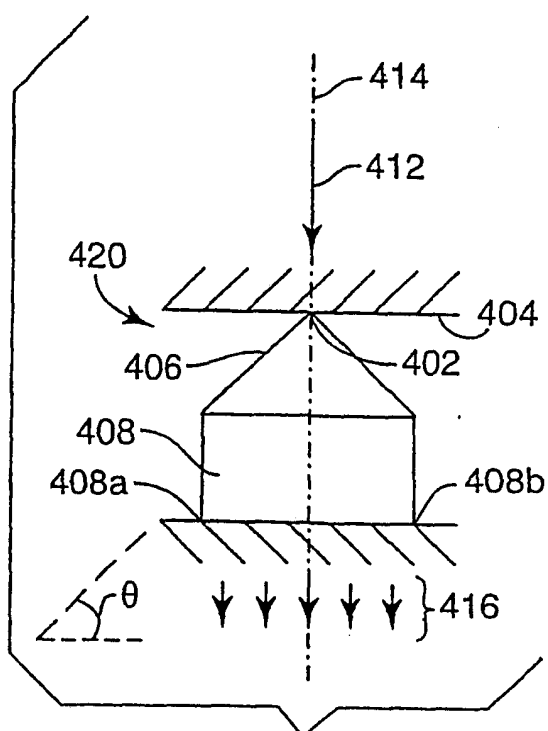


图 4B

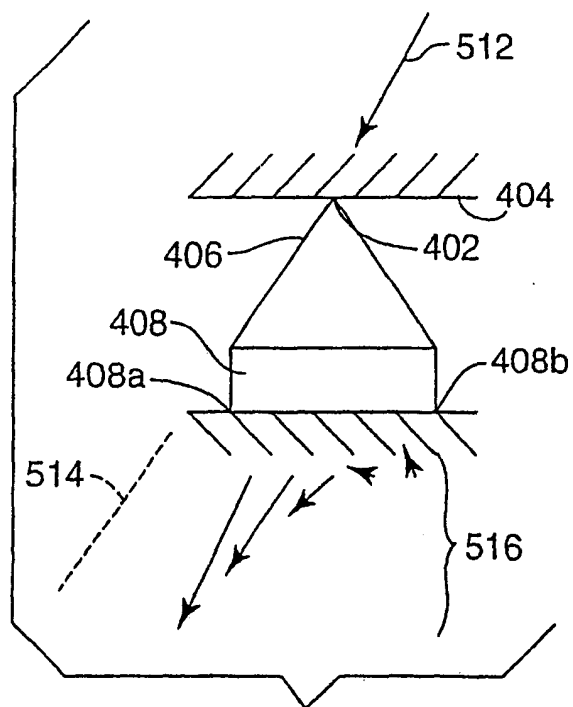


图 5A

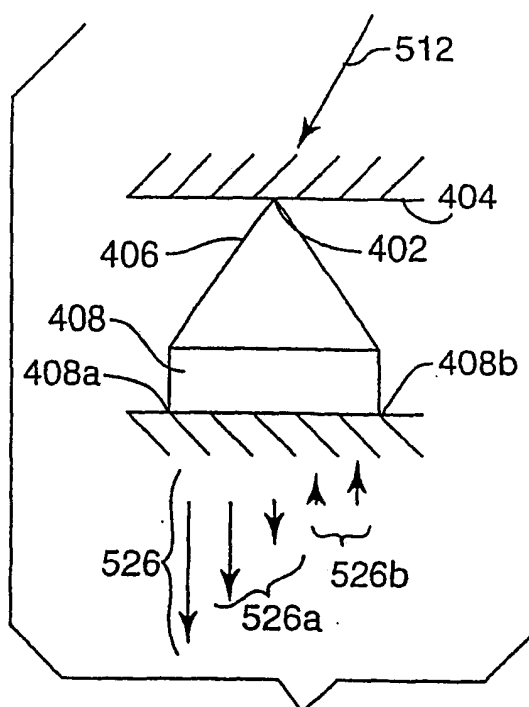


图 5B

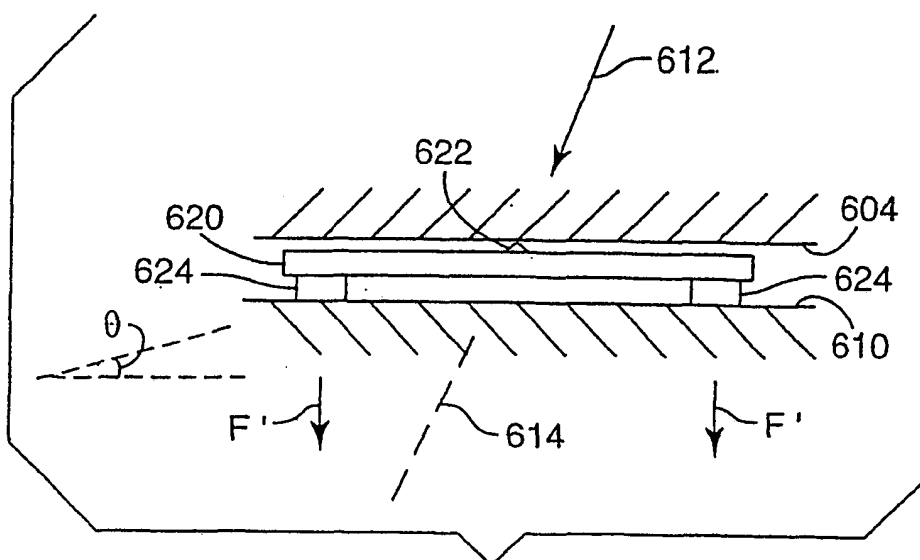


图 6

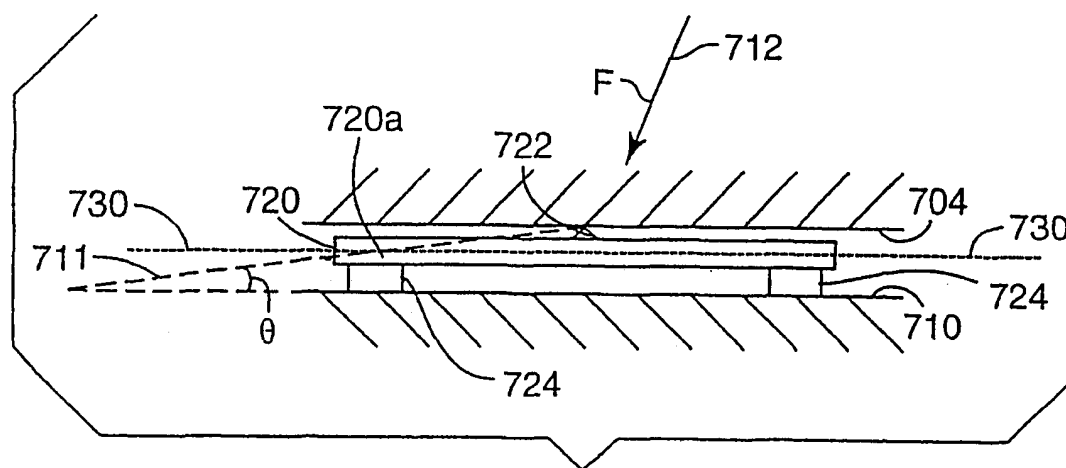


图 7

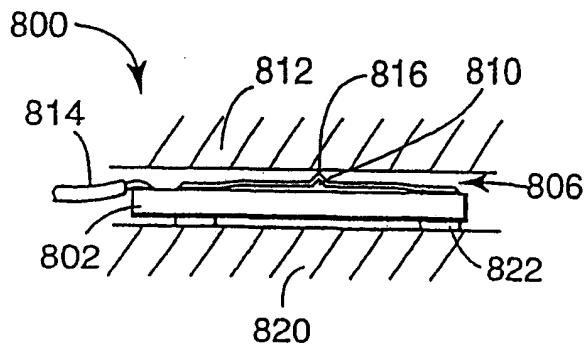


图 8A

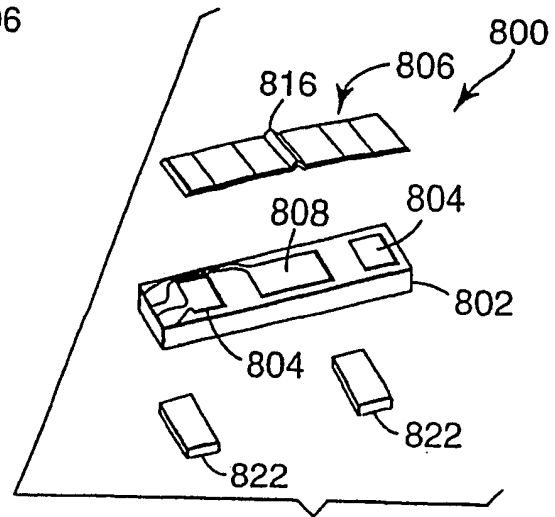


图 8B

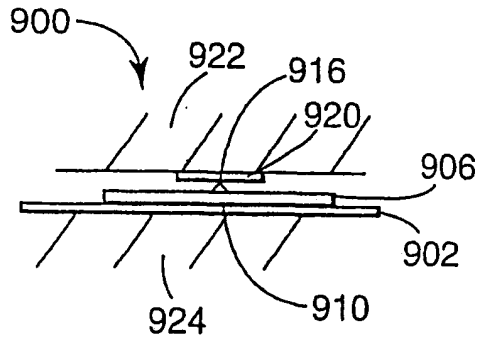


图 9A

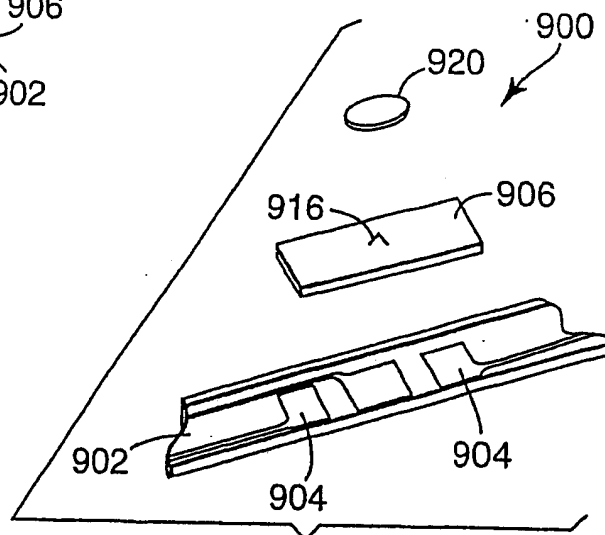


图 9B

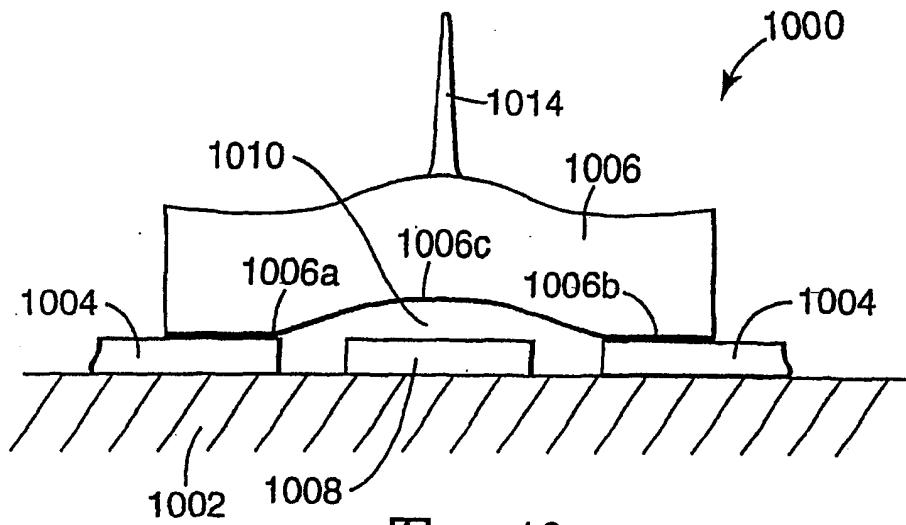


图 10

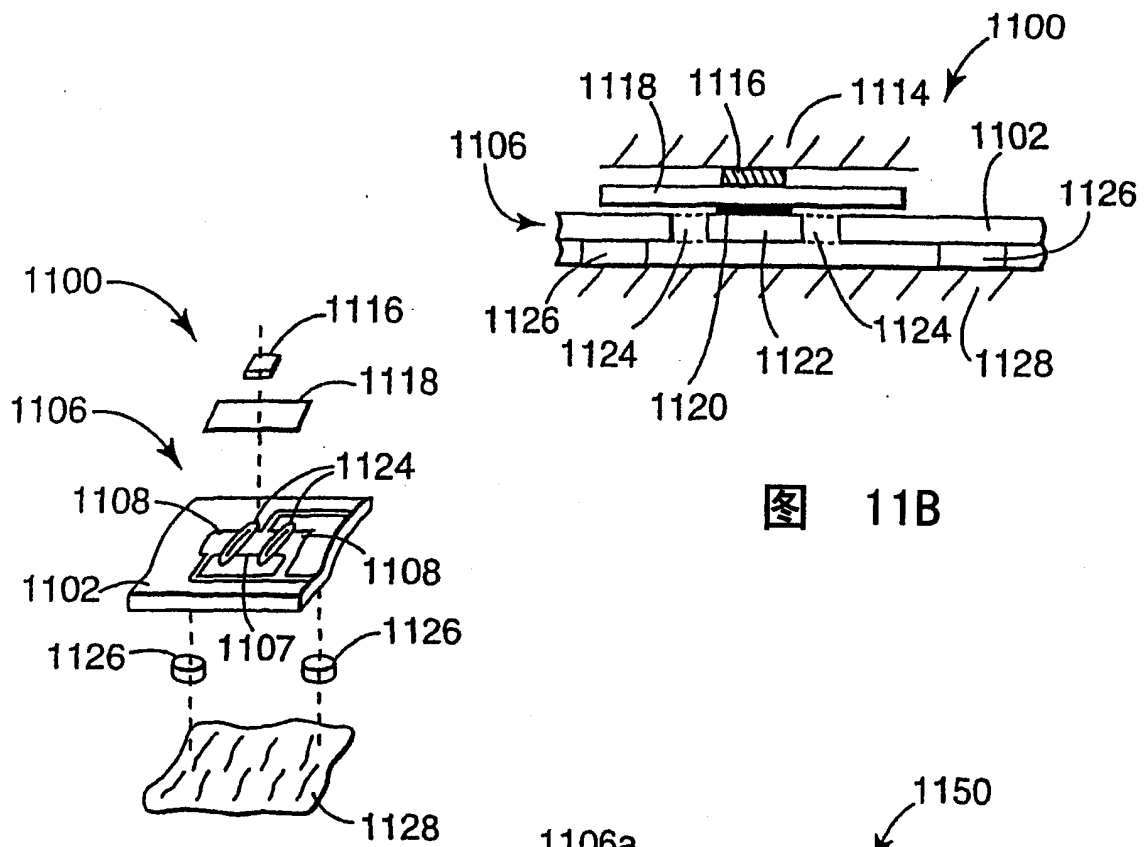


图 11A

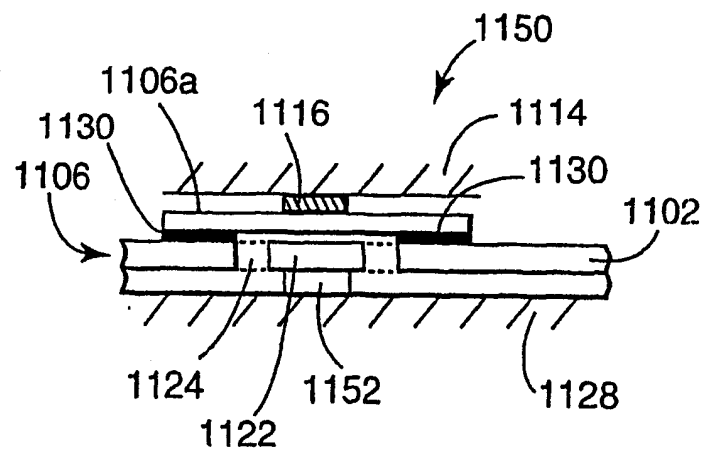


图 11B

图 11C

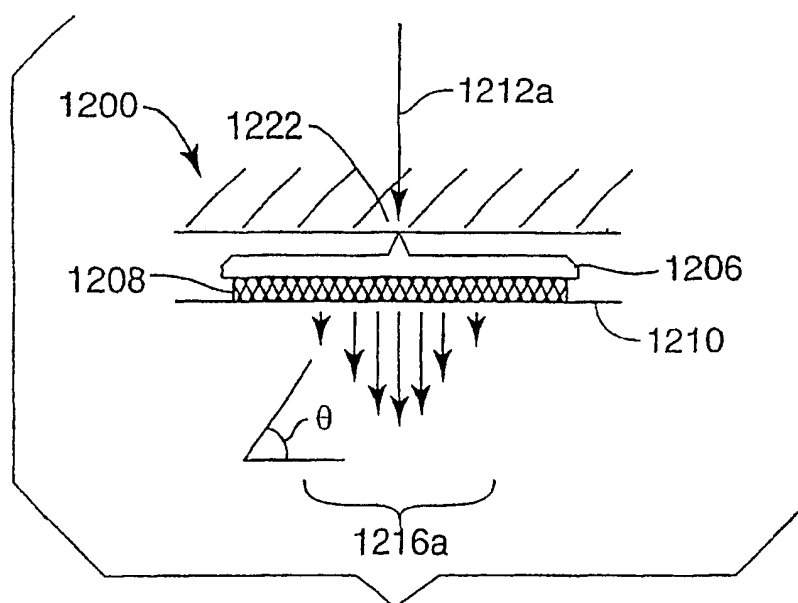


图 12A

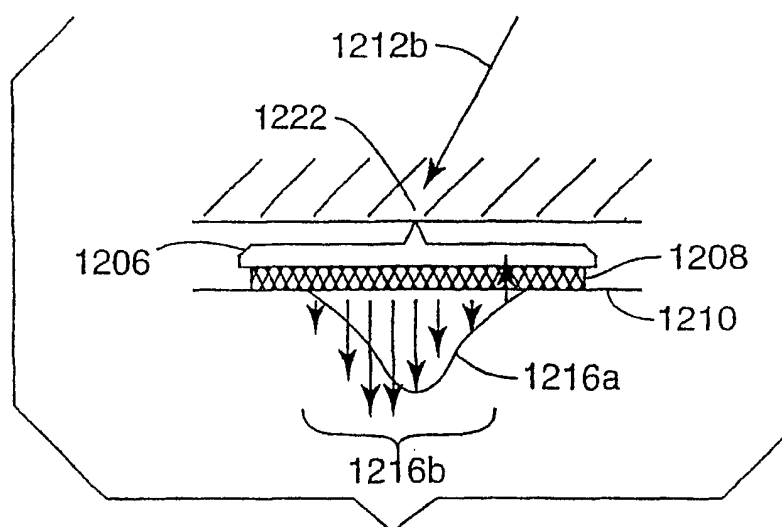


图 12B

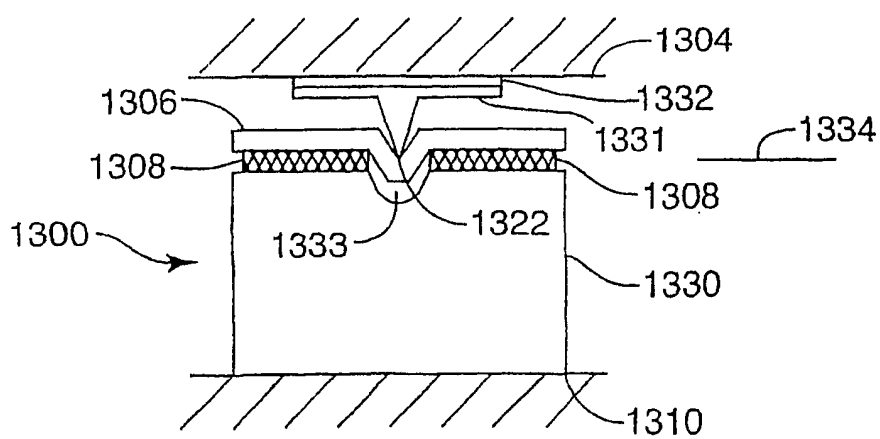


图 13