

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G06F 3/033 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580011329.7

[45] 授权公告日 2009 年 8 月 19 日

[11] 授权公告号 CN 100530057C

[22] 申请日 2005.4.13

[21] 申请号 200580011329.7

[30] 优先权

[32] 2004.4.14 [33] US [31] 60/562,455

[86] 国际申请 PCT/US2005/012891 2005.4.13

[87] 国际公布 WO2005/103872 英 2005.11.3

[85] 进入国家阶段日期 2006.10.16

[73] 专利权人 泰科电子有限公司

地址 美国加利福尼亚州

[72] 发明人 J·C·肯特 P·I·戈姆斯

津村昌弘

[56] 参考文献

US6087599A 2000.7.11

US6194809B1 2001.2.27

US5874869A 1999.2.23

US2002/0171635A1 2002.11.21

审查员 李子健

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 张雪梅 魏 军

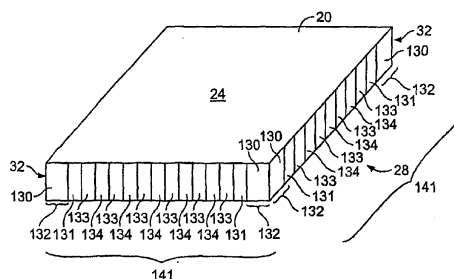
权利要求书 2 页 说明书 23 页 附图 17 页

[54] 发明名称

声接触式传感器

[57] 摘要

一种接触式传感器，包括能够传播声波的衬底。该衬底包含具有一触摸敏感区域的第一表面。在一个实施例中，该衬底包括在第一边与第一表面相交的第一侧壁。在衬底的第一侧壁提供传送器。该传送器产生通过触摸敏感区域的至少一部分而直接从第一侧壁传播的声波。在另一个实施例中，在衬底上形成转换器。该转换器包括在形成于衬底上之后被热固化的压电元件。该转换器配置成用于产生声波和检测声波中的至少一种。可选地，该转换器可以包括含有压电元件的带。



1、 一种接触式传感器，包括：

衬底，能够传播声波，该衬底包括具有一触摸敏感区域的第一表面并包括在第一边与第一表面相交的第一侧壁；以及

传送器，提供在衬底的第一侧壁上，用于产生通过触摸敏感区域的至少一部分而直接从第一侧壁传播的声波，所述声波 (i) 包括切变波并 (ii) 与第一侧壁形成锐角，所述传送器包括 (i) 压电转换器和 (ii) 周期性调制层，该压电转换器包括提供在第一侧壁上的第一导电层、施加在第一导电层之上的压电材料以及作为压电材料之上的持续覆层而提供的第二导电层，所述压电材料在施加给第一导电层之后经过热固化。

2、如权利要求1的接触式传感器，其中第一表面和第一侧壁在第一边以大约90°的角度相交。

3、如权利要求1的接触式传感器，进一步包括提供在衬底的第二侧壁上的检测器，该检测器检测穿过触摸敏感区域的至少一部分之后的声波，所述第二侧壁与所述第一侧壁垂直相交。

4、如权利要求1的接触式传感器，其中所述压电转换器为第一转换器，所述传送器进一步包括第二转换器，第一和第二转换器分别提供在衬底的相对的第一和第三侧壁上，第一和第二转换器产生沿着与相对的第一和第三侧壁成锐角取向的方向上传播的第一和第二声波。

5、如权利要求1的接触式传感器，其中调制层被形成为以衰减声波、相对于共振频率调谐和解调声波以及移动声波的相位之一的方式调制声波。

6、一种检测在能够传播声波的衬底的触摸敏感区域上的接触的方法，该衬底包括具有触摸敏感区域的第一表面，该衬底具有与第一表面相交的第一和第二侧壁，所述第二侧壁与所述第一侧壁垂直相交，该方法包括：

通过传送器在接近于衬底的第一侧壁产生声波，所述声波 (i) 包括切变波并 (ii) 与第一侧壁形成锐角，所述传送器包括 (i) 压电转换器和 (ii) 周期性调制层，该压电转换器包括提供在第一侧壁上的第一导电层、施加在第一导电层之上的压电材料以及作为压电材料之上的持续覆层而提供的第二导电层，所述压电材料在施加给第一导电层之后经过热固化；

通过衬底的第一侧壁的一部分将声波定向到衬底中以及穿过触摸敏感区域的至少一部分；以及

接近于衬底的第二侧壁检测声波。

7、如权利要求6的方法，其中检测进一步包括检测声波中的干扰，该干扰是接触事件位置的指示。

8、如权利要求6的方法，其中定向进一步包括沿着线性方向定向声波，该线性方向从沿着第一侧壁的长度定位的源通过触摸敏感区域的至少一部分直接延伸，其中声波完成信号通路而没被反射。

声接触式传感器

相关申请的交叉引用

本发明涉及2004年4月14日提出的标题为“声接触式传感器”的美国临时专利申请序列号为60/562,461以及2004年4月14日提出的标题为“声接触式传感器”的美国临时专利申请序列号为60/562,455的申请，其公开内容被结合于此作为参考。

发明背景

发明领域

本发明涉及接触式传感器，特别涉及具有窄功能边界以及增加的触摸敏感区域的声接触式传感器以及声触摸屏。

发明介绍

一种声接触式传感器，具有触摸敏感区域，在其上接触的存在和定位通过接触穿过触摸传感器衬底的声波的传送的影响而感测。声接触式传感器可以使用瑞利波（包括准瑞利波），拉姆或切变波，或者不同类型的声波的组合。

图1说明了传统声接触式传感器、声触摸屏1的操作。该触摸屏1具有触摸敏感区域2，在其内部确定2维接触坐标。例如，触摸敏感区域2可以包括由虚线16限制的区域，其表示窗口10的内部边界。第一传送转换器3a被定位在触摸敏感区域2之外以及被声学地耦合于触摸屏1的表面。该转换器3a以并行地传播到触摸屏1的上边以及通常在触摸屏1的平面内的声波11a的形式发送声信号。在声波11a的传送路径上对准的是部分声学反射元件4的第一线性阵列13a，其每一个部分地传送声信号以及部分地反射它们（以大约90°的角度），创建多个垂直传播穿过触摸敏感区域2的声波（例如，5a，5b和5c）。反射元件4的间距是可变的以补偿声信号随着到第一传送器3a距离的增加造成的衰减。同样知晓的是即使反射元件4具有统一的间距，通过改变反射元件4的反射强度也可以实现信号均化。通过部分声学反射元件4的第二线性阵列13b声波5a，5b和5c被再次反射大约90°的角度（参见箭头11b），在到达触摸屏1的下边时朝向第一接收转换器6a。在接收转换器6a，波被检测并转换

为用于数据处理的电信号。反射元件的类似配置被沿着触摸屏 1 的左边和右边定位。第二传送转换器 3b 沿着左边产生声波 12a, 以及部分声学反射元件 4 的第三线性阵列 13c 创建多个水平地传播穿过触摸敏感区域 2 的声波 (例如, 7a, 7b 和 7c)。通过部分声学反射元件 4 的第四线性阵列 13d, 声波 7a, 7b 和 7c 沿着 12b 而被重新定向朝向接收转换器 6b, 在那里它们被检测和转换为用于数据处理的电信号。

如果通过物体例如手指或铁笔在位置 8 触摸触摸敏感区域 2, 声波 5b 和 7a 的一部分能量被触摸物体吸收。通过接收转换器 6a 和 6b 作为声信号中的扰动而检测所得到的衰减。在微处理器 (未示出) 的帮助下数据的时间延迟分析允许确定触摸位置 8 的坐标。图 1 的设备同样用作具有仅仅两个使用传送/接收转换器设计的转换器的触摸屏。

由图 1 中的虚线所指示的外壳 9 与触摸屏 1 关联。该外壳可以用任意合适的材料制作, 例如模制聚合物或金属片。该外壳 9 包括窗口 10, 由表示窗口 10 的内部边的虚线 16 以及指示图 1 中的窗口 10 的外部边的虚线 17 指示。内部虚线 16 示出了外壳 9 覆盖了触摸屏 1 的外围, 隐藏了传送和接收转换器、反射元件以及其他部件, 但是露出了触摸敏感区域 2。该配置可以保护隐藏的部件免受污染和/或破坏, 提供美学外观以及为用户定义触摸敏感区域。

触摸屏包括在显示板上的覆盖的分离面板。典型地, 该面板由玻璃制作, 但是可以使用其他任何合适的衬底。该显示板可以是阴极射线管 (CRT)、液晶显示器 (LCD), 等离子体、电致发光、有机发光二极管 (OLED) 显示器或者其他任何类型的显示器。

如图 1 所示, 触摸敏感区域 2 被边区 15 环绕, 在那里反射元件 4 和传送以及接收转换器 3a、3b、6a 和 6b 被定位。减少边区 15 的宽度增加了触摸敏感区域 2。对于使用透明接触式传感器的接触式传感器应用例如触摸屏, 边的宽度特别重要。具有窄的边区域 15 的接触式传感器可以集成到监视器中, 该监视器自身具有环绕显示图像的窄的边。当设备例如监视器的总的市场趋势接近磨光以及更高的机械紧凑设计时该特征是可取的。具有窄的边区域 15 的接触式传感器也更易于密封以及更轻并可以具有增加的感测区域。在竞争的触摸屏技术之中, (例如, 声、电容性、电阻性的以及红外线的) 声触摸屏易于具有更宽的边。

基本上在声接触式传感器的衬底的上部触摸感测表面安装用于传输和接收声波的转换器是已知的。发送器检测器通道可以被用于声波而代替组合用于定向声波穿过接触式传感器的触摸敏感区域的反射阵列，但是需要使用大量的转换器。该转换器是安置在触摸表面上的楔形转换器，因此占据了有价值的边空间。交叉指型的转换器可以被用于设计不使用反射阵列的触摸屏，如在美国专利号为 6,756,973 专利中公开的，其公开内容被结合于此作为参考。在其中公开的交叉指型转换器被定位在触摸屏的触摸表面上因此占据了有价值的边空间。到此为止，使用少量转换器和结合反射阵列以定向声能穿过接触式传感器的接触式传感器已经将阵列定位在衬底的与触摸敏感区域相同表面的边，因此占据了边空间。

在声接触式传感器的衬底的侧壁上安装用于传送和接收声波的转换器是已知的。但是，在该两种情况中，反射阵列必须安置在触摸表面上因而占据了有价值的边空间。

如美国专利号 6,636,201 中公开的，通过在边区域使用波导来聚集声波以减少触摸屏的触摸表面上的边区域的大小是可能的，其公开内容被结合于此作为参考。但是，不需要在接触式传感器衬底的表面上提供波导的替换解决方案是可取的。

除了减少接触式传感器的边区域，期望尽可能平地制作接触式传感器。特别将接触式传感器与 LCD 板集成来制作触摸屏有优点。如果接触式传感器非常平以及平行于 LCD 板，二者容易结合成易于密封的紧凑系统。如果接触式传感器具有大的窗口和边区域，接触式传感器到 LCD 板的密封将很复杂。

由于上述略述的原因，期望具有能够提供非常窄的边区域的新的声接触式传感器设计。此外，期望具有其中传感器是平的新的声接触式传感器设计，允许它易于集成并与平面设备例如 LCD 监视器密封。

发明概要

在一个实施例中，一种触摸式传感器包括能够传播声波的衬底。该衬底包含具有一触摸敏感区域的第一表面和在第一边横断第一表面的第一侧壁。在衬底的第一侧壁上提供传送器。该传送器产生通过触摸敏感区域的至少一部分而直接从第一侧壁传播的声波。

在另一个实施例中，一种接触式传感器系统，包括能够传播声波的衬底，

该衬底包含具有一触摸敏感区域的第一表面。第一和第二侧壁横断第一表面。传送器被提供在衬底的第一侧壁上。该传送器产生直接从第一侧壁传播的声波，以及该声波穿过触摸敏感区域的至少一部分传播。检测器被提供在衬底的第二侧壁上，用于检测穿过触摸敏感区域的至少一部分之后的声波。

另一个实施例中，一种检测在能够传播声波的衬底的触摸敏感区域上的接触的方法。该衬底包括具有触摸敏感区域的第一表面，以及第一和第二侧壁横断第一表面。接近于衬底的第一侧壁产生声波。通过衬底的第一侧壁的一部分到衬底中的以及穿过触摸敏感区域的至少一部分定向声波。接近于衬底的第二侧壁检测声波。

在另一个实施例中，接触式传感器包括能够传播声波的衬底。该衬底包括具有接触感测区域的第一表面。在衬底上形成转换器。该转换器包括在形成于衬底上之后被热固化的压电元件。该转换器配置成用于产生声波和检测声波中的至少一个。

在另一个实施例中，接触式传感器包括能够传播声波的衬底。该衬底包括具有触摸敏感区域的第一表面。该转换器配置成用于产生声波和接收声波中的至少一个。该转换器包括含有压电材料的带。该带被附着到衬底。

在另一个实施例中，提供一种用于在接触式传感器衬底上形成转换器的方法。该衬底包括具有接触感测区域的第一表面。一导电层被施加到该衬底，压电层被施加到衬底，以及压电层覆盖了第一导电层的至少一部分。在施加到衬底之后压电层被热固化。

附图简要说明

当结合附图阅读时，前述的概要以及本发明的特定实施例的以下详细描述将更加容易理解。可以理解的是本发明不被限定在附图所示的配置和手段。

图1说明了传统声接触式传感器、声触摸屏的操作。

图2说明了根据本发明的一个实施例具有触摸表面、边和侧壁的接触式传感器衬底。

图3说明了根据本发明的一个实施例具有用于产生或检测在侧壁上形成的声波的机构的接触式传感器。

图4说明了根据本发明的一个实施例用于产生或接收在侧壁上形成的声波的机构。

图5说明了根据本发明的一个实施例在图4的衬底上的层的横断面。

图6说明了根据本发明的一个实施例的衬底的触摸表面上的触摸区域。

图7说明了说明了根据本发明的一个实施例的其中传送机构被定位在衬底两个侧壁上，以及接收机构被定位在衬底的另两个侧壁上的接触式传感器的几何结构。

图8说明了根据本发明的一个实施例的具有交叉指型电极的传送或接收机构。

图9说明了根据本发明的一个实施例的用于产生和接收对角线声路径“U”或者“V”坐标的聚合物膜压力模式压电带。

图10说明了根据本发明的一个实施例具有附着到第二表面的压电带的衬底的侧视图。

图11说明了根据本发明的一个实施例的形成在触摸表面上的栅。

图12说明了根据本发明的一个实施例的用于产生和接收声波的可替换聚合物膜压电带。

图13说明了根据本发明的一个实施例的用于产生和接收声波的可替换聚合物膜压电带。

图14说明了根据本发明的一个实施例的用于产生和接收声波的聚合物膜压电转换器。

图15说明了根据本发明的一个实施例的用于从侧壁产生和接收声波的可替换聚合物膜压电带。

图16说明了根据本发明的一个实施例的接触式传感器的几何结构。

图17说明了根据本发明的一个实施例的图3的传送或接收机构的侧视图。

图18说明了根据本发明的一个实施例的用于U1方向(图6)的电极指(图4)之间的间距或距离。

图19说明了根据本发明的一个实施例的在U1区域中声波以及压电膜(例如, PVDF 膜或者烧成压电陶瓷层)例如压电材料的电场感应扩展和收缩之间的耦合机制。

图20说明了根据本发明的一个实施例的衬底内的零阶水平偏振的切变波(ZOHPS 或者有时商业上称为“GAW”)的声功率密度。

图21说明了根据本发明的一个实施例的的更高阶板波的传送。

图 22 说明了根据本发明的一个实施例的瑞利波的传送。

图 23 说明了根据本发明的一个实施例的耦合到在先通过“33”耦合的瑞利波的机制的压电材料。

图 24 说明了根据本发明的一个实施例的具有周期性调制层的转换器结构。

图 25 和 26 说明了根据本发明的一个实施例的其中压电机构包括具有远远比半波长更薄的厚度的压电层的第一种情况的例子。

图 27 和 28 说明了根据本发明的一个实施例的其中压电机构包括具有比半波长仅仅薄一点的厚度的压电层以及相移被用于实现调制的第二种情况的例子。

图 29 说明了根据本发明的一个实施例的通过在 π 的谐振用于耦合的相位和振幅的关系曲线。

图 30 说明了根据本发明的一个实施例的设计成产生瑞利波的压电机构。

图 31 说明了根据本发明的一个实施例的其中衬底可以被周期性地改变以产生调制的例子。

图 32 说明了根据本发明的一个实施例的被形成于衬底上的栅转换器。

图 33 说明了根据本发明的一个实施例的被形成于衬底上的梳状转换器。

图 34 说明了根据本发明的一个实施例的被形成于衬底上的交叉指型转换器。

图 35 说明了根据本发明的一个实施例的具有沿着触摸表面的周边形成的转换器的接触式传感器。

图 36 说明了根据本发明的一个实施例的被形成于衬底上的可替换交叉指型转换器。

图 37 说明了根据本发明的一个实施例的具有沿着触摸表面的周边形成的转换器的接触式传感器。

图 38 说明了说明了根据本发明的一个实施例形成的可替换接触式传感器。

图 39 说明了根据本发明的一个实施例的被定位以实现信号均衡的波导。

图 40 说明了根据本发明的一个实施例被形成以实现信号均衡的波导。

图 41 说明了根据本发明的一个实施例的接触式传感器的另一个实施例。

图 42 说明了根据本发明的一个实施例的结合带的接触式传感器。

图 43 说明了根据本发明的一个实施例的具有形成在衬底的侧壁上的转换器的接触式传感器。

发明详细描述

在图 1 中所示的传统反射阵列的宽度范围在约 5mm 到 15mm 之间，其相应于大约 9-26 声波长的范围（假定传统频率大约 5MHz，相应于大约 0.57mm 的波长）。具有更窄宽度的反射阵列被典型地用在更小的屏上。

图 2 说明了根据本发明的一个实施例的具有触摸表面 24、边 22 和侧壁 32 的接触式传感器衬底 20。在相应于衬底 20 的第二表面 28 的平面以及相应于每一个侧壁 32 的平面之间的交叉处，在衬底 20 上形成对向边 26。任何合适的材料可以被用于衬底 20，包括玻璃、陶瓷以及金属（例如，铝或钢）。对于一些应用，需要低声损耗玻璃。例如，硼硅酸盐玻璃具有低损耗，以及可以提供增加的接收信号振幅，从而反过来能够增加触摸敏感区域。

在侧壁 32 毗邻触摸表面 24 的位置形成的角度 42 和 44 是 90°，或者在 20° 到 90° 之间，使得侧壁 32 垂直于或者基本垂直于触摸表面 24。侧壁 32 形成为基本没有缺陷，这样以致于任何在侧壁 32 上的偏差，例如碎片、条纹、凹痕、不均匀区域等具有比声波长例如，瑞利波长更小的尺寸，更可取地少于瑞利波长的 20%。

清洁侧壁 32 可以通过任何适合于制造衬底 20 的材料的方法而形成。例如，玻璃可以被切割和机械制造以提供清洁侧壁 32。任选地，玻璃可以被划痕以及断裂，如果仔细做，可以产生相对于划痕表面的清洁边 22。可替换地，可以通过使用热应力扩展受控裂痕而形成清洁边 32，例如通过利用局部激光加热以及气体喷射冷却处理。此外，边 22 也可以以与清洁侧壁 32 类似的方式形成以基本上没有缺陷。

图 3 说明了根据本发明的实施例具有用于产生或检测在侧壁 32 上形成的声波的机构 52-58 的接触式传感器 50。为了清楚，侧壁 32 已经被指示为侧壁 34-40。该接触式传感器 50 包括具有触摸感测表面 24 的衬底 20。在侧壁 34-40 分别设置的机构 52-58 的每一个，产生和/或检测声波。因此，没有必要在衬底 20 的触摸表面 24 上形成任何机构，例如反射阵列。任选地，机构 52-58 的每一个具有延伸超过衬底 20 的接头 60-66，用于制作到那里的电连接。

仅仅为了举例，两个机构 52 和 56 可以产生声波以及两个机构 54 和 58 可以检测声波。该机构 52 和 56 以大体平行于由箭头 71 所指示的矩形衬底 20 的对角线之一的方向发射声波，例如体切变波。

图 4 说明了根据本发明的一个实施例用于产生或接收在侧壁 32 上形成的声波的机构 52。第一导电层，或者第一电极 84，被布置在侧壁 32 上。形成第一电极 84 以覆盖全部，或者接近全部的侧壁 32 的表面。在第一电极 84 之上施加了一层压电材料 83（例如，压电聚合物膜或烧制压电陶瓷材料）。第一电极 84 的部分 85 可以超出压电层 83 的范围延伸以允许制作电连接，例如接头 60。具有基础部分 81 和从其延伸的周期性结构例如指状元件 82 的第二电极 80，被沿着压电层 83 之上的侧壁 32 布置。第二电极 80 可以由例如铜的材料形成。指状元件 82 用作相干地在希望的方向上产生或接收声波的传送器或接收器的相控阵列。可替换地，在图 4 中的机构 52 可以形成为从衬底 20 分离的压电带，类似于下面参照图 9 和 12-14 讨论的压电带。

机构 52 可以被用于产生和接收切变波、拉姆波或者瑞利波。振荡电压（未示出）可以被应用到第二电极 80 同时第一电极 84 被接地。下面将详细讨论切变波应用。如果被用于切变波，该机构 52 被优化如果基础部分 81 制作得很小，以致于指状元件 82 的长度 70 沿着侧壁 32 的几乎整体高度或者衬底 20 的深度 68 延伸。但是，由于瑞利波集中在衬底 20 的触摸表面 24 附近，如果结合瑞利波使用，机构 52 可以通过使得指状元件 82 的长度 70 小于两倍于声波的波长 λ ，或者小于声波的波长 λ 而被优化。指状元件 82 以距离 72 而被间隔开，从中心到中心或者从末端到末端测量（如所图示的），其中距离 72 大于产生的或者接收的声波的波长 λ 。该 λ 与距离 72 的比率等于相对于衬底侧壁 32 的法线的发射或接收角度的正弦值。

图 5 说明了根据本发明的一个实施例的在图 4 的衬底 20 上的层的横截面 74 和 76。横截面 74 说明了包括第二电极 80 的指状元件 82 的一部分。横截面 76 说明了在指状元件 82 之间的部分，其中第二电极 80 占据了基础部分 81。

图 6 说明了根据本发明的实施例在衬底 20 的触摸表面 24 上的触摸区域 102-108。为了清楚侧壁 34-40 已经被如图 3 中示出。触摸区域 102-108 的每一个与对角线声学路径“U”或“V”相关而不是传统的笛卡尔“X”和“Y”坐标。箭头 122-128 指示从衬底 20 的一侧到邻接一侧的代表性声学路径的方向。

仅仅为了举例，由沿着侧壁 38 的机构产生的信号将在箭头 122 和 126 的方向上分别产生将由沿着侧壁 36 和 40 的机构接收的 U1（触摸区域 102）和 V1（触摸区域 106）。二维触摸坐标可以从 4 个对角线信号 U1、U2、V1 和 V2 中重建。

图 7 说明了根据本发明的一个实施例的接触式传感器 100 的几何结构，其中传送机构 52 和 56 被分别定位在衬底 20 的侧壁 34 和 38 上，以及接收机构 54 和 58 被分别定位在衬底 20 的侧壁 36 和 40 上。仅仅为了举例，如果衬底 20 具有高 116 和宽 118 的矩形形状，以致于比率是 3:4（高:宽），在传送机构 52 和 56 上的电极指状元件 82 的间距 136 是 $5\lambda/4$ ，以及在接收机构 54 和 58 上的电极指状元件 82 的间距 138 是 $5\lambda/3$ 。通过使传送机构 52 和 56 的电极指状元件 82 的定间距大于 1 个波长，在期望方向上的相干耦合被实现。

图 8 说明了根据本发明的一个实施例的具有交叉指型电极的传送或接收机构 52。压电材料 83 可以被应用到接地电极之上（未示出）。第一电极 88 和第二电极 90 的每一个形成一系列周期性结构，例如分别具有电极指 92 和 94 的交叉指型电极，形成在压电材料 83 之上。指状元件 92 规则地彼此隔开，以及指状元件 94 被规则地彼此隔开，以及如先在图 4 中描述间隔被确定。例如，指状元件 92 以距离 72 而被间隔开（图 4），其中指状元件 92 和相邻指状元件 94 之间的距离是距离 72 的二分之一。

在布置在侧壁 32 上之前集合传送和接收机构 52-58 是可能骨架的。例如，可以使用聚合物膜传感器的带。聚合物的特殊子集（具有长链碳骨架的材料）是压电的，当遭受电场时具有膨胀和收缩特性。压电聚合物是绝缘的连续膜。这些带包括压电聚合物层（例如，聚偏氟乙稀（PVDF）或者二氟乙烯的共聚物，例如二氟乙烯和三氟乙烯的共聚物，p(VDF-TrFE)）。该压电材料 83 被夹在接地电极和交叉指型电极 88 和 90 的阵列之间，其可以由铜轨迹或者金属化的铝形成。该压电材料 83 或者聚合物，与指状元件 92 和 94 的宽度比较典型地是薄尺寸（例如，30 微米）。带通过任何合适的方法可以被布置在侧壁 32 上，优选地通过使用有效地耦合聚合物压电部件和衬底 20（例如，玻璃）之间的剪切应变的层，例如通过使用薄的刚性粘结层。从控制器（未示出）到带的电连接通过软性电缆制作，以及任选地通过也用作转换器或机构 52-58 的压电材料的相同聚合物膜衬底的连续制作。

接地电极（未示出）被连接到地和指状元件 92 和 94 被反相极性激励。机

构 52 可传送和/或接收声波, 以及指状元件 92 和 94 异相 180° 传送。当第一和第二电极 88 和 90 利用反相相位激励时, 聚合物压电, 或者压电材料 83, 将易于在箭头 98 指示的平面中膨胀和收缩。例如, 当负电压被应用到指状元件 94 时, 压电材料 83 收缩。该指状元件 92 和 94 也经历扩展和收缩的小的测量, 但是更重要的, 相应应力被应用到衬底 20 的侧壁 32。

图 9 说明了根据本发明的实施例用于产生和接收对角线声通路“U”或“V”坐标的聚合物膜压力模式压电带 250。压电带 250 由应用到聚合物压电膜 254 的第一侧 258 的第一电极 252 形成。第二电极 256 被用于聚合物压电膜 254 的第二侧 260。压电带 250 可以是柔性的, 与刚性的和/或易碎的材料比较允许比较容易的组装以及互连。压电带 250 的第一部分 262 可以被粘结或者粘附到接近边 22 的衬底 20 的第二表面 28。压电带 250 的第二部分 264 可以超过衬底 20 延伸以允许电连接 (未示出) 容易地附着到第一和第二电极 252 和 256。

压电带 250 从衬底 20 分离形成, 允许在制造和组装中的灵活性。因此, 没有必要考虑由于固化包括压电带 250 的材料时使用高温而发生在衬底 20 中的翘曲和/或其他破坏结果。这允许衬底 20 可以考虑使用其他材料, 打开了在产品设计和/或使用环境中的可能性。

图 10 说明了根据本发明的实施例的具有附着到第二表面 28 的压电带 250 的衬底 20 的侧视图。栅 266 形成在接近边 22 的触摸表面 24 上, 并且对着压电带 250。任选的, 固体材料 268 可以形成在压电带 250 上或者附着到压电带 250, 提供用于压电带 250 的惯性质量以推压来提高耦合效率。

图 11 说明了根据本发明的一个实施例形成在触摸表面 24 上的栅 266。该压电带 250 (未示出) 具有相应于压电带 250 的第一部分 262 的有效区域以及由栅转换器 266 覆盖的区域。当第一和第二电极 252 和 256 被激励时, 在箭头 244 的方向上产生声波。

图 12 说明了根据本发明的一个实施例用于产生和接收声波的可替换聚合物膜压电带 270。该压电带 270 由应用到聚合物压电膜 274 的第一侧 278 的第一电极 272 形成。第二电极 276 被应用到聚合物压电膜 274 的第二侧 280。第二电极 276 具有指状电极 282。压电带 270 的第一部分 284 被固定到接近边 22 的衬底 20 的触摸表面 24。压电带 270 的第二部分 286 可以延伸超过衬底 20 以允许电连接附着到第一和第二电极 272 和 276。

图 13 说明了根据本发明的一个实施例用于产生和接收声波的可替换聚合物膜压电带 290。该压电带 290 由应用到聚合物压电膜 294 的第一侧 300 的接地电极 292 形成。第一和第二电极 296 和 298 具有交叉指型指状元件 308 和 310 并且被应用到聚合物压电膜 294 的第二侧 302。压电带 290 的第一部分 304 被固定到衬底 20 的触摸表面 24 上。压电带 290 的第二部分 306 可以延伸超过衬底 20 以允许电连接附着到接地电极 292 以及第一和第二电极 296 和 298。

图 14 说明了根据本发明的一个实施例的用于产生和接收声波的聚合物膜压电转换器 320。该压电转换器 320 由应用到聚合物压电膜 324 的第一侧 330 的接地电极 322 形成。第一和第二电极 326 和 328 具有交叉指型指状元件 372 和 374，并且被应用到聚合物压电膜 324 的第二侧 332。压电转换器 320 的第一部分 334 被固定到接近于衬底 20 的两个或者更多个拐角的衬底 20 的触摸表面 34。压电转换器 330 的第二部分 336 可以超过衬底 20 延伸以允许电连接附着到接地电极 322 和第一和第二电极 326 和 328。为了形成触摸屏，压电转换器 320 可以与沿着接近于边 22 的触摸表面 24 形成的反射阵列组合，例如在先讨论的图 1 的线形阵列 13a-13d。

图 15 说明了根据本发明的一个实施例的用于从侧壁 32 产生和接收声波的可替换聚合物膜压电带 350。压电带 350 由应用到聚合物压电膜 354 的第一侧 360 的接地电极 352 形成。第一和第二电极 356 和 358 具有交叉指型指状元件 368 和 370 并且被应用到聚合物压电膜 354 的第二侧 362。压电带 350 的第一部分 364 被固定到衬底 20 的侧壁 32。压电带 350 的第二部分 366 可以超过衬底 20 延伸以允许电连接附着到接地电极 352 以及第一和第二电极 356 和 358。结合到侧壁 32 的压电带 350 是图 3 的机构 52 的一个选择。

图 16 说明了根据本发明的一个实施例的接触式传感器 340 的几何结构。接触式传感器 340 包括具有触摸表面 24 的衬底 20。压电带 342-348 被附着，例如利用粘结剂，到触摸表面 24 的周边 338。仅仅为了举例，压电带 342-348 可以形成作为图 12 和 13 中说明的压电带的其中之一。带 342-348 可以在箭头 376 指示的方向上产生和接收声波。可以理解的是为了清楚压电带 342-348 被绘制以及没有相对于接触式传感器 340 被按比例绘制。

图 17 说明了根据本发明的一个实施例的图 3 的传送或接收机构 52 的侧视图。机构 52 被形成具有第一电极 84、压电层 83 和外部电极 86，例如如图 8

中的交叉指型第一和第二电极 88 和 90 或者图 4 中的第二电极 80。机构 52 的第一电极 84 用粘结层 85 例如环氧树脂结合侧壁 32。任选的, 机构 52 可以超过触摸表面 24 的平面以及衬底 20 的相对侧 28 的平面的一个或者两个延伸以允许电连接被附着到电极 84 和 86。

图 18 说明了根据本发明的一个实施例的用于 U1 方向 (图 6) 的电极指 82 (图 4) 之间的间距或距离。在先图 4 中讨论的电极指 82 的间距 (距离 72) 可以调整来以期望的角度传送和接收零阶水平偏振的切变波 (ZOHPs), 也被称为 GAW, 以提供如图 6 所示的 U 和 V 声通路。衬底 20 具有高度 116 和宽度 118。实线 110 和虚线 111 分别代表在从水平侧 113 产生的声波中的最大值和最小值 (具有与最大值同样大小的最大负振幅)。沿着水平侧 113 的水平轴设计的最大值之间的间距被示为 S_w 。从水平侧 113 发射的声波而后传播到由箭头 112 指示的垂直侧 114。沿着垂直侧 114 设计的最大值 (以及最小值) 之间的间距被示为 S_H 。通过下列等式给出量 S_w 和 S_H :

$$S_w = \lambda (H^2 + W^2)^{1/2} / W$$

$$S_H = \lambda (H^2 + W^2)^{1/2} / H$$

波长 λ 由在接触式传感器中使用的声模式的相位速度 V 确定, 以感测触摸以及操作频率 f , 具有关系 $\lambda = V/f$ 。使用在上陈述的 S_w 和 S_H 设置电极指 82 之间的间距将导致到声波的相干耦合平行于矩形触摸平面 20 的对角线以及支持在触摸区域完成 2 维坐标测量的 U1、U2、V1 和 V2 信号路径。

图 19 说明了根据本发明的一个实施例的在 U1 区域中在声波以及压电膜 (例如, PVDF 膜或者烧成压电层) 例如压电材料 83 的电场感应区域膨胀和收缩之间的耦合机构。填充箭头 120 表示切变声波的动作。空心箭头 121 表示归因于图 8 中所示的传送机构 52, 例如交叉指型电极 88 和 90 以及压电材料 83, 沿着水平侧 113 的力。沿着垂直侧 114 存在类似的接收结构 52。膨胀区域 140 指示为加符号以及收缩区域 142 指示为减符号。

如果压电材料 83 是烧成压电覆层或者聚合物层例如 PVDF, 利用电场极接以诱发偶极矩, 以便证明压电行为。参见图 17, 利用可应用的电极结构压电材料 83 很容易极接, 就是说, 在垂直于侧壁 32 的方向 144 上。利用在方向 144 上极接的压电材料 83, 施加电压到第一电极 84 和外部电极 86 将通常在方向 144 上诱发膨胀或收缩, 该方向平行于施加的电场 (在这里称为 “33” 耦合) 以及

在垂直于电场并平行于侧壁 32 的方向 146 上的膨胀或收缩（在这里称为“31”耦合）。取决于压电材料 83 的自然特性，由于“31”耦合的收缩或膨胀的方向 146 将平行于或者垂直于（或两者都）衬底 20 的触摸表面 24。所有这 3 种类型的压电耦合，也就是“33”耦合以及两种类型的“31”耦合，可用来提供耦合以产生和接收需要的声波。

参见图 19，在例如零阶水平偏振的切变（ZOHPS）波的水平偏振切变波之间的耦合机构被说明。填充箭头 120 表示切变声波的动作同时空心箭头 121 表示归因于压电材料 83 的“31”耦合的力，在那里，方向 146 在触摸表面 24 的平面中。同时没有示出，通过激励垂直于侧壁 32 的切变波动作（由填充箭头 120 指示）的分量在压电材料 83 中的“33”耦合可以被用来产生声波。由于对角线地传播瑞利波与在侧壁 32 的沿着所有三条轴的材料动作关联，该“33”耦合和“31”耦合的双偏振可以被用于激励瑞利波以及拉姆波。

仅仅为了举例，期望接触式传感器 50 或 100 的设计使得使用以对不需要的寄生声模式的最小耦合提供最有效的产生和接收所需要的声模式的耦合。此外，该转换器的设计，例如机构 52 和其他在先讨论的，部分取决于所需模式的深度剖面。例如，切变波可以穿过衬底 20 所有的或者大部分的深度，同时瑞利波仅仅在衬底 20 的触摸表面 24 的附近耦合。

图 20 说明了根据本发明的一个实施例的衬底 20 内的零阶水平偏振的切变波（ZOHPS 或者有时商业上称为“GAW”）的声功率密度。ZOHPS 或者 GAW 具有贯穿衬底 20 体的统一的声功率密度，如箭头 152-156 所示。为了激励和检测该声波，传送和接收结构 52（其可以包括压电材料层 83）更可取的是沿着侧壁 32 在深度 158 均匀耦合。

图 21 说明了根据本发明的实施例的更高阶板波的传送。机构 52 具有反相极性的第一和第二压电元件 164 和 166。第一和第二压电元件 164 和 166 被形成在接近衬底 20 的顶部（触摸表面 24）和底部（第二表面 28）的侧壁 32 上以传送由接近触摸表面 24 的箭头 168 和 170 以及接近第二表面 28 的箭头 172 和 174 所指示的更高阶水平偏振切变波（或者另一个更高阶板波）。

图 22 说明了根据本发明的实施例的瑞利波的传送。瑞利波的声功率集中在触摸表面 24 附近，如箭头 192 和 194 所示。对于在那里方向 146 垂直于触摸表面 24 的“31”耦合，需要限制机构 52 的压电材料 83 的有效面积到衬底

20 的触摸表面 24 的大致一个瑞利波长 $\lambda/176$ 的范围内。可以理解的是尽管机构 52 在深度 158 被说明为仅仅一个瑞利波长 $\lambda/176$ ，机构 52 可以沿着深度 158 具有更大的尺寸同时仍旧限制压电材料 83 的有效面积到触摸表面 24 的大致一个瑞利波长 $\lambda/176$ 的面积范围内。

图 23 说明了根据本发明的一个实施例的主要通过“33”耦合耦合到瑞利波的机构 52 的压电材料 83。瑞利波的纵向运动的相位，如箭头 196 和 198 所指示，以深度 158 反转极性符号。因此，利用不同深度的不同极性机构 52 的有效压电材料 83 层被激励。通常，模拟研究和实验研究的结合将被用来确定机构 52 的有效压电材料 83 的层的结构作为所需声模式的功能以及极接的压电层的压电特性。

图 24 说明了根据本发明的一个实施例的具有周期性调制层的转换器结构 134。可以使用在图 2 中示出的衬底 20。如上所述，衬底 20 可以使任何合适的材料，包括玻璃、陶瓷以及金属例如铝或钢。对于一些应用，需要低声损耗玻璃。如上所述，衬底的侧壁 32 是清洁的。

第一导电层 130 被提供给（或应用于）衬底 20 的每一个侧壁 32 以及将起到用于压电转换器的第一电极的作用。可以使用任何合适的导电材料，例如银腐蚀（silver fret）、铜轨迹或者丝网印刷导电可印刷墨水。仅仅为了举例，第一导电层 130 可以是在施加到侧壁 32 之后在高温例如 450℃烘干的可丝网印刷墨水。

而后在第一导电层 130 之上的侧壁 32 上施加压电材料层 131。可以用于压电层 131 的材料的例子包括，但是不局限于，聚合物压电材料以及烧成压电陶瓷材料。任选的，在拐角附近将留下暴露的区域 132 以允许制作到第一导电层 130 的电连接。

接着，提供第二导电层 133 用作压电转换器的第二电极。典型地，第一导电层 130 将起到接地电极的作用以最小化电磁干扰的磁化率，以及第二导电层 133 将起到激励电极或者接收的信号电极的作用。第二导电层 133 可以由与第一导电层 130 类似或者同样的材料制成。与图 4 种所示的电极 80 相比，第二导电层 133 是在压电层 131 上的持续覆层，以及因此没有交叉指型指状元件的电极结构。可替代的，周期性调制层 134 被加入到第二导电层 133 上。

周期性调制层 134 由周期性结构形成，并包括作为周期性地沿着侧壁 32

的长度的“带”施加的材料，基本上从衬底 20 的上部（触摸表面 24）延伸到底部（或第二表面 28）。因此，布置在侧壁 32 上的堆栈由第一导电层 130、压电层 131、第二导电层 133 以及周期性调制层 134 形成以形成用于产生或检测横断接触式传感器 50 的触摸区域 24 的声波的转换器 141。

转换器 141 的周期性调制层 134 用于空间地调制由转换器 141 传送或者检测的声波。在存在周期性调制层 134 的地方，压电层 131 的传送特征被调制。分别在第一和第二电极 130 和 133 之间应用振荡电压，将导致压电层 131 的机械激励。压电“33”耦合导致压电层 131 垂直于侧壁 32 膨胀和收缩以及因此导致了施加到侧壁 32 的垂直表面的压力。压电“31”耦合的两个取向导致平行于侧壁 32 的平面的膨胀和收缩以及导致在被应用到侧壁 32 的垂直表面的两个取向中的切变力。这些类型的压电耦合中的一个或多个对于产生和接收所需的声波模式是有用的。例如，为了相干地耦合到声波以形成声通路 U1、U2、V1、V2，如前在图 18 中讨论的，通过调整声波的最大值和最小值之间的间隔可以调制压电转换器。如果没有使用周期性调制层 134，声波的相干产生仅仅发生在垂直于侧壁 32 的方向上。但是，如果周期性调制层 134 被用来相干地耦合到对角线传播声波，甚至压电“33”耦合可以被用来激励和检测水平偏振切变波（例如，ZOHPs）。由于切变波对水污染不灵敏，因此在一些应用中也需要使用水平偏振切变波的接触式传感器 50 和 100。

周期性调制层 134 可以调制在侧壁 32 上的压电转换器和衬底 20 之间的耦合的振幅或相位。周期性调制层 134 可以包括谐振器、移相器或者吸收器。将考虑 3 种情况：（1）如果周期性调制层 134 想要利用谐振调制振幅，优选压电层 131 的厚度远远小于 $\lambda/2$ （这里 λ 是压电层 131 中的压力波的波长，而不是衬底 20）；（2）如果周期性调制层 134 想要通过移位谐振频率来调整相位，优选压电层 131 的厚度略微小于 $\lambda/2$ ；以及（3）如果周期性调制层 134 想要通过阻尼效应调制振幅，优选压电层 131 约等于 $\lambda/2$ 。

图 25 和 26 说明了根据本发明的一个实施例的其中压电机构 206 包括具有远远小于半波长的厚度 200 的压电层 131 的第一种情况的例子。一旦压电层 131 被制作在（烧制在）衬底 20 上，与在先讨论的聚合物膜压电带比较它是刚性的。在图 25 中说明的压电机构 206 的部分没有应用周期性调制层 134，并具有远远高于接触式传感器 50 的操作频率的谐振频率。压电层 131 的膨胀和收缩

将不能有效地耦合到衬底 20 中用于声波的产生或检测。压电机构 206 具有周期性调制层 134 的部分在图 26 中说明。为了更加有效,周期性调制层 134 可以被选择以致于具有周期性调制层 134 的压电机构 206 以接触式传感器 50 (图 3) 的操作频率谐振,例如 5MHz。具有低的声衰减的材料,例如玻璃料,可以被用来形成和调整压电机构 206 的谐振。可替换的,当厚度 200 被设置为半波长时,周期性调制层 134 可以被用来解调机构 206。

图 27 和 28 说明了根据本发明的一个实施例的其中压电机构 208 包括具有比半波长仅仅薄一点点的厚度 200 的压电层 131 以及相移被用于实现调制的第二种情况的例子。在图 27 中说明的压电机构 208 没有调制层 134 以及被设计成具有比接触式传感器 50 的操作频率稍高的谐振频率。在图 28 中的压电机构 208 包括调制层 134, 以及可以被设计成具有略低于接触式传感器 50 的操作频率的谐振频率。

图 29 说明了根据本发明的一个实施例的用于通过在 ω_0 的谐振耦合的相位和振幅的关系曲线。实线 150 表示归一化的谐振振幅 A (在图的左侧的轴)。虚线 151 表示相位的度 (在图的右侧的轴)。从图 29, 可以看出当相对于谐振的相位被相对 ω_0 移位例如 $\pm 45^\circ$ 或 $\pm 60^\circ$ 时适当地保持高振幅 (大于大约最大振幅的 2/3), 以及因此可以实现范围在 90° 到 120° 的整个相位调整同时仍旧保持大量谐振振幅。具有低声衰减的材料可以被用来形成相移调制层 134。

对于第三种情况 (在图中未示出), 调制层 134 用作吸收器。没有调制层 134 的转换器 141 设计成以操作频率谐振用于强耦合到衬底 20。在吸收调制层 134 应用的位置, 声谐振大大衰减。可以用作吸收调制层的材料的例子是装有环氧树脂的金属 (例如, 钨) 以及其他超声波吸收材料。

图 30 说明了根据本发明的一个实施例的设计成用来产生瑞利波的压电机构 210。用于瑞利波的边转换器, 例如图 4 和 8 中的机构 52, 更加有效以及如果机构 52, 例如图 13 和 14 中的机构 52, 被限制到匹配瑞利波深度剖面的深度则产生少量声寄生信号。因此, 在图 30 中的压电层 131 的有效区域被限制到深度 212 以匹配瑞利波深度剖面。这可以通过将压电层 131、第二电极 133、调制层 134、导电层 130 或者它们的各种组合限制到深度 212。在某些情况下, 期望在衬底 20 的底部 (或第二表面 28) 上提供一层 (未示出), 其可以阻尼所有的声模式除了瑞利波。这样的阻尼层的例子是包含在衬底 20 和器件 (例如,

显示器)之间的环氧层的刚性光学结合。

尽管通过例如沉积可以在导电层 133 上提供周期性调制层 134, 周期性调制层也可以通过其他方法获得。例如, 压电层 131 自身可以通过以周期性的方式退火选择区域以使那些区域无效来调制(例如, 通过在相位转变上局部加热压电材料, 例如陶瓷材料的居里点)。

图 31 说明了根据本发明的一个实施例的其中衬底 20 可以周期性的改变以产生调制的例子。例如, 衬底 20 可以使用局部能源例如激光束而被周期性地标记 135, 以形成周期性结构。如果衬底 20 是玻璃的, 以 355nm 操作的三重 Nd: YAG 可以被用于在衬底 20 的内部区域细微的碎裂玻璃。该细微碎裂玻璃可以具有修改的声特性(例如, 增加的阻尼或散射)以及被用于为到声波的相干耦合提供周期性的调制。换句话说, 具有多个规则间隔的标记 135 的光学衍射光栅形成于衬底 20 中。通常, 通过任何调制侧壁 32 上的转换器 141 的声行为的其它方式, 可以消除对周期性调制层 134 的需求。仅仅为了举例, 压电层 131 可以是压力模式压电。

返回到图 24, 转换器 141 可以在其中连续层(第一导电层 130、压电层 131、第二导电层 133)被“烧制(fired-on)”的处理中制作。也就是说, 以未固化材料的形式施加层 130、131 和 133 以及而后热固化。调制层 134 也可以被烧制。具有相对低的烧结温度(银烧料)的装入银的陶瓷公知的用于在玻璃衬底上制作导电轨迹以及可用在丝网印刷形式中。仅仅为了举例, 银烧料可以用于导电层 130 和 133 的制作。对于图 16B 和 17B 所示的调制层 134, 可以使用任何具有低声损耗的刚性材料, 包括为了方便制造而使用用于层 130 和 133 的相同材料。可替换地, 如果调制层 134 用作阻尼层, 调制层 134 可以由热固化的钨聚合物制成。

对于例如在图 24 中所示的其中层被烧制的结构的实施例, 层 131 的压电材料的合适的例子是溶胶凝胶基压电陶瓷材料, 例如分别分散在 Al_2O_3 和 PZT 溶胶凝胶溶液中的 PZT 和 LiTaO_3 颗粒。具有 $50\text{-}100\mu\text{m}$ 厚度的膜可以由这样的溶胶凝胶溶液烧制产生。可以使用其他的压电陶瓷材料, 例如掺加了铌的铈酸钾钠, 或者无铅压电陶瓷, 例如含有铋的压电陶瓷。这样的压电材料可以通过任意合适的方法施加, 包括丝网印刷或喷涂。在以未固化态施加后, 这样的层 134 的材料可以应用加热而固化。注意层 130、131、133 和 134 的材料可以

被顺序地施加和固化，在相同的加热周期中施加和固化，或者它们之间的组合。

如果压电陶瓷层 131 是烧制的压电陶瓷材料，需要极接以便用作压电陶瓷。可以通过在导电层 130 和 133 之间施加大的电压实现极接，因而在压电层 131 的材料中产生强电场。在将在超过压电材料的铁电居里温度的温度发生的任何处理步骤后必须执行这种极接。

如果压电材料 131 是烧制的压电陶瓷材料，衬底材料必须被选择能够经受住烧制压电陶瓷材料的烧结温度和任何后续的退火温度。例如，可以使用 Corning 1737，因为其退火点是 721°C 以及它的软化点是 975°C，二者都超过了上述描述的包括在 Al_2O_3 和 PZT 溶胶凝胶溶液中分别分散的 PZT 和 LiTaO_3 颗粒的溶胶凝胶配方的烧结温度（450°C）和退火温度（650°C）。

压电转换器 141 也可以独立于衬底 20 制作以及用作组件。该组件可以是，例如，使用粘结剂或其他合适的接合技术结合到衬底 20 的带（在先讨论的）。该粘结或结合层优选地很薄以及充分地摆脱声阻尼以最小化对接触式传感器 50 的声操作的干扰。包括第一导电层 130、压电层 131、第二导电层 133 以及任选的调制层 134 的分层的组件，例如可以制作在带材料上，该材料包括有 100-200 μm 厚度的玻璃微薄片。该分层的组件可以而后被再分为（例如，通过切割成片）多个可结合到多个衬底 20 的转换器 141。

图 32 说明了根据本发明的一个实施例形成在衬底 20 上的栅转换器 400。第一轨迹 406 形成在第二表面 28 上。第一轨迹 406 包括导电材料例如银烧料。第一轨迹 406 可以使用丝网印刷、压印或者其他沉积技术而被施加。压力模式压电元件 408 的第一侧 410 被应用到第一轨迹 406 的一部分之上并与之互连。第二轨迹 414 形成在第二表面 28 上以及被施加到侧表面 418 以及压电元件 408 的第二侧 412 之上并与之互连。如以下进一步讨论的，激励压电元件 408 的电连接与第一和第二轨迹 406 和 414 的每一个互连。

栅元件 402 形成在触摸表面 24 上。该栅元件 402 可以通过材料的沉积或移除而隔开瑞利波的一个波长的距离 404 形成，例如通过丝网印刷或蚀刻，如前所述。反射阵列 416 也形成在触摸表面 24 上，以及可通过增加或移除材料形成。

图 33 说明了根据本发明的一个实施例的形成在衬底 20 上的梳状转换器 420。如在图 32，栅元件 432 被形成在触摸表面 24 上。第一轨迹 422 形成在触

摸表面 24 上以及在栅元件 432 之上。厚度模式压电元件 426 的第一侧 424 被施加在第一轨迹 422 的一部分之上并与之互连。第二轨迹 430 形成在触摸表面 24 上以及被应用到侧表面 434 以及压电元件 426 的第二侧 428 之上并与之互连。

图 34 说明根据本发明的一个实施例的形成在衬底 20 上的交叉指型转换器 440。第一轨迹 442 和第二轨迹 444 形成在衬底 20 的触摸表面 24 上。第一和第二轨迹 442 和 444 具有彼此是交叉指型的指状元件（未示出），例如图 8 的第一和第二电极 88 和 90。压电元件 448 被应用到第一和第二轨迹 442 和 444 的上方并与之互连。

图 35 说明了根据本发明的一个实施例的具有沿着触摸表面 24 的周边 486 形成的转换器 452-458 的接触式传感器 450。反射元件 460 相对于边 462-468 成 45° 形成以及在周边 486 内形成反射阵列。

转换器 452-458 可以包括图 32-34 的转换器 400、420 或 440 中的一个。第一和第二轨迹 470-484 被印刷到接近边 466 和 468 的触摸表面 24 上，以及与所说明的合适的转换器 452-458 互连。该互连由使用的转换器的类型确定。第一和第二轨迹 470-484 例如通过焊接与电缆 488 互连。

图 36 说明了根据本发明的一个实施例形成在衬底 20 上的可替换转换器 490。第一和第二轨迹 492 和 494 被施加到触摸表面 24 上。在图 36 的视图中示出了单个轨迹。如在图 34 中讨论的，第一和第二轨迹 492 和 494 可以用于交叉指型电极。压电元件 498 的第一侧 550 被施加到第一和第二轨迹 492 和 494 之上。接地电极 548 被施加到触摸表面 24 之上以及到压电元件 498 的第二侧 552 和侧表面 554。

图 37 说明了根据本发明的一个实施例的具有沿着触摸表面 24 的周边 544 形成的转换器 502-508 的接触式传感器 500。反射元件 510 关于边 512-518 成 45° 形成以及在周边 544 内形成反射阵列。

转换器 502-508 可以包括图 36 的转换器 490。接地、第一和第二轨迹 520-542 被印刷在触摸表面 24 上并与合适的转换器 502-508 互连。通过焊接接地、第一和第二轨迹 520-542 与电缆 546 互连。

参见图 35 和 37，控制器（未示出）通过第一和第二电极提供电信号给转换器以及如果必要通过接地电极提供电信号给地。一次只有一个转换器是有效

的。在所说明的配置中，使用了 4 个转换器，以及因此两个转换器可以用作传送转换器以及两个转换器可以用作接收转换器。可以理解的是可以形成其他配置以从具有用作或者传送或者接收，或者传送和接收二者，或者覆盖触摸表面 24 的不同部分或面积的两个或三个转换器的接触式传感器接收信号。

图 38 说明了根据本发明的一个实施例形成的可替换接触式传感器 214。侧壁 32 和边 22 是清洁的，如前所述。衬底 20 具有布置在侧壁 32 上的转换器 160、波导 161 以及反射阵列 162。反射阵列 162 可以接近边 22 形成或与边 22 相交。在每一个侧壁 32 上，转换器 160、波导 161 以及反射阵列 162 可以被称为机构 171。任选地，附加波导和相关阵列可以形成在衬底 20 的触摸表面 24 上。如图 38 所说明的，能够在侧壁 32 上定位波导 161 以及反射阵列 162 以进一步减少用于产生、定向和检测声波的接触式传感器机构 171 所需的边区域 216。反射阵列 162 和波导 161 可以由衬底 20 中的凹槽或者沉积在衬底 20 的侧壁 32 上的材料的突出形成。转换器 160 产生耦合到波导 161 的声波，因而在波导 161 的核心聚焦声能。该声能而后依靠阵列 162 被耦合到衬底 20 作为表面声波。包括转换器 160、波导 161 和阵列 162 的机构 171 可操作产生声波以及将它们定向穿过接触式传感器 214 的触摸区域 24，或者来检测已经穿过接触式传感器 214 的触摸区域 24 的声波。

由于声波沿着波导 161 的长传播，能量将丢失。在一些触摸式传感器 214 应用中，期望由例如机构 171 的检测器接收的声能不强烈取决于传播路径的长度。因此，可以结合各种声信号均衡机构，例如各种设计成均衡信号振幅作为路径长度的功能的反射阵列。这些设计包括在补偿反射阵列的反射元件的高或宽上的改变，或者在反射元件的密度中的改变。

图 39 说明了根据本发明的一个实施例的被定位来实现信号均衡的波导 161。转换器 160、波导 161 和反射阵列 162 被示为布置在接触式传感器衬底 20 的侧壁 32 上。形成沿着侧壁 32 的长度 218 具有弯曲的波导 161，以便当在波导 161 中的声能最高时波导 161 在转换器 160 附近的第一末端 220 从阵列 162 中被进一步定位。当在波导 161 中的声能最低时在远离转换器 160 的第二末端 222，波导 161 被定位于更靠近、相交和/或在阵列 162 的上部。通过以这种方式弯曲波导 161，可以实现信号均衡。

图 40 说明了根据本发明的一个实施例的被形成来实现信号均衡的波导

161。由于到转换器 160 的距离增加,或者波导 161 从第一末端 220 移动到第二末端 222,波导 161 的核心被缩窄,有效地削弱了核心。由于核心宽度被减小,声波变得更少受限于波导 161 并扩展,以及声波增加了与反射阵列 162 的重叠。在这种情况下,反射阵列 162 的元件 163 之间的间隔也改变以说明渐缩的波导核心对核心中的波速度上的任何影响。可以理解的是通过如图 39 和 40 所说明的而被形成的和/或定位的波导 161 提供的信号均衡可以被等同地应用于其中波导 161 被布置到触摸表面 24 上的情况。

图 41 说明了根据本发明的一个实施例的接触式传感器 224 的另一个实施例。提供具有清洁侧壁 32 的衬底 20 (参见图 2)。提供能够沿着它的轴传播声波的带 180。该带 180 是波导,具有类似于图 38-40 的波导 161 的功能。沿着带 180 传播的声波可以是膨胀波、弯曲波或者其他类型的声波。带 180 被布置在玻璃衬底 20 的侧壁 32 上。该带 180 用包括粘合元件 187 的粘合层 186 结合到侧壁 32。在带 180 的一个末端 181 上装配了压力模式压电元件 183 以及在带 180 的相对末端 182 上,任选地提供能源转储区域 184。该能源转储区域 184 可以被应用到带 180 的一个末端以抑制反射。该能源转储区域 184 可以包括任何合适的材料,例如,加入钨的环氧树脂类,其可以被调整以匹配衬底 20 的声阻抗。在带 180 产生的声波被耦合到衬底 20 中的声波,该声波对在衬底表面 24 上的触摸很灵敏。

带 180 可以包括能够传播声波的任何材料,例如金属或玻璃。优选地,带材料的热膨胀系数 (CTE) 接近于衬底 20 的热膨胀系数。在一些应用中,带 180 的高度 (沿着侧壁 32 的高度测量的) 近似等于玻璃衬底的厚度是有好处的。优选地带 180 的厚度 (垂直于它的高度测量的) 小以便它不会从衬底 20 延伸大的距离,因此保持接触式传感器 224 的外部边的尺寸最小化。带可以使用的材料的例子包括玻璃棒以及具有接近于玻璃的 CTE 的金属带 (例如,如 Invar™ 的镍合金或相关材料)。带材料的合适的横截面的例子是 3mm×1mm 的矩形以及 1/2mm×1/2mm 的正方形。

例如,压电元件 183 的电激励的例子导致沿着带 180 的长度传播的纵波。因为带 180 的横截面强加的边界条件,在带 180 中的波不是纯的压力波,而是更好地描述为膨胀波、dilatational 波或者最低阶拉姆对称波。由于具有纵向分量波传播,在带 180 中的材料具有平行于波传播方向 (也就是,沿着带 180 的

长度)的运动分量。

粘合层 186 提供机械结合以及周期性间隔的粘合部件 187 的间隔确定了从在带 180 中产生的波到发射到衬底 20 中的声波的散射角度。该粘合元件 187 被形成作为类似于反射阵列的周期性结构。例如如果接触式传感器 224 是矩形的,以及需要以 90° 散射到侧壁 32,则粘合部件 187 的间隔应等于带 180 中的声波的波长。在图 41 中用箭头 188 指示以 90° 散射。作为耦合机构的一个例子,粘合元件 187 可以传送剪切力因而将在带 180 中的波的纵向移动耦合到在图 41 中由箭头 189 指示的在衬底 20 中的切变波的横向移动。粘合元件 187 的压缩强度也可以将带波的横向移动耦合到在衬底 20 中的触摸感测波(例如,瑞利波)的移动的纵向分量(在图中没有示出这种耦合模式)。带 180 也可以用于从衬底 20 接收声波。

图 42 说明了根据本发明的一个实施例的结合带 180 的接触式传感器 226。为了清楚带 180 指示为带 228 和 230。具有压电元件 232 的第一带 228 沿着衬底 20 的第一侧壁 234 布置,以及具有压电元件 236 的第二带 230 沿着衬底 20 的第二邻接侧壁 238 布置。如箭头 190 所示,由压电元件 232 产生和通过带 228 引导到衬底 20 中的切变波能够远离侧壁 240 反射以及通过带 228 定向为通过压电元件 232 检测。如箭头 191 所示,由压电元件 236 产生并通过带 230 引导到衬底 20 中的切变波能够远离侧壁 242 反射并通过带 230 定向为通过元件 236 检测。连接到压电元件 232 和 236 的电子设备(未示出)可以被用于时间复用信号以便在传送和接收模式之间调整。

可替换的,接触式传感器可以包括安装在所有侧壁 32 上的带(未示出)。例如,对于矩形衬底 20,使用 4 个带 180,其中带 180 中的两个操作于传送模式以及带 180 的两个操作于接收模式。

如果安装到衬底 20 的侧壁 32 的带 180 设计成在衬底 20 中激励瑞利波,粘合元件 187 可以粘合在侧壁 32 上,在触摸表面 20 的大约一个瑞利波长的范围内以便有效地耦合到瑞利波,如图 22 和 23 所示。带 180 的深度尺寸可能匹配或可能不匹配粘合元件 187 的深度尺寸。

在带 180 和衬底 20 之间的耦合强度受到粘合元件 187 的刚性、厚度或粘合面积中的一个或多个的影响。优选地,耦合到衬底 20 中的声波的振幅不受沿着侧壁 32 的耦入点的影响。任何影响带 180 和衬底 20 之间耦合的参数可以

被用来作为沿着衬底 20 的长的距离的函数均衡声信号振幅。

图 41 说明了粘合层 186 在粘合材料（粘合部件 187）的存在和粘合材料不存在之间交替的情况。这提供了带 180 和衬底 20 之间的耦合强度的空间调制。存在交替方式提供耦合所需的空間调制，例如没有气隙的粘合层，但是粘合材料的机械性能（例如硬度）被调制。可以理解的是带 181 和粘合元件 187 可以从衬底 20 中分离形成以及而后被附着作为组件。

图 43 示出了根据本发明的一个实施例的具有形成在衬底 20 的侧壁 32 上的转换器 562 的接触式传感器 560。当被激励时，转换器 562 产生沿着边 22 传播并通过反射阵列 564 穿过触摸表面 24 被反射的边波。这样的接触式传感器被描述在美国临时专利申请序列号 60/562,461 中，代理文档号 ELG064-US1，其被结合于此作为参考。转换器 562 可以包括利用在先描述的丝网印刷技术和其他技术印刷在侧壁 32 上的压电材料。可替换地，转换器 562 可以包括单独形成并被粘合到侧壁 32 的压电材料。

对于在这里描述的接触式传感器的任何实施例，接触式传感器可以通过电互连而连接到控制器。可以用任何合适的互连，例如，光缆捆束。可替换地，该接触式传感器可以被直接集成到接触式传感器系统中，例如，接触式传感器可以被集成到显示器中以制造触摸屏。任选地，可以在真空荧光显示器中使用的衬底的表面上实现丝网印刷，例如仪表盘。为了举例，衬底可以形成显示设备的外部层，例如真空荧光显示器。

可以理解的是上述的装置的配置仅仅是本发明的原理的应用的说明以及在不脱离权利要求的精神和范围的情况下可以有很多其他的实施例和改变。

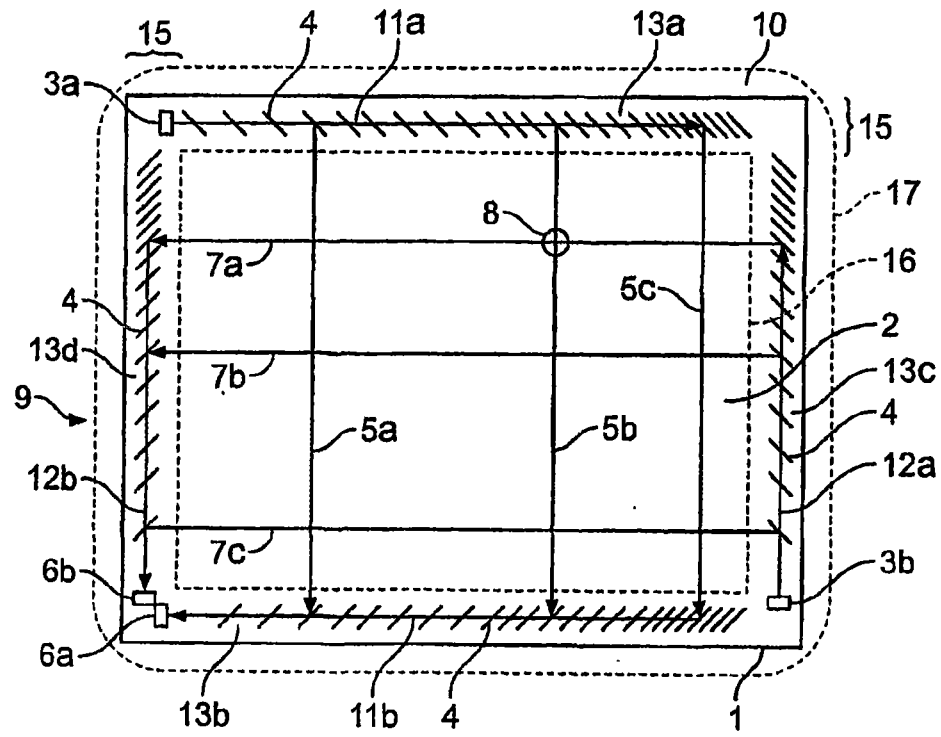


图 1
(现有技术)

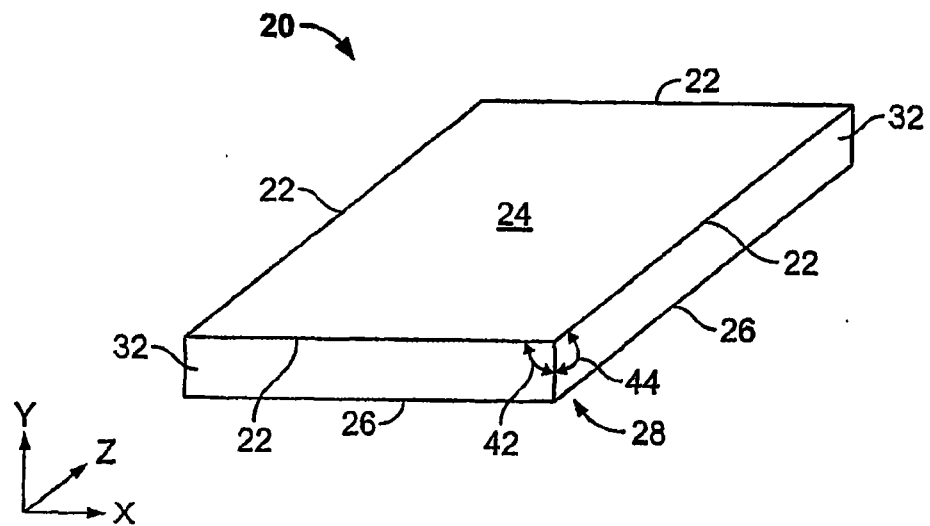


图 2

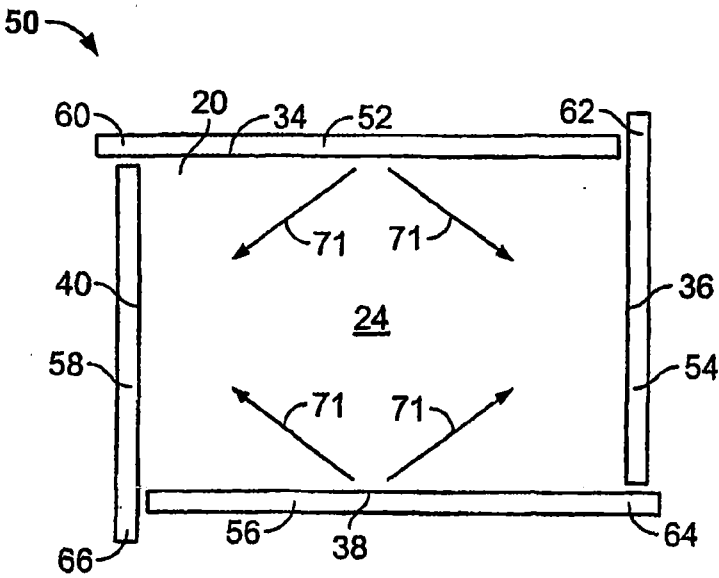


图 3

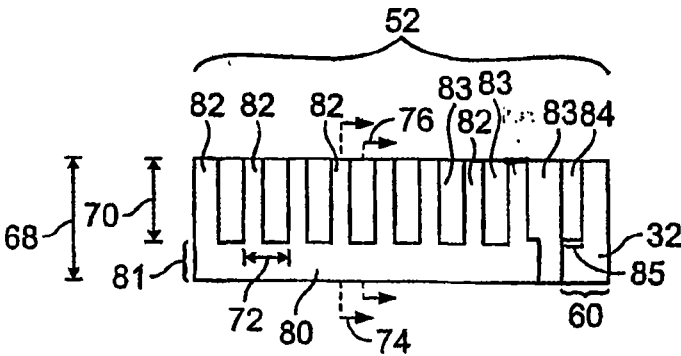


图 4

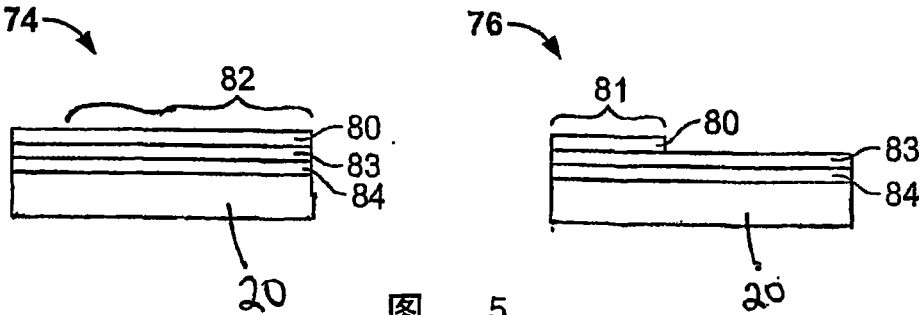


图 5

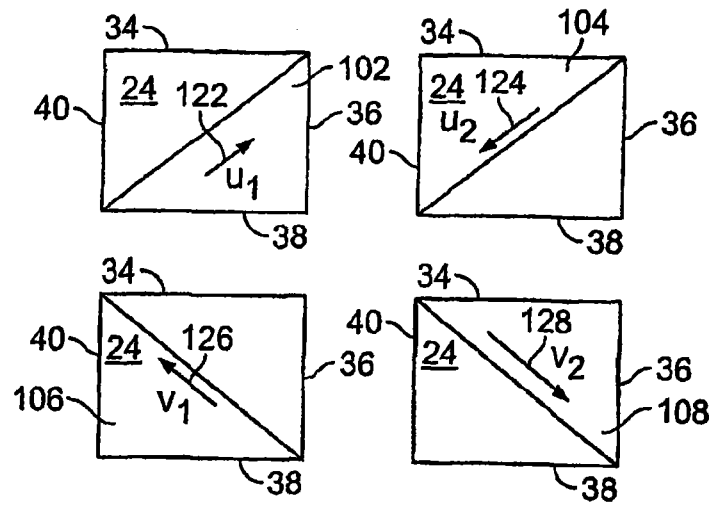


图 6

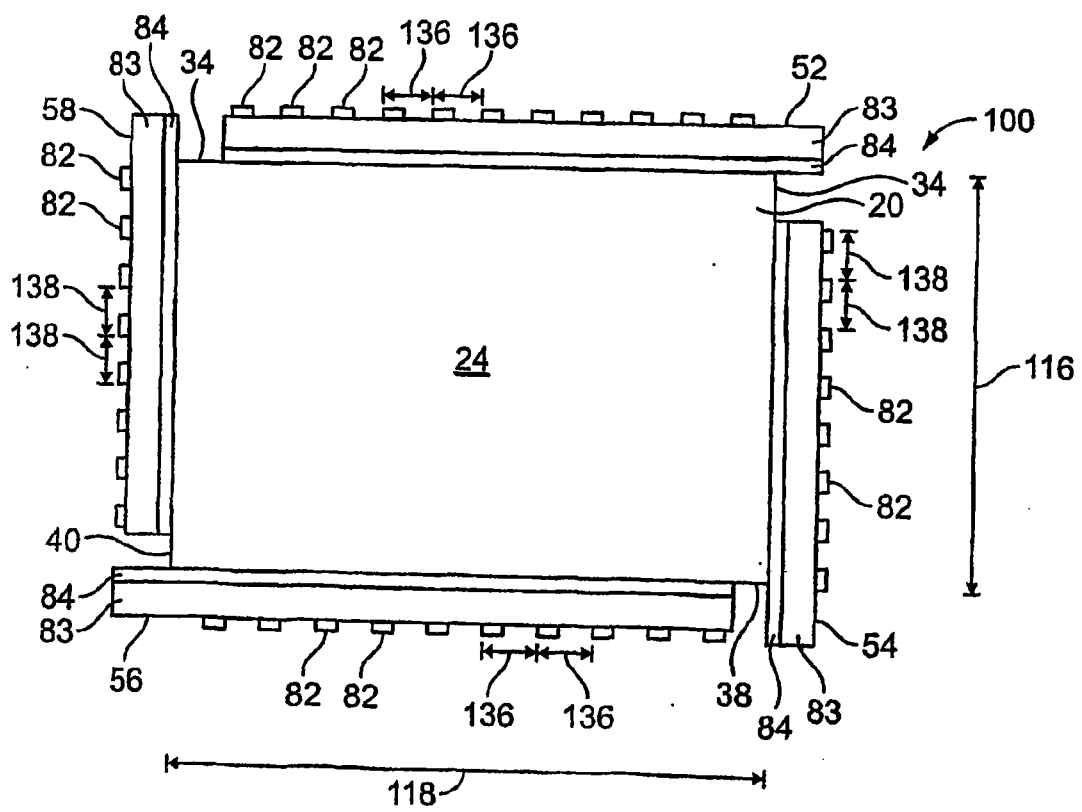


图 7

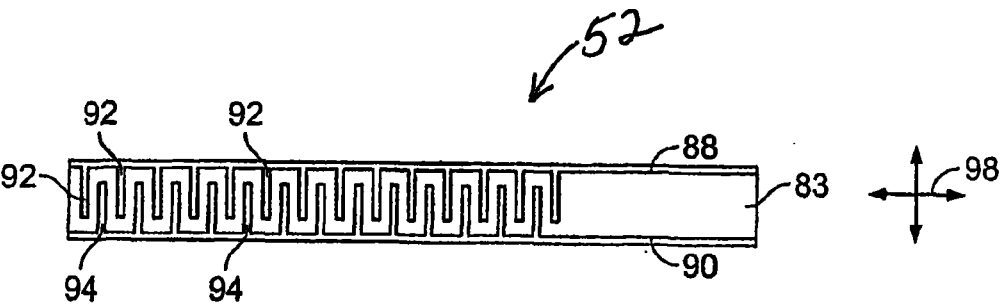


图 8

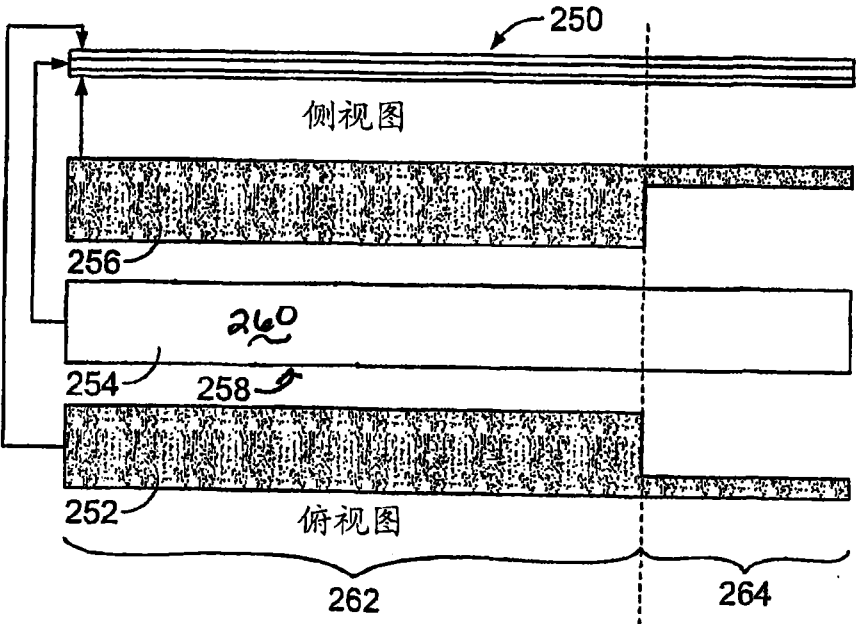


图 9

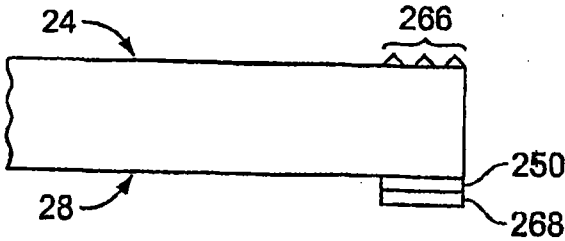


图 10

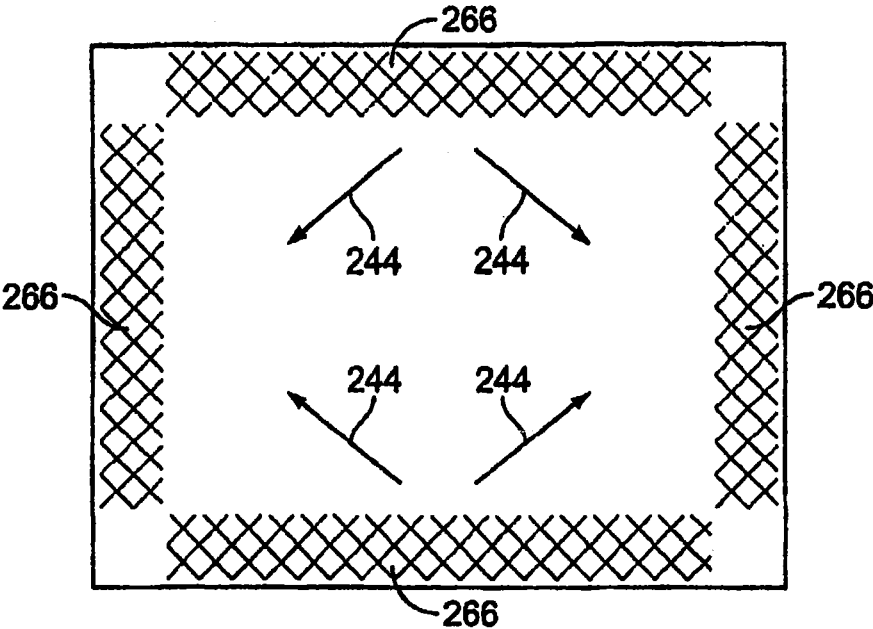


图 11

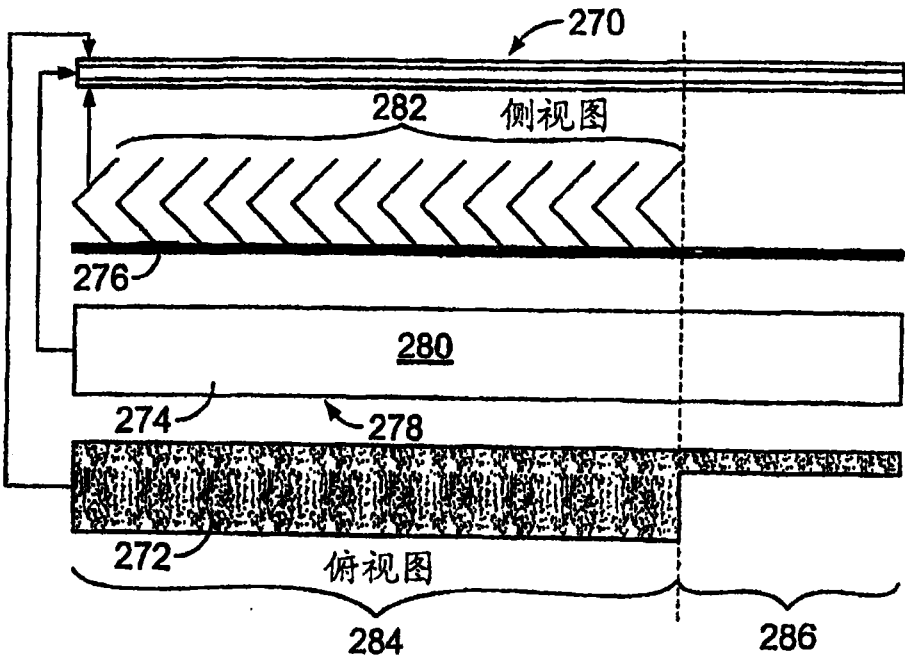


图 12

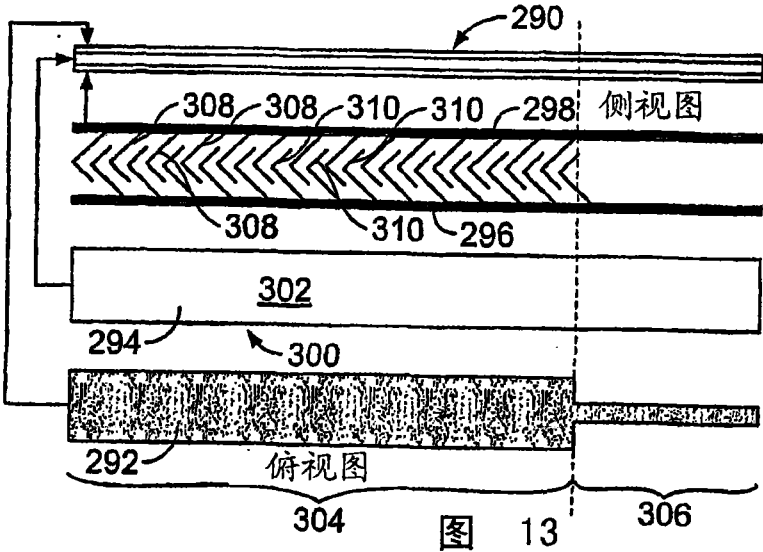


图 13

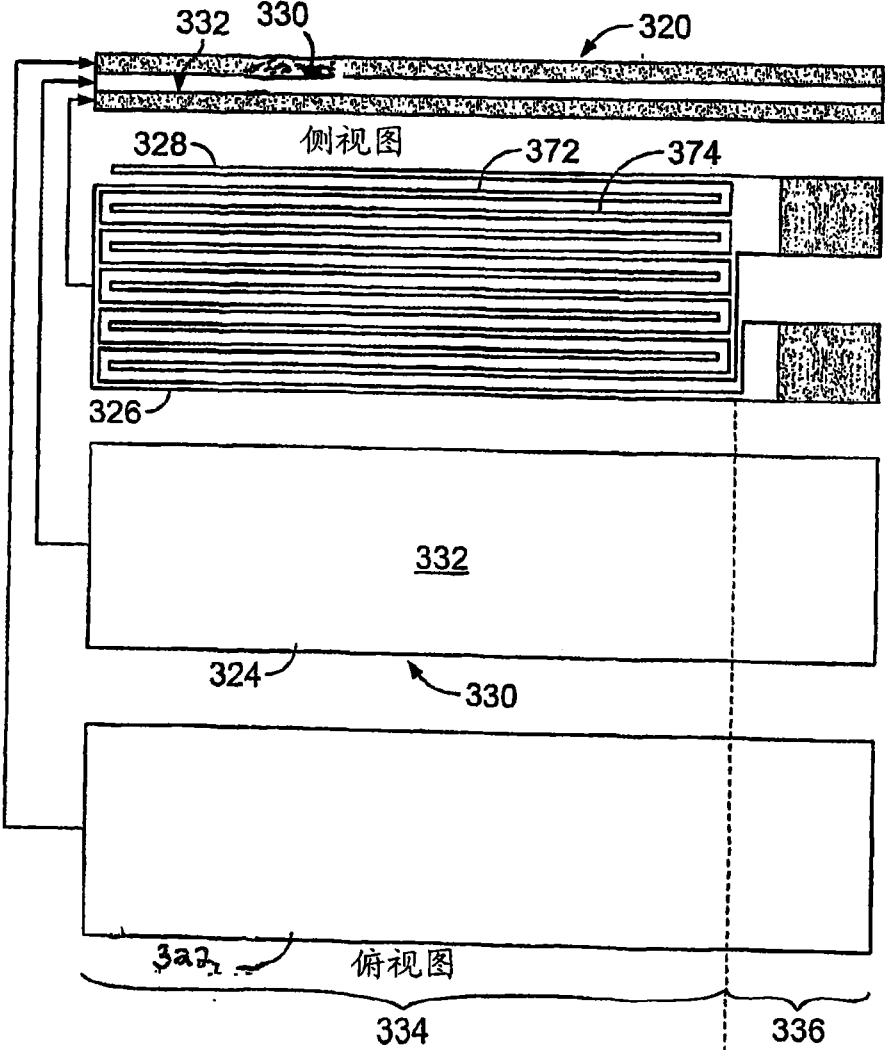


图 14

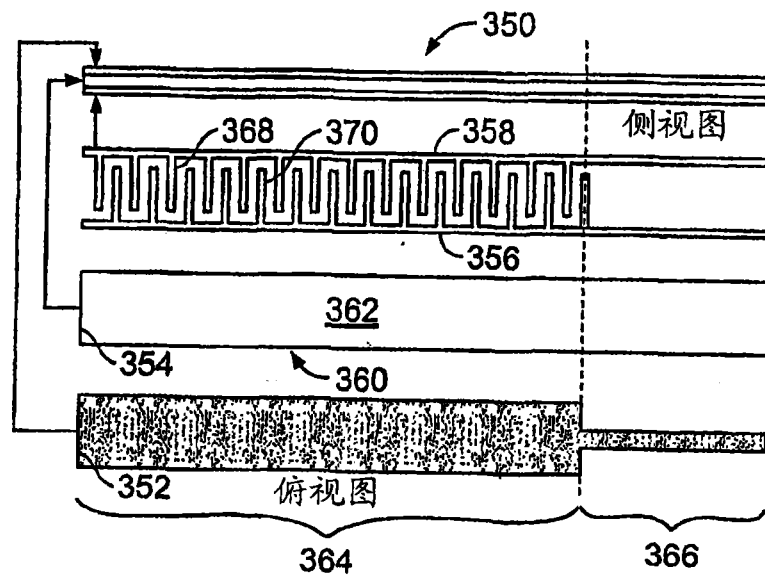


图 15

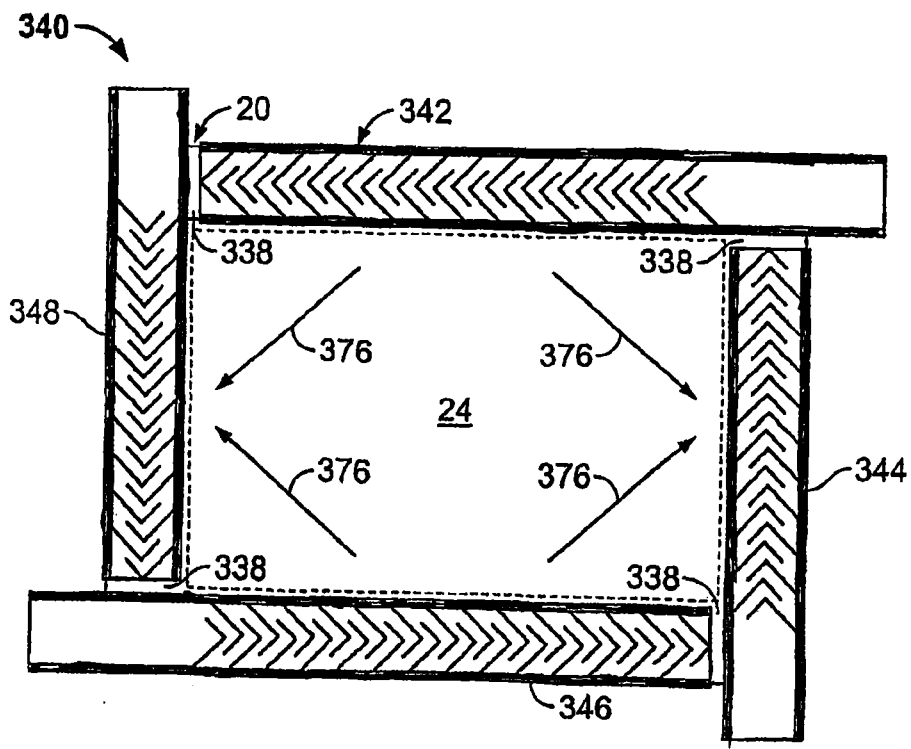


图 16

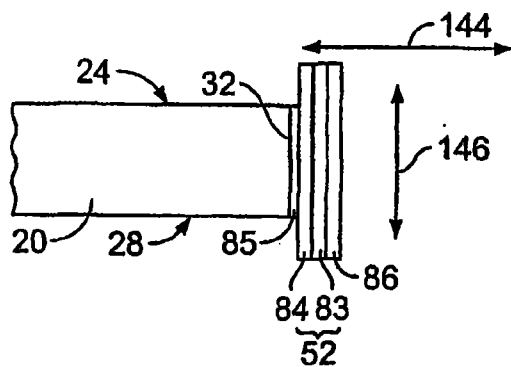


图 17

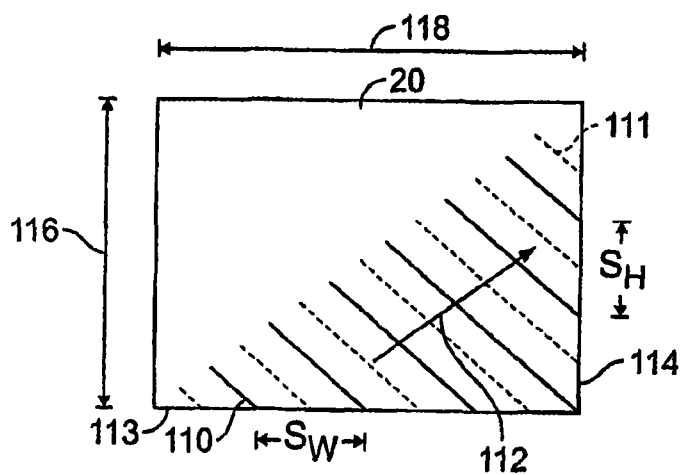


图 18

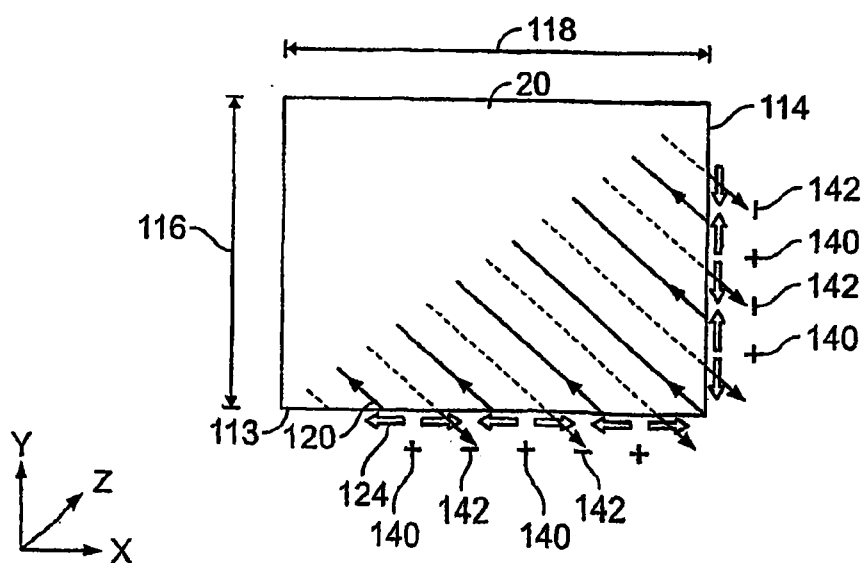


图 19

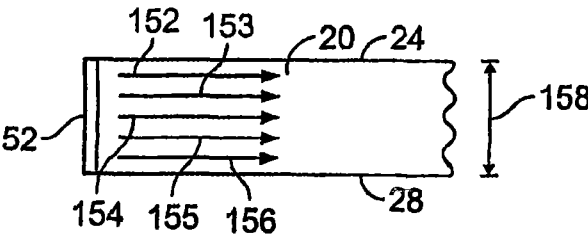


图 20

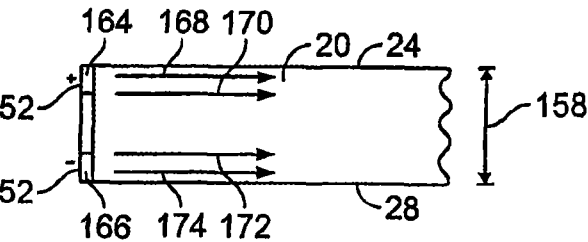


图 21

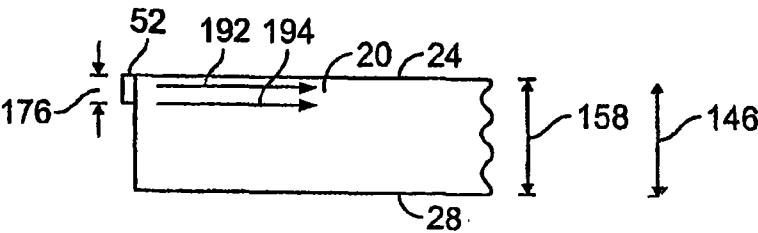


图 22

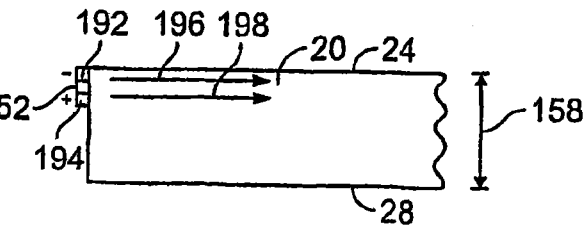


图 23

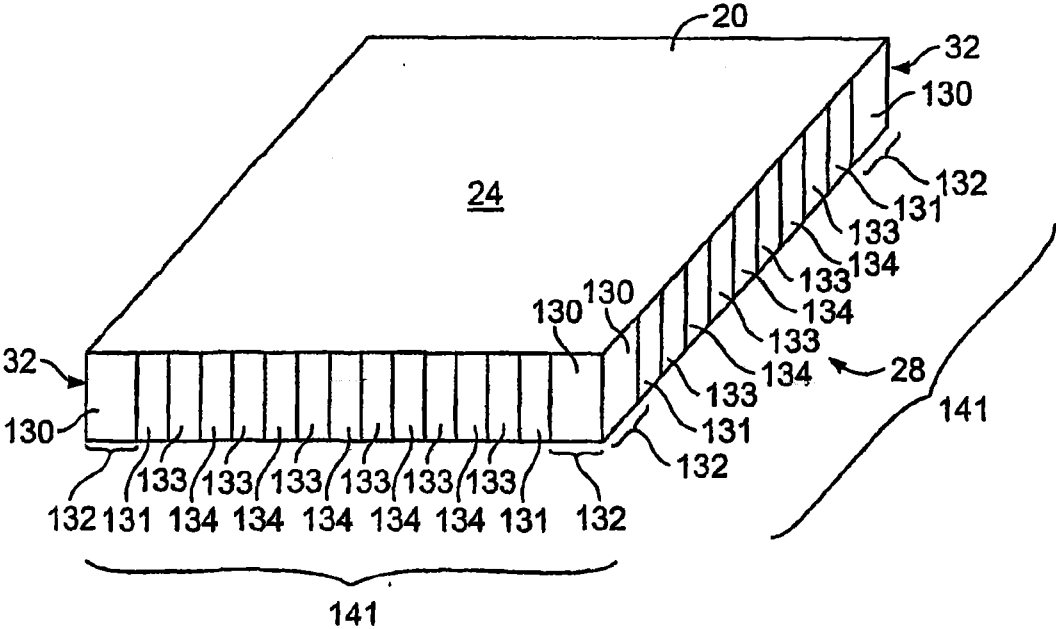


图 24

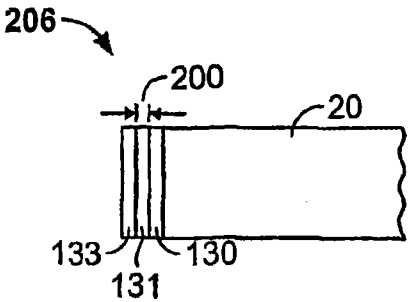


图 25

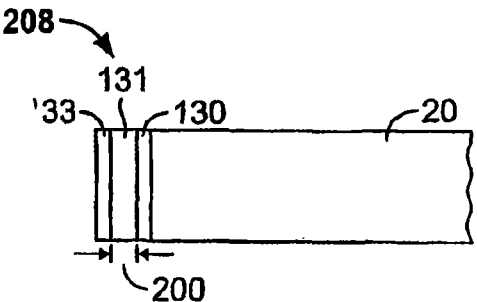


图 27

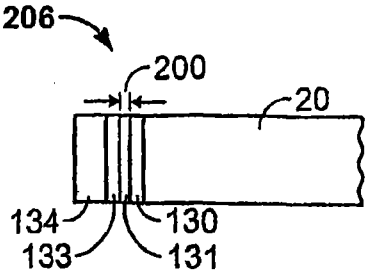


图 26

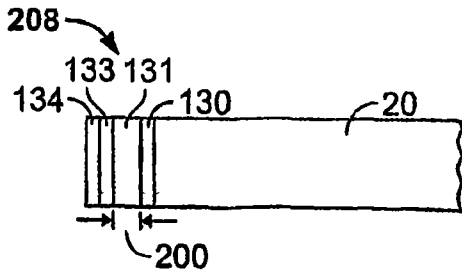


图 28

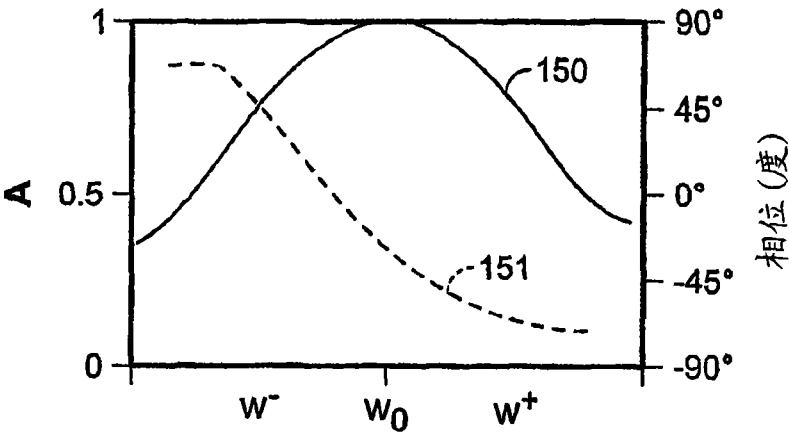


图 29

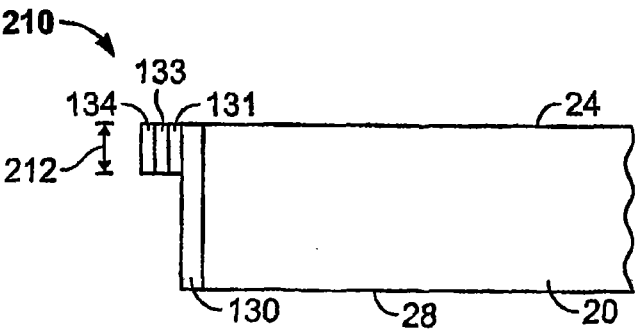


图 30

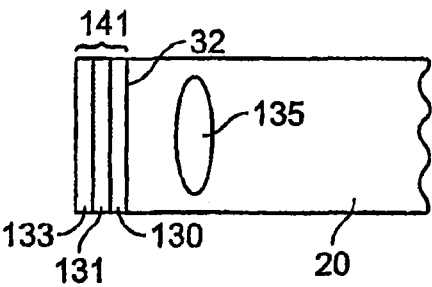


图 31

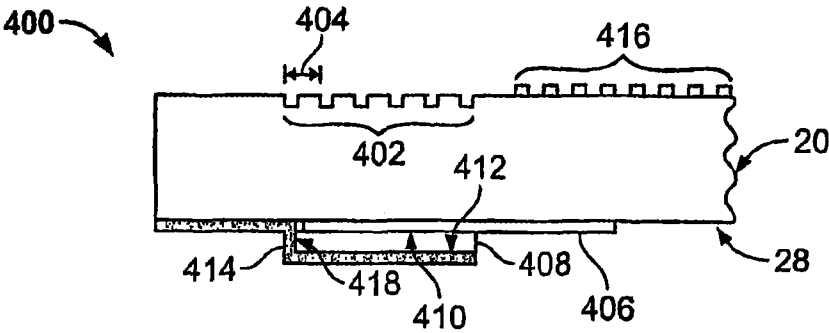


图 32

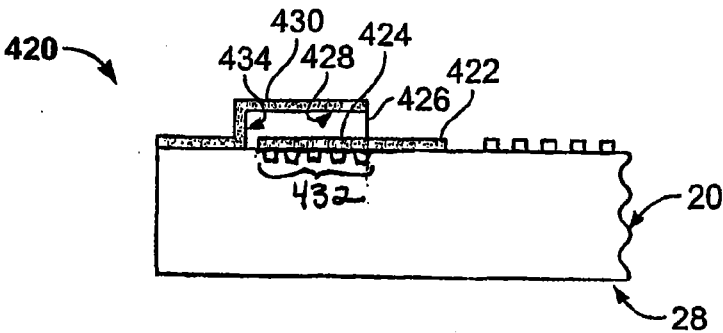


图 33

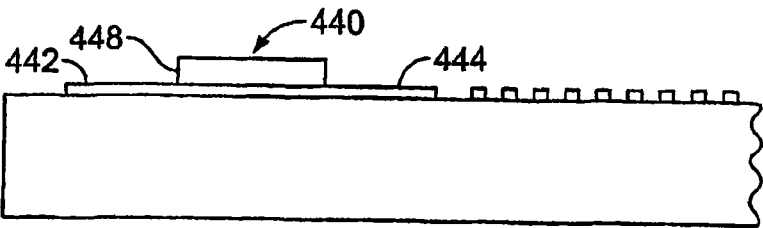


图 34

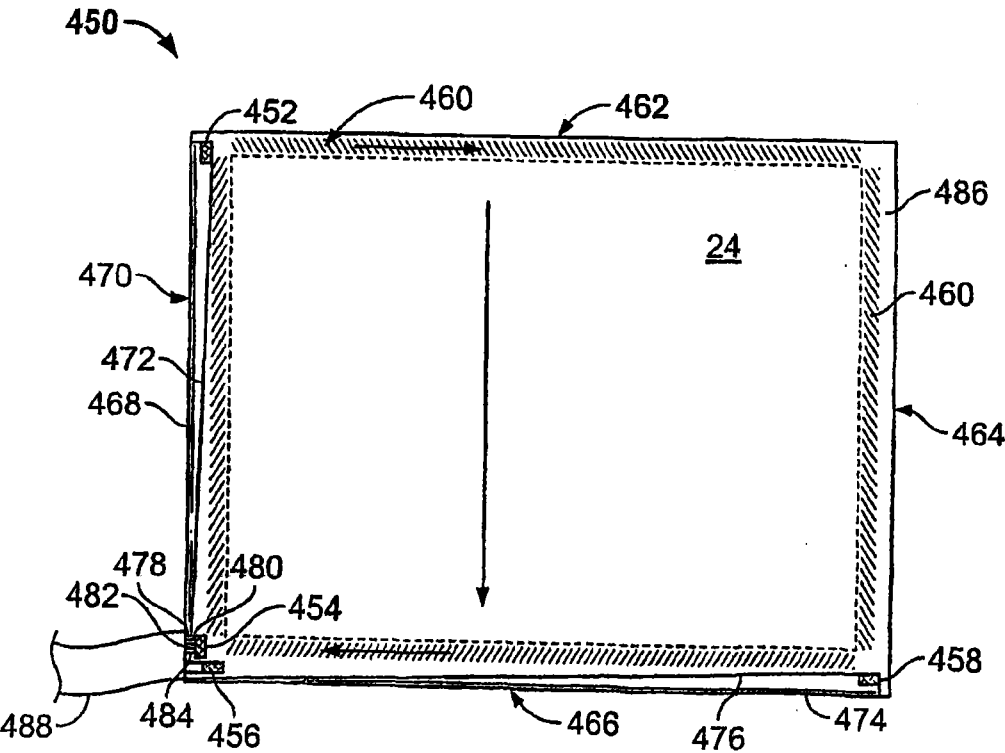


图 35

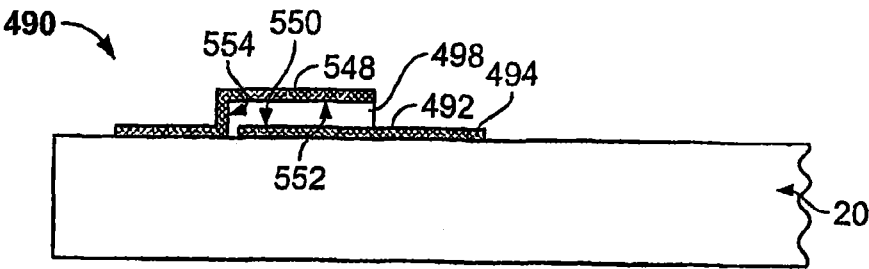


图 36

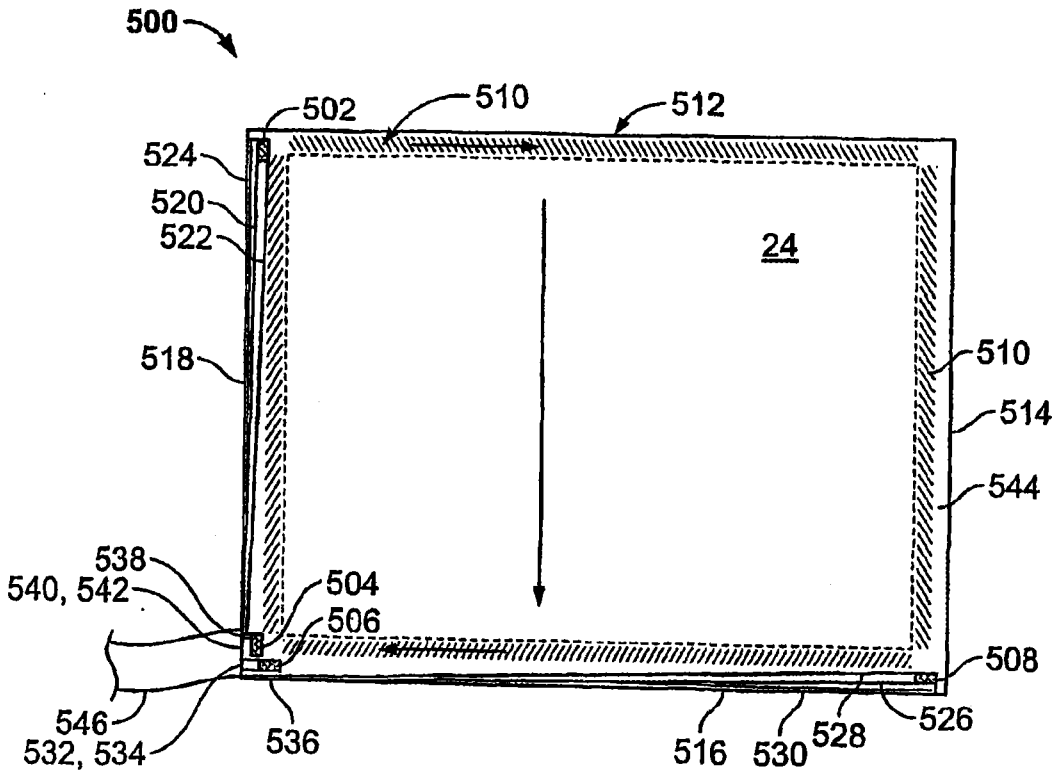


图 37

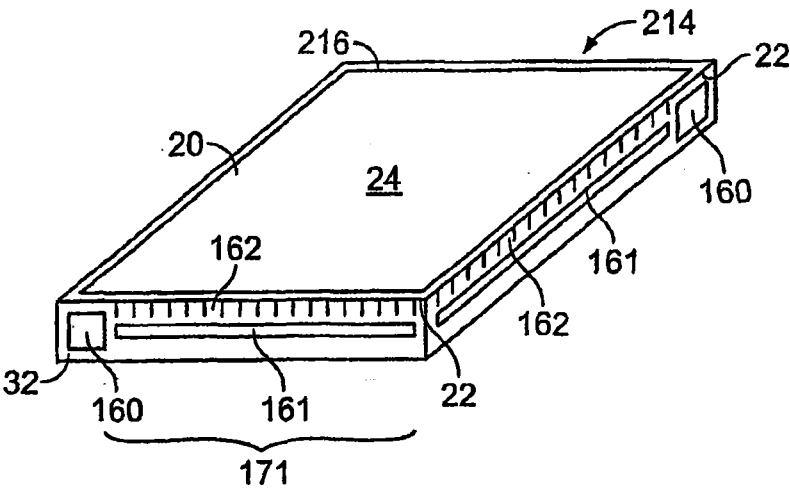


图 38

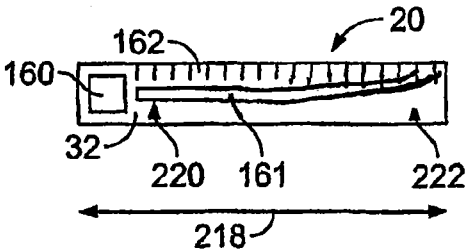


图 39

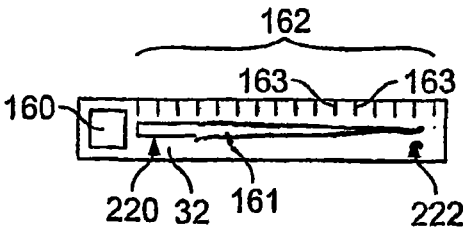


图 40

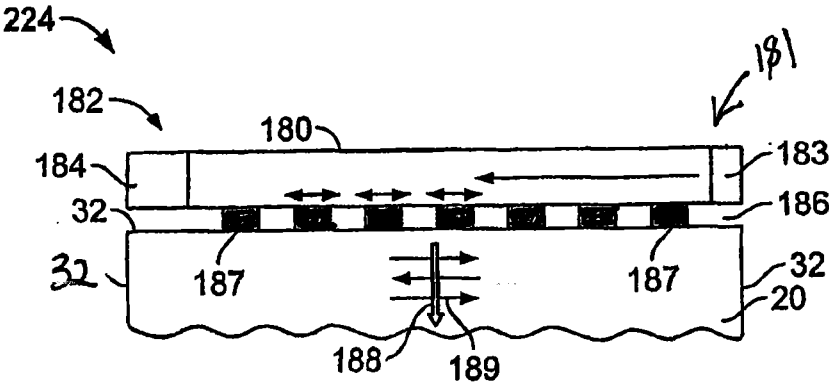


图 41

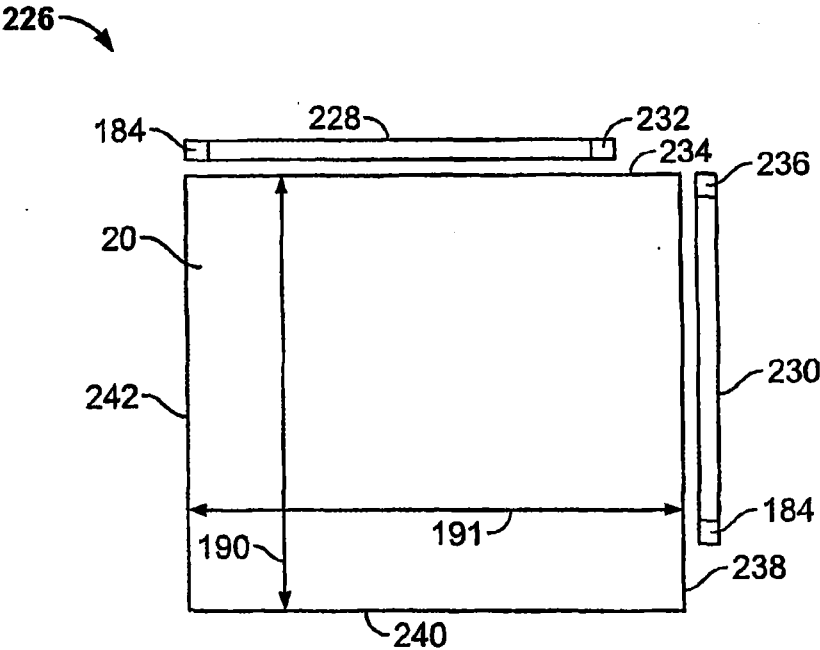


图 42

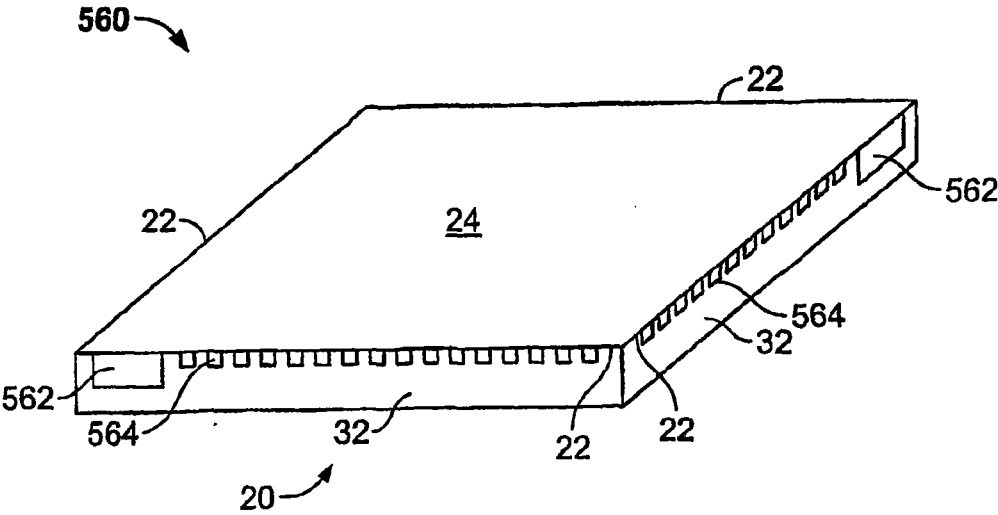


图 43