



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102160019 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 29

(21) 申请号 200980136321. 1

(22) 申请日 2009. 07. 29

(30) 优先权数据

61/085, 693 2008. 08. 01 US

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 03. 16

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/US2009/052064 2009. 07. 29

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/014679 EN 2010. 02. 04

(73) 专利权人 3M 创新有限公司

地址 美国明尼苏达州

(72) 发明人 伯纳德·O·吉安

(74) 专利代理机构 北京天昊联合知识产权代理

有限公司 11112

代理人 陈源 张天舒

(51) Int. Cl.

G06F 3/041 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2006/0097991 A1, 2006. 05. 11, 说明书第

[0061]–[0074] 段, 说明书附图 2、6.

US 2006/0274055 A1, 2006. 12. 07, 说明书第
[0028]–[0035] 段, 说明书附图 2、3.

US 2007/0074914 A1, 2007. 04. 05, 全文.

US 2008/0143683 A1, 2008. 06. 19, 全文.

审查员 杨继爽

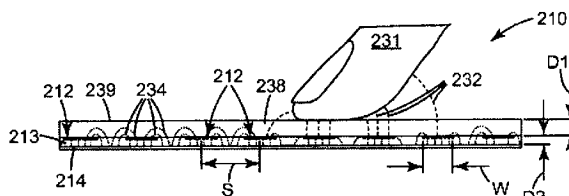
权利要求书1页 说明书13页 附图12页

(54) 发明名称

制备复合电极的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种制备用于触摸传感器中的元件的方法, 所述方法包括修改其上设置有多个电隔离导体的基板。所述导体的子集电耦合从而形成复合电极。所述元件可以在定制的触摸传感器中用作一组电极。



1. 一种制备用于触摸传感器中的元件的方法,所述触摸传感器的观察区域中布置有多个行电极和列电极,所述方法包括:

提供其上设置有电隔离的多个导体的基板;和

形成多个端部导体,每个端部导体电连接所述多个导体的子集从而形成复合可穿透电极,每个所述复合可穿透电极形成所述触摸传感器的行电极或列电极。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中所述导体为金属或合金微细线。

3. 根据权利要求1所述的方法,在所述形成步骤之前还包括:

在所述基板上印刷均匀间隔的多个平行导体。

4. 根据权利要求3所述的方法,其中所述基板为玻璃、PMMA 或 PET。

5. 根据权利要求3所述的方法,其中所述印刷的步骤包括使用卷对卷处理。

6. 根据权利要求1所述的方法,在所述形成步骤之前还包括:

使用光刻法向所述基板施加均匀间隔的多个平行导体。

7. 根据权利要求2所述的方法,其中所述导体具有最大 10 微米的横截面尺寸。

8. 根据权利要求1所述的方法,其中所述导体具有小于 4mm 的中心至中心间距。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中形成多个端部导体的步骤包括在两个或更多个导体上施加导电性油墨。

10. 根据权利要求1所述的方法,还包括:

将至少一些所述复合电极电耦合至被构造为与电子器件控制器接合的互连电路。

制备复合电极的方法

[0001] 与相关申请案的交叉参考

[0002] 本专利文献根据 35U. S. C. § 119(e) 要求于 2008 年 8 月 1 日提交的名称为“Electric Field Pervious Electrodes”(电场可穿透电极)的美国临时专利申请 No. 61/085693 的优先权,该专利申请的公开内容以引用方式全文并入本文。

技术领域

[0003] 本发明总体涉及触敏装置,尤其是依赖于用户手指或其他触摸工具与触敏装置之间的电容耦合来识别是否发生触摸或触摸位置的触敏装置。

背景技术

[0004] 触敏装置减少或消除了对机械按钮、小键盘、键盘和指向装置的使用,因而用户可以方便地与电子系统和显示器进行交互。例如,用户只需要在由图标标识的位置触摸即显触摸屏,即可执行一系列复杂的指令。

[0005] 有若干类型的技术用于实现触敏装置,包括(例如)电阻、红外、电容、表面声波、电磁、近场成像等。人们已经发现电容式触敏装置在大量应用中有很好的效果。在许多触敏装置中,当传感器内的导电物体电容耦合到导电性触摸工具(例如用户的手指)时,感测输入。一般来讲,只要两个导电构件彼此靠近但未实际接触,它们之间就会形成电容。就电容式触敏装置而言,手指之类的物体接近触敏表面时,该物体和靠近该物体的感测点之间会形成微小的电容。通过检测每个感测点处电容的变化并记录感测点的位置,感测电路就能识别多个物体并确定当物体在整个触摸表面上移动时物体的特性。

[0006] 用于以电容方式测量触摸情况的已知技术有两种。第一种是测量对地电容,借此信号施加到电极上。靠近电极的触摸导致信号电流从电极经过手指之类的物体流到电学接地。

[0007] 用于以电容方式测量触摸情况的第二种技术是通过互电容。互电容式触摸屏将信号施加到被驱动的电极上,该电极通过电场电容耦合到接收器电极。靠近的物体会减小两个电极之间的信号耦合,从而减小电容耦合。

[0008] 电容式触敏装置通常包括矩阵形式的两个长窄电极的阵列。这些阵列可以位于两个平行平面,并由电极间的电介质分隔。必须在考虑性能的前提下平衡诸如电极电阻、电极间(互)电容和电极对地电容之类的受传感器构造影响的电参数。例如,电极之间的高寄生互电容水平可能妨碍对由于触摸而发生的互电容微小变化进行的测量。尽管可以通过增加电极间的电介质厚度来减小寄生互电容,但这会增加触摸传感器的厚度和重量,并且还会减小触摸带来的电容变化效应。

[0009] 在设计触摸传感器时,还需要考虑性能和构造的其他多个方面。例如,可能需要屏蔽触摸信号,使其免受附近电子组件发射的电磁干扰的影响。可以相对于上电极调整触摸工具或手指与下电极之间的电容耦合。还需要能够更加灵活地设计导电元件,并且有方法可以提供改进的制造工艺来制造具有定制传感器和独特电极构型的触摸系统。

发明内容

[0010] 本专利申请公开了,特别是,能够使用适当电子器件检测同时或在叠置时间施加给触敏装置不同部分的单次触摸或多次触摸的触敏装置。符合本发明的触敏装置包括第一组复合电极,第二组电极发出的信号生成的电场可穿透该第一组复合电极,使得电场穿透电极电容耦合触摸物体(如手指)。第一组电极和第二组电极位于不同的平面,并且可以布置为形成矩阵型触摸传感器。这类装置测量两组电极之间或一组电极与地之间的电容耦合,从而确定触摸事件是否发生以及其位置。

[0011] 形成具有复合电极的元件的方法在本申请中有所描述。这些元件可以(例如)用于触摸传感器中。

[0012] 在一个实施例中,描述了制备用于触摸传感器中的元件的方法,该方法包括修改其上设置有电隔离的多个导体的基板以电耦合这多个导体的子集从而形成复合电极。

[0013] 在一些实施例中,这可以允许根据特定应用定制标准化库存材料。

附图说明

[0014] 结合附图并参照下文中多个实施例的具体实施方式,可以更全面地理解和领会本发明,其中:

[0015] 图 1 为触摸装置的示意图;

[0016] 图 2 示出了手指触及触摸表面的示例性传感器的剖视图,其中一些上电极电容耦合至手指,并且手指和上电极之间生成电场;

[0017] 图 3 示出了手指触及触摸表面的示例性传感器的剖视图,其中一些下电极电容耦合至手指,并且手指和下电极之间生成电场;

[0018] 图 4 为包括多个复合电极实施例的触摸传感器的示意图;

[0019] 图 4a 示出了具有跨接导体的平行导体的扩展视图;

[0020] 图 5a 示出了传感器基板的片段,其中平行导体位于基板上;

[0021] 图 5b 示出了传感器基板的片段,其中端部导体电连接平行导体以形成复合电极;

[0022] 图 5c 示出了传感器基板的片段,其中端部导体电连接平行导体以形成复合电极;

[0023] 图 5d 示出了传感器基板的片段,其中端部导体电连接平行导体以形成复合电极;

[0024] 图 5e 示出了传感器基板的片段,其中端部导体电连接平行导体以形成复合电极,其中一些平行导体交错放置;

[0025] 图 5f 示出了传感器基板的片段,其中端部导体电连接平行网络导体以形成复合电极;

[0026] 图 6 示出了示例性矩阵传感器的分解图,其中平行导体阵列布置在第二 ITO 电极阵列上方;

[0027] 图 7a 示出了具有复合电极的示例性矩阵传感器的剖视图;

[0028] 图 7b 示出了具有与图 7a 所示不同的构造的示例性矩阵传感器的剖视图;

[0029] 图 8a 示出了具有复合上电极的触摸传感器的横截面;

[0030] 图 8b 示出了具有实心上电极的触摸传感器的横截面;

[0031] 图 9a 为比较复合上电极与手指间的电容耦合和实心上电极与手指之间的电容耦

合的坐标图；

[0032] 图 9b 为比较使用对地电容测量法得到的、在上电极为复合电极（即电场可穿透）以及上电极为实心电极时下电极与手指之间的电容耦合的坐标图；

[0033] 图 9c 为示出导体间间距（在上电极中）和手指与上下电极间耦合之间的关系的坐标图；

[0034] 图 9d 为示出随着玻璃和聚（甲基丙烯酸甲酯）(PMMA) 上基板厚度的增加，上基板的上下电极之间的互电容变化的坐标图；

[0035] 图 9e 为示出随着玻璃和 PMMA 上基板厚度的增加，上基板的上下电极之间的互电容变化百分比的坐标图；

[0036] 图 10a 示出了两个复合电极彼此垂直取向的二维电极排列；

[0037] 图 10b 示出了复合上电极垂直于实心下电极取向的二维电极排列；

[0038] 图 10c 示出了实心上电极垂直于实心下电极取向的二维电极排列；

[0039] 图 11a 为示出了随着上基板厚度的变化，由触摸导致的互电容变化的坐标图；和

[0040] 图 11b 为示出了随着上基板厚度的变化，由触摸导致的互电容变化百分比的坐标图。

[0041] 在以下对图示实施例的描述中，参照了附图，并通过举例说明的方式在这些附图中示出在其中可以实施本发明的多种实施例。应当理解，在不脱离本发明范围的前提下，可以利用这些实施例，并且可以进行结构上的修改。附图和图表用于对本发明进行举例说明，未按比例绘制，并且在一些附图中，会出于举例说明的目的扩大尺寸。

具体实施方式

[0042] 现在下面将参照附图对本发明进行更完整的描述，在附图中示出了本发明的实施例。然而，本发明可体现为许多不同的形式，而不应限于在这里给出的实施例；更确切地说，提供这些实施例是为了使本发明将是全面且完整的，并将向本领域的技术人员完整传达本发明的范围。类似的数字始终是指类似的元件。

[0043] 在下列描述中，以下定义用于阐明本发明中使用的术语：

[0044] 地 (Gnd) 是指公共电基准点，其可以为地球地的电压，或可以为局部公共电压。

[0045] 互电容 (C_m) 为触摸传感器中两个电极之间的电容。

[0046] 对地电容为传感器电极和地之间的电容。

[0047] 寄生电容为不存在触摸的情况下的电容水平。

[0048] 触摸传感器包括一个或多个电极，这些电极被构造为与导电性物体形成电容接触以检测和 / 或定位该物体。

[0049] 印刷电路板 (PCB) 是指在基板上形成图案的电路。如本文所用，PCB 可以指由玻璃纤维强化塑料制成的刚性 PCB，或指柔性 PCB（通常被称为柔性印刷电路板），或指本领域已知的其他任何类型的 PCB。

[0050] PMMA 是指聚（甲基丙烯酸甲酯），它是一种热塑性透明塑料，是甲基丙烯酸甲酯的合成聚合物。PMMA 通常也被称为丙烯酸类玻璃。

[0051] 图 1 示出了示例性的触摸装置 110。装置 110 包括连接到控制器 114 的触摸板 112，该控制器包括用于感测触摸板 112 附近发生的触摸和可能的近触摸的电路。触摸板 112 被

示出为具有由列电极 116a-e 和行电极 118a-e 组成的 5×5 矩阵,但也可以使用其他电极数量、矩阵大小和电极构型。触摸板 112 可以几乎完全透明,以使得用户能够透过触摸板 112 观察物体,如计算机的像素化显示屏、手持设备、移动电话或其他外设。边界线 120 代表触摸板 112 的观察区域,并且在使用时还可以优选地代表此类显示屏的观察区域。在一个实施例中,从平面图的视角看,电极 116a-e、118a-e 在观察区域 120 上形成空间分布。

[0052] 为了进行示意性的说明,图 1 中的电极被示出为较宽且显眼,但在实施过程中它们可以相对窄且不会引起用户注意。每个电极均可设计为具有可变宽度,如以矩阵节点附近菱形或其他形状焊盘的形式增加宽度,以提高电极间的边缘电场从而增强触摸对于电极与电极间电容耦合的效果。在本发明的示例性实施例中,一个或多个电极可以由电极(或导体)的阵列构成,如细线或微细线、印刷导电迹线或导体网络,如下文更加详细的讨论。如本文进一步描述,由多个导体构成的电极称为复合电极。

[0053] 在示例性实施例中,电极可以由铟锡氧化物(ITO)、线材、微细线或其他合适的导电材料构成。形成导体的线材或微细线可以由(例如)铜、银、金制成。

[0054] 列电极 116a-e 可以与行电极 118a-e 位于不同的平面(如列电极 116a-e 可以位于行电极 118a-e 之下),使得对应列和行之间不发生物理接触。电极矩阵通常位于防护玻璃、塑料薄膜等(图 1 中未示出)下,使得电极受到保护而不与用户手指或其他触摸相关工具发生直接物理接触。此类防护玻璃、薄膜等的暴露表面可以称为触摸板 112 的触摸表面。

[0055] 给定行电极和列电极之间的电容耦合主要取决于电极彼此最靠近的区域中的电极的几何形状。此类区域对应于电极矩阵的“节点”,图 1 中标记了其中一些。例如,列电极 116a 和行电极 118d 之间的电容耦合主要发生在节点 122,列电极 116b 和行电极 118e 之间的电容耦合主要发生在节点 124。图 1 的 5×5 矩阵具有 25 个这样的节点,其中任何一个均可由控制器 114 通过适当选择一条控制线 126(分别将对应的列电极 116a-e 耦合至控制器)和适当选择一条控制线 128(分别将对应的行电极 118a-e 耦合至控制器)寻址。

[0056] 用户手指 130 或其他触摸工具接触或近接触装置 110 的触摸表面时,如触摸位置 131 处所示,手指电容耦合至电极矩阵。手指 130 从矩阵吸引电荷,尤其是从最靠近触摸位置的那些电极吸引电荷,从而改变对应于最近节点的电极之间的耦合电容,如图 2 和图 3 更为详细的表示。例如,触摸位置 131 处的触摸最靠近对应于电极 116c 和 118b 的节点。耦合电容的这种变化可由控制器 114 检测,并被解释为 116a/118b 节点上或附近的触摸。控制器可以被配置为快速检测矩阵所有节点的电容变化(如果有的话),并且能够分析相邻节点的电容变化大小,从而通过内插法精确确定节点之间的触摸位置。此外,控制器 114 可被设计为检测同时或在重叠时间施加给触摸装置不同部分的多个不同触摸。因此,例如,如果在手指 130 触摸的同时另一个手指 132 触摸装置 110 触摸表面的触摸位置 133,或者如果各次触摸至少在时间上重叠,则控制器能够检测这两次触摸的位置 131、133,并且在触摸输出 114a 上提供这些位置。控制器 114 能够检测的不同的同时的或时间上重叠的触摸的次数并不必限制为 2,例如,它可以为 3、4 或更多,这取决于电极矩阵的大小。美国专利申请 No. 61/182,366 “High Speed Multi-Touch Device and Controller Therefor”(高速多触摸装置及其控制器)描述了可以在触敏装置中用于识别多个同时发生的触摸的位置的示例性驱动方案。

[0057] 控制器 114 可以采用使其能够快速确定电极矩阵中一些或全部节点的耦合电容

的各种电路模块和元件。例如,控制器优选包括至少一个信号发生器或驱动器。驱动器将驱动信号传输至一组电极,该组电极称为驱动电极。在图 1 的实施例中,列电极 116a-e 用作驱动电极(但也可以是驱动行电极 118a-e)。控制器 114 施加给驱动电极的驱动信号可以一次传输给一个驱动电极,如按照从第一个驱动电极到最后一个驱动电极的扫描顺序。在这些电极中的每一个被驱动时,控制器监控其他被称为接收电极(行电极 118a-e)的电极的组。控制器 114 可以包括连接到所有接收电极的一个或多个感测单元。根据传输到每个驱动电极的每个驱动信号,感测单元为多个接收电极中的每一个生成响应信号。响应信号的变化可以指示触摸或近触摸事件。

[0058] 图 2 示出了传感器 210 的剖视图,其中手指 231 触及触摸表面 239。上电极阵列 212 与触摸表面 239 通过上基板 238 分隔开距离 D1,该上基板可以由聚碳酸酯、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、PMMA、玻璃、二氧化硅或其组合(如涂覆在玻璃上的二氧化硅)、PET 硬涂覆材料或任何其他适合的材料制成。就不透明的电容触摸焊盘而言,上基板 238 可以为玻璃纤维强化塑料(FRP)(如用于制造计算机板),或可以为其他任何合适的材料。在图 2 所示的传感器构造中,上电极阵列 212 与下电极阵列 214 通过下基板 213 分隔开距离 D2。下基板 213 可以由可用于上基板 238 的任何材料或其他任何合适的材料制成。下电极阵列 214 的电极(仅示出了其中一个)可以(例如)彼此间隔一定距离,该距离允许三个或更多个电极与触摸手指 231 进行可测量的电容接触。例如,下电极阵列 214 可以具有 5-6mm 的中心至中心间距或任何其他所需间距。在一些实施例中,下电极阵列 214 中电极的宽度主要由使它们之间非导电性间距最小的需求限制。下电极阵列 214 中的电极可以尽可能宽以最大程度地与手指电容耦合。例如,下基板 213 表面积的 90%或更多、95%或更多或者 98%或更多可以被下电极阵列 214 覆盖。

[0059] 上电极间隔开,以允许上电极阵列 212 中电极之间的下电极阵列 214 中的电极与触摸(或附近)手指的电场耦合。上电极的宽度(图 2 中的 W)可以为(例如)中心至中心间距 S 的 50%或更少。如果上电极阵列 212 中的电极由 ITO 制成,则其最小宽度通常由电极电阻限制。然而,上电极阵列 212 中的电极可以由细线、微细线、互连的微导体网络、印刷微导体或任何其他构型构成并且采用符合本发明的任何材料的复合电极。

[0060] 在图 2 中,长电场虚线 232 代表上电极阵列 212 中的电极受到电信号激励时,上电极阵列 212 中的电极与手指 231 之间的电场(E 场)耦合。该耦合发生在包括上电极阵列 212 的复合电极中的空间中。短电场虚线 234 代表上电极阵列 212 中的电极与下电极阵列 214 中的电极之间的电场耦合。一些短电场虚线 234 从上电极阵列 212 中的电极的下表面耦合至下电极阵列 214 中的电极。其他短电场虚线 234(尤其是不靠近手指 231 的那些)代表边缘电场,其从上电极阵列 212 中的电极的上表面向上耦合,并且向下弯曲以到达下电极阵列 214 的电极。在手指 231 的正下方,从阵列 212 中的电极的上表面发出的电场线耦合至(被吸引至)手指 231,因此它们中耦合至下电极阵列 214 中的电极的电场线较少。

[0061] 当上电极阵列 212 的电极受到电信号激励时,手指 231 通过阻抗相对较低的人体对地电容(如 400pf)连接到地,并且下电极阵列 214 的电极也通过寄生电容(如 100pf)连接到地。它们两者的阻抗均显著小于将手指 231 耦合至阵列 212 或阵列 214 中任何电极的电容,在示例性构型中,所述电容可以在(例如)1pf 至 5pf 的范围内。这些电容值取决于距离 D1 与 D2、基板所使用的材料、上电极阵列 212 和下电极阵列 214 距离接地表面(图

2 中未示出) 的距离, 以及上电极阵列 212 和下电极阵列 214 的构型。相似地, 用电信号激励下电极阵列 214 的电极会生成从下电极阵列 214 中的电极穿过上电极阵列 212 中的电极到达手指 231 的电场。

[0062] 现在转到图 3, 长电场虚线 233 代表下电极阵列 214 中的电极和上电极阵列 222 中的手指 231 电极之间的电场耦合。图 3 与图 2 相似, 不同的是在图 3 中, 上电极阵列 222 中的电极并非如图 2 中一样为复合电极, 而是传统实心电极。电场线 233 主要从下阵列 214 的电极穿过与上电极阵列 212 的电极之间的空间耦合至手指 231。短电场虚线 235 代表下电极阵列 214 的电极和上电极阵列 222 的电极之间的耦合。一些短电场虚线 235 从下电极阵列 214 中的电极的上表面耦合至上电极阵列 222 中的电极的下表面。其他短边缘电场虚线 235 (尤其是不靠近手指 231 的那些) 从下电极阵列 214 中的电极的上表面上耦合, 并且向下弯曲以到达上电极阵列 222 的电极的上表面。长电场虚线 233 代表阵列 214 中的电极的上表面与手指 231 的直接耦合, 因此弯曲至并且耦合至上电极阵列 222 中的电极的顶部的长电场虚线 233 较少。

[0063] 注意, 如果上电极阵列 222 中的电极为实心电极, 则它们会阻断来自下电极 214 的电场, 因此耦合至手指 231 的 E 场 233 主要在与上电极 222 之间的空间中生成。然而, 如果上电极可穿透, 如图 2 中的复合电极 212, 则它们就会允许电场穿过电极结构之间的空间。

[0064] 上电极阵列 (电极阵列 212 或 222) 和 / 或下电极阵列 214 的电极不必如图所示同时受到激励, 但示出了从上电极阵列和下电极阵列 214 的电极发出的电场以便举例说明。

[0065] 图 4 示出了包括三个上复合电极 342、343 和 344 的示例性触摸传感器 340, 这三个电极的宽度均为 W。复合电极 342、343 和 344 中的每一个均包括平行导体 355 (也在图 4a 的扩展视图 V1 中示出, 有时在复合电极的情况下称为中间导体)。复合电极 342、343 和 344 由宽度可以与每个复合电极内的导体间间距相等的空间间隔。导体的均匀间隔可以导致整个传感器的光学均匀度, 因此肉眼不容易看到导体。导体 355 电连接以通过 (例如) 一端或两端或可选地在中间位置 (图 4a 中的导体桥 359) 处的端部导体 351 和 352 形成复合电极。

[0066] 导体 355 的横截面尺寸可以小于 10 微米、小于 5 微米, 并且在某些实施例中可以小于 3 微米。具有这些直径的导体 355 可以得到足够的光学性能, 使得它们在具有透明触摸表面的较小显示器 (如实测对角长度小于 1 米的显示器) 上的可见度最小。较大的导体横截面可以用于较大的显示器, 这些显示器可能具有较大的像素。导体可以为拉制线、微细线、微触印刷的、微封装的或可由其他任何合适的方法制成。微触印刷导体可以为大约 2 微米宽 $\times$ 100-200 纳米厚, 并且可以由银、金或类似金属制成。微封装导体 355 的横截面尺寸可以为大约 3 微米 $\times$ 3 微米, 并且可以由铜或类似金属制成。或者, 微导体可以由铜或类似金属的拉制线制成, 其横截面尺寸可以为 (例如) 约 10 微米。微导体及其制备方法稍后在本专利申请中有所描述。

[0067] 导体 355 之间间隔的尺寸 G1 (图 4a) 可以在 50 微米和 4mm 之间。在一个实施例中, G1 可以在 0.5mm 和 1mm 之间。导体之间的间距可以在复合电极 342 和 343 的整个长度 L 上存在, 或可以使用电极 342 中规则或随机间隔的连接器桥 359 缩短间距, 如图所示或如美国专利申请 No. 12/393, 194 “Touch Screen Sensor Having Varying Sheet Resistance” (具有可变薄片电阻的触摸屏传感器) 中所述, 该专利申请以引用方式并入本文中。为获得最

佳电学性能,使上复合电极 342 和 343 的导体桥 359 最小,使得存在间距(从而允许产生穿过复合电极的电场)。在许多应用中,间距的长尺寸优选地与复合电极 342、343 和 344 的长尺寸处于相同方向,但也可以布置间距使其长尺寸垂直于复合电极 342、343 和 344 的长尺寸。这些原理适用于包括图案化为平行线或其他任何形状(包括圆形、六边形或正方形导体网络)的导体网络的电极。

[0068] 电极 358a、358b 和 358c 为下电极的三种可选类型。在图 4 的图示实施例中,这些电极位于包括复合电极 342、343 和 344 的平面下的单独平行平面上。电极 358a 的导体排列为互连六边形的各向同性网络,从而提供电容性质和一些屏蔽性质,但与类似于电极 358b(复合电极)的平行导体的电极相比,在透明触摸表面上一定程度地可见。在示例性实施例中,电极 358c 由透明 ITO 膜制成,电阻率为约 $600\ \Omega/\text{平方}$ 或更小。电极 358c 在小于 1MHz 的频率下通常具有良好的光学性质和良好的屏蔽性质。在电极 358b 与复合电极 342、343 和 344 的相交处,导体仅叠置于交点,并且有电介质材料填充交点之间的间隙。这样可以将电极 358b 与复合电极 342、343 和 344 之间的互电容耦合最小化。电极 358a 比 358b 的互电容耦合更强,这是因为其导体密度更高,并且电极 358a 的导体图案中存在水平导体元件。电极 358c 的互电容耦合强于电极 358a 或 358b。

[0069] 电极 358a 和 358b 也可以适用于上(可穿透)复合电极,前提条件是导体间间距(如 G1)相对于基板厚度更宽,因此电场将从下方电极穿透。诸如 343、344 和 358b 之类包括平行导体的复合电极也非常适用于交错电极构型,如美国专利申请公开 No. 2007/0074914A1 “Interleaved Electrodes for Touch Sensing”(用于触摸感测的交错电极)中所述,该专利申请以引用方式并入本文中。

[0070] 复合电极 342、343、344 和 358b 的阻抗(电阻性阻抗和电容性阻抗)可以各向异性。在这种情况下,导体取向方向的电阻率($\Omega/\text{平方}$)通常最低。复合电极 342、343、344 和 358b 生成的近场电场(特别是在尺寸 G1 的距离范围内)将呈现各向异性,因此平行平面上互相靠近的两个此类电极之间的每平方米的电容(C/M)将取决于电极的相对角度,其中平行电极产生最大的电容,垂直电极的互电容则最小。与导电性板状电极 358c 不同的是,复合电极 342、343、344、358a 和 358b 可在一定程度上被电场穿透,这取决于每个电极中网络的导体间距。

[0071] 在一个实施例中,可穿透上复合电极 342、343、344 中的导体可以称为微细线,并且可以通过微触印刷制成,如美国专利 No. 5,512,131 “Formation of Microstamped Patterns on Surfaces and Derivative Articles”(在表面及其衍生制品上形成微压印图案)和 No. 7,160,583 “Microfabrication Using Patterned Topography and Self-Assembled Monolayers”(使用图案化表面特征和自组装单层的微加工)中所述,这两个专利均以引用方式并入本文中。上复合电极 342、343、344 可以微触印刷到上基板(未示出)上,上基板可以由玻璃、PET 或任何其他合适的材料制成。或者,复合电极 342、343、344 可以通过微触印刷施加到下基板(未示出)。下电极 358a-c 可以通过微触印刷(如上文所述)施加到下基板(未示出),或可以施加微封装导体,例如,如美国专利申请 No. 61/076731 “Method of Forming a Microstructure”(形成微结构的方法)中所公开,该专利申请以引用方式并入本文中,或者可以使用 ITO 薄膜。或者,可以使用柔性印刷电路板或纤维强化塑料(即 PCB 材料)上的铜导体。

[0072] 可以使用本领域中已知的互电容测量方法和电路,通过测量指示复合上电极阵列中各导体和下电极阵列中各电极之间的电容的信号,来测量E场耦合。就类似于图1-4所示的矩阵触摸传感器而言,可以在施加任何触摸之前先测量节点处上电极和下电极之间的互电容,并且可以记录每个交点在没有触摸的情况下的电容水平。重复测量所有节点的电容,并且在发生触摸时,计算一个或多个交点的无触摸状态和近触摸状态之间的电容差值。触摸通常识别为大于预定阈值的电容变化。也可以用不同的阈值识别预触摸(悬浮)。

[0073] 制备复合电极

[0074] 图5a示出了传感器元件540的片段,其中平行导体550-568位于基板580上。在一个实施例中,导体550-568中的每一个均包括单个导体或多个平行导体或导体网络,如结合图4所描述。导体550-568彼此电隔离。基板580可以包括刚性玻璃或PMMA片材、PET卷材或任何其他合适的材料。当(例如)难以与导体550-568电接触时,可以使用易得的导电性油墨将可选的接触焊盘579添加到基板540上的每个导体。

[0075] 美国专利申请No.12/393,185“Touch Screen Sensor”(触摸屏传感器)、No.12/393,197“Touch Screen Sensor With Low Visibility Conductors”(具有低可见度导体的触摸屏传感器)、No.12/393,194“Touch Screen Sensor Having Varying Sheet Resistance”(具有可变薄片电阻的触摸屏传感器)、No.12/393,201“Methods of Patterning a Conductor on a Substrate”(在基板上形成导体图案的方法)和No.61/076,736“Method of Forming a Patterned Substrate”(形成图案化基板的方法)中另外描述了在基板上制备各个导体的各种方法,这些专利申请中的每一个以引用方式并入本文中。美国专利No.6,137,427“Multiple Input Proximity Detector and Touchpad System”(多输入接近检测器和触摸板系统)提供了制备包括细铜线的导体的更多细节,该专利以引用方式并入本文中。

[0076] 在一个实施例中,制备符合本发明的触摸传感器的方法的初始步骤是首先制造基板580,其中平行导体550-568间隔固定距离。基板580的尺寸可以足够大以适合要制造的最大触摸传感器的长度和宽度,或者也可以为任何其他合适的尺寸。

[0077] 在制造具有导体550-568的基板580后,可将所选导体550-568电耦合在一起以形成如图5b-5f所示的复合电极。可以通过将导电材料涂覆或印刷到基板540上或通过其他任何合适的方法来连接导体550-568。例如,相对于传感器基板541(图5b)的构型,端部导体570可以印刷到导体550-568和基板580上以形成三个复合电极,每个复合电极均由六个导体构成。如图5c和5d所示,端部导体572可以连接其他数量的电极550-568。端部导体可以电连接任何所需数量的电极以形成各种构型的可穿透复合电极。端部导体随后可以电连接到连接器或通过互连器573a和573b直接连接到电子器件(未示出)。另外,端部导体570和572可以设置在位于导体550-568上并且通过导电性油墨电连接到导体550-568的PC板或柔性印刷电路上,例如,如美国专利申请公开No.2007/0030254A1“Integration of Touch Sensors with Directly Mounted Electronic Components”(触摸传感器与直接安装电子元件的集成)中所述,该专利申请以引用方式并入本文中。图5e示出了具有交错电极图案的传感器元件544的构型。图5f中传感器基板545的构型示出了传感器元件545的例子,该传感器元件包括具有导体550-558的基板580,其中每个导体均由蜂窝状线网络制成。导体550-558通过端部导体575电耦合以形成复合电极。电耦合到复合电极的

互连器 573e 将电极连接到其他电子组件。

[0078] 如果传感器将具有两层或更多层电极,则这些层都可以由相同基板 580 或不同基板制成。例如,矩阵传感器可以通过将上层电极与下层层合而制成(如图 4 中相对于下复合电极 342、343 和 344 所示)。或者,一组电极可以由本文所述的工艺制成,而另一层电极可以由其他工艺或使用不同材料(如图案化 ITO 或任何其他所需材料)制成。

[0079] 传感器元件(如图 5b-5f 中所示的 541、542、543、544 和 545)一旦形成后就可以切割成一定尺寸,并且可以将上下电极层层合在一起。层合可以在切割之前进行,反之亦然。

[0080] 可以在制造传感器时将根据本发明制成的传感器定制为各种形状、尺寸和构型。例如,图 5a 中的传感器元件 540 可以包括其中电极间隔 1mm 或其他任何合适距离的基板 580(如 PET)。传感器元件 540 随后可以被构造用于制造图 5b-5f 中所示的传感器元件 541、542、543、544 或 545 中的任何一个或其他所需构型。图 5b 中的传感器元件 541 具有 5mm 宽的电极,图 5c 中的传感器元件 542 具有 8mm 宽的电极。传感器元件 543 具有 5mm 宽的电极,不同的是在边缘使用 1mm 宽的边缘电极 575 来改善传感器边缘附近的位置内插。“边缘条”电极的其他实施例在美国专利申请公开 No. 2008/0252608A1 “Touch Sensor with Electrode Array”(具有电极阵列的触摸传感器)中有所描述,该专利申请以引用方式并入本文中。传感器元件 544(图 5e)还具有边缘电极 575 和 5mm 宽的主电极,它们均连接到两个 1mm 宽的外电极,这两个外电极与相邻电极的外电极交错。上文所述电极间距和宽度中的每一个均可以根据本发明增大或减小。

[0081] 图 6 示出了示例性矩阵传感器 600 的分解图,其中平行导体 605 布置在多个 ITO 电极 608 上方。尽管在图示实施例中平行导体 605 和 ITO 电极 608 彼此垂直,但它们可以形成任何所需角度。在图 6 中,上平行导体 605 包括设置在基板 606 上的三十六个分立(未电耦合)的导体。这些分立导体构成的组(在该例子中,每个组包含六个导体)通过属于基板 620(如印刷电路板)的一部分的端部导体 621 电耦合以形成复合导体。ITO 电极 608 被涂覆到基板 610 上,该基板可以为玻璃、PET 或其他合适的材料。从 ITO 电极 608 到基板 625 上端部导体 626 的电连接的比率为 1 : 1(与导体 605 的分组不同,其比率为 6 : 1)。端部导体 626 和 ITO 电极 608 之间以及端部导体 621 和导体 605 之间的电连接可以通过美国专利申请 No. 11/377,976 “Integration of Touch Sensors with Directly Mounted Electronic Components”(触摸传感器与直接安装电子元件的集成)中公开的方法(该专利申请之前以引用方式并入本文中)或通过其他任何合适的方法(如银基料热固化导电性油墨)形成。

[0082] 还可以通过提供穿过矩阵传感器 600 的层从而提供触及导体 605 或电极 608 的通路的通孔来形成该矩阵传感器中的电连接。在电极 608 或导体 605 的一部分暴露的情况下,可以通过用诸如焊料、导电膏、连接器或耦合构件之类的导电材料填充通孔来形成电连接,使得导体 605 或电极 608 通过电连接耦合到连接构件。电极 608 或导体 605 可以电耦合至其他电子元件或装置,或电耦合至用于确定手指触摸位置的控制器。

[0083] 图 7a 示出了标记为“7a”的传感器 600 的一部分的横截面非分解图。可以使用粘合剂(未示出)将下基板 610 层合到上基板 602,或可以用其他任何合适的方法附接该下基板。电连接 729 将传感器的各种元件连接到主处理器(未示出)。

[0084] 图 7b 示出了与图 7a 所示对照的传感器 600 的替代构造。具体来讲,移除了上基

板,倒置了下基板 720,从而使其上表面成为触摸表面。电介质垫片 722(可以为压敏粘合剂(PSA)片材)层合在基板 606 和 610 之间。

[0085] 触摸传感器横截面仿真

[0086] 使用 Ansoft 公司 (Pittsburgh, PA) 以商品名“Maxwell 软件”(Maxwell Software) 销售的仿真器软件版本 3.1.04 仿真了示例性触摸传感器的横截面中对地电容的变化。图 8a 和 8b 示出了使用该软件仿真的两个触摸传感器设计的横截面。图 8a 包括符合本发明的可穿透复合上电极,图 8b 示出了采用传统实心上电极的触摸传感器的横截面。在图 8a 和 8b 中,手指 831(在该例子中,手指 831 被仿真为盐水溶液层)与上基板 811 接触,并且电容耦合至下电极 804。在图 8a 中,示出了复合导体的横截面,其中导体 802 是均匀间隔的。图 8b 示出了实心电极 822 的横截面。

[0087] 对于涉及对应于图 8a 和 8b 的传感器的所有测试,除非另外指明,否则都使用以下参数:

[0088]

参数	数值
仿真的 PMMA 相对介电常数	3.4
仿真的玻璃相对介电常数	5.5
手指 831	在横截面整个 40 微米厚度上延伸的盐水层。
尺寸 A10	1.10 毫米
尺寸 W10(等于中心间距)	200 微米
尺寸 W12(在传感器部分中居中)	550 微米 × 2 微米厚
导体 802 的尺寸	4 微米宽 × 2 微米厚
上电极 802 和 822 中导体的材料	铜
下电极部分 804 的材料	铜
下基板部分 803 的材料	PMMA
下基板 803 的厚度	50 微米
下电极 804 上的信号	1 伏特
上电极 802 和 822 上的信号	0 伏特
手指 831 上的信号	0 伏特

[0089] 对地电容测量

[0090] 图 9a 和 9b 分别示出了上下电极与手指 831 之间的仿真的电场耦合（电容）。x 轴示出了上基板 811 的厚度，单位为微米。厚度范围包括 50 至 400 微米（这是 PET 卷材的常见厚度），和 0.4mm（这可以仿真 PMMA 刚性基板）。图 9a 中上电极接仿真的 1V 信号，下电极接地（0 伏特）。图 9b 中下电极接仿真的 1V 信号，上电极接地。

[0091] 如本文所述，图 8b 中的上电极 822 为 550 微米宽，电极覆盖仿真区域的一半，选择该尺寸的部分原因是方便仿真。然而，50% 的覆盖百分比是用于测量对地电容的当前 ITO 电极的典型值。互电容触摸系统的上电极可以覆盖少至传感器面积的 1%、2%、5%、10% 或 20%，典型上 ITO 复合电极的宽度在 1mm 至 4mm 的范围内。

[0092] 图 9a 示出上电极 802 与手指 831 的电容耦合弱于宽电极 822 与手指 831 的耦合，并且随着基板厚度的增加，这两者对应的电容均减小。使用互电容方法时，下寄生电容通常会导致触摸造成的电容变化百分比较高。

[0093] 图 9b 比较了上电极为复合电极（图 8a）和为实心电极（图 8b）时下电极 804 与手指 831 的电容耦合。在该仿真期间，上电极 802 和 822 为 0 伏特，因此上电极会屏蔽从下电极 804 耦合至手指 831 的一部分 E 场。与实心电极 822 相比，可穿透上电极对下电极 804 和手指 831 之间 E 场的屏蔽更少，从而改善从下电极 804 至手指 831 的耦合。

[0094] 图 9c 示出了（上电极中）导体间间距和与上下电极 104 的耦合之间的关系。该模型是基于图 8a 所示的传感器，其中 $D3 = D4 = 100$ 微米且 $A10 = 1100$ 微米。 $W10$ 随着上电极导体数量的变化而变化。根据该例子，图 9c 示出，对于此仿真中使用的导体，如果包括复合导体的上电极导体均匀间隔（约相距 170 微米），则触摸工具与上电极的电容耦合等于触摸工具与下电极的耦合。一般来讲，包括复合电极的导体之间的间距可以小于电极至触摸表面的距离的 2 倍。最佳导体间距还将根据传感器基板的介电常数而有所不同。

[0095] 互电容测量

[0096] 图 9d 示出了与图 8a 和 8b 所示相对应的仿真传感器中上电极和下电极之间的仿真 E 场耦合（互电容）的结果。上基板 811 被仿真为 PMMA 和玻璃。玻璃有时是优选的，因为其具有耐久性，并且玻璃的介电常数通常高于 PMMA 的介电常数。50–100 微米范围内的玻璃可得自 Schott Glass 公司 (Mainz, Germany)（例如 Schott AF45 零碱薄玻璃和 Schott 0211 薄玻璃）。图 9d 示出由于存在手指 831 而导致的上下电极导体之间的互电容变化。当存在手指 831 时，由于 E 场的一部分从上电极导体转移到手指，因而互电容减小。给定上电极的微导体之间的间距为 200 微米，并且给定所测试触摸表面距离的范围，则在触摸由导体制成的电极期间的互电容变化明显高于实心电极（负斜率更大）。

[0097] 图 9d 还示出在上基板较薄时，由导体制成的上电极可以更好地改善互电容触摸测量。互电容与导体之间的间距以及上基板材料的介电常数有关。对于薄的上基板，更多导体（它们之间的间距更小）的性能将最佳，但对于较厚的上基板，导体之间更宽的间距会导致改善的性能（根据触摸导致的百分比变化）。对于小于 200 微米的尺寸 $D4$ （图 8a 和 8b），仿真的 200 微米上基板厚度得到了最佳结果，对于最大约 300 微米的 $D4$ ，该厚度得到了良好性能。上电极和触摸表面之间的厚度 $D4$ 可以小于上电极中导体之间间距的 2 倍。

[0098] 此外，图 8a 的传感器的上下电极之间的互电容在非触摸状态下的基准水平为 200pf（当基板 811 由 PMMA 制成时）或 240pf（当基板 811 由玻璃制成时）。这显著小于图 8b 的传感器的对应值，图 8b 的传感器的电极间电容为约 350pf（当基板 811 由 PMMA 制成

时)或 370pF(当其由玻璃制成时)。

[0099] 图 9e 示出了在存在和不存在触摸的情况下,图 8a 和 8b 的传感器的上下电极之间电容百分比变化。对于由多个微导体构成的复合电极,更大电容变化与更低基准水平(寄生)电容的组合在存在触摸时产生大得多的信号变化。

[0100] 二维触摸传感器仿真

[0101] 图 10a、10b 和 10c 示出了用于二维电极模型(而非图 9a-e 的横截面模型)的互电容仿真的传感器的示意图。使用了相同的仿真软件。图 10a、10b 和 10c 分别示出了电极排列 170、171 和 172,每个电极排列均包括互相垂直布置的两个电极(就传感器排列 170 和 171 而言,包括至少一个复合电极),其中上电极垂直取向,下电极水平取向。复合电极 161 和 162 均由四个间距相等的 0.18mm 直径平行导线构成,复合电极总宽度为 6mm。电极 165 和 166 为 0.18mm 厚的导电片材。将导线、导电片材和触摸工具近似视为理想导体以方便仿真。在存在触摸工具时,其触摸虚线正方形 163 表示的区域中的上电介质(覆盖)层。

[0102] 传感器 170 和 171 的剖视图将与分别相对于图 8a 和 8b 所示的剖视图相似,下电极 162 或 165 位于底部,0.23mm 厚的 PET(相对介电常数大致为 3)电介质位于上下电极之间,由 0.23mm 厚的 PET(相对介电常数为 3)制成的上电介质覆盖层位于上电极 161 上。在一些仿真中,向电介质覆盖层添加了额外的玻璃电介质(相对介电常数为 6,厚度为 1mm 或 2mm)。

[0103] 图 10c 的剖视图与图 8b 所示的剖视图相似,下电极 165 位于底部,0.23mm 厚的 PET(相对介电常数为 3)电介质位于上下电极之间,包括 0.23mm 厚的 PET(相对介电常数为 3)的电介质覆盖层位于上电极 166 上。在一些仿真中,向电介质覆盖层添加了额外的玻璃电介质(相对介电常数为 6,厚度为 1mm 或 2mm)。

[0104] 图 11a 为示出三条曲线的坐标图。每条曲线上的数据点表示在触摸工具接触电介质覆盖层以及不存在触摸工具时电极之间的互电容差值(ΔC_m)。曲线将与不同覆盖层厚度造成的 ΔC_m 变化相对应的数据点连接起来。顶部电介质的仿真厚度为:

[0105] • 0.23mm 的 PET;

[0106] • 0.23mm 的 PET 加上 1mm 的玻璃;和

[0107] • 0.23mm 的 PET 加上 2mm 的玻璃。

[0108] 根据图 11a 所示的曲线,表明具有厚电介质覆盖层的传感器构型 172(图 10c- 实心上电极和下电极)因触摸导致的互电容变化最大。在覆盖层厚度相对较薄(小于 0.25mm)时,实心电极上具有可穿透上电极的传感器构型 171(图 10b)具有更大的互电容变化,这符合图 9e 所示的较薄覆盖层的数据。传感器构型 170(图 10a- 可穿透上下电极)因触摸导致的互电容变化最小。

[0109] 图 11b 的坐标图表明,传感器构型 170(图 10a)由于两个电极之间寄生互电容的静态水平非常低(大约 0.12pF)而导致的互电容百分比变化最大。传感器构型 172(图 10c)的对应百分比变化最低,这是由于电极 165 和 166 交点处紧密靠近的两个电容器板导致的大寄生互电容(大约 2.5pF)所致。传感器构型 171(图 10b)的复合电极将寄生电容最小化为大约 0.75pF,从而使触摸导致的互电容变化为 8%至 32%,这取决于覆盖层厚度。

[0110] 检测的接近程度(手指将减小的电极间互电容的距离)与复合电极中导体的间距成正比(如结合图 8a 中的距离 D4 的讨论)。这可以用于有利于和协助确保直到手指非常

靠近触摸表面或接触触摸表面时才会检测到触摸。

[0111] 本专利申请涉及检测和定位靠近触摸传感器的手指。本发明不限于手指检测。可以使用本文所公开的装置和方法检测由几乎任何导电材料制成的工具。除非另外声明，否则触摸中使用的手指或导电物体通过电容和 / 或电阻（通常为数百至数千皮法）接地。

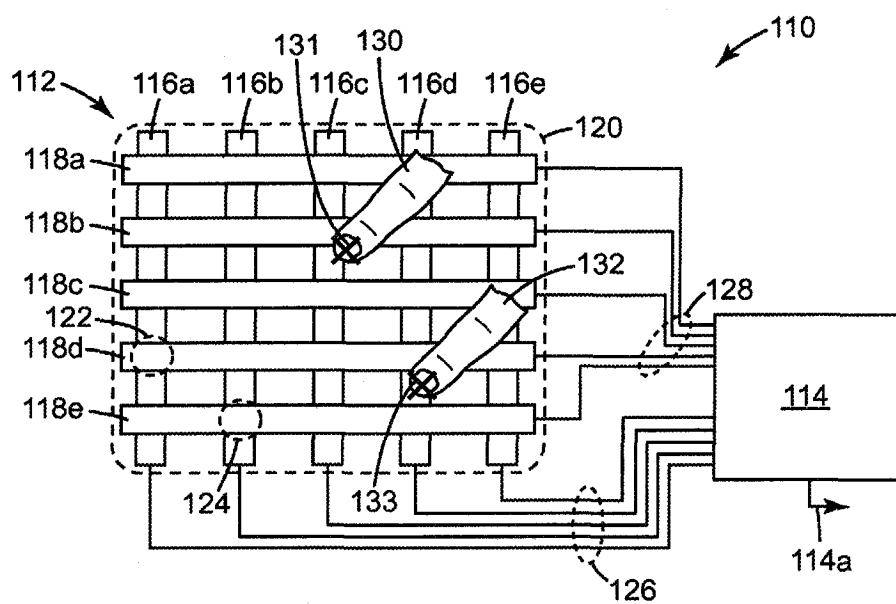


图 1

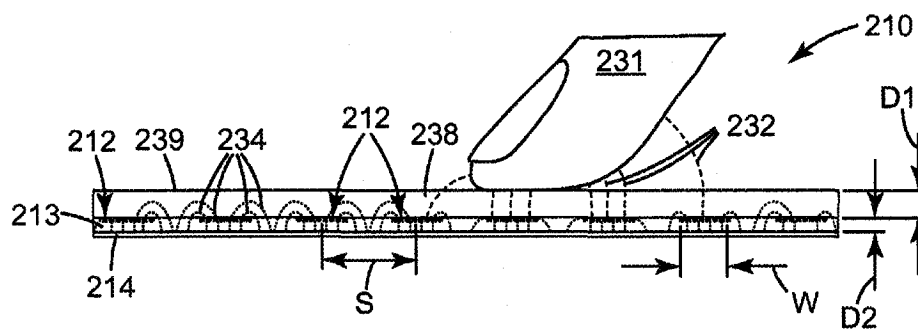


图 2

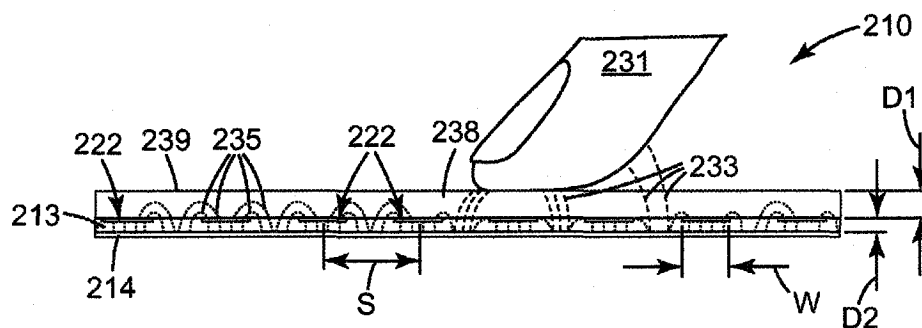


图 3

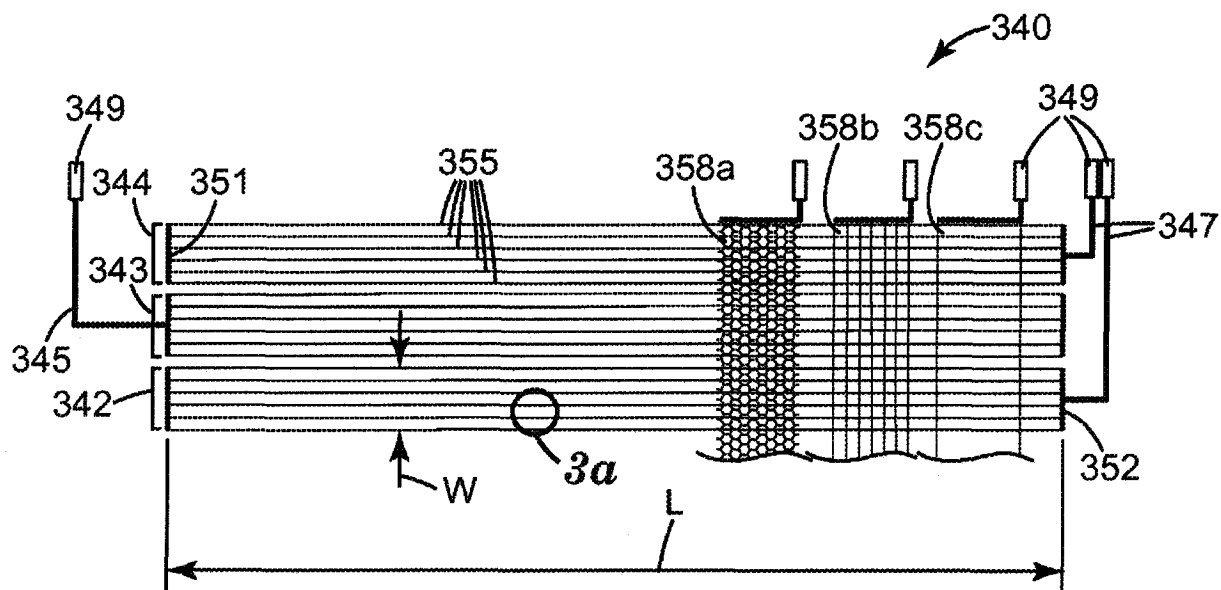


图 4

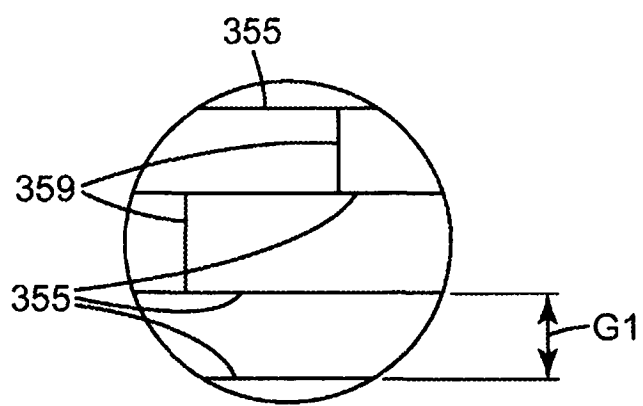


图 4a

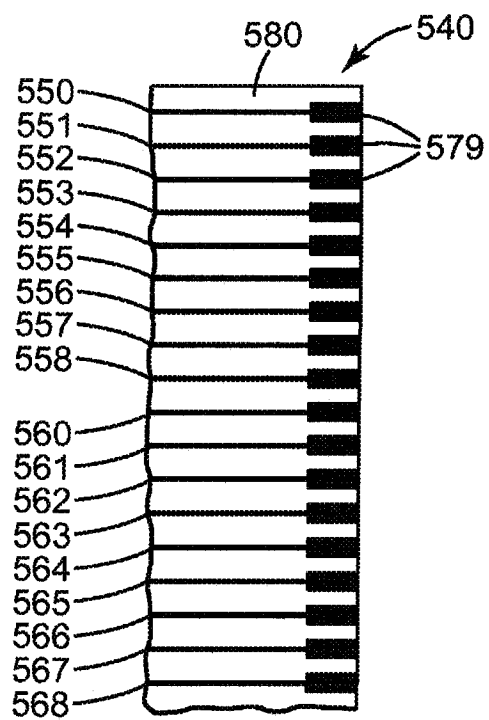


图 5a

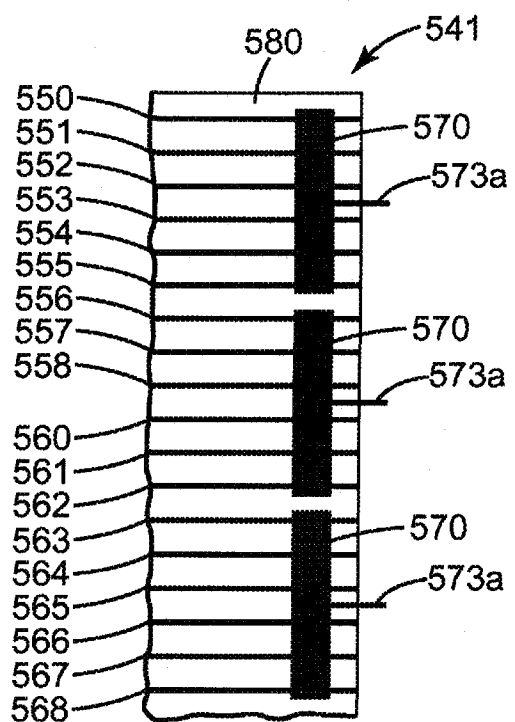


图 5b

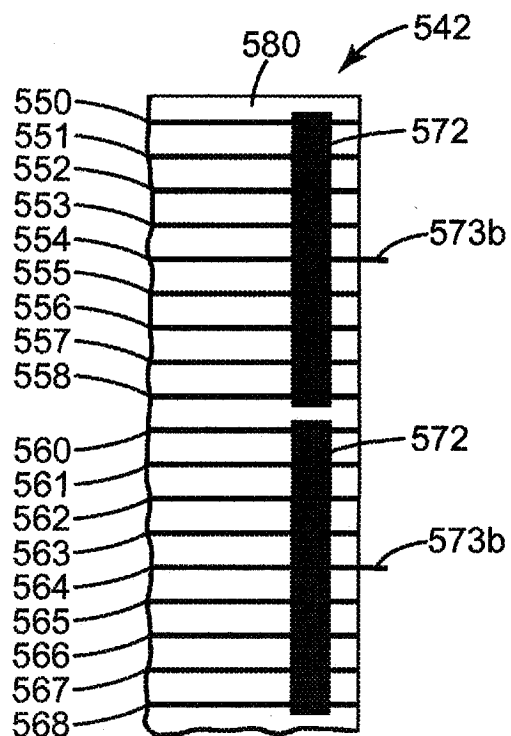


图 5c

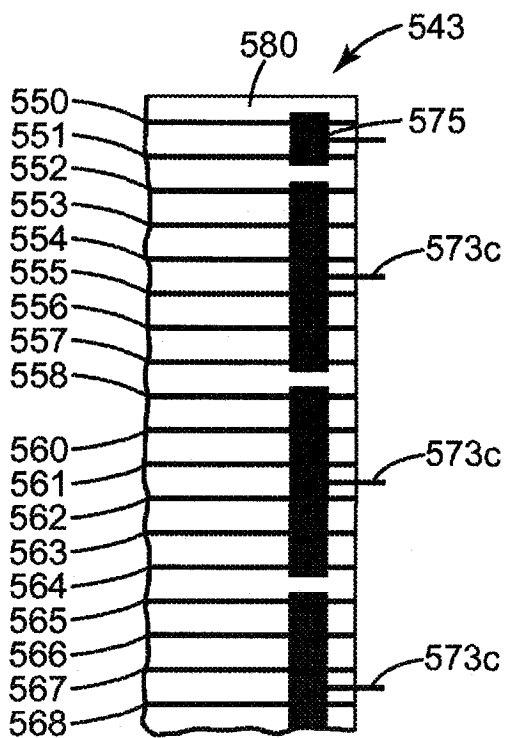


图 5d

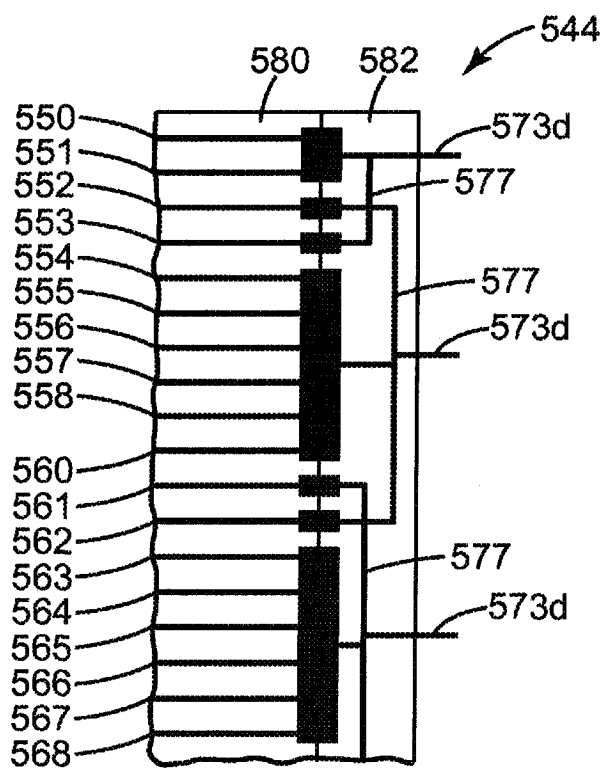


图 5e

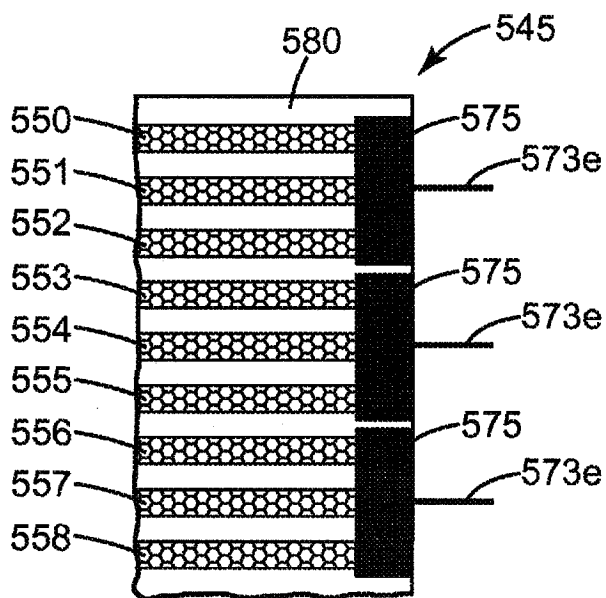


图 5f

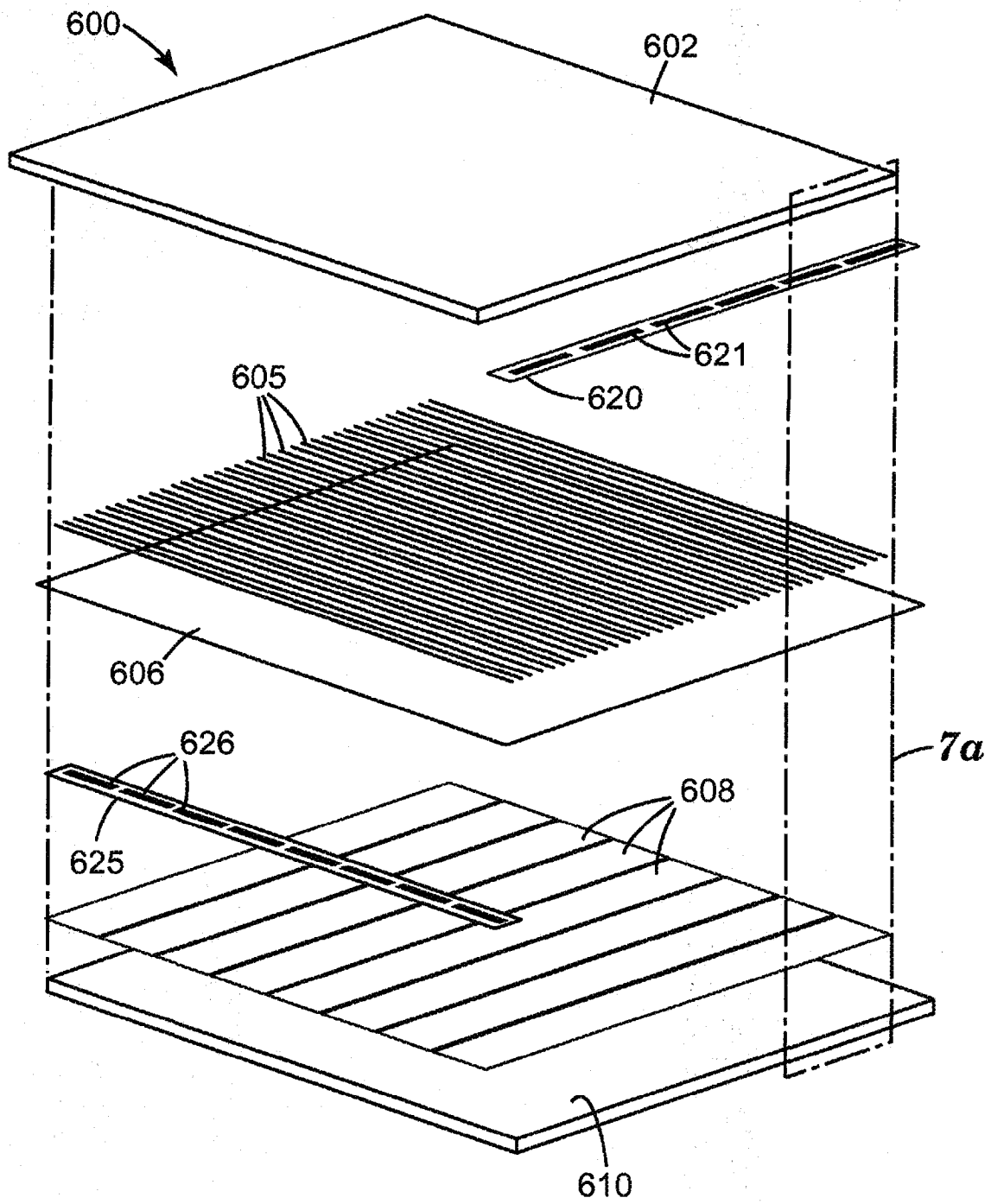


图 6

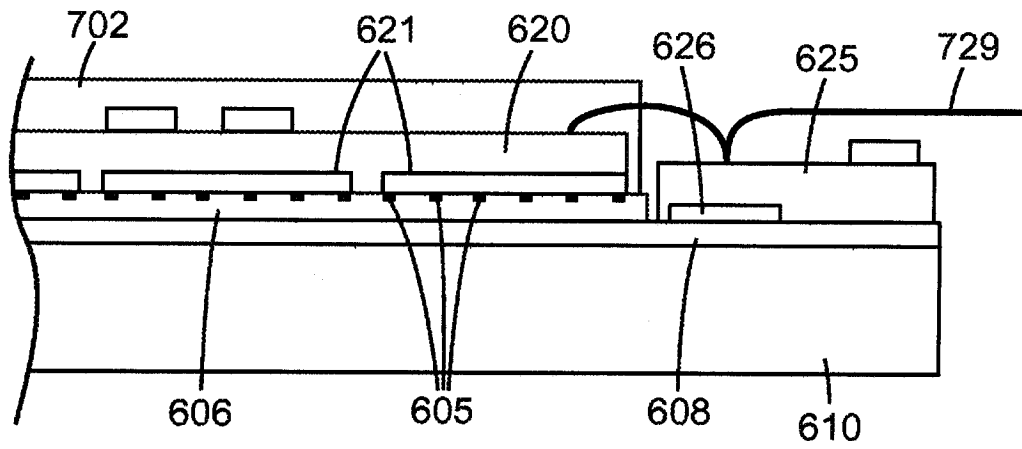


图 7a

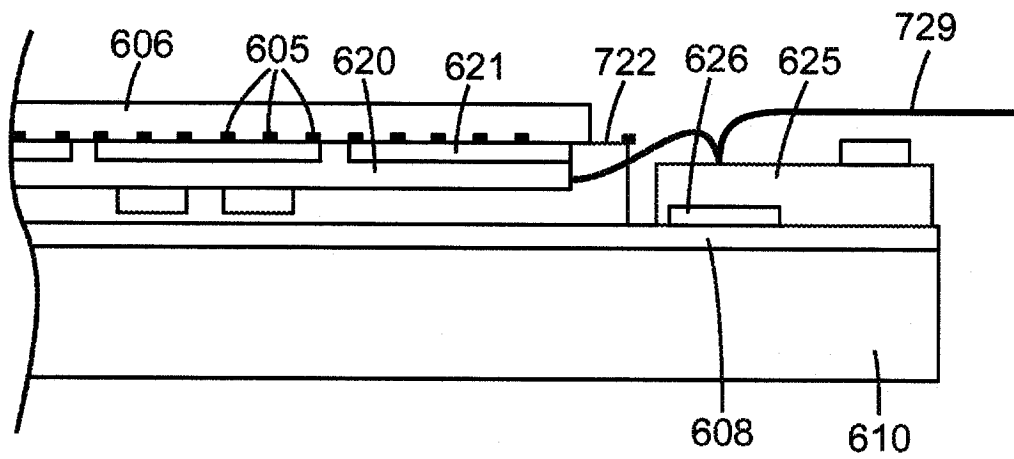


图 7b

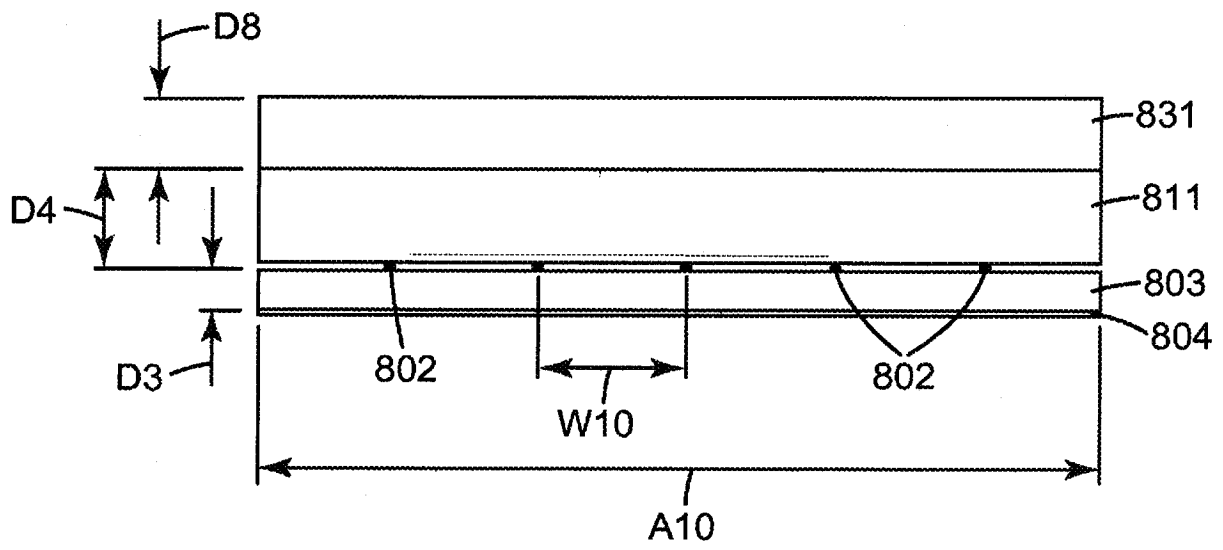


图 8a

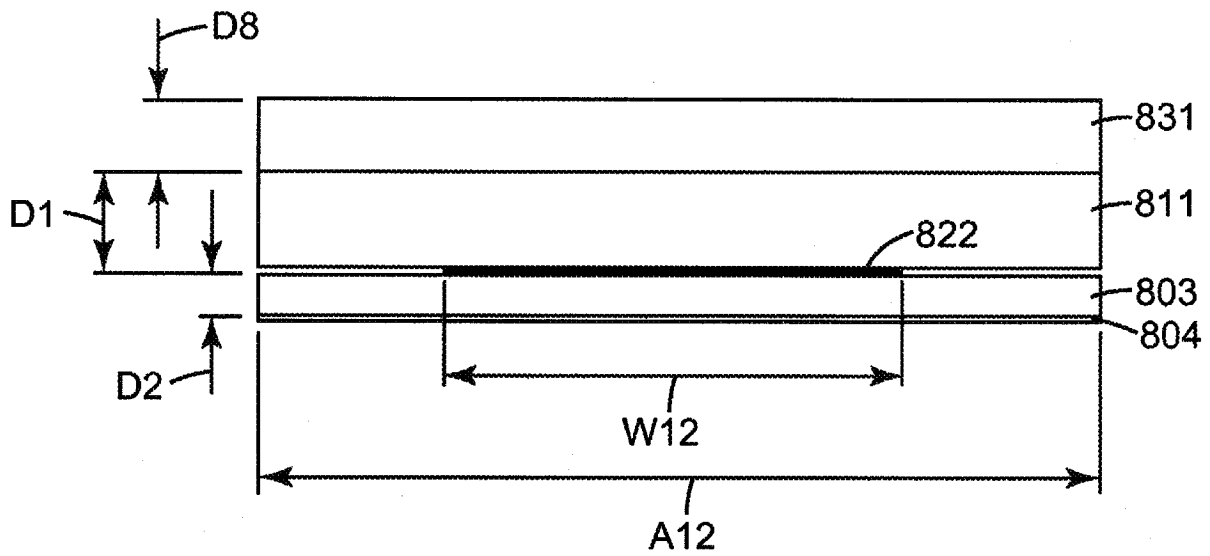


图 8b

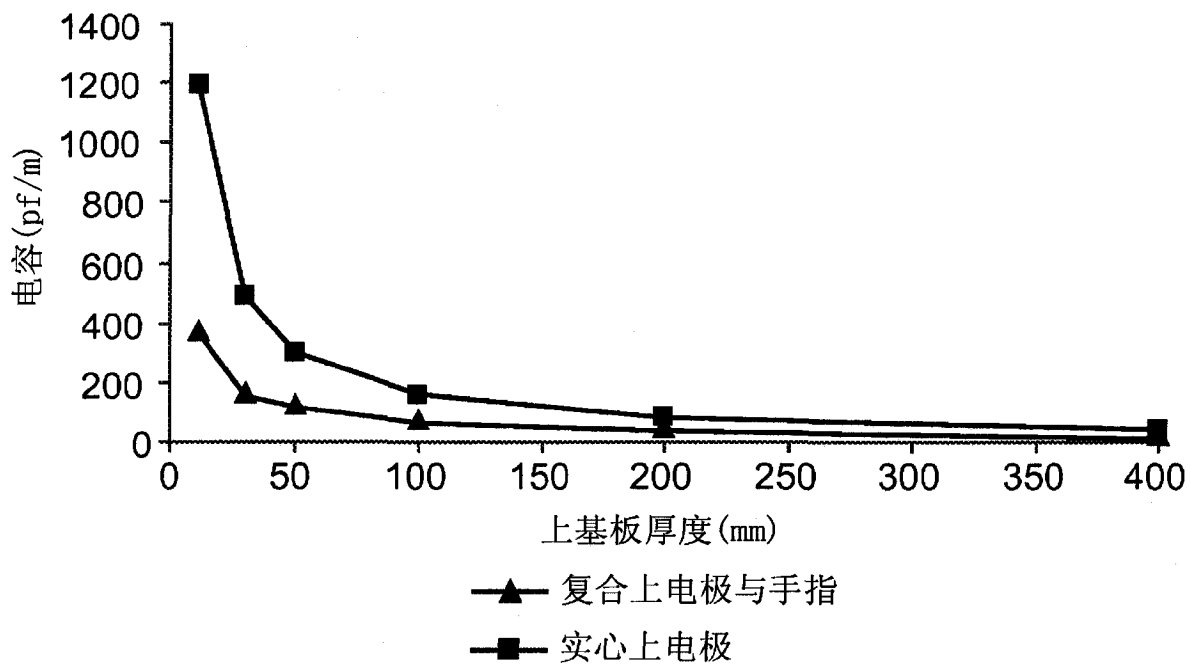


图 9a

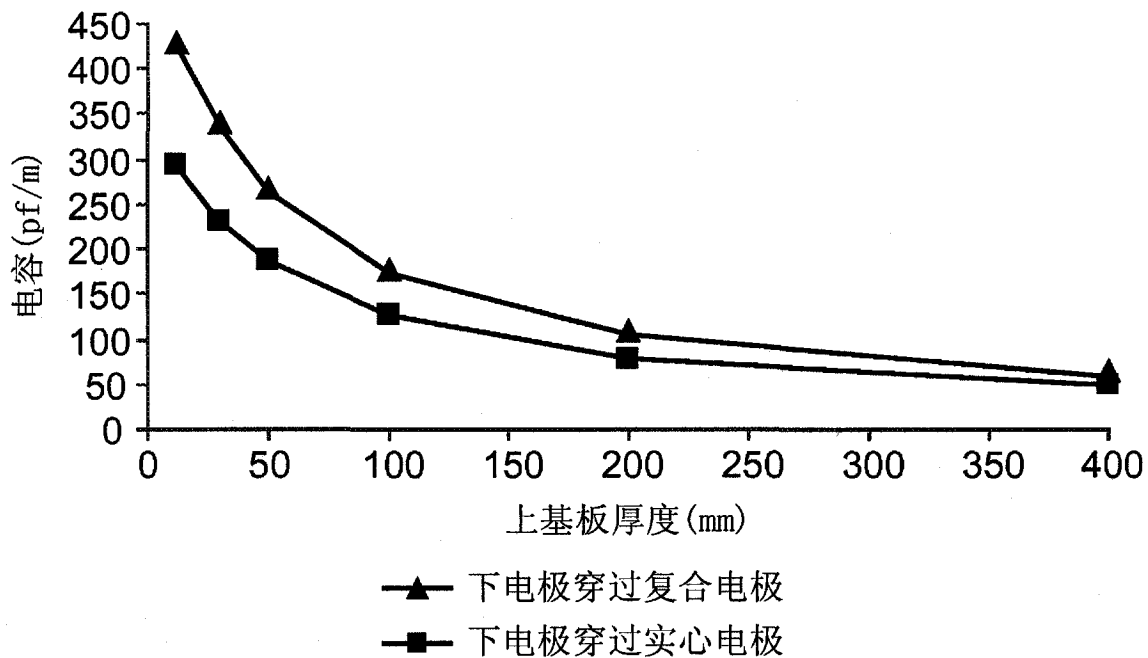


图 9b

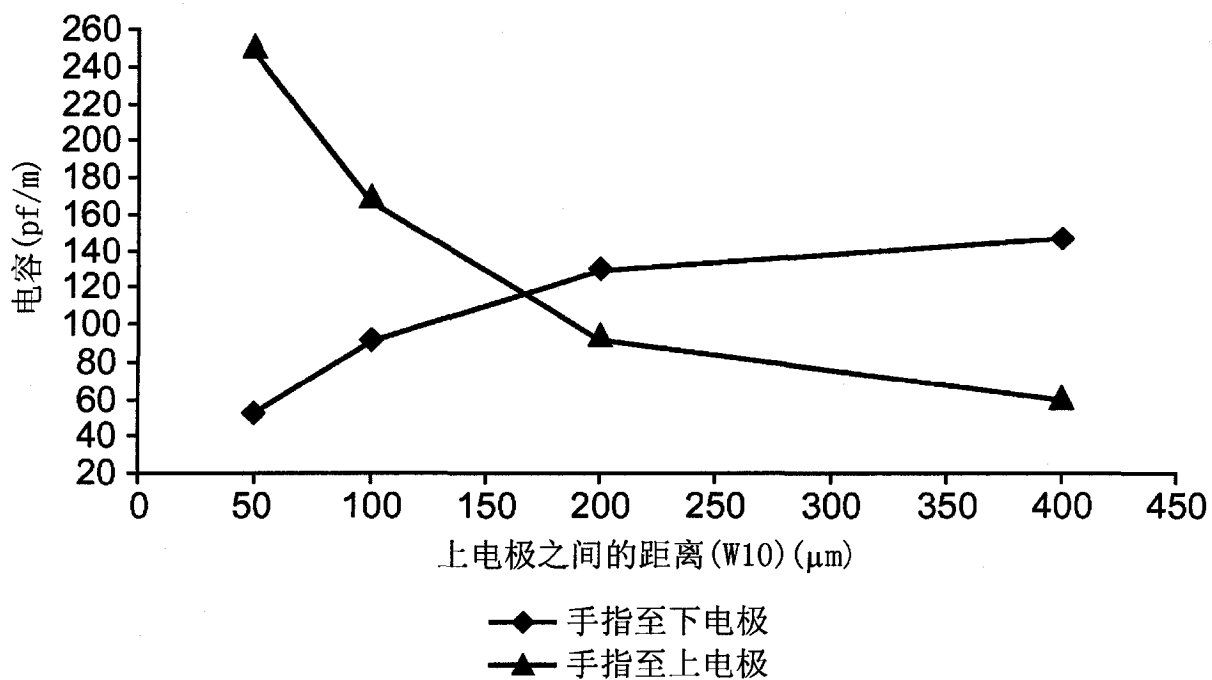


图 9c

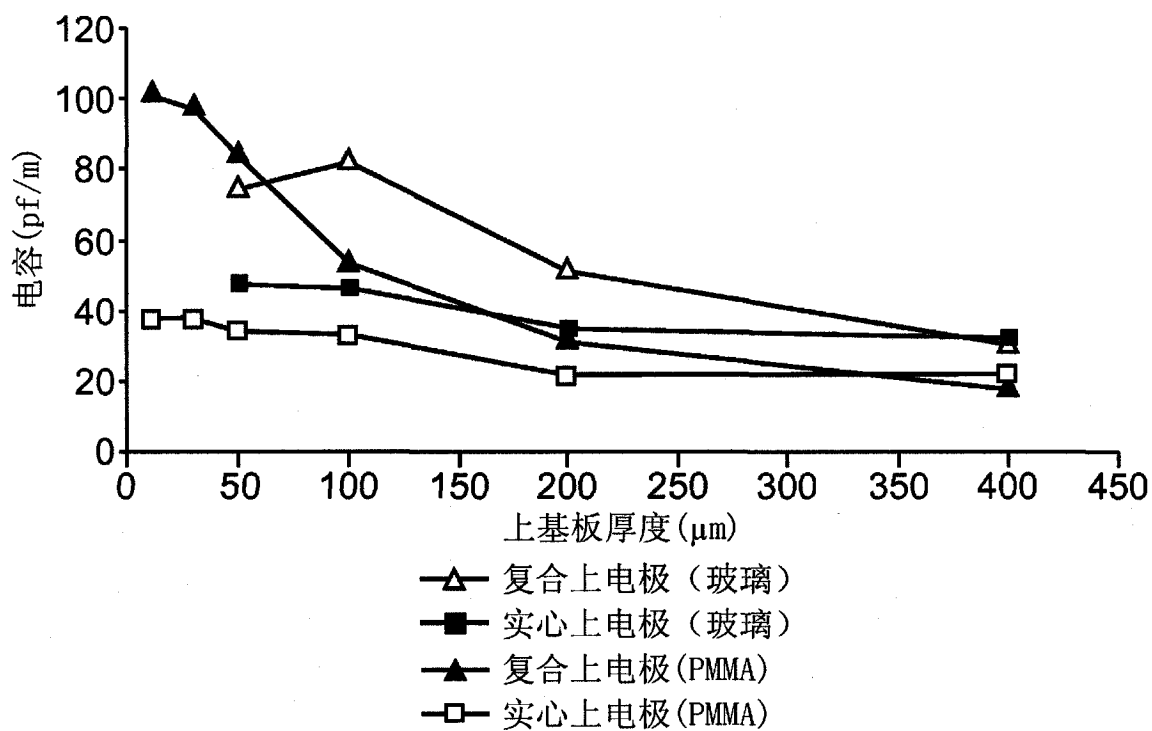


图 9d

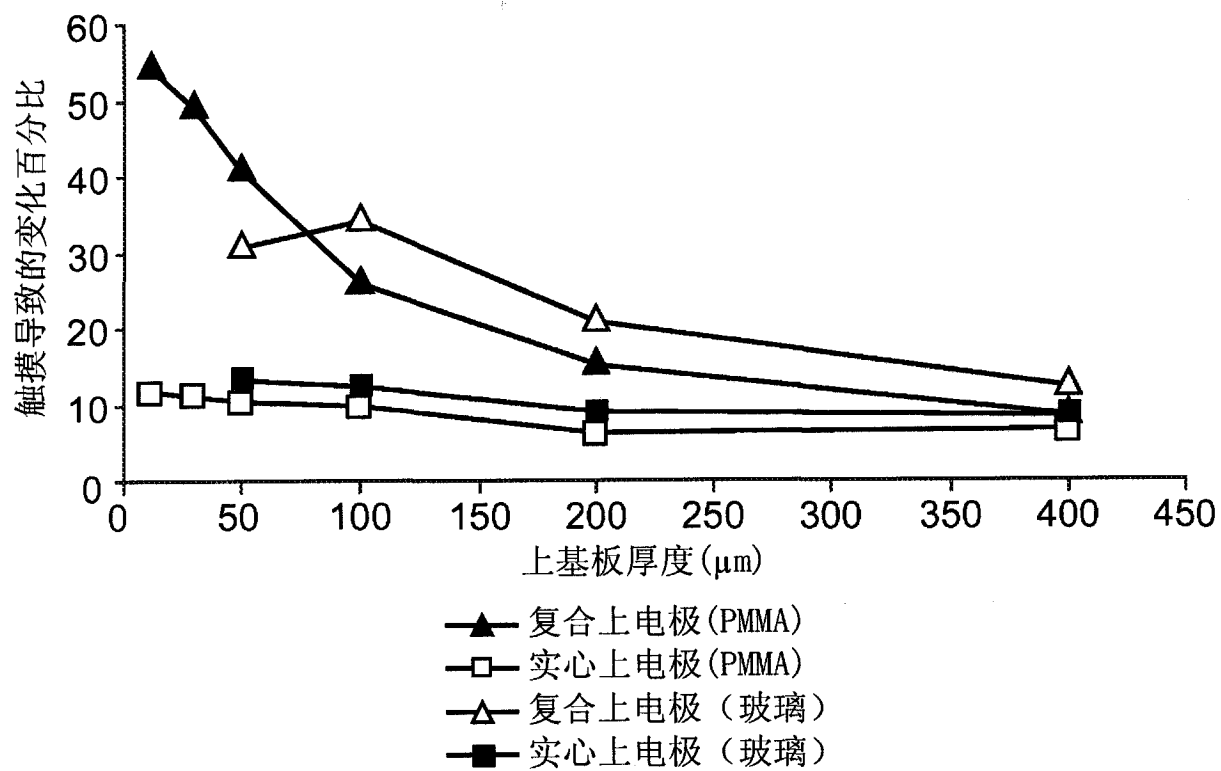


图 9e

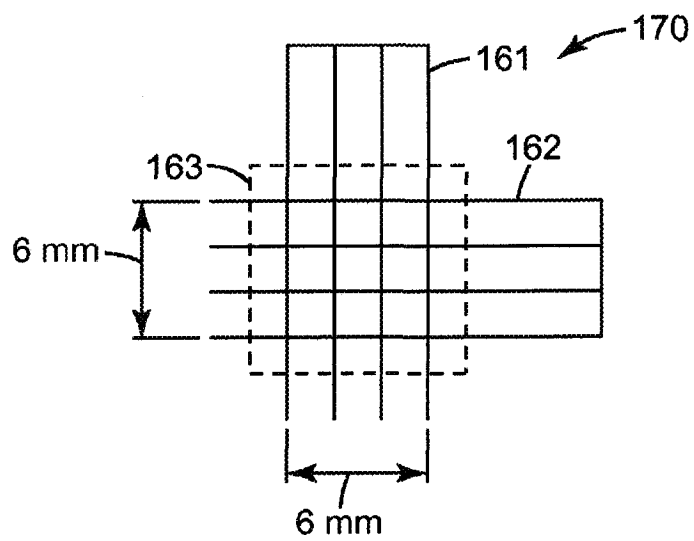


图10a

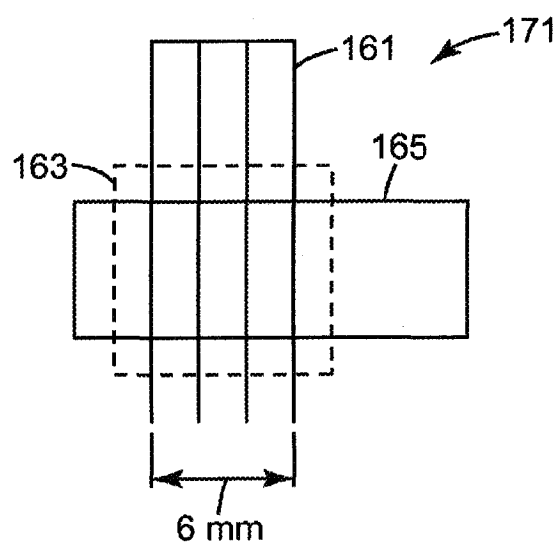


图10b

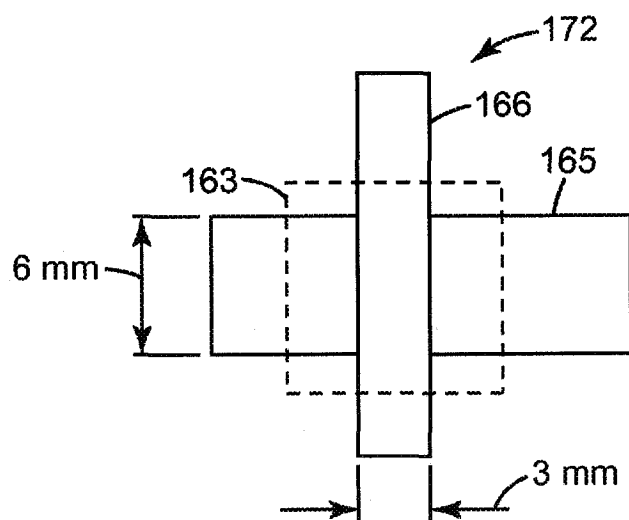


图10c

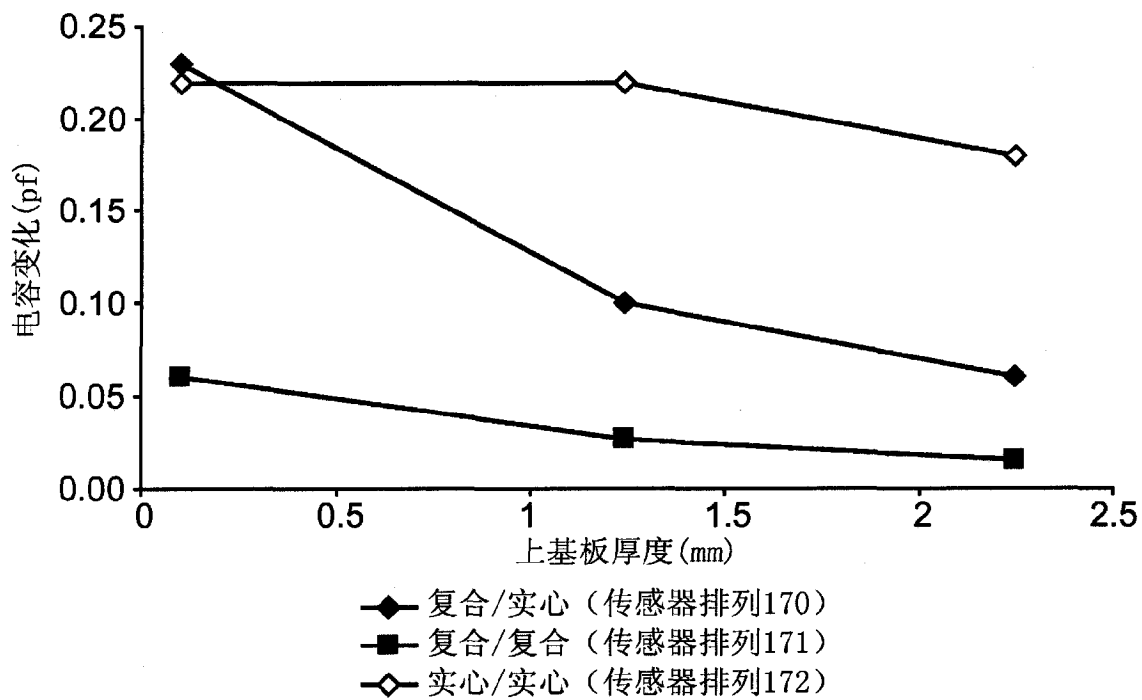


图 11a

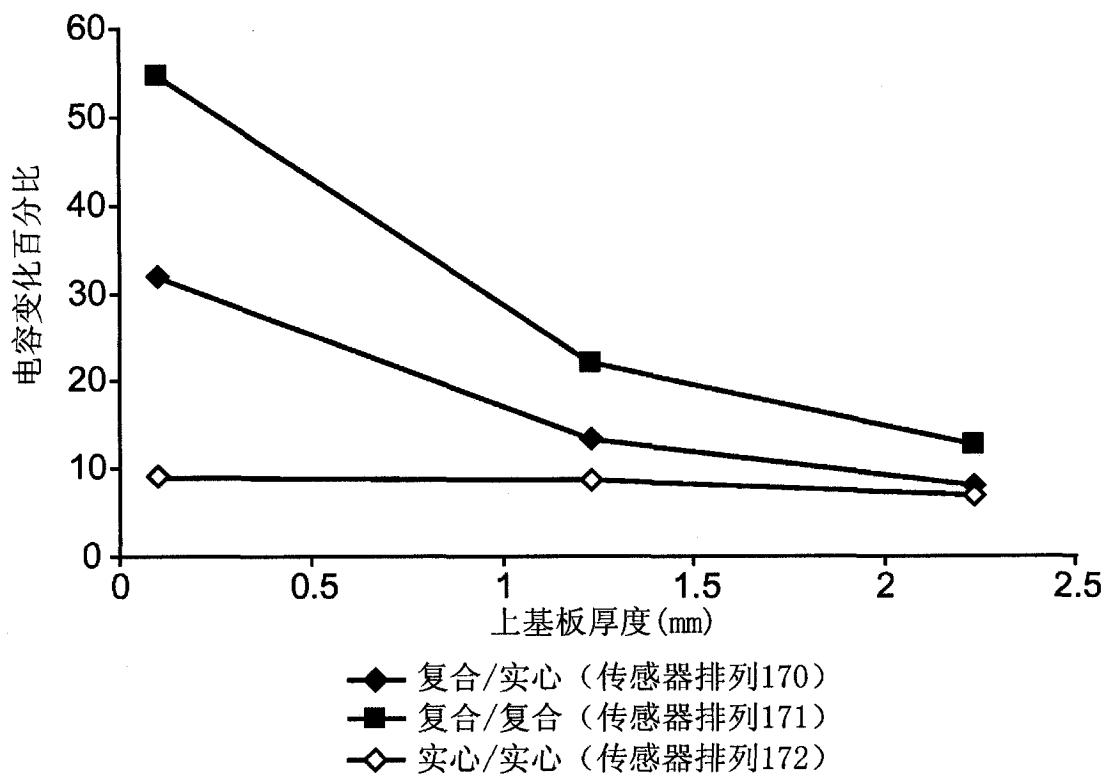


图 11b