



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 103713771 B

(45)授权公告日 2017.09.08

(21)申请号 201310733880.9

(22)申请日 2009.07.29

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 103713771 A

(43)申请公布日 2014.04.09

(30)优先权数据
61/085,693 2008.08.01 US

(62)分案原申请数据
200980136322.6 2009.07.29

(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 顾丽波

(51)Int.Cl.
G06F 3/041(2006.01)
G06F 3/044(2006.01)

(56)对比文件
US 2008158172 A1,2008.07.03,
US 6137427 A,2000.10.24,
US 2007062739 A1,2007.03.22,
JP 2003256136 A,2003.09.10,
CN 1671481 A,2005.09.21,

审查员 安杰

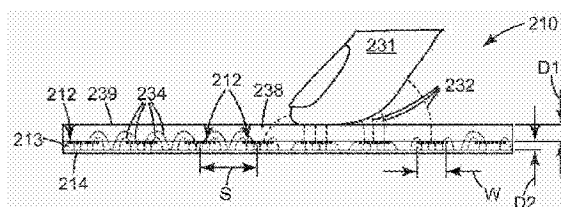
权利要求书1页 说明书12页 附图13页

(54)发明名称

具有复合电极的触敏装置

(57)摘要

本发明提供了具有上电极和下电极的矩阵触摸板,所述上电极为由多个间隔开的微细线制成的复合电极,并且允许例如下电极发出的电场在所述微细线之间穿过,从而以电容方式与手指之类的触摸物体耦合。



1. 一种多层触摸板,包括:

第一层,其包括透明触摸表面;

上电极层,其包括多个上复合电极,每个上复合电极包括多个间隔开的微细线;

下电极层,其包括多个下电极,所述上复合电极和下电极限定电极矩阵,所述电极矩阵在所述上复合电极和下电极相交处具有节点,并且其中所述上电极层设置在所述第一层和所述下电极层之间;以及

电介质层,其设置在所述上电极层和所述下电极层之间

其中所述多个上复合电极中的每一个上复合电极均构造为可被所述下电极层中的该上复合电极所处的节点处的对应下电极发出的电场穿透,以允许所述下电极层中的该下电极发出的所述电场穿过该上复合电极所包括的间隔开的微细线之间的空间以通过测量上复合电极和对应的下电极之间的互电容的变化来感测触摸物体。

2. 根据权利要求1所述的多层触摸板,其中所述微细线为金属或合金。

3. 根据权利要求1所述的多层触摸板,其中所述微细线的横截面尺寸小于20微米。

4. 根据权利要求1所述的多层触摸板,其中所述微细线的横截面尺寸小于10微米。

5. 根据权利要求1所述的多层触摸板,其中所述微细线的横截面尺寸小于5微米。

6. 根据权利要求1所述的多层触摸板,其中所述微细线的横截面尺寸在1和100微米之间。

7. 根据权利要求2所述的多层触摸板,其中所述下电极层的至少一些下电极为ITO。

8. 根据权利要求1所述的多层触摸板,其中所述上电极层的所述微细线覆盖所述上电极层的表面面积的2%或更少。

9. 根据权利要求1所述的多层触摸板,还包括设置在任意所述层之间、上方或下方的一个或多个附加层。

10. 根据权利要求2所述的多层触摸板,其中所述上电极层的上复合电极垂直于所述下电极层的下电极。

11. 根据权利要求1所述的多层触摸板,其中所述微细线不是ITO。

12. 根据权利要求2所述的多层触摸板,其中所述间隔开的微细线在所述上电极层上大致均匀地间隔。

13. 根据权利要求2所述的多层触摸板,其中构成至少一个上复合电极的所述间隔开的微细线的中心至中心间距小于4mm。

14. 根据权利要求13所述的多层触摸板,其中构成至少一个上复合电极的间隔开的微细线的数量为2至10的范围内。

15. 根据权利要求1所述的多层触摸板,还包括:

驱动电路,其配置为电驱动所述下电极中的至少一个;以及

接收电路,其配置为感测指示所述上电极层中的上复合电极和所述下电极层中的下电极之间的电容的信号。

16. 根据权利要求13所述的多层触摸板,其中至少一个上复合电极包括导体桥。

具有复合电极的触敏装置

[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. 61/085,693的优先权,该专利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摸装置之间的电容耦合来识别触摸发生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、键盘和指针设备的使用,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性连接到导电性触摸工具(例如用户的手指)时,可以感应输入。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,其中信号施加到电极上。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。互电容触摸屏将信号施加到被驱动的电极上,该电极通过电场以电容方式耦合到接收器电极。靠近的物体会减小两个电极之间的信号耦合,因为该物体会减小电容耦合。

[0008] 电容触敏装置通常包括矩阵形式的两个长窄电极阵列。阵列可以位于两平行平面上,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等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,并且减小触摸带来的电容变化效应。

[0009] 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。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多次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,使得电场穿透电极以电容方式与触摸物体(如手指)耦合。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,从而确定触摸事件的发生以及其位置。

[0011] 在一个实施例中,描述了多层触摸板,该触摸板包括:第一层,其包括透明触摸表面;上电极层,其包括由多个微细线导体构成的多个复合电极;下电极层,其包括多个电极,上电极和下电极限定电极矩阵,该矩阵在上电极和下电极相交处具有节点,其中上电极层设置在第一层和下电极层之间;以及电介质层,其设置在上电极层和下电极层之间。微细线可以具有从1至100微米的不同宽度,并且可以由金属或合金制成。

[0012] 在另一个实施例中,描述了识别触敏装置上的触摸位置或近触摸位置的方法,该方法包括使用电子控制器感测指示设置在矩阵型触摸传感器中的重叠上电极和下电极之间的互电容变化的值、靠近触摸传感器处出现物体而导致的互电容变化,其中上电极为由多个微细线导体构成的复合电极。

[0013] 在一些实施例中,本文描述的复合电极可以允许触摸事件和非触摸事件之间有更大的互电容变化,这意味着(例如)对触摸的敏感度更高并且噪声和寄生电容的影响更小。

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,其中一些上电极以电容方式耦合至手指,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,其中一些下电极以电容方式耦合至手指,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,其平行导体位于基板上;

[0021] 图5b示出了传感器基板的片段,其端部导体以电学方式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,其端部导体以电学方式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,其端部导体以电学方式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,其端部导体以电学方式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,其端部导体以电学方式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示出了具有固体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电容耦合以及固体上电极与手指之间电容耦合的曲线图;

[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)以及上电极为固体电极时下电极与手指之间电容耦合的曲线图;

[0033] 图9c为示出导体间间距(在上电极中)与手指及上下电极间耦合的关系的曲线图;

[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互电容变化的曲线图;

[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互电容变化百分比的曲线图;

[0036] 图10a示出了两个复合电极彼此垂直取向的二维电极构造;

[0037] 图10b示出了复合上电极垂直于固体下电极取向的二维电极构造;

[0038] 图10c示出了固体上电极垂直于固体下电极取向的二维电极构造;

[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曲线图;以及

[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曲线图。

[0041] 在以下所示实施例的描述中,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,可以应用这些实施例,并且可以进行结构上的修改。附图和曲线图用于对本发明进行举例说明,且未按比例绘制,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] 下面将结合附图对本发明进行更完整的描述,其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,且不应限于在这里给出的实施例;相反,提供这些实施例是为了使本发明全面且完整,并向本领域的技术人员完整传达本发明的范围。在说明书中相同的附图标记表示相同的元件。

[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,也可以为局部公共电压。

[0045] 互电容(Cm)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也常常称为丙烯酸玻璃。

[0051] 图1示出了示例性触摸装置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查看物体, 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突出, 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不同宽度, 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对电极电容耦合的效果。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。如本文进一步所述, 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处于不同的平面(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为电极彼此最靠近的区域中的电极的几何尺寸的函数。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, 手指以电容方式耦合至电极矩阵。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多次施加给触摸装置不同位置的多个不同触摸。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能够检测的明显同时发生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,具体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,如按照从第一个到最后驱动电极的扫描顺序。在这些电极中的每一个受到驱动时,控制器监控其他电极组,这些电极称为接纳电极(行电极118a-e)。控制器114可以包括连接到所有接纳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,感测单元为多个接纳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触摸着触摸表面239。上电极阵列212通过上基板238与触摸表面239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可以为玻璃纤维增强塑料(FRP)(如用于制造计算机板卡),也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通过下基板213与下电极阵列214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,以允许来源于上电极阵列212中电极之间的下电极阵列214中的电极的电场与触摸(或附近)手指耦合。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中的电极可以为由细线、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。该耦合穿过构成上电极阵列212的复合电极中的空间而发生。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(主要是不靠近手指231的那些)代表边缘电场,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(并且连接至)手指231,因此它们中耦合至下电极阵列214中的电极的电场线更少。

[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、用于基板的材料以及上电极阵列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中的电极手指231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,而是传统固体电极。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(主要是不靠近手指231的那些)从下电极阵列214中的电极的上表面向上耦合,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更少。

[0063] 注意,如果上电极阵列222中的电极为固体电极,则会阻断来自下电极214的电场,因此耦合至手指231的电场233主要在上电极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中间导体的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)端部导体351和352的一端或两端或可选地在中间位置(图4a中的导体桥359)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更小的显示器(如实测对角长度小于1米的显示器)上的可见度尽可能低。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中的规则或随机间隔的连接桥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尽可能小,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,间距的长边优选地与复合电极342、343和344的长边处于相同方向,但也可以布置间距使其长边垂直于复合电极342、343和344的长边。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的平面下的分开的平行平面上。电极358a的导体排列为互连六边形的各向同性网络,它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 Ω /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相交处,导体仅覆盖交点,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造,如美国专利申请公开No.2007/0074914A1“Interleaved Electrodes for Touch Sensing”(触敏交错电极)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)可以是各向异性的。在这种情况下,导体取向方向的电阻率(Ω /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电容(C/M)将取决于电极的相对角度,平行电极将产生最大的电容,且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,具体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”(在表面形成微印刷图案及其衍生制品)和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分子层的微加工)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可以通过微触印刷涂敷到下基板(未示出)。下电极358a-c可以通过微触印刷(如上文所述)涂敷到下基板

(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每个导体和下电极阵列中每个电极之间的电容的信号,来测量电场耦合。就类似于图1-4所示的那些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)、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)、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)、12/393,201“Methods of Patterning a Conductor on a Substrate”(在基板上图案化导体的方法)和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,这些专利中的每一个都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模板系统)提供了制备包括薄铜线的导体的更多详细信息,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,其具有间隔固定距离的平行导体550-568。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] 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)的构造,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可穿透复合电极的各种构型。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的构造。图5f中传感器基板545的构造示出了传感器元件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构成。导体550-558通过端部导体575电连接以形成复合电极。电连接到复合电极的互连器573e将电极连接到其他电子组件。

[0078] 如果传感器具有两层或更多层电极,则这些层可以由相同基板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、尺寸和构造。例如,图5a中的传感器元件540可以包括电极间隔1mm或其他任何合适的距离的基板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任何所需构造。图5b中的传感器元件541具有5mm宽的电极,且图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”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,其具有布置在多个ITO电极608上方的平行导体605。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(未电连接)的导体。这些分立的导体构成的组(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电连接以形成复合导体。ITO电极608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上的端部导体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,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(该专利在上文中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的层的通孔来形成该矩阵传感器中的电连接,从而接触导体605或电极608。在电极608或导体605的一部分暴露的情况下,可以通过用焊料、导电性糊剂、连接器或耦合构件之类的导电材料填充该通孔来形成电连接,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可以电连接至其他电子元件或装置,或电连接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,或由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。特别的是,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] 触摸传感器横截面模拟

[0086] 使用Ansoft公司(Pittsburgh,PA)以商品名“Maxwell软件”(Maxwell Software)销售的模拟器软件版本3.1.04模拟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示出了使用该软件模拟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示出了采用传统固体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被模拟为盐水溶液层)与上基板811接触,并且以电容方式耦合至下电极804。在图8a中,示出了复合导体的横截面,其具有均匀间隔的导体802。图8b示出了固体电极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,否则均使用以下参数:

[0088]

参数	数值
模拟的PMMA相对介电常数	3.4
模拟的玻璃相对介电常数	5.5
手指831	在整个横截面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(在传感器横截面中居中)	550微米×2微米厚
导体802的尺寸	4微米宽×2微米厚

[0089]

上电极802和822中导体的材料	铜
下电极横截面804的材料	铜
下基板横截面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

[0090] 对地电容测量

[0091] 图9a和9b分别示出了上下电极与手指831之间的模拟的电场耦合(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,也可以为0.4mm,它可以模拟PMMA刚性基板。图9a中上电极接模拟的1V信号,而下电极接地(0伏特)。图9b中下电极接模拟的1V信号,而上电极接地。

[0092] 如本文所述,图8b中的上电极822为550微米宽,电极覆盖模拟区域的一半,选择该尺寸的部分原因是方便模拟。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%，典型的上ITO复合电极的宽度在1mm至4mm的范围内。

[0093] 图9a示出上电极802耦合至手指831的电容小于宽电极822耦合至手指831的电容，并且随着基板厚度的增加，这两个电容均减小。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比较高。

[0094] 图9b比较了上电极为复合电极(图8a)以及为固体电极(图8b)时从下电极804耦合至手指831的电容。在该模拟期间，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的一部分电场。与固体电极822相比，可穿透上电极对下电极804和手指831之间电场的屏蔽更少，从而改善从下电极804至手指831的耦合。

[0095] 图9c示出了(上电极中)导体间间距和从上下电极104的耦合之间的关系。该模型基于图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，对于此模拟中使用的导体，如果构成复合导体的上电极导体均匀间隔(约相距170微米)，则触摸工具至上电极的电容耦合等于触摸工具至下电极的耦合。一般来讲，构成复合电极的导体之间的间距可以小于电极至触摸表面之间距离的2倍。最佳导体间距还根据传感器基板的介电常数而有所不同。

[0096] 互电容测量

[0097] 图9d示出了与图8a和8b所示相对应的模拟传感器中上电极和下电极之间的模拟电场耦合(互电容)的结果。上基板811被分别模拟为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德国美因茨Schott Glass公司(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，由于电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固体电极(负斜率更大)。

[0098] 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(并且它们之间的间距更小)的性能最佳，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)，模拟的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。

[0099] 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，其电极间电容为约350pF(当基板811由PMMA制成时)或370pF(当其由玻璃制成时)。

[0100] 图9e示出了在存在和不存在触摸的情况下，图8a和8b中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。

[0101] 二维触摸传感器模拟

[0102] 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

模拟的传感器的示意图。使用了相同的模拟软件。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的两个电极(在传感器排列170和171的情况下,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直径的平行导线构成,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模拟。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。

[0103] 传感器170和171的剖视图与分别相对于图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=3)电介质位于上下电极之间,且由0.23mm厚的PET(相对介电常数=3)制成的顶部电介质覆盖层位于上电极161上。在一些模拟中,向电介质覆盖层添加了额外的玻璃电介质(相对介电常数=6,厚度=1mm或2mm)。

[0104] 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=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=3)的电介质覆盖层位于上电极166上。在一些模拟中,向电介质覆盖层添加了额外的玻璃电介质(相对介电常数=6,厚度=1mm或2mm)。

[0105] 图11a为示出三条曲线的曲线图。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。顶部电介质的模拟厚度为:

- [0106] • 0.23mm的PET;
- [0107] • 0.23mm的PET加上1mm的玻璃;以及
- [0108] • 0.23mm的PET加上2mm的玻璃。

[0109] 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造172(图10c—固体上电极和下电极)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,固体电极上具有可穿透上电极的传感器构造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。传感器构造170(图10a—可穿透上下电极)因触摸导致的互电容变化最小。

[0110] 图11b的曲线图表明,传感器构造170(图10a)由于两个电极之间寄生互电容静态水平非常低(约0.12pF)而导致的互电容百分比变化最大。传感器构造172(图10c)的百分比变化最低,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(约2.5pF)所致。传感器构造171(图10b)的复合电极将寄生电容最小化为约0.75pF,从而使触摸导致的互电容变化为8%至32%,具体取决于覆盖层厚度。

[0111] 检测的接近程度(手指将减小电极间互电容的距离)与复合电极中导体的间距成比例(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。

[0112] 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。

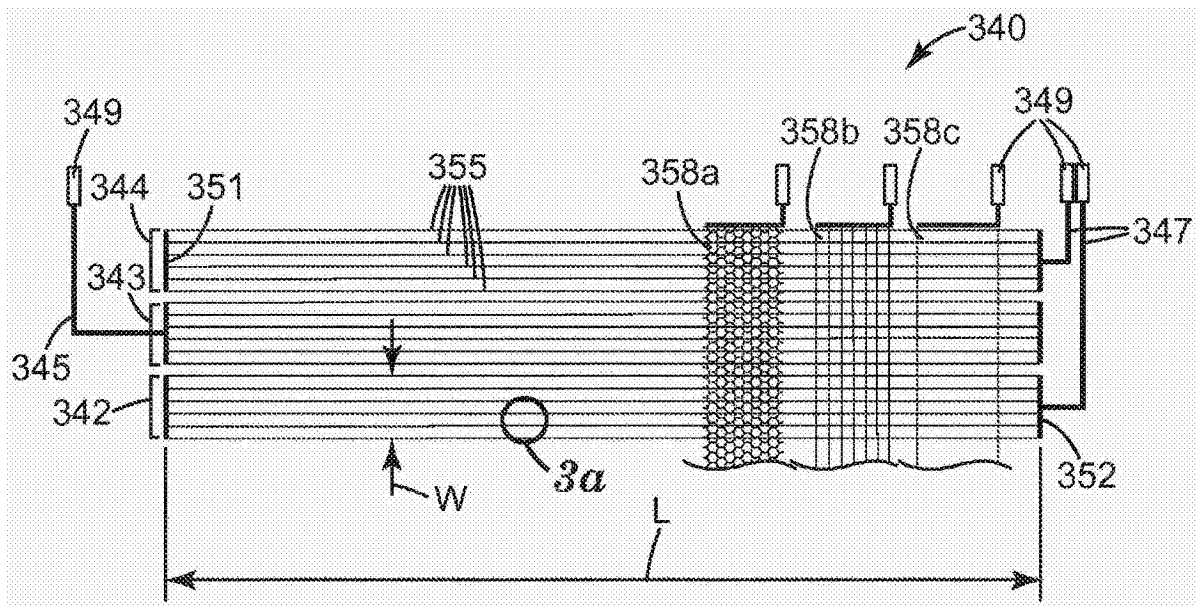


图4

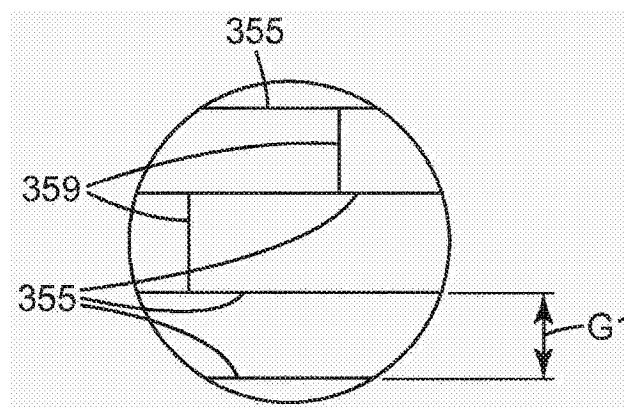


图4a

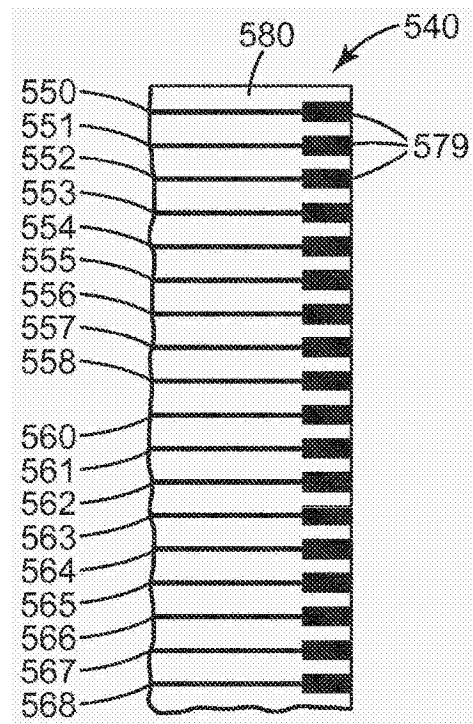


图5a

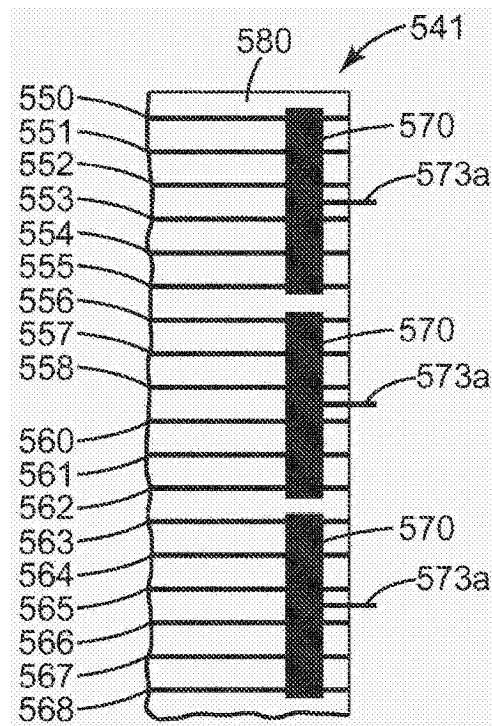


图5b

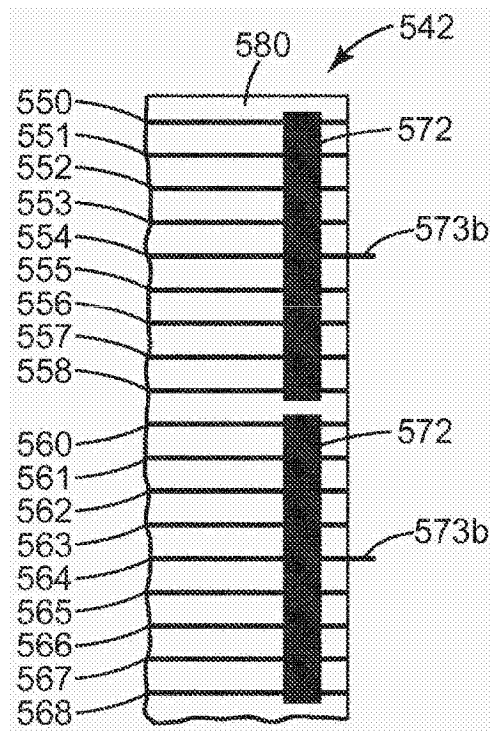


图5c

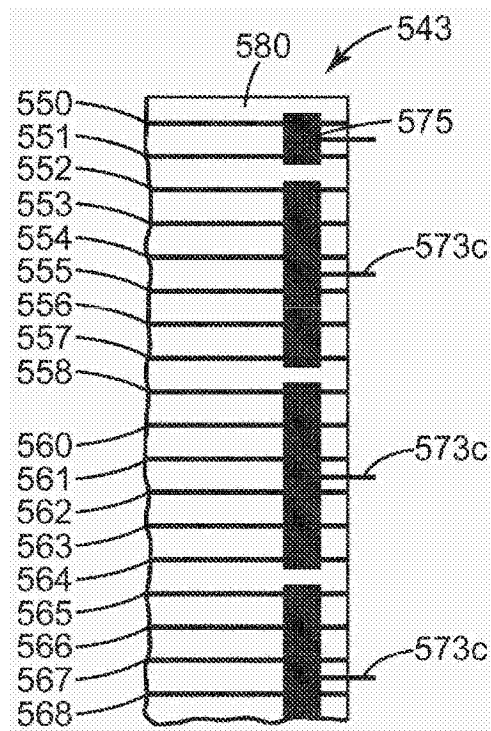


图5d

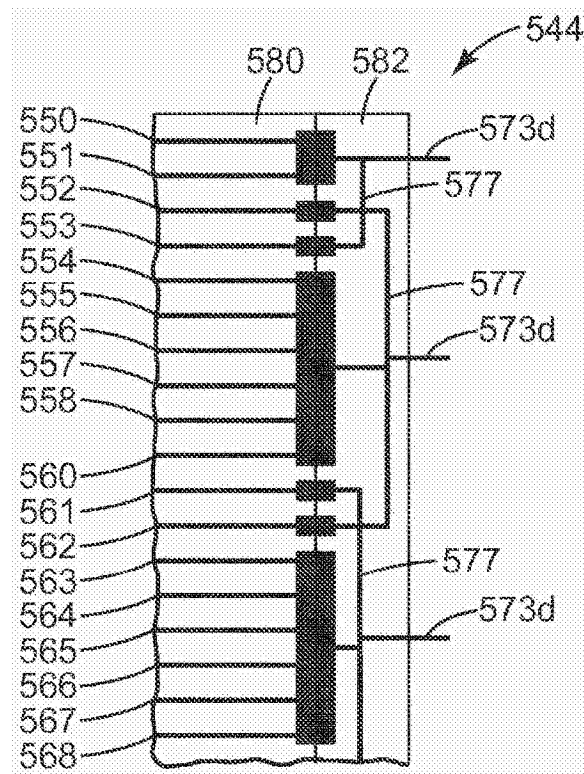


图5e

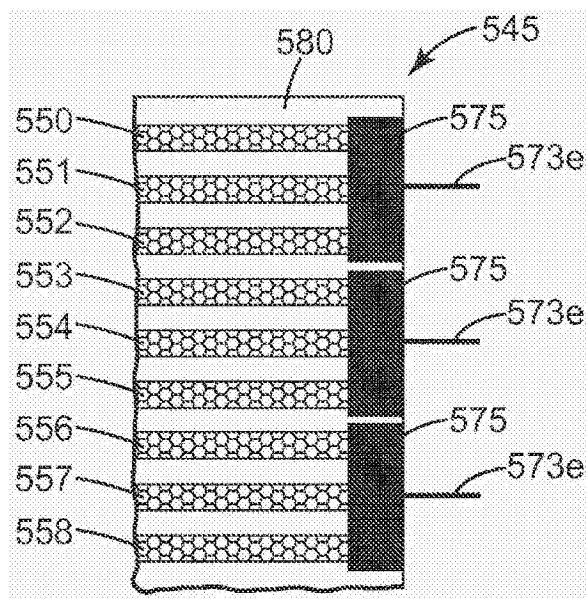


图5f

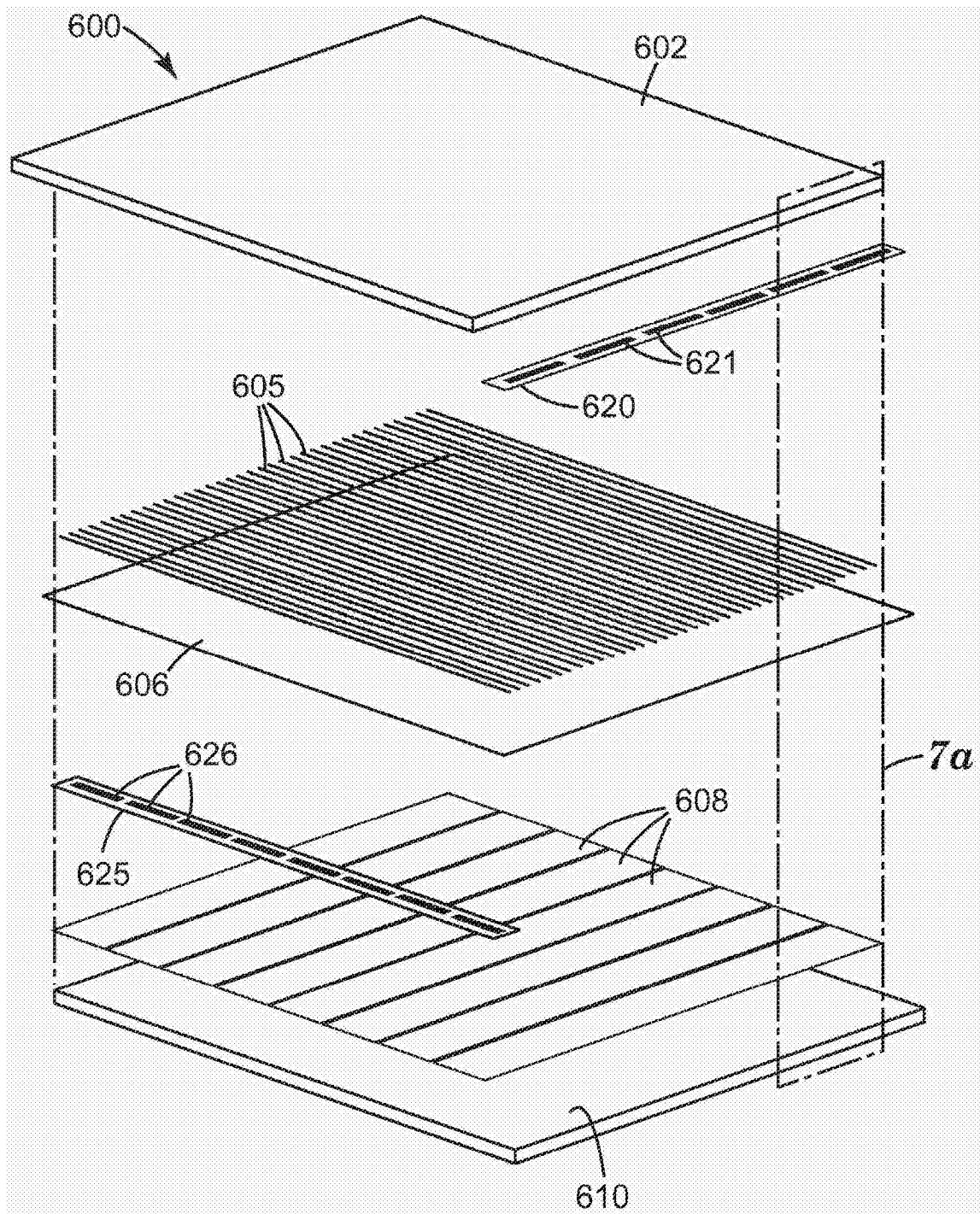


图6

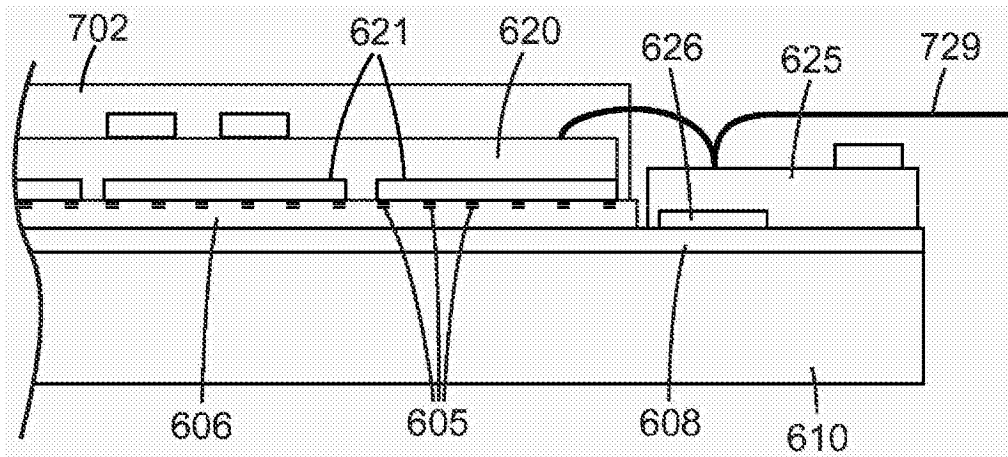


图7a

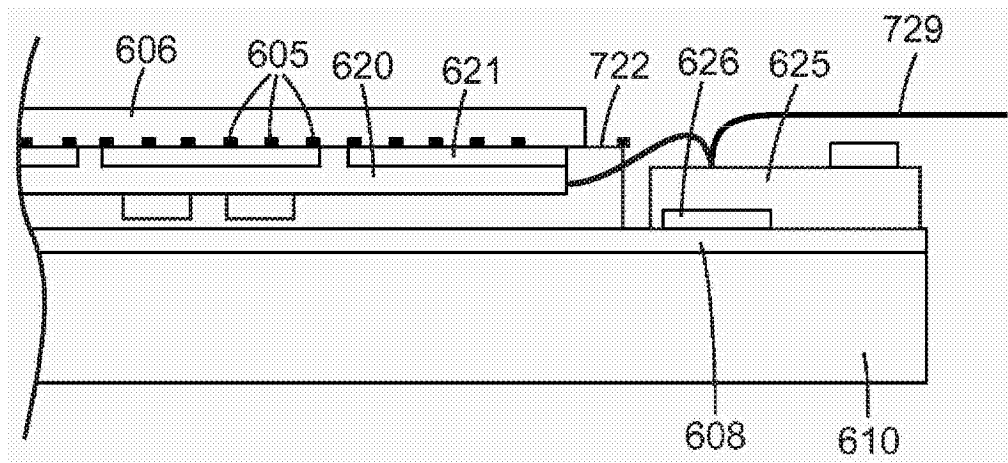


图7b

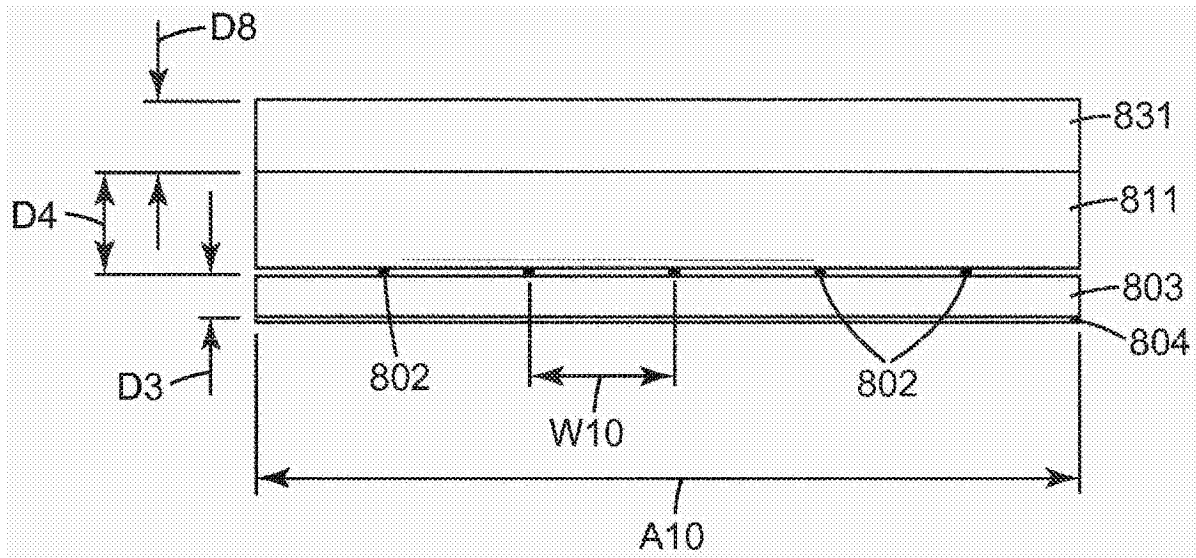


图8a

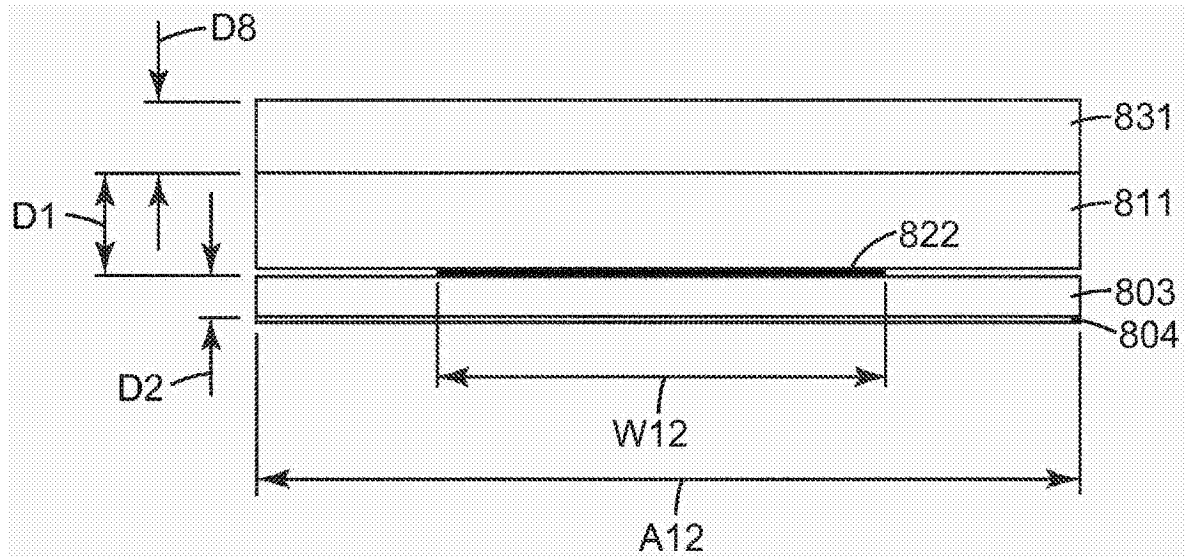


图8b

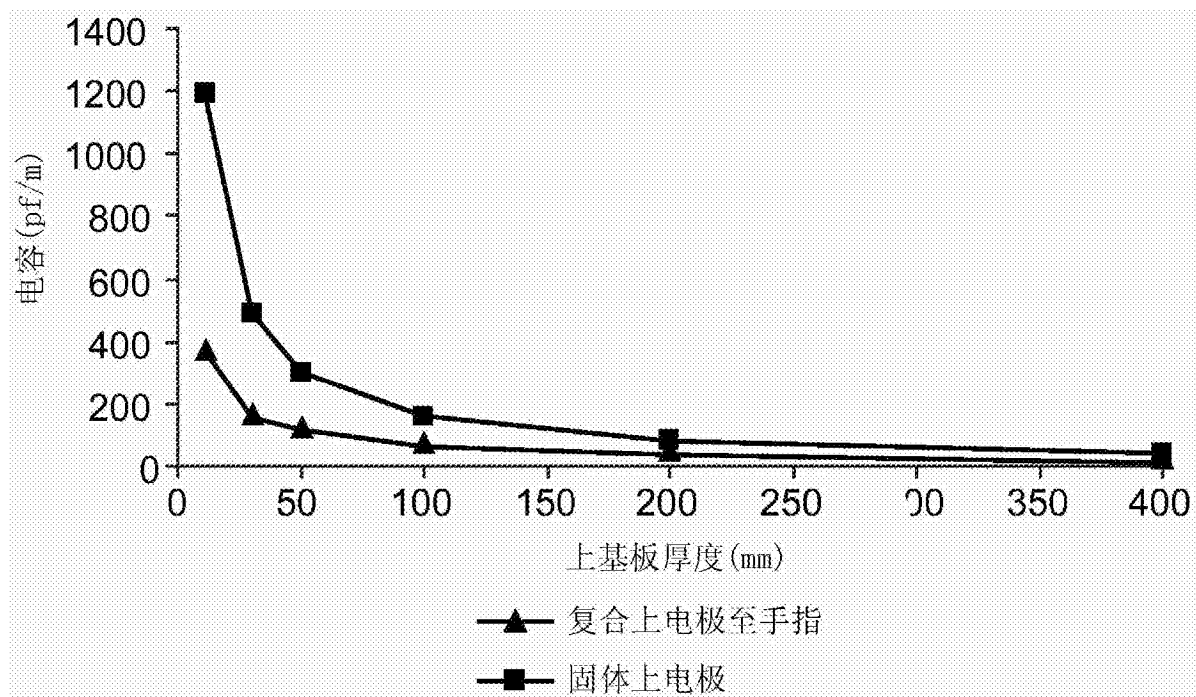


图9a

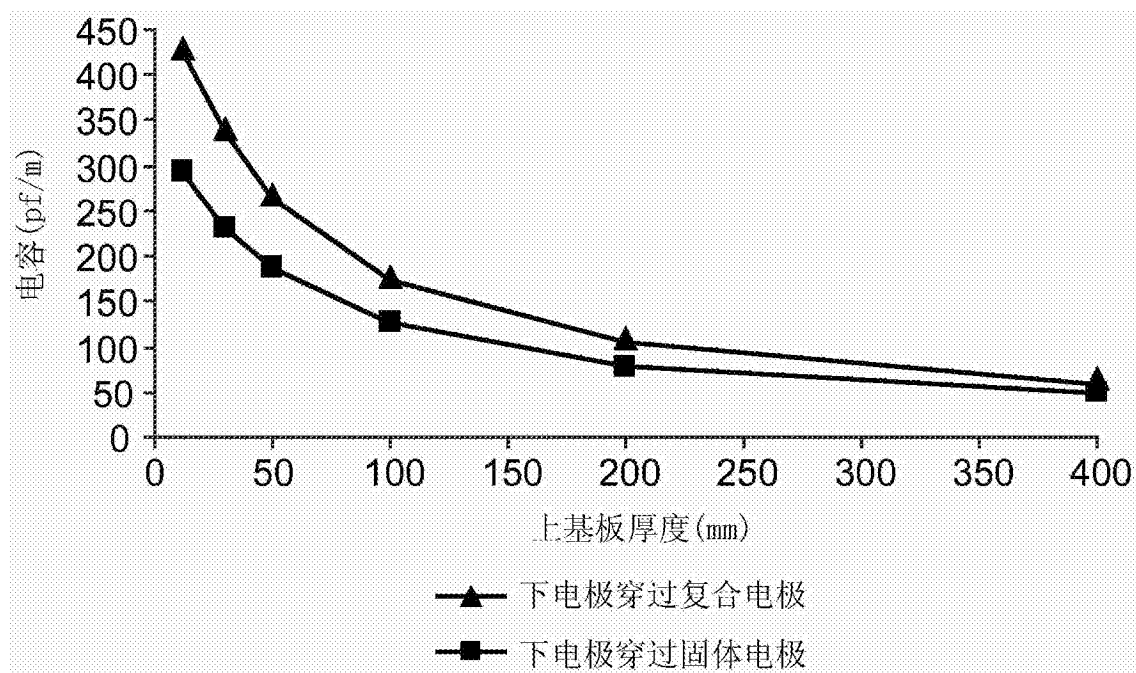


图9b

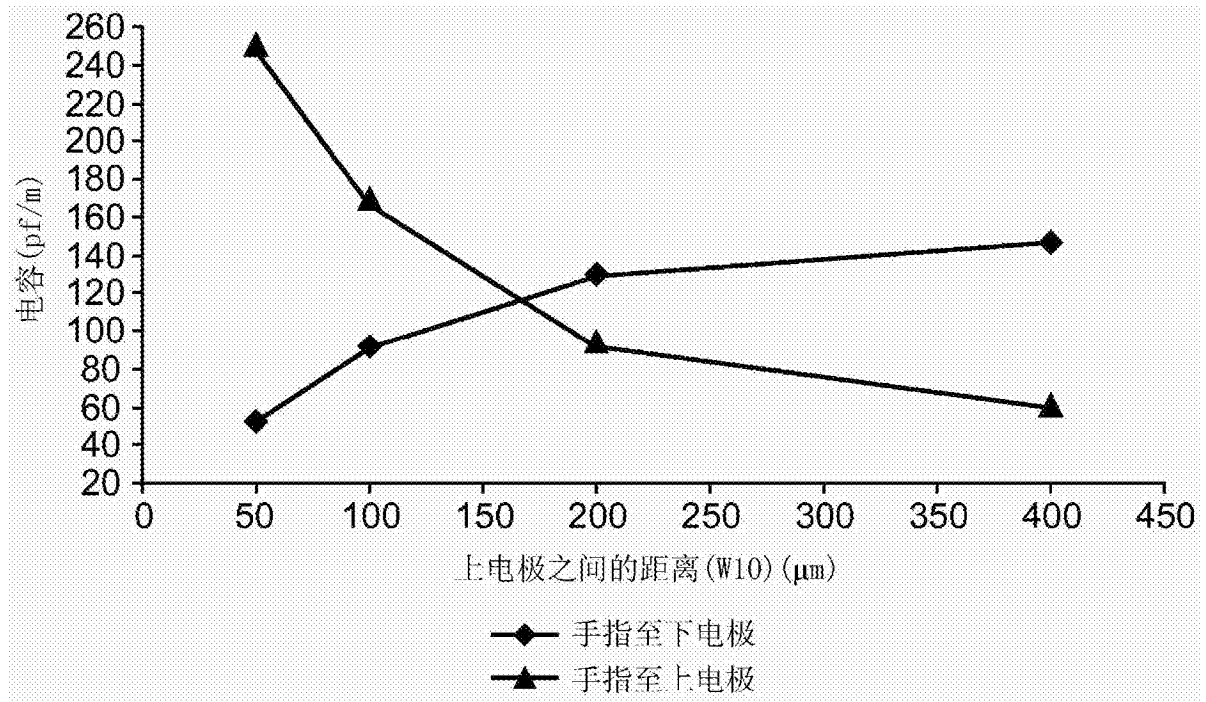


图9c

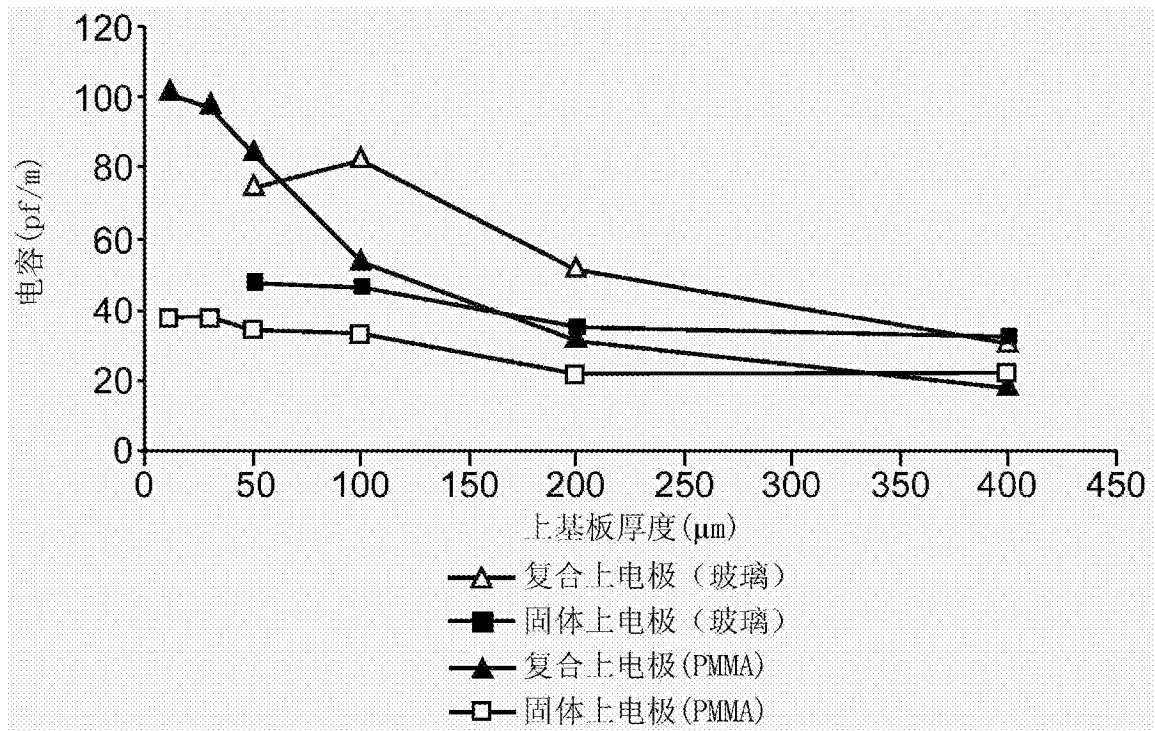


图9d

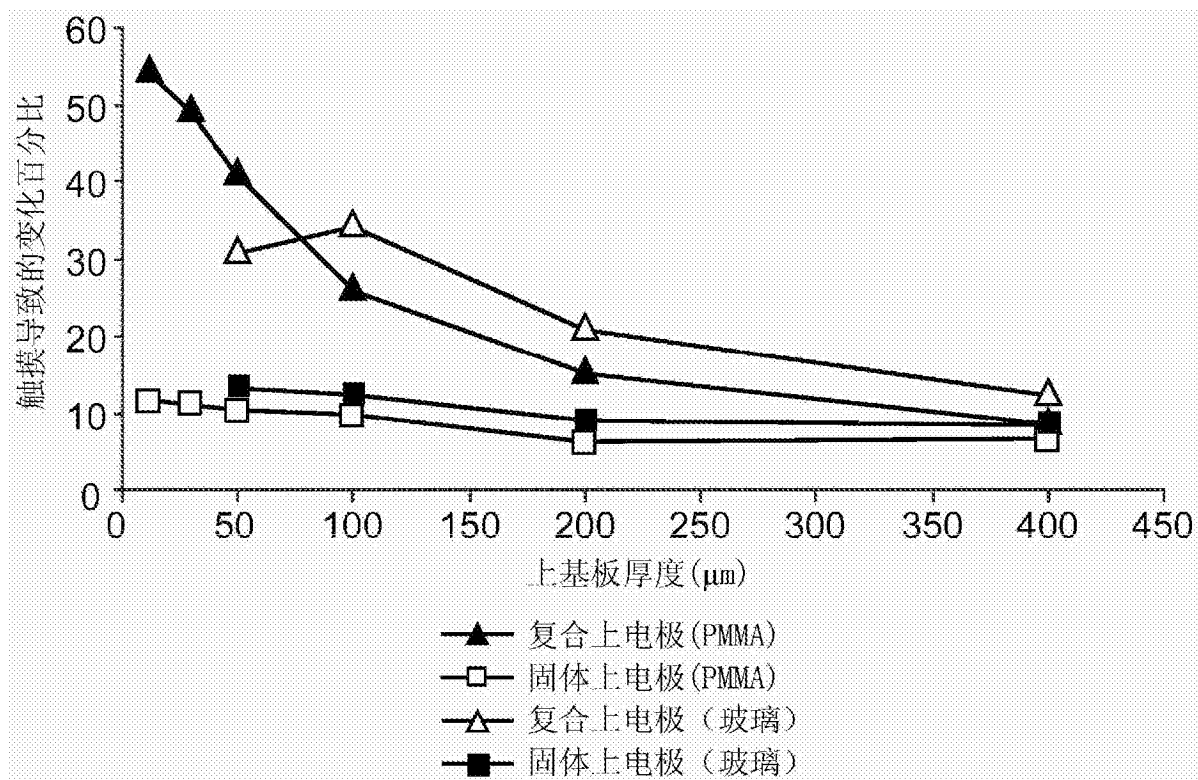


图9e

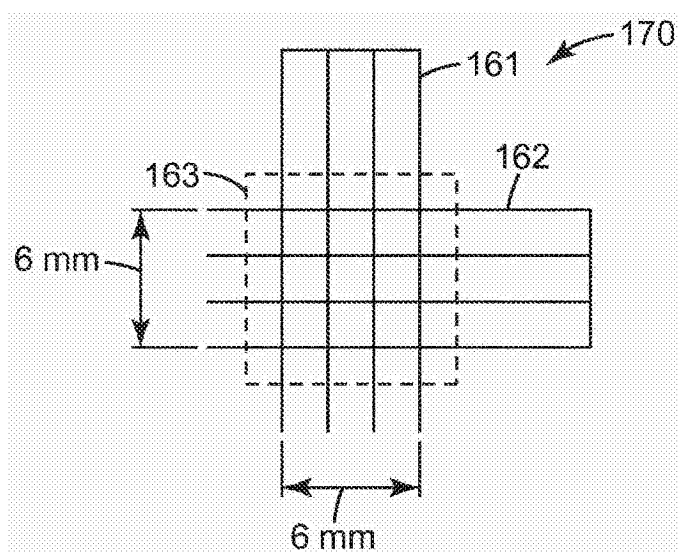


图10a

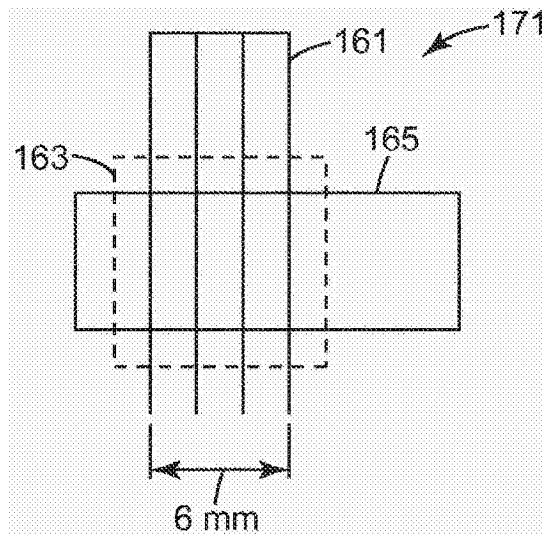


图10b

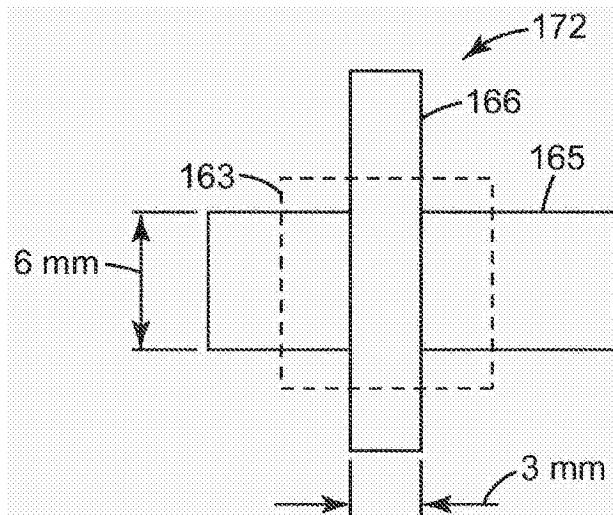


图10c

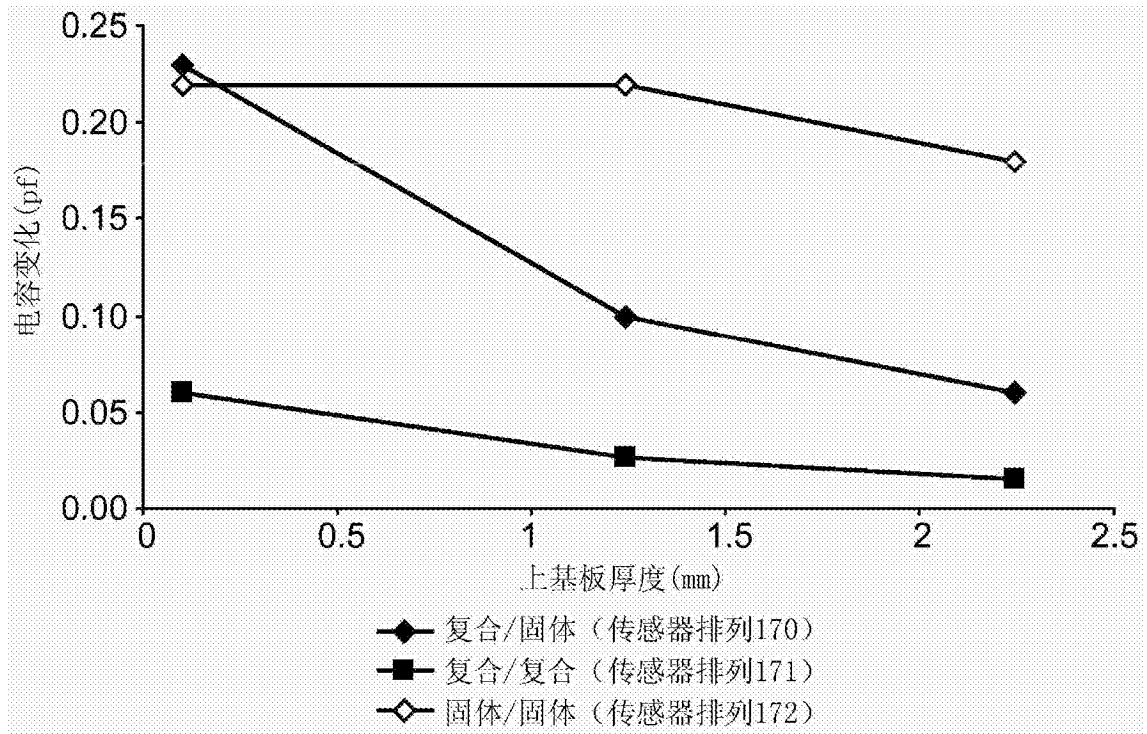


图11a

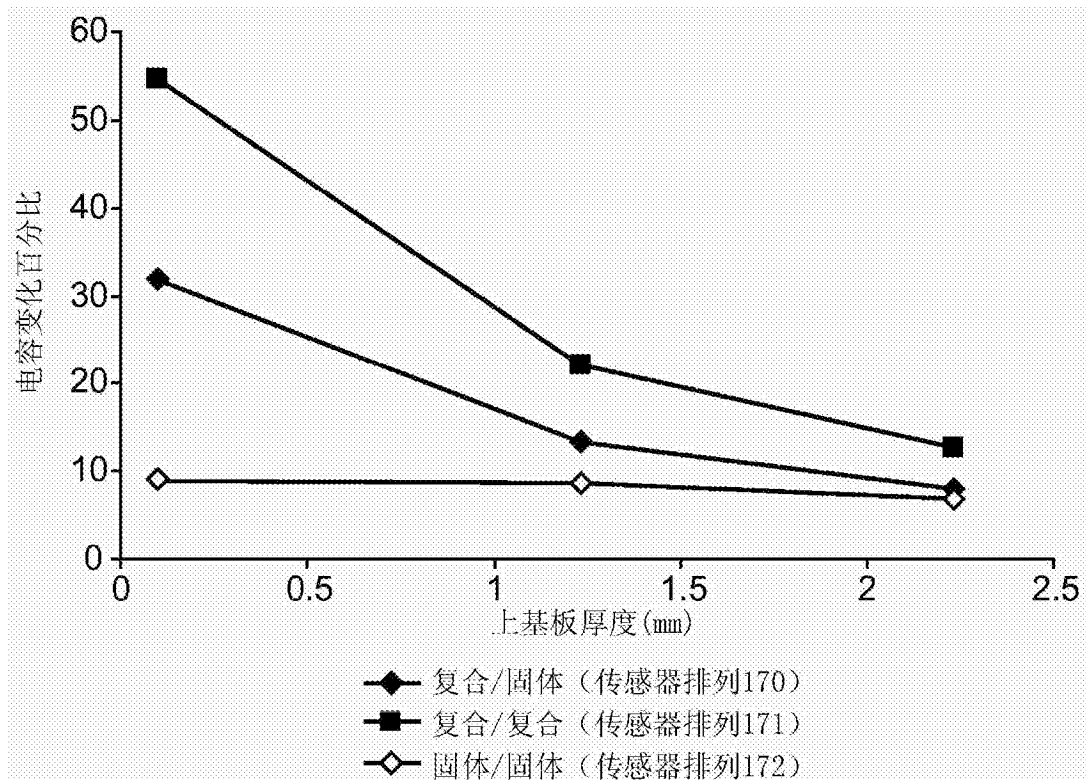


图11b