



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103477312 A

(43) 申请公布日 2013. 12. 25

(21) 申请号 201280019251. 3

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2012. 04. 19

G06F 3/042 (2006. 01)

(30) 优先权数据

61/477, 007 2011. 04. 19 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2013. 10. 18

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2012/034226 2012. 04. 19

(87) PCT申请的公布数据

W02012/145496 EN 2012. 10. 26

(71) 申请人 感知像素股份有限公司

地址 美国纽约州

(72) 发明人 D·E·斯洛伯汀

(74) 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公

司 31100

代理人 范玮

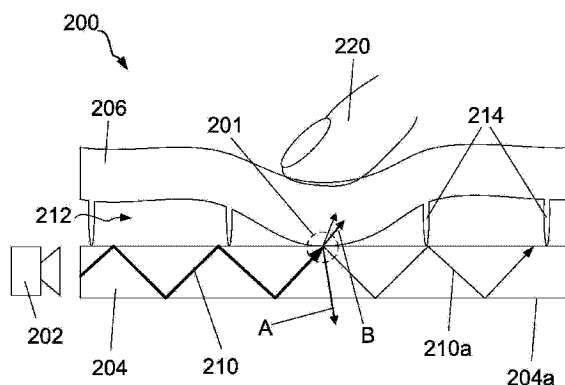
权利要求书3页 说明书12页 附图6页

(54) 发明名称

用于触摸感测的像素内滤光传感器技术

(57) 摘要

用于触摸感测的像素内滤光传感器技术, 其中波导接收由光源发射的红外光并且使接收到的红外光的至少一些红外光在波导内经历全内反射。抑制层相对于波导放置, 以便在触摸输入被提供时接触波导。抑制层导致抑制接收到的红外光在波导内在抑制层与波导之间的接触点处的全内反射。像素内传感器显示器显示通过波导和抑制层可感知的图像, 并且包括各光电传感器。各光电传感器具备与图像中每一像素对应的一个光电传感器, 并且感测至少一些在接触点处从波导逃逸的红外光。



1. 一种触敏显示设备,包括:

红外光源;

波导,所述波导被配置成接收由所述光源发射的红外光并且使接收到的红外光中的至少一些红外光在所述波导内经历全内反射;

抑制层,所述抑制层相对于所述波导来放置以便在触摸输入被提供时接触所述波导,所述抑制层被配置成导致抑制接收到的红外光在所述波导内在所述抑制层与所述波导之间的接触点处的全内反射,以使得在所述波导内经历全内反射的接收到的红外光中的一些红外光在所述接触点处从所述波导逃逸;以及

像素内传感器显示器,所述像素内传感器显示器被配置成显示通过所述波导和所述抑制层能感知的图像,并且包括各光电传感器,所述各光电传感器具有与所述图像的每一像素对应的光电传感器并且被配置成感测在所述接触点处从所述波导逃逸的所述红外光中的至少一些红外光。

2. 如权利要求1所述的触敏显示设备,其特征在于,所述各光电传感器中的每一个对红外光敏感而相比于红外光而言对可见光较不敏感。

3. 如权利要求1所述的触敏显示设备,其特征在于,所述各光电传感器中的每一个对红外光敏感而对可见光不敏感。

4. 如权利要求1所述的触敏显示设备,其特征在于,所述各光电传感器中的每一个包括:

被配置成吸收可见光并且透射红外光的第一层;以及

被配置成感测透射过第一层的红外光的第二层。

5. 如权利要求1所述的触敏显示设备,其特征在于,所述各光电传感器中的每一个包括:

被配置成吸收具有波长在400和700纳米之间的光并且透射具有波长长于700纳米的光的第一层;以及

被配置成感测透射过第一层的具有波长在700和880纳米之间的光的第二层。

6. 如权利要求1所述的触敏显示设备,其特征在于,所述各光电传感器中的每一个包括氢化硅锗合金(a-SiGe:H)。

7. 如权利要求1所述的触敏显示设备,其特征在于,所述各光电传感器中的每一个包括微晶硅。

8. 如权利要求1所述的触敏显示设备,其特征在于,所述各光电传感器中的每一个包括:

具有1.7至1.8eV有效带隙的第一层;以及

被配置成感测透射过第一层的光的第二层。

9. 如权利要求1所述的触敏显示设备,其特征在于,所述各光电传感器中的每一个包括:

具有厚度为约0.2至0.5微米并且包括高掺杂p型非晶硅的第一层;以及

被配置成感测透射过第一层的光并且包括氢化硅锗合金(a-SiGe:H)和微晶硅中的至少一者的第二层。

10. 如权利要求1所述的触敏显示设备,其特征在于,所述各光电传感器中的每一个包

括：

具有厚度为约 0.2 至 0.5 微米并且包括高掺杂 n 型非晶硅的第一层；以及
被配置成感测透射过第一层的光并且包括氢化硅锗合金(a-SiGe:H)和微晶硅中的至少一者的第二层。

11. 如权利要求 1 所述的触敏显示设备,其特征在于,所述各光电传感器中的每一个包括：

包括三元合金的第一层；以及
被配置成感测透射过第一层的光并且包括氢化硅锗合金(a-SiGe:H)和微晶硅中的至少一者的第二层。

12. 如权利要求 11 所述的触敏显示设备,其特征在于,所述三元合金包括锗氮比(a-SiGeN)。

13. 如权利要求 11 所述的触敏显示设备,其特征在于,所述三元合金包括锗氧比(a-SiGeO)。

14. 如权利要求 11 所述的触敏显示设备,其特征在于,所述三元合金包括锗碳比(a-SiGeC:H)。

15. 如权利要求 11 所述的触敏显示设备,其特征在于,所述三元合金包括 a-SiGeN:H 层。

16. 如权利要求 1 所述的触敏显示设备,其特征在于,
所述抑制层是易弯曲抑制层,所述易弯曲抑制层相对于所述波导被放置成使得在所述易弯曲抑制层物理变形时所述易弯曲抑制层能够接触所述波导。

所述易弯曲抑制层被配置成在所述易弯曲抑制层物理变形到接触所述波导时,导致抑制接收到的红外光在所述波导内在所述易弯曲抑制层与所述波导之间的接触点处的全内反射,以使得在所述波导内经历全内反射的接收到的红外光中的一些红外光在所述接触点处从所述波导逃逸。

17. 如权利要求 16 所述的触敏显示设备,其特征在于,所述波导与所述像素内传感器显示器接触。

18. 如权利要求 11 所述的触敏显示设备,其特征在于,
所述波导是易弯曲波导；
所述抑制层相对于所述易弯曲波导被放置成使得在所述易弯曲波导物理变形时所述抑制层能够接触所述易弯曲波导。

所述抑制层被配置成在所述易弯曲波导物理变形到接触所述抑制层时,导致抑制接收到的红外光在所述易弯曲波导内在所述抑制层与所述易弯曲波导之间的接触点处的全内反射,以使得在所述易弯曲波导内经历全内反射的接收到的红外光中的一些红外光在所述接触点处从所述易弯曲波导逃逸。

19. 如权利要求 18 所述的触敏显示设备,其特征在于,所述抑制层与所述像素内传感器显示器接触。

20. 如权利要求 1 所述的触敏显示设备,其特征在于,还包括被定位以接收触敏输入并且基于所述触敏输入使所述波导和所述抑制层接触的包层。

21. 如权利要求 1 所述的触敏显示设备,其特征在于,所述光电传感器中的每一个包括

光电检测器,所述光电检测器包括被配置成过滤可见光的第一层以及被配置成感测透射过第一层的红外光的第二层,其中在感测红外光时由所述光电检测器所生成的电流经第一层和第二层中的每一者。

22. 如权利要求 1 所述的触敏显示设备,其特征在于,所述光电传感器中的每一个包括被配置成过滤可见光的第一层以及包括被配置成感测透射过第一层的红外光的第二层的光电检测器,其中第一层被定位为所述光电检测器上的窗口,并且在感测红外光时由所述光电检测器所生成的电流经第二层但不流经第一层。

用于触摸感测的像素内滤光传感器技术

[0001] 相关申请的交叉引用

[0002] 本申请要求 2011 年 4 月 19 日提交的美国临时申请 No. 61/477,007 的权益,该申请通过全部援引通用地纳入于此。

技术领域

[0003] 本公开涉及用于触摸感测的像素内滤光传感器技术。

背景技术

[0004] 具有集成光电传感器的液晶显示器(LCD)正在开发中,以便在纤细形状因子内且低成本地实现触摸输入能力。将氢化非晶硅(a-Si:H)光电二极管或光电晶体管结合到薄膜晶体管(TFT)衬底内的像素内传感器(SIP)LCD 先前已由他人(例如 Abileah 和 Den Boer)公开。这些设备结构利用 TFT 板中已经存在的 a-Si:H 层。这一设计的潜在缺点在于,触摸信号——信噪比(SNR)可能受到可见环境光强度和所显示的图像的严重影响,因为来自所显示的图像的可见光可以从滤色器衬底中的各个光学层反射回 LCD TFT 衬底。这可能导致不可预测的操作以及错误触摸。另外,可能不存在清晰触摸阈值点——触摸可在手指没有触摸显示器的情况下被记录。

发明内容

[0005] 描述了涉及用于触摸感测的像素内滤光传感器技术的各技术。

[0006] 在一方面,触敏显示设备包括:红外光源;波导,被配置成接收由光源所发射的红外光并且导致至少某些接收到的红外光在波导内经历全内反射;以及相对于波导放置以便在触摸输入被提供时接触波导的抑制层。抑制层被配置成导致抑制接收到的红外光在波导内在抑制层与波导之间的接触点处的全内反射,使得接收到的红外光在波导内经历全内反射的某些在接触点处从波导逃逸。触敏显示设备还包括像素内传感器显示器,像素内传感器显示器被配置成显示通过波导以及抑制层可感知的图像并且包括各光电传感器。各光电传感器具备与图像中每一像素对应的一个光电传感器,并且被配置成感测在接触点处从波导逃逸的至少某些红外光。

[0007] 各实现可包括以下特征中的一个或多个。例如,这些光电传感器中的每一个可能对红外光敏感,而相比于红外光而言对可见光较不敏感。在这一示例中,这些光电传感器中的每一个可对红外光敏感,而对可见光不敏感。

[0008] 这些光电传感器中的每一个可以包括被配置成吸收可见光并且透射红外光的第一层,以及被配置成感测透射过第一层的红外光的第二层。这些光电传感器中的每一个可以包括被配置成吸收其波长在 400 和 700 纳米之间的光并且透射其波长长于 700 纳米的光的第一层,以及被配置成感测透射过第一层的其波长在 700 和 880 纳米之间的光的第二层。

[0009] 这些光电传感器中的每一个可以包括氢化硅锗合金(a-SiGe:H)。这些光电传感器中的每一个可以包括微晶硅。这些光电传感器中的每一个可以包括具有 1.7 至 1.8eV 有效

带隙的第一层,以及被配置成感测透射过第一层的光的第二层。

[0010] 这些光电传感器中的每一个可以包括其厚度为约 0.2 至 0.5 微米并且包括高掺杂 p 型非晶硅的第一层,以及配置成感测透射过第一层的光并且包括氢化硅锗合金(a-SiGe:H)和微晶硅中的至少一者的第二层。这些光电传感器中的每一个可以包括其厚度为约 0.2 至 0.5 微米并且包括高掺杂 n 型非晶硅的第一层,以及配置成感测透射过第一层的光并且包括氢化硅锗合金(a-SiGe:H)和微晶硅中的至少一者的第二层。

[0011] 在某些示例中,这些光电传感器中的每一个可以包括包含三元合金的第一层,以及被配置成感测透射过第一层的光并且包括氢化硅锗合金(a-SiGe:H)和微晶硅中的至少一者的第二层。在这些示例中,三元合金可以包括锗氮比(a-SiGeN),锗氧比(a-SiGeO),锗碳比(a-SiGeC:H),或 a-SiGeN:H 层。

[0012] 在某些实现中,抑制层可以是易弯曲抑制层,该易弯曲抑制层相对于波导来放置以便在易弯曲抑制层物理变形时易弯曲抑制层能够接触波导。在这些实现中,易弯曲抑制层可以被配置成在易弯曲抑制层物理变形至接触波导时,导致抑制接收到的红外光在波导内在易弯曲抑制层与波导之间的接触点处的全内反射,以使得在波导内经历全内反射的接收到的红外光中的某些在接触点处从波导逃逸。此外,在这些实现中,波导可以接触像素内传感器显示器。

[0013] 在一些示例中,波导可以是易弯曲波导,抑制层可以相对于易弯曲波导来放置,以便在易弯曲波导物理变形时抑制层能够接触易弯曲波导,并且抑制层可被配置成在易弯曲波导物理变形至接触抑制层时导致抑制接收到的红外光在易弯曲波导内在抑制层与易弯曲波导之间的接触点处的全内反射,以使得在易弯曲波导内经历全内反射的接收到的红外光中的某些在接触点处从易弯曲波导逃逸。在这些示例中,抑制层可以接触像素内传感器显示器。

[0014] 此外,触敏显示设备可以包括被定位以接收触摸输入并且基于触摸输入导致波导和抑制层相接触的包层(cladding layer)。这些光电传感器中的每一个可以包括一个光电检测器,该光电检测器包括被配置成过滤可见光的第一层以及被配置成感测透射过第一层的红外光的第二层。在感测红外光时由光电检测器生成的电可以流过第一层和第二层中的每一者。另外,这些光电传感器中的每一个可以包括被配置成过滤可见光的第一层,以及包括被配置成感测透射过第一层的红外光的第二层的光电检测器。第一层可被定位成光电检测器上的窗口,并且在感测红外光时由光电检测器生成的电可以流过第二层,但可以不流过第一层。

[0015] 所描述的技术的实现可包括硬件、至少部分以硬件执行的方法或过程、或具有编码有可执行指令的计算机可读存储介质,其中当该可执行指令被处理器执行时执行操作。

[0016] 一个或多个实现的细节在以下的附图和说明书中阐述。其他特征将从说明书和附图以及权利要求书中显而易见。

附图说明

[0017] 图 1 是示例触敏显示器的示意剖面图。

[0018] 图 2A 和 3 是受抑全内反射层的示例的示意剖面图。

[0019] 图 2B 是包层的示例的示意剖面图。

[0020] 图 4 是示例光电传感器阵列的示意图。

[0021] 图 5 是示出带有具有一带隙范围的光敏层的太阳能电池的量子效率对波长的曲线。

[0022] 图 6 和 7 是光电传感器的示例的示意剖面图。

具体实施方式

[0023] 为降低环境光 SNR 和触摸阈值问题,可能期望将受抑全内反射 (FTIR) 技术与 SIP LCD 相集成。为了将 FTIR 触摸感测技术与像素内传感器显示器相集成,还可能期望使 SIP 传感器仅对红外 (IR) 光敏感(而对来自环境源的可见光以及从所显示图像反射的可见光不敏感)。在 FTIR 的某些实现中,IR 光从受所捕获的 IR 光激励的波导中出现,其中触摸抑制了全内反射。在这些实现中,IR 光在接触点处从波导逃逸,并且在 SIP LCD 中的光电传感器对 IR 光敏感的情况下可被这些光电传感器检测到。在典型的 FTIR 配置中,包含 IR 过滤器的顶膜用于降低环境光对触摸 SNR 的干扰。假如 SIP 对可见光(必定穿透顶层薄片,因为顶层薄片必需透射可见光,这样人们能看到所显示的图像)不敏感,这可以与 SIP LCD 一起使用。即使没有环境光的影响,对于从所显示的图像反射的可见光而言甚至在这一实现中仍然可能存在问题。这可通过使 SIP 对可见光不敏感来补救。

[0024] 图 1 示出了示例触敏显示器 100。触摸显示器 100 包括 FTIR 层 110 和 SIP 显示器 120。FTIR 层 110 可以包括光源、波导以及抑制层。光源将光(例如,红外光)注入波导,并且所注入的光在波导内经历全内反射。在触摸输入被提供至 FTIR 层 110 时,波导和抑制层接触以导致抑制光在波导内的全内反射。抑制光在波导内的全内反射导致波导内至少某些光在接触点处逃逸。所逃逸的光可被感测以检测提供至 FTIR 层 110 的触摸输入的发生和位置。FTIR 层 110 可以是任何类型的 FTIR 实现。下面参考图 2A 至 3 描述 FTIR 层的更详细示例。

[0025] SIP 显示器 120 是显示透射过 FTIR 层 110 的图像的像素传感器显示器。SIP 显示器 120 包括由 SIP 显示器 120 所显示的图像的每一像素处的光电传感器。SIP 显示器 120 的光电传感器检测在触摸输入被提供至 FTIR 层 110 时从 FTIR 层 110 逃逸的光(例如,红外光)。SIP 显示器 120 基于 SIP 显示器 120 中哪些光电传感器检测到已从 FTIR 层 110 逃逸的光来确定触摸输入的发生和位置。SIP 显示器 120 可以是任何类型的像素内传感器显示器。例如,SIP 显示器 120 可以是 SIP LCD 或 SIP 有机发光二极管(OLED)显示器。SIP 显示器 120 可以接触 FTIR 层 110(例如,可以光学地附着于 FTIR 层 110)或可与 FTIR 层 110 间隔开一气隙(例如,由 FTIR 层 110 和 / 或 SIP 显示器 120 的表面上的微观粗糙度所定义的小气隙)。

[0026] SIP 显示器 120 的传感器输出被供应到合适的计算机或能够处理各种公知图像处理操作(诸如校正、背景消减、去噪、以及对每一帧的分析)的其他电子设备。随后计算机或其他电子设备可采用机器视觉跟踪技术将所捕捉的传感器数据转换成分立的触摸事件和笔划。这样的处理可由任何合适的计算系统来执行。

[0027] 图 2 示出了示例 FTIR 层 200。如图所示,FTIR 层 200 包括辐射源 202、波导 204、以及波导 204 上方的易弯曲抑制层 206。易弯曲抑制层 206 相对于波导 204 来定位,以便在易弯曲抑制层 206 和波导 204 之间存在小间隙 212。在一些实现中,突起 214 可以在抑制

层 206 上或作为抑制层 206 的一部分形成,以保持易弯曲抑制层 206 和波导 204 之间的间隙 212。在这样的实现中,突起 214 (例如,表面粗糙度)可以与易弯曲抑制层 206 一体地形成,即,突起 214 与抑制层 206 一起形成单块无缝连续材料。

[0028] 在一些实现中,突起 214 是抑制层 206 表面上存在的微粗糙度的结果,其中突起 214 之间的间隔是随机的或半随机的。在一些情况下,突起 214 是从不同于抑制层 206 的材料形成的。例如,玻璃隔片可用于将丙烯酸树脂波导与聚碳酸酯抑制层分开。突起 214 之间的间隔可以是随机的、伪随机的或周期性的。

[0029] 电磁辐射(例如,红外(IR)辐射)从辐射源 202 中发射出并且被耦合至波导 204。由于波导 204 与包围波导 204 的介质之间的折射率之差,所耦合的辐射中的至少一些则经历 TIR 并且继续沿波导 204 行进。例如,波导 204 可以从空气所围绕的丙烯酸树脂层形成。给定丙烯酸树脂($n=1.49$)与空气($n=1.0$)之间的折射率之差,由辐射源 202 以适当入射角引入波导 204 的辐射通过 TIR 在丙烯酸树脂层内并沿着丙烯酸树脂层传播。

[0030] 为了抑制在波导 204 中传播的辐射的 TIR,易弯曲抑制层 206 由其折射率与波导 204 相当并且足够柔性来对输入所施加的压力作出响应以便可以作出与波导层 204 的充分接触的材料形成。例如,易弯曲抑制层 206 可以由诸如聚乙烯醇缩丁醛(PVB)等相对易弯曲的材料形成。抑制层 206 可以由其他材料形成,包括但不限于,聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA),聚乙烯对苯二甲酸酯(PET),聚碳酸酯(PC),聚氯乙烯(PVC),透明聚氨酯(TPU),或三醋酸纤维素(TAC)。由此,在抑制层 206 开始与波导层 204 接触时,由于 TIR 而传播的辐射的至少一部分受“抑制”,并且从波导 204 中逃逸。在一些情况下,辐射 210 的至少一部分 210a 继续在波导 204 中通过 TIR 传播,如图 2A 中所示。另外,当作为显示器的一部分被集成时,抑制层 206 可以由对于显示器光源所发射的波长范围呈透明的材料形成。例如,PVB 在频谱的可见和近红外区域两者中高度透光。

[0031] 在一些实现中,抑制层 206 可被配置成具有基本上一致的厚度,该厚度在大致 $100\ \mu\text{m}$ 至 $300\ \mu\text{m}$ 的范围内。在为抑制层 206 选择适当厚度时,可以考虑以下考虑事项。如果抑制层 206 太薄,则可能例如在制造期间难以操纵和处理。另一方面,如果抑制层 206 太厚,则可能导致视差问题,其中用户感知接触点从用户尝试与之交互的实际对象(由显示器光源产生)移位(例如,移位了抑制层 206 的厚度)。在替换实现中,抑制层 206 可被配置成比 $100\ \mu\text{m}$ (例如,约 $10\ \mu\text{m}$ 或约 $30\ \mu\text{m}$) 薄,或比 $300\ \mu\text{m}$ (例如,约 1mm 或约 2mm) 厚。

[0032] 由于易弯曲抑制层 206 与波导 204 之间存在气隙 212,在缺失某外部刺激时对波导 204 内的 TIR 发生很少的抑制或不发生对 TIR 的抑制。然而,当易弯曲抑制层 206 例如被用户的手指 220 按压时,易弯曲抑制层 206 的一部分在对应于按压点的区域 201 (由虚线圆标识)中与波导层 204 接触。当易弯曲抑制层 206 的该部分与波导 204 接触时,波导 204 内的全内反射在区域 201 处被抑制,从而导致至少一些辐射从波导 204 逃逸。应当注意,尽管突起 214 与波导 204 接触,但在不向抑制层 206 施压时突起 214 与波导 204 之间的接触区与在抑制层 206 被按压时层 206 与波导 204 之间的接触区相比相对较小。因此,当不对抑制层 206 施压时,突起 214 与波导 204 之间的接触区中可能发生对 TIR 的抑制是可忽略的。

[0033] 如图 2A 中所示,一些辐射(由箭头“A”表示)从波导 204 的表面 204a 逃逸。SIP 显示器 120 对从表面 204a 逃逸的辐射进行成像。作为结果,SIP 显示器 120 可以对连续时

刻有区分地感测接触点,这些接触足够有力以致使易弯曲抑制层 206 变形,从而其相对于在不施压时抑制层 206 所接触的波导 204 的该部分而言接触波导 204 的相当大部分。即,对于易弯曲抑制层 206 上的“单个”接触点,诸如图 2A 中手指 220 的接触,与易弯曲抑制层 206 的开始与波导 204 接触的区域对应的单个接触“区”被 SIP 显示器 102 有区分地感测。同样,当两个或更多个对象(例如,用户的两个或更多个手指)并发地接触并按压易弯曲抑制层 206 时,多个接触区被 SIP 显示器 120 有区分地(且并发地)感测。为方便讨论,贯穿本公开使用术语“接触点”来更一般地指代作出接触的任何区划或区域。

[0034] 辐射源 202 可以包括多个发光二极管(LED),这些 LED 直接靠着波导 204 的边缘排列,以便使电磁辐射至全内反射的耦合最大化。可改为使用其他电磁辐射源,诸如举例而言激光二极管。在一些实现中,源 202 可被选择以发射电磁频谱的红外(IR)部分中的辐射,以使得该辐射不干扰可见辐射。

[0035] 在一些实现中,波导 204 由支持红外光的 TIR 但对显示器光源所发射的波长范围也是透明(或至少是透光的)以便使对显示器的干扰最小化的材料形成。例如,波导 204 可以由包括玻璃或诸如丙烯酸树脂等塑料的材料形成。波导 204 还可以由包括但不限于 PMMA、PC、PVC、PVB、TPU、或 PET 的材料形成。局部按压的抑制层 206 可以随着抑制层 206 开始与波导层 204 接触而引起波导层 204 或抑制层 206 的显著局部变形。作为对比,波导层 204 或抑制层 206 中远离波导 204 与抑制层 206 之间接触区的部分可以经历小的变形或不经历变形。这样的明显局部变形可以导致顺应抑制层 206 与波导层 204 之间的物理接触区增大,由此导致增加量的 IR 在接触点区域中从波导 204 逃逸。在一些情况下,波导 204 的边缘被抛光,以最大化对来自源 202 的辐射的 TIR 耦合。

[0036] 在一些实现中,波导 204 可被配置成具有基本上一致的厚度,该厚度在大致 0.5mm 至 20mm 的范围内。在为波导 204 选择适当厚度时,可以考虑以下考虑事项。在一些情况下,如果波导 204 太薄,它可能不会提供足够刚性的表面,例如,波导可能因受到预期要在使用期间施加的典型接触力而过度弯曲。另选地或另外地,不足量的光可能被耦合至波导。在一些情况下,如果波导 204 太厚,则这可能导致重量和成本增加。另选地或另外地,触摸视图视差可能过多。

[0037] 在一些实现中,包层可被定位在抑制层 206 的表面上或抑制层 206 的表面上方。图 2B 示出被定位在抑制层 206 上方的包层 205 的示例。包层 205 可以在抑制层 206 被诸如手指或指示笔等对象接触时保护抑制层 206 不受损害和/或污染。当作为显示器的一部分被集成时,包层 205 对显示器光源所发射的波长范围也是透明的(或至少是透光的)。

[0038] 如图 2B 的示例中所示,包层 205 可以包括防炫光层 205a、红外(IR)过滤器 205b 以及非润湿层 205c。IR 过滤层 205b 过滤出入射在包层 205 上的环境 IR 光,以便降低(例如,防止)环境 IR 光被误测为接触点的发生。IR 过滤层中可以使用的材料的示例包括 ClearAS,在市场上可从 Sumitomo Osaka Cement 公司购买到。防炫光层 205a 是放置在 IR 过滤层 205b 顶面上的防刮、低摩擦的膜。可用作防炫光层的膜包括例如,带纹理聚酯膜,诸如可从 MacDermid 购买到的 Autotex。

[0039] 在一些情况下,包层 205 的相当部分区域可以与抑制层 206 接触,以使得包层 205 看上去使抑制层 206“润湿”。这样的“润湿”区域可以更改抑制层 206 与包层 205 之间所反射的可见光的量,从而得到当黑暗图像被显示时触敏设备 200 中看上去像斑点的部分。然

而,通过在 IR 过滤层 205b 的底面上形成抗润湿层 205c,可以减少润湿区域的大小和数量。类似于防炫光层 205a,抗润湿层 205c 也可以是聚酯膜,诸如 Autotex。在一些情况下,表面抑制层 206 足够粗糙,从而不必将抗润湿层 205c 包括在包层 205 中。另选地,在一些情况下,包层 205 可以由聚四氟乙烯 (PTFE) 单膜或丙烯酸树脂膜来形成。

[0040] 包层 205 中的膜可使用例如光学粘合剂接合在一起。在图 2B 的示例中,包层 205 与抑制层 206 之间存在气隙。包层 205 与抑制层 206 之间的气隙可以使用例如包层 205 底面的表面粗糙度(例如,非润湿层 205c 的表面粗糙度)或抑制层 206 的表面粗糙度来维持。

[0041] 如图 2A 中所示,由于当抑制层 206 接触波导 204 时的 FTIR,从波导 204 逃逸的辐射可因例如抑制层 206 的表面纹理、抑制层 206 内的大量散射、或波导 204 与抑制层 206 之间的不完全接触而在许多不同方向上进行。例如,一些逃逸的辐射可以在朝抑制层 206 的方向上行进,如图 2A 中箭头“B”所示,而一些辐射可以背离抑制层 206 行进,如图 2A 中箭头“A”所示。如果抑制层 206 和波导 204 的折射率是相当的,则一部分辐射将以与就在抑制 TIR 之前辐射在波导 204 中行进的方向平行或基本上平行(例如,10° 或更小、20° 或更小、30° 或更小、45° 或更小,取决于抑制层 206 与波导 204 之间的折射率之差)的方向逃逸,如图 2A 中箭头“B”所示。作为结果,一部分逃逸的辐射可能永远不能到达 SIP 显示器 120。允许从受抑 TIR 光中捕捉足够量的光以检测接触点而不管可能永远不被成像的大部分逃逸辐射的一种方式可以是增加入射至波导 204 的辐射强度。然而,这一方式可导致操作效率被降低。因此,替换方式可以是将抑制层 206 配置成收集和 / 或指引(steer)至少一部分从波导 204 朝 SIP 显示器 120 逃逸的辐射。

[0042] 在顺应抑制层 206 被配置成收集和 / 或指引朝向 SIP 显示器 120 的辐射(从波导 204 逃逸并且入射在抑制层 206 上)的实现中,抑制层 206 可被配置成在一定范围的角度内指引逃逸辐射,以使得逃逸辐射被指引朝向 SIP 显示器 120 上基本在波导 204 与易弯曲抑制层 206 之间接触点下方的位置。通过收集并且指引辐射朝向 SIP 显示器 120,可以增加操作效率。作为结果,可以使用较不强大的辐射源 202。此外,通过将更多的 FTIR 逃逸辐射指引朝向 SIP 显示器 120,可以降低无法感测接触的概率。

[0043] 抑制层可以由具有光指引微结构的工程材料形成,这些光指引微结构在工程材料的表面之内或之上形成,其中这些光指引微结构被配置成在一个或多个特定方向上指引辐射 / 光。可以在易弯曲抑制层内或易弯曲抑制层上采用这些工程材料以及用于重定向从波导 204 逃逸的辐射的光指引微结构的各种实现。例如,可以在易弯曲抑制层上形成反射涂层,以便将从波导逃逸的辐射反射回设备内部。在 2010 年 4 月 9 日提交的待审并共同拥有的题为“Touch Sensing (触摸感测)”的美国专利申请 S/N. 12/757,937 中描述的技术和结构中的任一种可以应用于抑制层 206,其整体通过引用通用地结合于此。

[0044] 图 3 示出了另一示例 FTIR 层 300。如图所示,FTIR 层 300 包括辐射源 302、易弯曲波导 304、以及与波导 304 相邻的抑制层 306。抑制层 306 相对于易弯曲波导 304 来定位,以使得抑制层 306 和易弯曲波导 304 之间存在小间隙 312。在一些实现中,突起 314 可以在抑制层 306 上或作为抑制层 306 的一部分形成,以保持易弯曲波导 304 和抑制层 306 之间的间隙 312。在这样的实现中,突起 314 (例如,表面粗糙度)可以与抑制层 306 一体地形成,即,突起 314 与抑制层 306 一起形成单块无缝连续材料。在一些实现中,可以在抑制层 306 的表面上形成具有随机(或半随机)间隔的突起的微粗糙度层,该微粗糙度层基本上像

突起 314 那样起作用。在一些情况下,突起 314 由不同于抑制层 306 和 / 或波导 304 的材料形成。例如,玻璃隔片可用于将丙烯酸树脂波导与聚碳酸酯抑制层分隔开。突起 314 之间的间隔可以是随机的、伪随机的或周期性的。

[0045] 电磁辐射(例如,红外(IR)辐射)从辐射源 302 中发射出并且被耦合至易弯曲波导 304。由于易弯曲波导 304 与包围易弯曲波导 304 的介质之间的折射率之差,所耦合的辐射中的至少一些则经历 TIR 并且继续沿易弯曲波导 304 行进。例如,波导 304 可以由空气所围绕的薄层顺应丙烯酸树脂形成。给定丙烯酸树脂($n=1.49$)与空气($n=1.0$)之间的折射率之差,由辐射源 302 以适当入射角引入波导 304 的辐射通过 TIR 在丙烯酸树脂层内并沿着丙烯酸树脂层传播。

[0046] 波导 304 由可足够柔性来对输入所施加的压力作出响应以使得可以作出与抑制层 306 的充分接触的材料形成。例如,波导 304 可以由诸如聚甲基丙烯酸甲酯(PMMA)、聚碳酸酯(PC)、聚乙烯对苯二甲酸酯(PET)或透明聚氨酯(TPU)等材料形成。还可以使用其他材料。

[0047] 为了抑制在波导 304 中传播的辐射的 TIR,抑制层 306 由其折射率与顺应波导 304 相当或高于顺应波导 304 的材料形成。由此,在顺应波导 304 开始与抑制层 306 接触时,由于 TIR 而沿波导 304 传播的辐射的至少一部分受“抑制”,并且从波导 304 中逃逸。在一些情况下,辐射 310 的至少一部分继续在波导 304 中通过 TIR 传播,如图 3 中所示。刚性或非刚性材料都可用于形成抑制层 306。另外,当作为显示器的一部分被集成时,抑制层 306 可以由对于显示器光源所发射的波长范围呈透明(或至少透光)的材料形成。例如,抑制层 306 可以由玻璃或 PMMA 形成,这两者在频谱的可见和近红外区域两者中一般是透光的。另选地,抑制层 306 可以由诸如聚氯乙烯(PVC)、聚乙烯醇缩丁醛(PVB)、TPU 等相对易弯曲的材料形成,或由诸如 PET 或 PC 等更刚性的材料形成。还可以使用其他材料。

[0048] 局部按压波导 304 可以随着波导 304 开始与抑制层 306 接触而引发抑制层 306 的显著局部变形。作为对比,抑制层 306 中远离波导 304 与抑制层 306 之间接触区的部分可以经历小的变形或不经历变形。这样的显著局部变形可以导致顺应波导 304 与抑制层 306 之间的物理接触区增大,由此导致增加量的 IR 在接触点区域中从顺应波导 304 逃逸。

[0049] 在一些实现中,抑制层 306 可被配置成具有基本上一致的厚度,该厚度在大致 $100\ \mu\text{m}$ 至 $300\ \mu\text{m}$ 的范围内。在为抑制层 306 选择适当厚度时,可以考虑以下考虑事项。如果抑制层 306 太薄,则可能例如在制造期间难以操纵和处理。另一方面,如果抑制层 306 太厚,则可能导致视差问题,其中用户感知接触点从用户尝试与之交互的实际所显示的对象移位(例如,移位了抑制层 306 的厚度)。在替换实现中,抑制层 306 可被配置成比 $100\ \mu\text{m}$ (例如,约 $10\ \mu\text{m}$ 或约 $30\ \mu\text{m}$) 薄,或比 $300\ \mu\text{m}$ (例如,约 1mm 或约 2mm) 厚。

[0050] 由于抑制层 306 与易弯曲波导 304 之间存在气隙 312,在缺失某外部刺激时波导 304 内发生对 TIR 很少的抑制或不发生对 TIR 的抑制。然而,当易弯曲波导 304 例如被用户的手指 320 按压时,易弯曲波导 304 的一部分在对应于按压点的区域 301 (由虚线圆标识)中与抑制层 306 接触。如上所述,在一些实现中,易弯曲波导 304 与抑制层 306 之间的接触可导致抑制层 306 的局部变形。当抑制层 306 与波导 204 接触时,波导 304 内的全内反射在区域 301 内被抑制,从而导致至少一些辐射从易弯曲波导 304 逃逸。应当注意,尽管突起 314 还与波导 304 接触,但在不向易弯曲波导 304 施压时突起 314 与波导 304 之间的接触区

与在易弯曲波导 304 被按压时抑制层 306 与易弯曲波导 304 之间的接触区相比相对较小。因此,当不对易弯曲波导 304 施压时,突起 314 与波导 304 之间的接触区域中可能发生对 TIR 的抑制是可忽略的。

[0051] 如图 3 中所示,辐射中的一些(由箭头“A”表示)从易弯曲波导 304 的表面 304a 逃逸,并且在朝向 SIP 显示器 120 的方向上行进。SIP 显示器 120 对从表面 304a 逃逸的辐射进行成像。作为结果,SIP 显示器 120 可以对连续时刻有区分地感测接触点,这些接触点足够有力以致使易弯曲波导 304 变形,从而其相对于在不施压时波导 304 所接触的抑制层 306 的该部分而言接触抑制层 306 的相当大部分。即,对于波导 304 上的“单个”接触点,诸如图 3 中手指 320 的接触,与抑制层 306 与波导 304 接触的该部分对应的单个接触“区”被 SIP 显示器 102 有区分地感测。同样,当两个或更多个对象(例如,用户的两个或更多个手指)并发地接触并按压波导 304 时,多个接触区被有区分地(且并发地)感测。为方便讨论,贯穿本公开使用术语“接触点”来更一般地指代作出接触的任何区划或区域。

[0052] 辐射源 302 可以包括多个发光二极管(LED),这些 LED 直接靠着波导 304 的边缘排列,以便使电磁辐射至全内反射的耦合最大化。可改为使用其他电磁辐射源,诸如举例而言,激光二极管。在一些实现中,可以选择源 302 来发射电磁频谱的红外(IR)部分中的辐射,以使得其发射不干扰可见光。

[0053] 在一些实现中,易弯曲波导 304 由支持红外光的 TIR 的材料形成。另外,当作为显示器的一部分被集成时,易弯曲波导 304 可以被选择以便对显示器光源所发射的波长范围透明(或至少透光),以便最小化对显示器的干扰。在一些情况下,易弯曲波导 304 的边缘被抛光,以最大化对来自源 302 的辐射的 TIR 耦合。

[0054] 在一些实现中,波导 304 可被配置成具有基本上一致的厚度,该厚度在大致 0.50mm 至 2mm 的范围内。在为波导 304 选择适当厚度时,可以考虑以下考虑事项。如果波导 304 太薄,不足量的辐射可以从源 302 被耦合至波导 304。然而,与在利用一个或多个 LED 作为光源 302 的实现相比,在利用一个或多个激光作为光源 302 的实现中,使用较薄波导 304 并且仍然具有足够量的辐射耦合至波导 304 是有可能的。另选地,如果波导 304 太厚,响应于光触摸的波导变形可能不足以创建足够辐射外耦合以供检测触摸。另外,这可能使设备所显示的输出图像质量降级并且产生过多的触摸视差。

[0055] 在一些情况下,即使波导 304 没有被按压到足够开始与抑制层 306 接触,用手指、指示笔或其他对象接触波导 304 也可导致对波导 304 内全内反射的无意抑制。另外,这样的对象可能损坏波导 304。因此,在一些实现中,包层 305 被定位在易弯曲波导 304 顶部,或是与波导 304 光学接触、或是包层 305 与波导 304 之间带有薄气隙的分层放置。如果包层与波导光学接触,包层 305 由其折射率低于波导 304 的材料形成,以维护辐射在波导 304 内的全内反射。包层 305 可以降低(例如,防止)无意 FTIR 的发生,并且用作波导 304 与接触对象之间的屏障。另外,包层 305 可以在波导 304 被诸如手指或指示笔等对象接触时保护波导 304 不受损害和/或污染。当作为显示器的一部分被集成时,包层 305 对显示器光源所发射的波长范围也是透明的(或至少是透光的)。例如,包层可以由聚四氟乙烯(PTFE)或丙烯酸树脂膜来形成。

[0056] 在一些实现中,包层 305 包括多个层。以上参考图 2B 所描述的包层可用作包层 305。

[0057] 如图 3 中所示,由于当顺应波导 304 接触抑制层 306 时的 FTIR,从顺应波导 304 逃逸的辐射可因例如抑制层 306 的表面纹理、抑制层 306 内的大量散射、或顺应波导 304 与抑制层 306 之间的不完全接触而在许多不同方向上行进。例如,从顺应波导 304 逃逸的一些辐射可以在背离抑制层 306 的方向上行进,而一些逃逸的辐射可以朝向抑制层 306 行进。作为结果,一部分逃逸的辐射(如图 3 中箭头“B”所示)可能永远不能到达 SIP 显示器 120。允许从受抑 TIR 捕捉足够量的光以产生位置而不管永远不被成像的逃逸辐射的一种方式可以是增加入射至易弯曲波导 304 的辐射的强度。然而,这一方式可导致操作效率被降低。因此,替换方式可以是抑制层 306 配置成收集和 / 或指引从顺应波导 304 逃逸并且朝向 SIP 显示器 120 入射在抑制层 306 上的辐射。

[0058] 在抑制层 306 被配置成收集和 / 或指引从顺应波导 304 逃逸并且入射在层 306 上的辐射的实现中,抑制层 306 可被配置成在一定范围的角度内指引逃逸辐射,以使得逃逸辐射被指引朝向基本在顺应波导 304 与抑制层 306 之间接触点下方的位置。通过收集辐射并且朝向 SIP 显示器 120 的最优区域指引辐射,可以增加操作效率。作为结果,可以使用较不强大的辐射源 302,并且可以降低杂散光的问题。此外,通过将更多的 FTIR 逃逸辐射指引朝向 SIP 显示器 120,可以降低无法感测接触的概率。抑制层可以由具有光指引微结构的工程材料形成,这些光指引微结构在工程材料的表面之内或之上形成,其中这些光指引微结构被配置成在一个或多个特定方向上指引辐射 / 光。

[0059] 在一些情况下,在抑制层上或在抑制层内采用的工程制造微结构包括衍射光学元件(DOE)。一般而言,DOE 结构是包括数量级为光波长的折射率变化图案并且主要对入射辐射进行衍射的结构。DOE 结构可以被数字地生成或被光学地记录成相干光的两个波前之间的干扰图案。在一些实现中,DOE 中折射率变化图案可以通过将干扰图案转移至材料来形成,以使得表示干扰图案的强度最小值和最大值的一系列条纹与折射率变化图案相对应。例如,可以使用诸如干扰光刻等技术将干扰图案转移至记录材料。该图案可由折射率或厚度跨一种或多种不同材料的周期性、随机、半随机或数学复杂的确定性变化来表示。在一些情况下,所转移的干扰图案的条纹与光栅结构相对应。取决于设计和构造,DOE 结构在一个或多个方向上透射或反射入射辐射。DOE 结构可以包括在材料表面上或材料表面内形成的表面散射结构,或通过至少一部分的材料块一体地形成的体散射结构。

[0060] DOE 结构包括被称为全息光学元件(HOE)的一类结构,全息光学元件可被认为落入两个类别:薄全息结构以及厚(体)全息结构。一般而言,薄全息结构包括与辐射入射在其上的表面基本垂直地变化的折射率变化表面结构或平面,并且一般用于透光地将一定范围的波长指引至一个或多个特定方向。它们可以与诸如镜等单独反射元件结合使用,以用于反射操作。另一方面,厚全息结构可以包括与辐射入射在其上的表面基本平行地延伸的折射率变化平面,并且一般使用布拉格(Bragg)选择性来反射或透射以一个或多个具体入射角入射至一个或多个特定方向的窄范围的波长。

[0061] 在一些实现中,HOE 中折射率变化平面可以通过将干扰图案转移至材料来形成,以使得表示干扰图案的强度最小值和最大值的一系列条纹与折射率变化平面相对应。例如,可以使用诸如干扰光刻等技术将干扰图案转移至记录材料。在一些情况下,所转移的干扰图案的条纹与光栅结构相对应。

[0062] 光学建模软件包可用于促进对薄或厚全息结构的设计以便在所需方向上指引辐

射。Code V®是可被用于设计薄或厚全息结构以便在所需方向上引导辐射的这种光学建模软件包的一个示例。其他光学建模软件包也是可用的。

[0063] 在2010年4月9日提交的待审并共同拥有的题为“Touch Sensing (触摸感测)”的美国专利申请 S/N. 12/757, 693 中描述的技术和结构中的任一个可以应用于抑制层 306, 其整体通过引用通用地结合于此。

[0064] 对于 SIP 显示器 120 中所使用的光电传感器, a-Si:H 对红外光(长于~700nm 的波长)不敏感,尤其在 TFT 制造的小厚度(微米的十分之几)特性处。a-Si:H 具有 1.7eV 的带隙。在一些实现中,在光电传感器中可以使用氢化硅锗合金(a-SiGe:H)或微晶硅,以便相比于 a-Si:H 将光电响应进一步扩展至红外频谱(更长的波长)。例如,具有 1.4eV 带隙的 a-SiGe:H 会对 850nm 的光敏感。然而,a-SiGe:H 同样仍然也对可见光敏感。以下描述的技术降低这一材料的可见感光性,同时保持 FTIR 触摸感测所需的 IR 感光性。

[0065] 图 4 示出示例光电传感器阵列 400。光电传感器阵列 400 可用在 SIP 显示器 120 中,光电传感器阵列 400 包括用于 SIP 显示器 120 中每一像素的光电传感器。尽管图 4 为简便起见示出九个光电传感器,但光电传感器阵列 400 可以包括多得多的光电传感器。

[0066] 光电传感器阵列 400 中的光电传感器基于与 TFT 工艺兼容的材料,并且对红外(IR)光敏感而对可见光较不敏感或对可见光完全不敏感。TFT 工艺通常基于 a-Si:H,但也可以基于多晶硅或诸如非晶铟镓锌氧化物(IGZO)等非晶半导体氧化物材料。如图所示,光电传感器阵列 400 中光电传感器中的每一个是具有顶层 410 和底层 420 的双层光电传感器。顶层 410 吸收可见光(大致 400-700nm),并且主要透射波长长于 700nm 的光。所透射的光入射在底层 420 上,底层 420 可以是 a-SiGe:H 感光层、微晶硅或低带隙非晶半导体氧化物。取决于锗的含量,a-SiGe:H 对一些所透射的近红外光敏感,理想地在 700 至 880nm 范围。一般而言,a-SiGe:H 可优选为微晶硅作为底部光电传感器材料,因为 a-SiGe:H 具有高得多的吸收系数,由此可使用薄得多的层。这与 TFT 制造时间和工艺更兼容。但是,在一些实现中可以使用微晶硅。应当理解,在非晶半导体氧化物的情况下,可以通过选择合金成分来设计类似结构,以使得顶层具有大致 1.7 至 1.8eV 带隙以吸收可见光而底层具有较低带隙以检测红外光。

[0067] 图 5 示出针对带有具有一带隙范围的光敏层的太阳能电池的量子效率对波长,最高为 a-Si:H 而最低为微晶硅。这两者之间存在具有增加量的锗以及相应较低带隙的层。量子效率是层的光学吸收的良好表示。为实现所公开的图 4 中示出的双层光电传感器,可以使用具有 1.7 至 1.8eV 有效带隙的顶层 410。采用这一带隙,大部分可见光将被吸收。

[0068] 图 6 示出可在光电传感器阵列 400 中使用的光电传感器 600 的示例。如图 6 中所示,光电传感器 600 包括光电检测器 610 (例如,光电二极管或光电二极管设备)。在光电传感器 600 中,顶层 410 和底层 420 是光电检测器 610 的一部分。在这一示例中,在检测入射在光电检测器 610 上的光(例如,红外光)时,电流过顶层 410 和底层 420。因此,由于电流过顶层 410,顶层 410 用作对可见光的过滤器,因此顶层 410 中使用的材料可被设计成将顶层 410 的影响限制在仅感测红外光。鉴于此,顶层 410 可被设计成限制在吸收可见光时生成的光电流。

[0069] 不同于太阳能电池,顶层 410 可具有非常低的量子效率用于生成光电流。以下概述了用于实现生成小的光电流或不生成光电流的上层可见过滤层 410 的各种可能性。重要

的是注意到,期望不影响光电二极管或光电晶体管的性能,因此层 410 的导电性应被考虑在内。

[0070] 在一些实现中,厚的(~ 0.2 - 0.5 微米)高掺杂 p 型或 n 型非晶硅可用于顶层 410。层 410 中硼或磷的高含量将在光电二极管实现中确保低的光生载流子生存期,且由此确保低的可见光光电流。该厚度可被优化以吸收大部分可见光,而不对二极管增加太多串联电阻。

[0071] 在一些示例中,三元合金可用于顶层 410。非晶硅带隙通过添加锗来降低而通过添加氮、氧或碳来增加是公知的。还知道的是,诸如感光性等电特性采用加入合金来显著地降低,尤其在三元合金的情况下。带隙 $\sim 1.7\text{eV}$ 的层可以在这些具有适当比例的锗和氮、氧或碳的三元合金中制备:a-SiGeN、a-SiGeO₂、或 a-SiGeC:H 层。a-SiGeN:H 可能是合乎需要的,因为在 TFT 的制造中 a-SiGeN:H 通常用作栅极电介质。等离子体增强化学气相沉积(PECVD)系统具有从硅烷和氨气中沉积 SiN 的规定。a-SiGeN:H 可以使用硅烷、锗和氨以类似方式通过 PECVD 形成。这一方法可用在光电晶体管设计的情况中,其中该层的差导电性是不重要的考虑事项。

[0072] 图 7 示出可在光电传感器阵列 400 中使用的光电传感器 700 的另一示例。如图 7 中所示,光电传感器 700 包括光电检测器 710 (例如,光电二极管或光电二极管设备)。在光电传感器 700 中,底层 420 作为光电检测器 710 的一部分而顶层 410 不是。顶层 410 位于光电检测器 710 自身的外部,并且仅起到被定位在光电检测器 710 上的光学过滤器“窗口”的作用。在这一示例中,在检测入射在光电检测器 710 上的光(例如,红外光)时,电流过底层 420 但不流过顶层 410。因此,由于电不流过顶层 410,所以用于顶层 410 的材料可在不那么关注吸收可见光时生成的光电流的情况下进行选择。贯穿本公开所描述的材料中的任一种可用于光电传感器 700 中的顶层 410。

[0073] 已经描述了多个实现。然而,可以理解,可作出各种修改。

[0074] 在所公开实现中的一些实现中,基于 FTIR 的触摸传感器可以与像素中传感器显示器一起使用,并且触摸事件可基于像素内传感器显示器中光电传感器所观察的光的变化而被记录,这些光因为由诸如举例而言手指等适当输入机制作出与波导的接触而从基于 FTIR 的触摸传感器逃逸的光中得到。可以使用任何类型的基于 FTIR 的触摸传感器。例如,贯穿本公开所描述的像素内传感器显示器和光电传感器技术可以与基于 FTIR 的触摸传感器相集成,基于 FTIR 的触摸传感器在 2010 年 4 月 9 日提交的待审并共同拥有的题为“Touch Sensing(触摸感测)”的美国专利申请 S/N. 12/757,693 中、在 2010 年 4 月 9 日提交的待审并共同拥有的题为“Touch Sensing(触摸感测)”的美国专利申请 S/N. 12/757,937 中、以及在 2010 年 6 月 1 日提交的待审并共同拥有的题为“Touch Sensing(触摸感测)”的美国专利申请 S/N. 12/791,663 中描述。美国专利申请 S/N. 12/757,693、12/757,937 以及 12/791,663 通过引用通用地整体结合于此。

[0075] 所描述的系统、方法和技术可以以数字电子电路、计算机硬件、固件、软件或这些元件的组合来实现。实现这些技术的设备可包括适当的输入和输出设备,计算机处理器,以及被有形地包含在机器可读存储设备中供可编程处理器执行的计算机程序产品。实现这些技术的过程可由执行指令的程序以便通过操作输入数据和生成输出来执行所需功能的可编程处理器执行。这些技术可在可编程系统上可执行的一个或多个计算机程序中实现,可

编程系统包括被耦合以接收来自数据存储系统的数据和指令并且将数据和指令传送至数据存储系统的至少一个可编程处理器、至少一个输入设备、以及至少一个输出设备。每一计算机程序可用高级过程或面向对象编程语言来实现,或如果需要,每一计算机程序可用汇编语言或机器语言来实现;并且在任何情况下,该语言可以是汇编或解释语言。合适的处理器包括,作为示例,通用和专用微处理器两者。一般而言,处理器将接收来自只读存储器或随机存取存储器的指令和数据。适于有形地实现计算机程序指令和数据的存储设备包括所有形式的非易失存储器,包括,作为示例,半导体存储设备,诸如可擦除可编程只读存储器(EPROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)和闪存设备;磁盘,诸如内置硬盘或可移动盘;磁光盘;以及紧致盘只读存储器(CDROM)。上述各项中的任一个可由特别设计的ASIC(专用集成电路)补充或被结合在ASIC中。

[0076] 可以理解,可作出各种修改。例如,如果所公开的技术中的各步骤以不同次序来执行和/或如果所公开的系统中的各组件以不同方式被组合和/或由其他组件替换或补充,则可获得其他有用的实现。因此,其他实现在以下权利要求书的范围内。

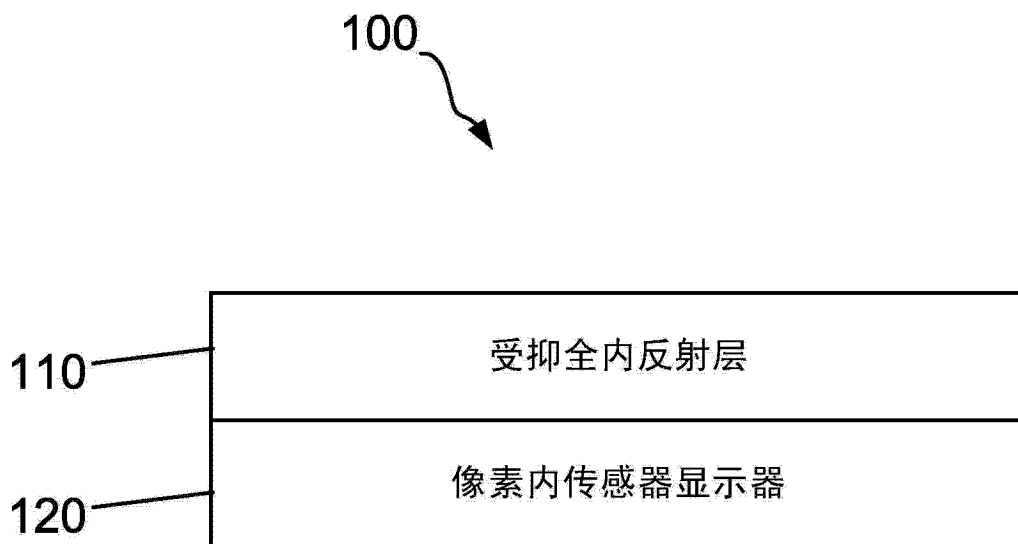


图 1

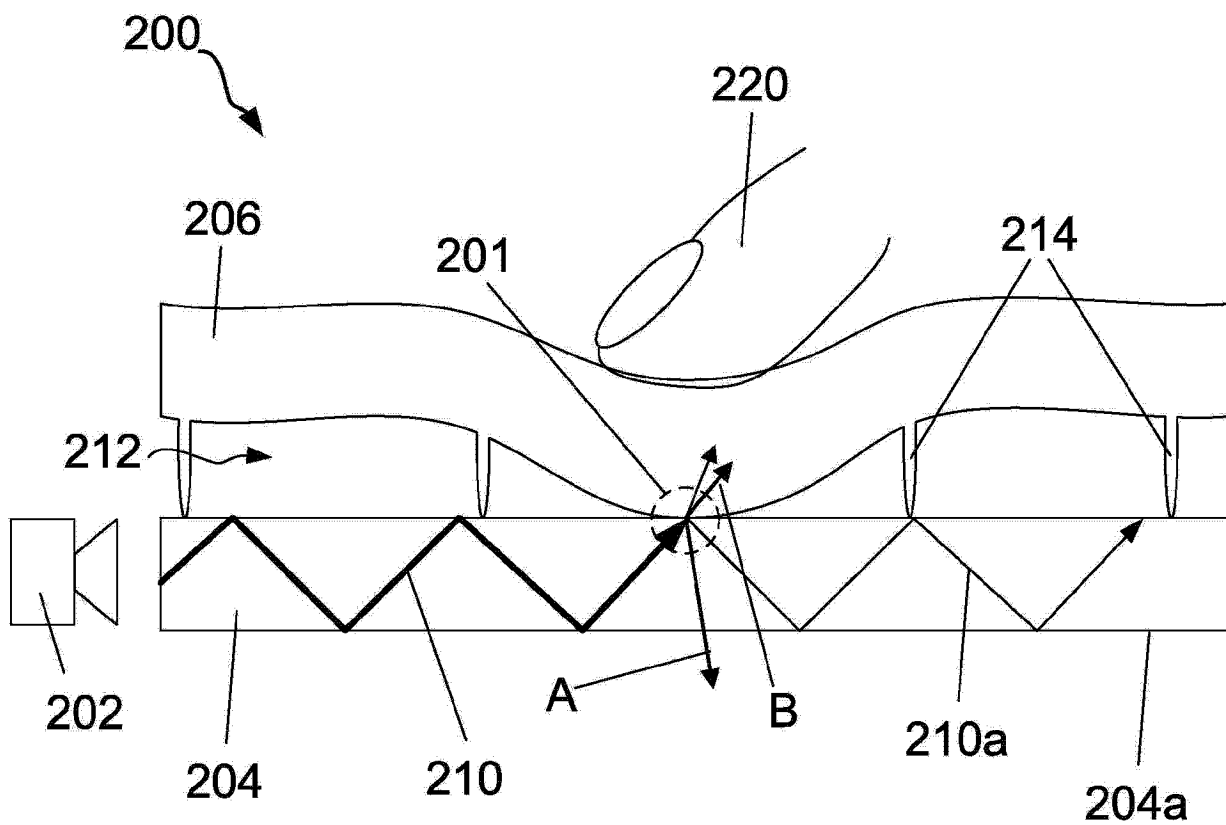


图 2A

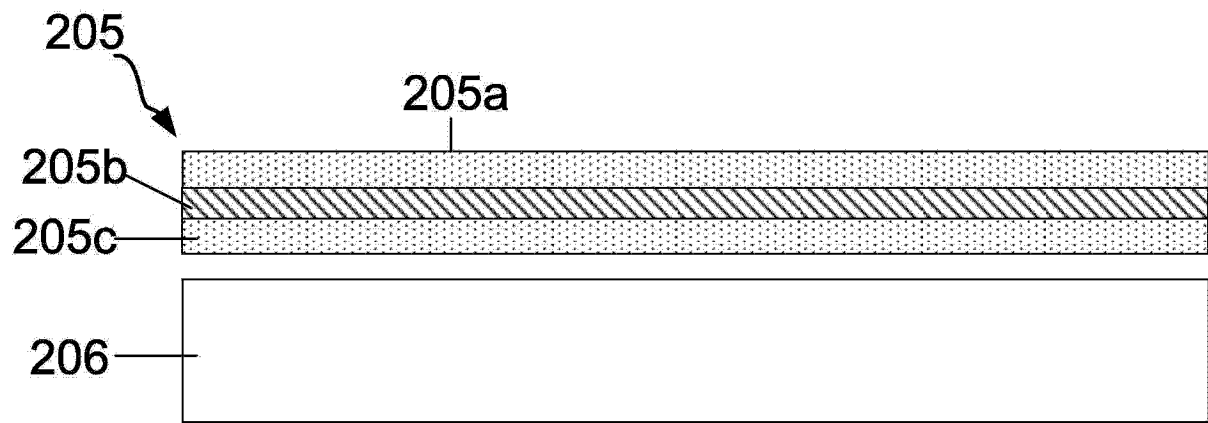


图 2B

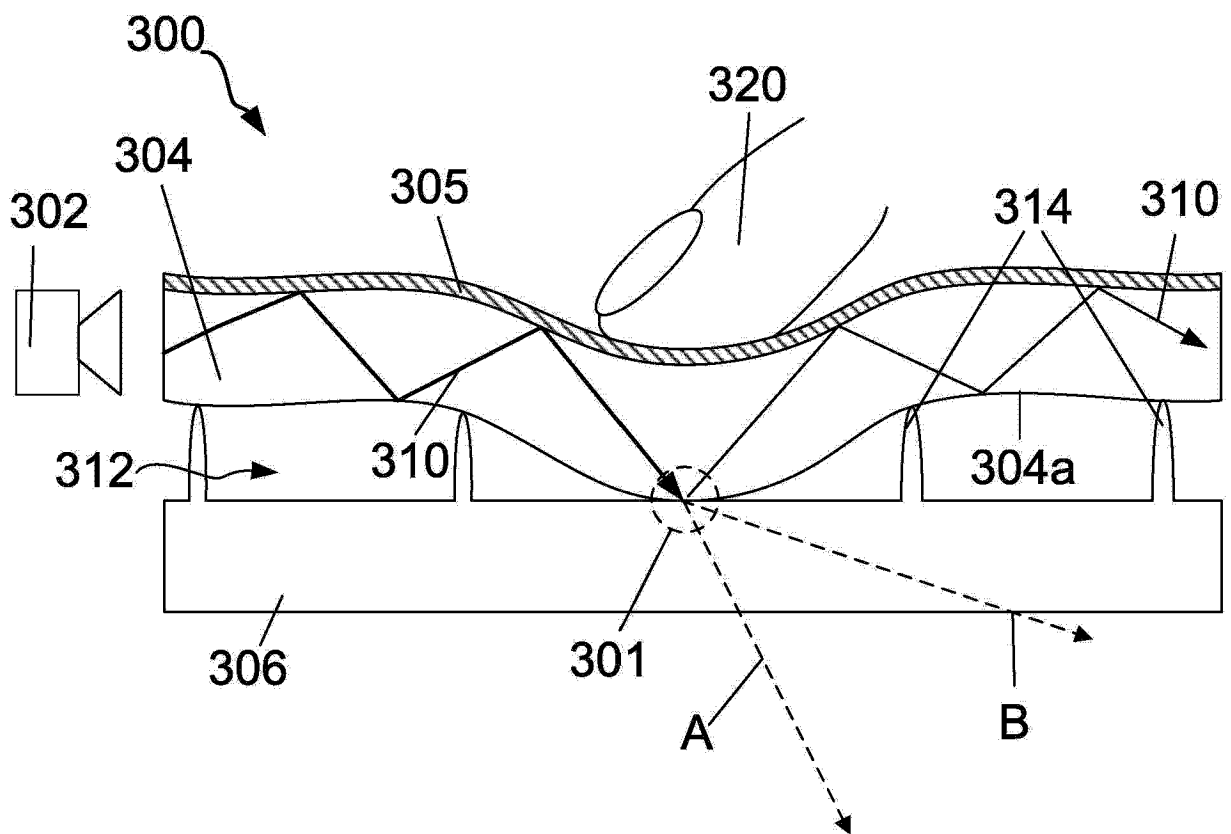


图 3

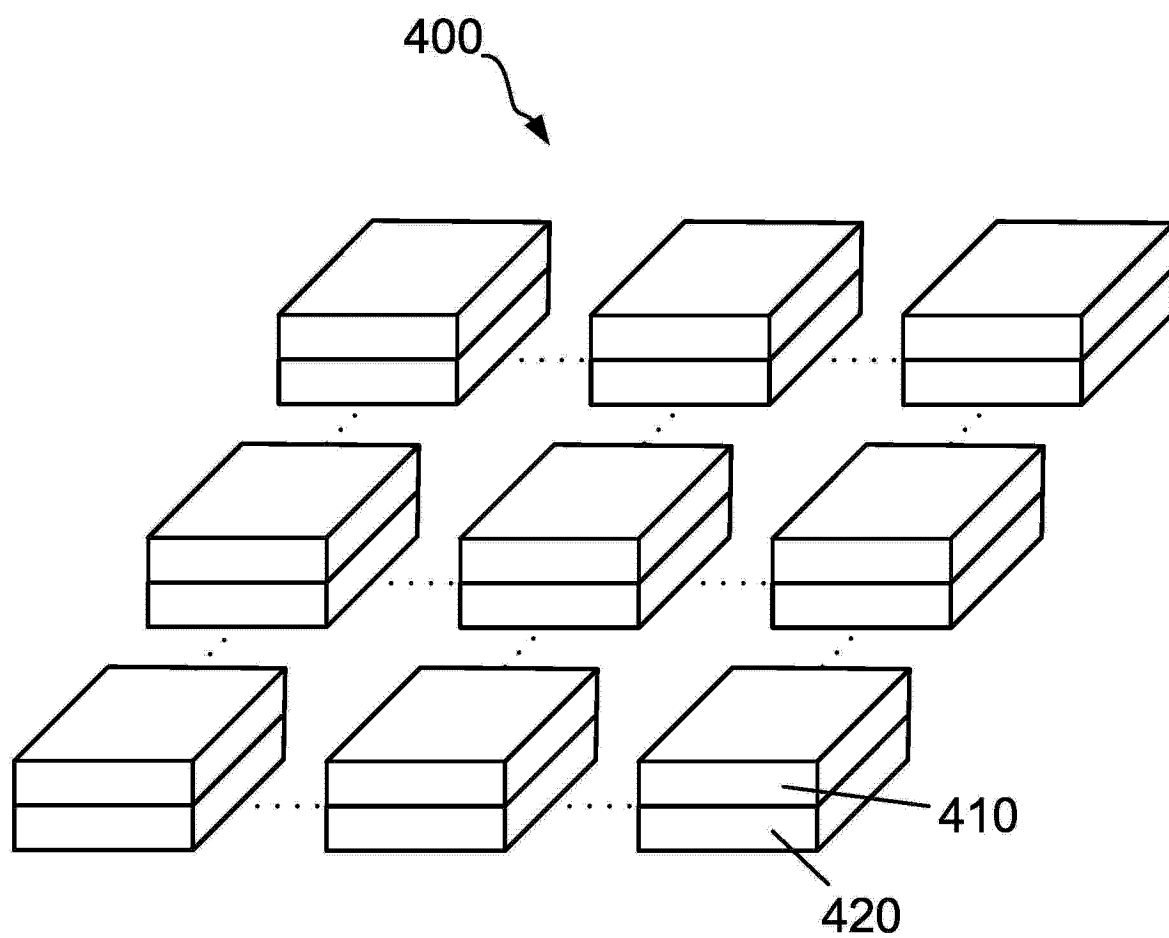
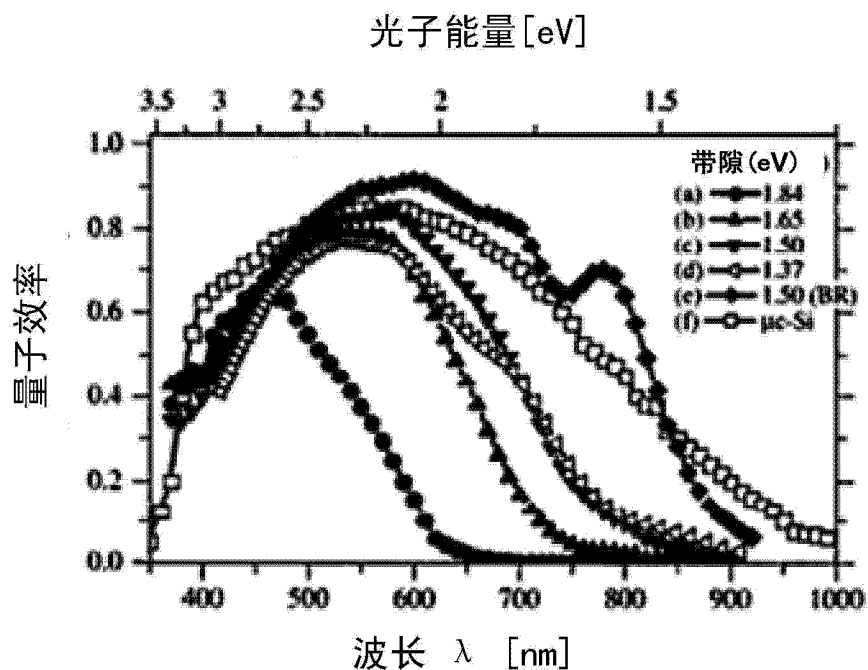


图 4



一系列基于a-Si和a-SiGe的pin单结太阳能电池的量子效率（QE）频谱。
 在图中示出为单结太阳能电池的QE曲线，具有（a）1.84 eV a-Si i-层，
 （b）1.65 eV a-SiGe i-层，（c）1.50 eV a-SiGe i-层，（d）1.37 eV a-SiGe i-层，
 （e）1.50 eV a-SiGe i-层，设备被放置在反向反射器（BR）上，（f）μc-Si i-层。

图 5

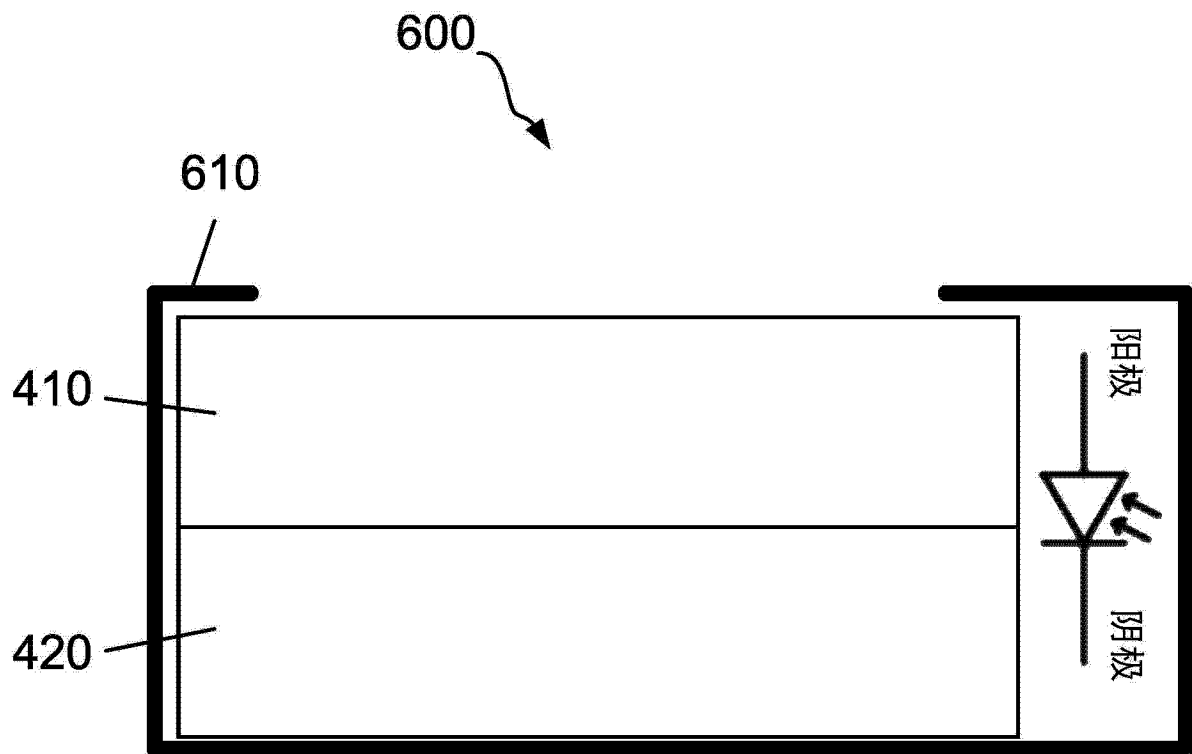


图 6

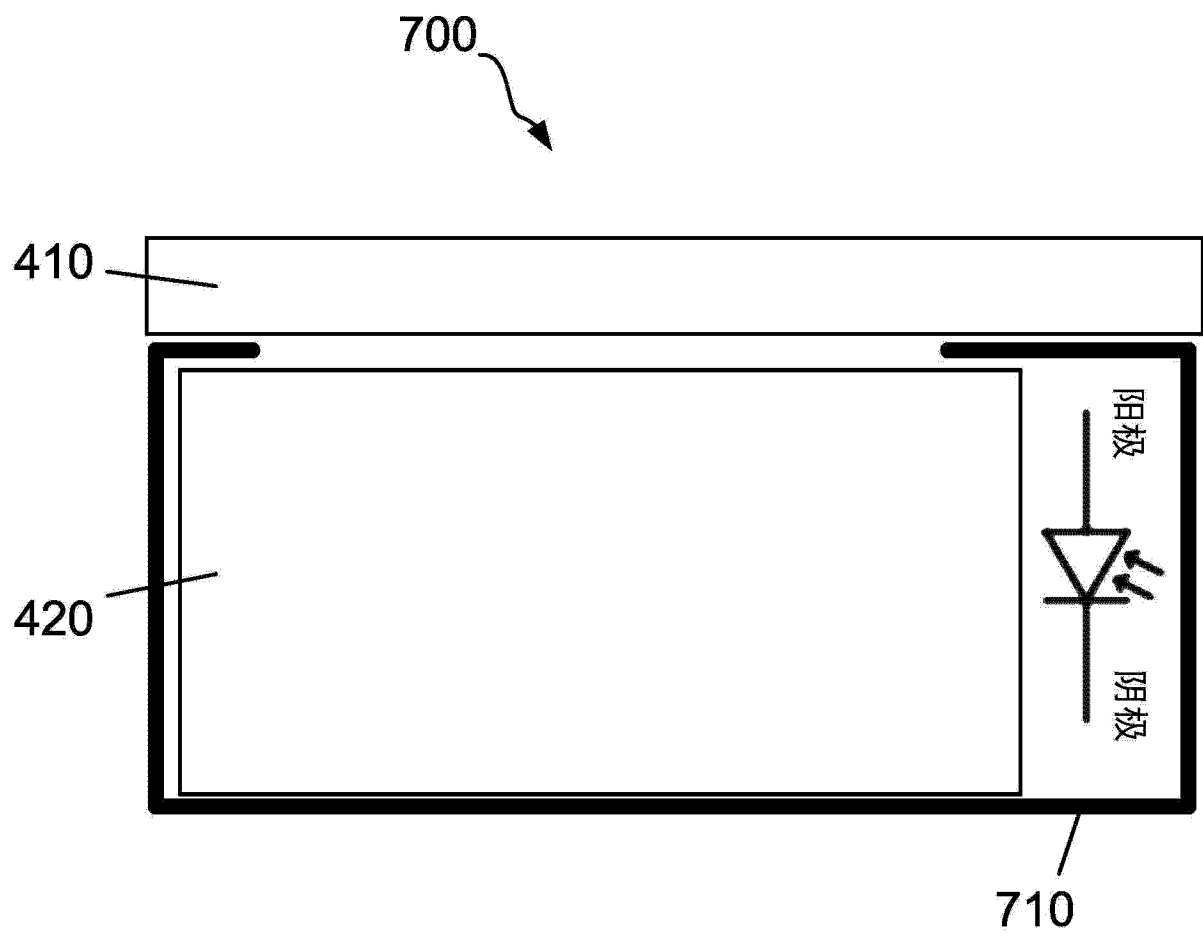


图 7