



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103677448 A

(43) 申请公布日 2014. 03. 26

(21) 申请号 201310750534. 1

(22) 申请日 2013. 12. 31

(71) 申请人 上海交通大学

地址 200240 上海市闵行区东川路 800 号

(72) 发明人 崔杰 叶志成

(74) 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司

31213

代理人 张泽纯

(51) Int. Cl.

G06F 3/042(2006. 01)

G02B 6/122(2006. 01)

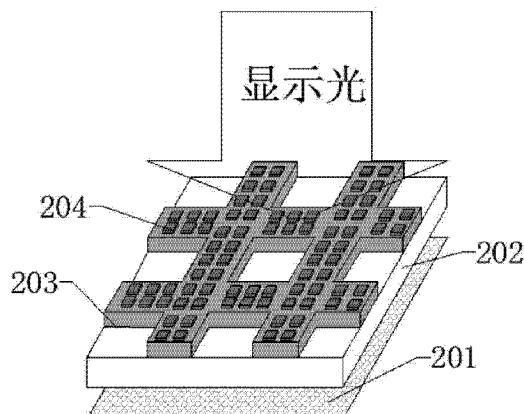
权利要求书1页 说明书4页 附图5页

(54) 发明名称

基于光栅结构的光波导式触摸屏

(57) 摘要

一种基于光栅的光波导式触摸屏,包括透明保护层、基板、光波导层、光栅和光接收器,本发明利用光栅的衍射,使显示光中特定短波长的光成为可在波导内传输的波导模,以此作为触控的检测光,无需额外提供光源,节约成本,有效提高显示光的色纯度。同时光波导的使用可以有效克服内部光的干扰,并通过波导矩阵提高触控精度。



1. 一种基于光栅的光波导式触摸屏,包括透明保护层(201)、基板(202)、光波导(203)、光栅(204)和光接收器(205),其特征在于所述光栅(204)将外界入射光转化为沿着基板(202)或者光波导(203)传播的波导模式信号光,当有障碍物阻挡或者外界反射光进入时,沿着基板(202)或者光波导(203)传输的波导模式信号光将减弱或者增强,该变化最终被光接收器(205)接收,转化为可以显示位置的电流信号。

2. 一种基于光栅的光波导式触摸屏,包括透明保护层(201)、基板(202)、光波导(203)、光栅(204)和光接收器(205),其特征在于所述的基板(202)靠近显示光源的一面由内向外依次是光波导层(203)和光栅(204),该基板(202)的另一面是所述的透明保护层(201),所述的光波导层(203)由沿X方向和Y方向的透明光波导构成光波导矩阵,所述光接收器(205)安装在所述光波导层(203)的一组侧壁。所述的光接收器(205)至少对应一个及以上波导。

3. 一种基于光栅的光波导式触摸屏,包括透明保护层(201)、基板(202)、光波导(203)、光栅(204)和光接收器(205),其特征在于所述的基板(202)靠近光源的一面具有所述的光栅(204),该基板(202)的另一面上依次是所述的光波导层(203)和透明保护层(201),所述的光波导层(203)由沿X方向和Y方向的透明光波导构成光波导矩阵,所述光接收器(205)安装在所述光波导层(203)的一组侧壁。所述的光接收器(205)至少对应一个及以上波导。

4. 一种基于光栅的光波导式触摸屏,包括透明保护层(201)、基板(202)、光栅(204)和光接收器(205),其特征在于所述的基板(202)靠近显示光源的一面是所述的光栅(204),该基板(202)的另一面是透明保护层(201),所述光接收器(205)安装在所述基板(202)一组对边的侧壁或面上,基板(202)将光栅的耦合光导引到光接收器(205)。

5. 一种基于光栅的光波导式触摸屏,包括透明保护层(201)、基板(202)、光栅(204)和光接收器(205),其特征在于所述基板(202)的一面靠近显示光源,该基板的另一面依次是光栅(204)和透明保护层(201),所述光接收器(205)安装在所述基板(202)一组对边的侧壁或面上,基板(202)用将光栅的耦合光导引到光接收器(205)。

6. 如权利要求1至3任一项所述的基于光栅的光波导式触摸屏,其特征在于所述的光波导材料的折射率大于或者等于基板折射率,所述的光波导材料是单层材料或多层材料,所述的光波导材料折射率是单一的或渐变的。

7. 如权利要求1至5任一项所述的基于光栅的光波导式触摸屏,其特征在于所述基板(202)为对光透明的塑料或玻璃。

8. 如权利要求1至5任一项所述的基于光栅的光波导式触摸屏,其特征在于所述光栅(204)是由透明材料制成,具有二维周期结构,光栅是一整片,或是和像素阵列对应的分区块排布。

9. 如权利要求1至3任一项所述的基于光栅的光波导式触摸屏,其特征在于所述光栅(204)是由透明材料制成,光栅具有一维折射率交替的环形周期结构或二维结构,光栅为分区块分布,光栅位于和波导对应的交叉点上。

基于光栅结构的光波导式触摸屏

技术领域

[0001] 本发明涉及信息显示技术领域的交互式触控技术,特别是一种基于光栅和显示器背光的光波导式触摸屏。

背景技术

[0002] 触控技术根据技术原理的不同,主要有声(表面声波技术)、光(红外技术,光学技术,全息触控)、电(电阻式和电容式)、压(矢量压力传感技术)四种变量感知方式。依据声光电压这四种变量感知技术,当前市场上商业化的主流触摸屏产品有:(1)电阻触摸屏;(2)电容触摸屏;(3)表面声波触摸屏;(4)红外触摸屏。

[0003] 电阻触摸屏是在玻璃面板的外侧贴上导电薄膜,通过按压改变按压电的导电性能,感知位置信息。电阻屏用廉价的硬笔或硬物(如指甲)就可以在上面书写,使用方便,精度可以达到显示屏的像素精度。但是,导电薄膜会因为长时间受到笔的作用力而刮花,造成屏幕显示效果越来越差。

[0004] 电容触摸屏是在玻璃面板的内侧用半导体工艺或印刷工艺在玻璃或薄膜上形成一个电容层,当用手指触摸到玻璃面板的外侧时,会引起电容的变化,由此感知位置信息。电容屏的理论精度能达到 1-2mm,但由于手指或电容笔的笔头都较粗,实际很难定位至 1-2mm 的范围,屏幕对手指和电容笔的感知精度不高,在电容屏上不易写出较小号的字体。

[0005] 表面声波触摸屏由声波发生器、反射器和声波接收器组成,声波发生器能发送一种高频声波跨越屏幕表面,当手指触及屏幕时,触点上的声波即被阻止,由此确定坐标位置。表面声波触摸屏不受温度、湿度等环境因素的影响,分辨率高,寿命长。但不便应用于超过 30 寸的荧幕,且由于该技术无法加以封装,容易受到表面脏污及水分的破坏。

[0006] 红外触摸屏由装载触摸屏上的红外线发射与接收感测原件构成,如图 2 所示,在屏幕表面上形成红外线探测网,任何触摸物体可改变触点上的红外线进而被转化成触控的坐标位置。详细原理在美国专利 US5162783 以及国内许多专利都有描述。红外触摸屏的优点是可用手指、笔或任何可阻挡光线的物体来触摸;高度的稳定性,不会因为时间、环境的变化产生漂移等。但需要提供红外线发射光源,故成本高。由于共用外围电路,所有红外线发射管“光-电阻特性”和“结电容”都要保持一致。实际应用中,若某个或多个红外线发射管出现问题,都将影响触摸屏的定位性能。同时,红外发射管有一个发射角,接收管有较大范围的接收角,如果周围反射到一定程度,就会影响触控精度,且分辨率低。

发明内容

[0007] 本发明的目的在于针对上述现有技术的不足,提供一种基于光栅结构的光波导式触摸屏,该触摸屏在提高触控精度的同时,降低光线反射、折射的干扰,改善显示器的显色性,节约成本。

[0008] 本发明的技术解决方案如下:

[0009] 一种基于光栅的光波导式触摸屏,包括透明保护层、基板、光波导层、光栅和光接

收器,其特点在于所述的基板靠近显示光源的一面由内向外依次是光波导层和光栅,该基板的另一面是所述的透明保护层,所述的光波导层由沿 X 方向和 Y 方向的光波导构成光波导矩阵,所述光接收器安装在所述光波导层的一组邻边。

[0010] 一种基于光栅的光波导式触摸屏,其构成包括透明保护层、基板、光波导层、光栅和光接收器,其特点在于所述的基板靠近光源的一面具有所述的光栅,该基板的另一面上自内向外依次是所述的光波导层和透明保护层,所述的光波导层由沿 X 方向和 Y 方向的光波导构成光波导矩阵,所述光接收器安装在所述光波导层的一组邻边。

[0011] 所述的光波导材料的折射率大于或者等于基板折射率,所述的光波导材料是单层材料或多层材料,所述的光波导材料折射率是单一的或渐变的。

[0012] 所述基板为对光透明的塑料或玻璃。

[0013] 所述光栅是由透明材料制成。

[0014] 与现有技术相比,本发明的有益效果如下:

[0015] 本发明通过光波导的使用,触控精度可以达到显示屏的像素精度,并克服了传统方式中内部光线反射、折射的干扰;无需额外提供发射光源,节约成本;纳米光栅的使用,不影响显示效果的同时,还提高了色纯度;有效减少显示光中 450nm 以下的蓝光成份,保护眼睛。

附图说明

[0016] 图 1 (a) 为光栅周期 366nm 时透射光和 ± 1 级衍射光相对辐射功率图。

[0017] 图 1 (b) 为光栅周期 366nm 时 -1 级衍射光电场分布图。

[0018] 图 2 为现有技术的一种红外线触摸屏;

[0019] 图 3 为本发明基于光栅的光波导式触摸屏的平面图;

[0020] 图 4 (a), 4 (b) 为本发明第一实施例的结构示意图;

[0021] 图 5 为本发明第二种实施例的结构示意图。

[0022] 图 6 (a), 6 (b) 为本发明第三种实施例的结构示意图。

[0023] 图 7 为本发明第四种实施例的结构示意图。

[0024] 图中:101-红外线发射器,102-红外线接收器,103-触控检测区,104-红外触摸屏框,201-透明保护层,202-基板,203-光波导,204-光栅,205-光接收器,206-触控检测区域。

具体实施方式

[0025] 下面结合实施例和附图对本发明作详细说明,但不应以此限制本发明的保护范围。

[0026] 光栅波导 +1 级、-1 级的耦合公式如公式(1)所示。其中, k_0 是真空中波数, n_0 是入射介质的折射率, θ 为波导内的入射角, T 为光栅周期, n_1 为波导折射率, n_{eff} 为波导有效折射率。公式(1)中绝对值部分,对于 +1 级衍射光取正号, -1 级衍射光取负号。并且有

$$n_1 > n_0, |\theta| \in \left[0, \frac{\pi}{2}\right).$$

$$[0027] \quad k_0 n_0 < \left| k_0 n_0 \sin \theta \pm \frac{2\pi}{T} \right| = k_0 * n_{\text{eff}} < k_0 n_1 \quad (1)$$

[0028] 根据公式(1)化简可得,要使+1级衍射光成为波导中的波导模式,应满足以下条件:

$$[0029] \quad \frac{\lambda}{n_1 - n_0 \sin \theta} < T < \frac{\lambda}{n_0 - n_0 \sin \theta} \quad (2)$$

[0030] 同理可得-1级衍射光应满足以下条件:

$$[0031] \quad \frac{\lambda}{n_1 + n_0 \sin \theta} < T < \frac{\lambda}{n_0 + n_0 \sin \theta} \quad (3)$$

[0032] 其中, λ 为真空中入射光的波长。

[0033] 当入射角 θ 和光栅周期 T 确定时,显然入射光中只有波长满足上述公式(2)、公式(3)的,才有可能成为波导模并在光波导中横向传播,其他波长的光将穿过光栅波导发射出来。

[0034] 设波长为 λ_1 的入射光能成为波导模时,光栅周期 T_1 应满足的集合为 A_1 , 则

$$[0035] \quad A_1 = \{T_1 | (\frac{\lambda_1}{n_1 - n_0 \sin \theta} < T_1 < \frac{\lambda_1}{n_0 - n_0 \sin \theta}) \cup (\frac{\lambda_1}{n_1 + n_0 \sin \theta} < T_1 < \frac{\lambda_1}{n_0 + n_0 \sin \theta})\} \quad (4-1)$$

[0036] 对于小角度入射,即当 $0 \leq \theta < \arcsin \frac{n_1 - n_0}{2n_0}$ 时,上式可化简成,

$$[0037] \quad A_1 = \{T_1 | (\frac{\lambda_1}{n_1 + n_0 \sin \theta} < T_1 < \frac{\lambda_1}{n_0 - n_0 \sin \theta})\} \quad (4-2)$$

[0038] 设波长为 λ_2 的入射光能成为波导模时,光栅周期 T_2 应满足的集合为 A_2 ,

$$[0039] \quad A_2 = \{T_2 | (\frac{\lambda_2}{n_1 - n_0 \sin \theta} < T_2 < \frac{\lambda_2}{n_0 - n_0 \sin \theta}) \cup (\frac{\lambda_2}{n_1 + n_0 \sin \theta} < T_2 < \frac{\lambda_2}{n_0 + n_0 \sin \theta})\} \quad (5-1)$$

[0040] 对于小角度入射,即当 $0 \leq \theta < \arcsin \frac{n_1 - n_0}{2n_0}$ 时,上式可化简成,

$$[0041] \quad A_2 = \{T_2 | (\frac{\lambda_2}{n_1 + n_0 \sin \theta} < T_2 < \frac{\lambda_2}{n_0 - n_0 \sin \theta})\} \quad (5-2)$$

[0042] 当 $\lambda_2 > \lambda_1$ 时,若要使入射光中波长为 λ_1 附近的光能成为波导模,波长大于等于 λ_2 的部分不能成为波导模而直接通过,则光栅周期 T 组成的集合 A , 满足以下条件:

$$[0043] \quad A = A_1 - (A_1 \cap A_2) \quad (6)$$

[0044] 实际当中,光栅周期 T 略小于理论值也是可以满足要求的。对于LED发出的白光,其中蓝光成分主要集中在450nm,根据以上的理论,我们可以通过设置恰当的光栅周期,使得440nm及以下的光成为波导模,从而作为检测光,而450nm及以上的光直接通过波导。这样,在不影响触控屏显示的同时,我们充分利用短波长的光作为检测光,也提高了显示光的单色性。例如,在近似垂直入射下,即 $\theta \in (0^\circ, 1^\circ)$, 入射介质为空气 $n_0=1$, 波导介质为玻璃 $n_1=1.466$, $\lambda_1=440\text{nm}$, $\lambda_2=450\text{nm}$ 。光栅周期 $T=366\text{nm}$ 时,仿真结果如图1(a), 图1(b)所示。可见-1级衍射为主要耦合光,且440nm部分有将近40%的光耦合在波导中。

[0045] 请参阅图3、图4。图4是本发明基于光栅的光波导式触摸屏的第一实施例,包括基板202和透明保护层201,基板202的材料是透明塑料或玻璃。基板202靠近显示光源的一面上制作有沿X方向和Y方向设置的透明光波导203。X方向的透明光波导和Y方向的透明光波导相互垂直并相交,构成光波导矩阵。光波导矩阵的一组邻边均设置有光接收器205。所述光波导203靠近显示光源一面上具有纳米光栅204。光栅204是由透明材料制成,该光栅的光栅面朝向显示光源。

[0046] 工作时,显示光源发出显示光,首先通过纳米光栅 204。在显示光通过纳米光栅 204 时,会有一定波段的短波长光进入光波导 203,并在光波导中横向传输,成为波导模;大部分光则会纵向通过光波导 203、基板 202 和透明保护层 201,进入人眼。光接收器 205 检测在光波导 203 中横向传输的光,构成触控检测的重要部分。当操作物,如手指、触控笔等,接触检测区域 206 时,通过光接收器 205 检测到的光强变化实现操作物的定位。

[0047] 特别强调的是:显示光通过纳米光栅后,只有特定波段的短波长光会在光波导中横向传输构成检测光,且该波段并未占用三色光 RGB 的主峰波段,因此不会影响显示器的显示效果。如本实施例中纳米光栅的周期为 366nm,根据光栅波导耦合原理,显示光中波长约为 440nm 的部分会在光波导中横向传输构成检测光。

[0048] 图 5 是本发明基于光栅的光波导式触摸屏的第二实施例的结构示意图,包括基板 202,基板 202 的材料是透明塑料或玻璃。该基板 202 靠近显示光的一面上具有纳米光栅 204。光栅 204 是由透明材料制成。该基板 202 的另一面上制有沿 X 方向和 Y 方向设置的透明光波导 203。该 X 方向的透明光波导和 Y 方向的透明光波导相互垂直并相交,构成光波导矩阵。光波导矩阵的一组邻边上设置有光接收器 205。光波导矩阵的外侧是透明保护层 201。

[0049] 图 6 是本发明基于光栅的光波导式触摸屏的第三实施例的结构示意图,包括基板 202,基板 202 的材料是透明塑料或玻璃。该基板 202 靠近显示光源的一面上具有纳米光栅 204。光栅 204 是由透明材料制成。该基板 202 的另一面是透明保护层 201。光接收器 205 设置在基板 202 一组对边的面上,如图 6 (b) 所示。

[0050] 工作时,显示光源发出显示光,首先通过纳米光栅 204。在显示光通过纳米光栅 204 时,会有一定波段的短波长光进入基板 202,并在基板 202 中横向传输,成为波导模,此时基板 202 起平板波导的作用将光栅的耦合光导引到光接收器 205;大部分光则会纵向通过基板 202 和透明保护层 201,进入人眼。波导模根据全反射原理在基板 202 中横向传输,光接收器 205 处的折射率大于等于基板 202 的折射率时,光接收器 205 处的全反射会被破坏,因此光接收器 205 可检测到基板 202 中横向传输的光。当操作物,如手指、触控笔等,接触检测区域 206 时,光接收器 205 检测到的光强会变小;若操作物悬空在检测区域 206 时,由于操作物对显示光的反射光又被耦合到基板中,光接收器 205 检测到的光强会变大。根据光接收器的位置及其光强变化可实现操作物的定位。因此本方案可实现非接触式触控。

[0051] 图 7 是本发明基于光栅的光波导式触摸屏的第四实施例的结构示意图,包括基板 202,基板 202 的材料是透明塑料或玻璃。该基板 202 的一面靠近显示光源,另一面依次是纳米光栅 204 和透明保护层 201,光栅 204 由透明材料制成。光接收器 205 设置在基板 202 一组对边的面上。工作方式类似第三实施例,可实现非接触式触控。

[0052] 实验表明,本发明利用光栅的衍射,使显示光中特定短波长的光成为可在波导内传输的波导模,以此作为触控的检测光,无需额外提供光源,节约成本,有效提高显示光的色纯度。同时光波导的使用可以有效克服内部光的干扰,并通过波导矩阵提高触控精度。

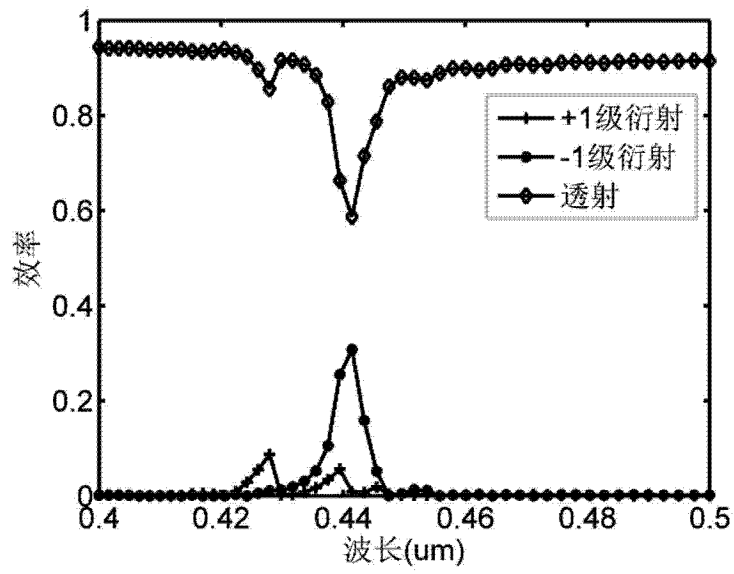


图 1 (a)

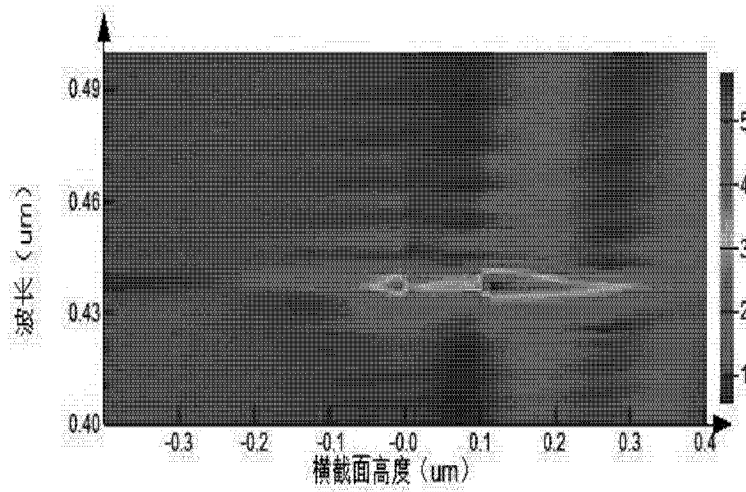


图 1 (b)

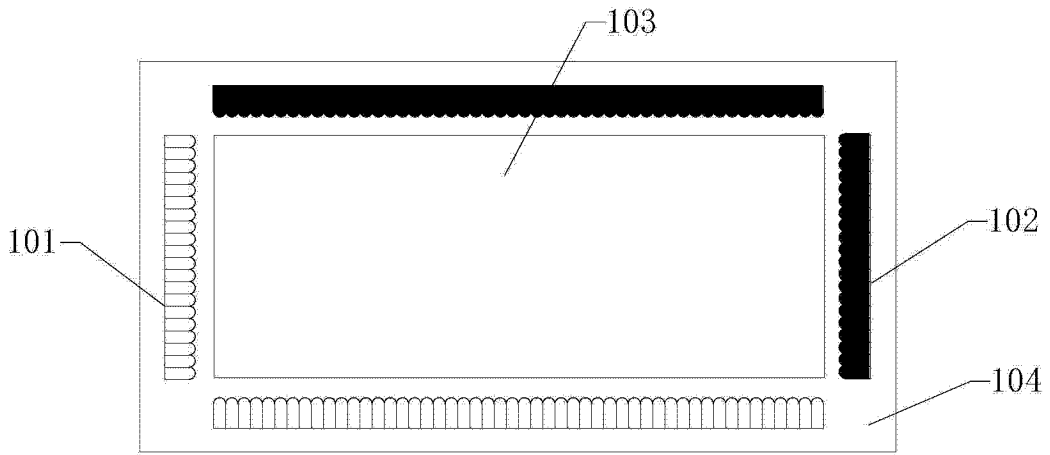


图 2

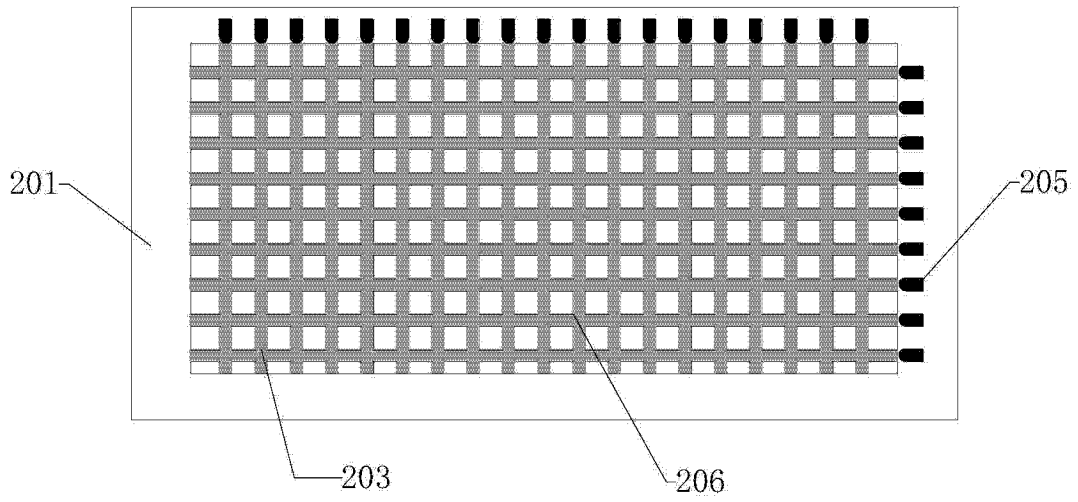


图 3

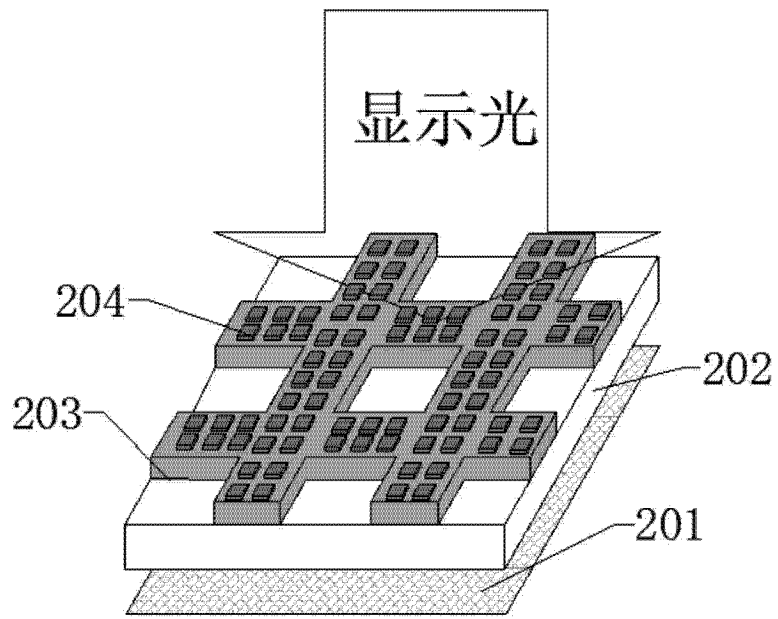


图 4 (a)

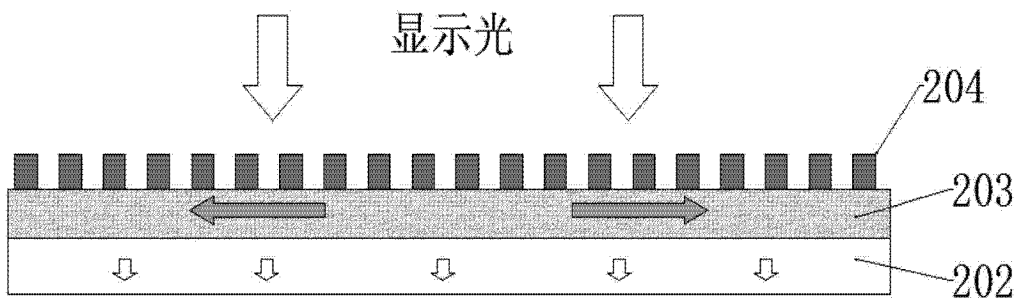


图 4 (b)

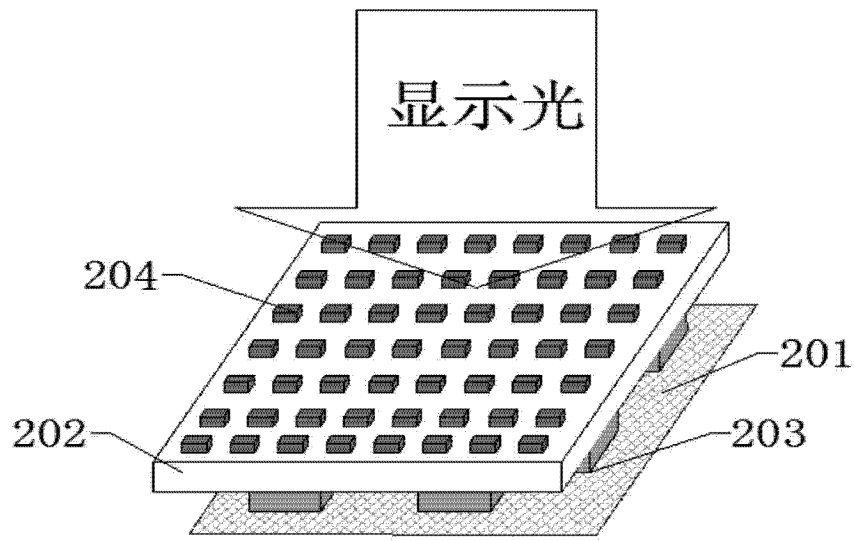


图 5

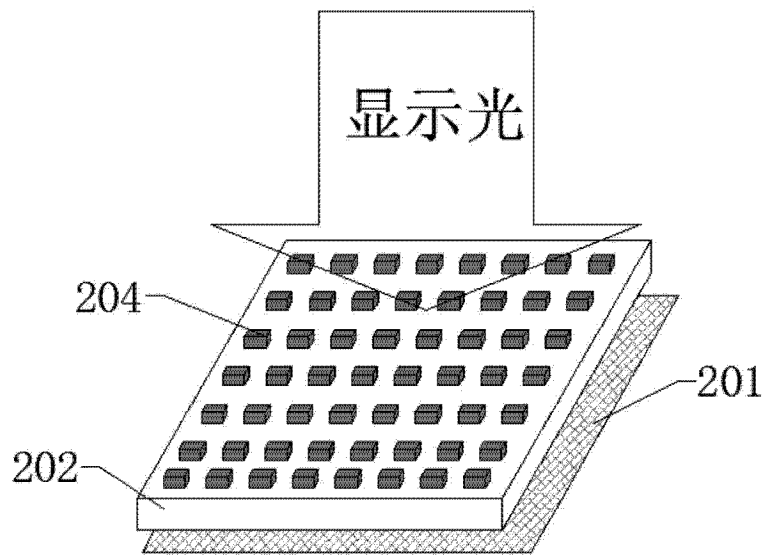


图 6 (a)

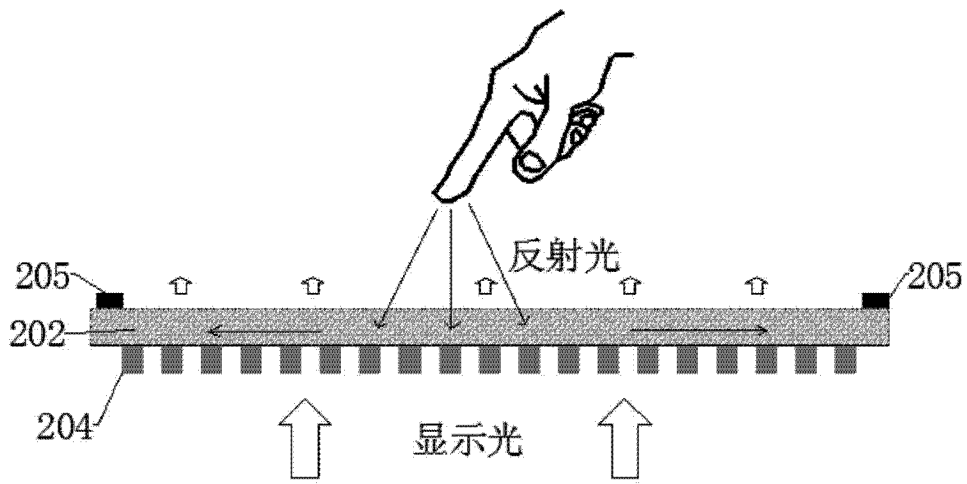


图 6 (b)

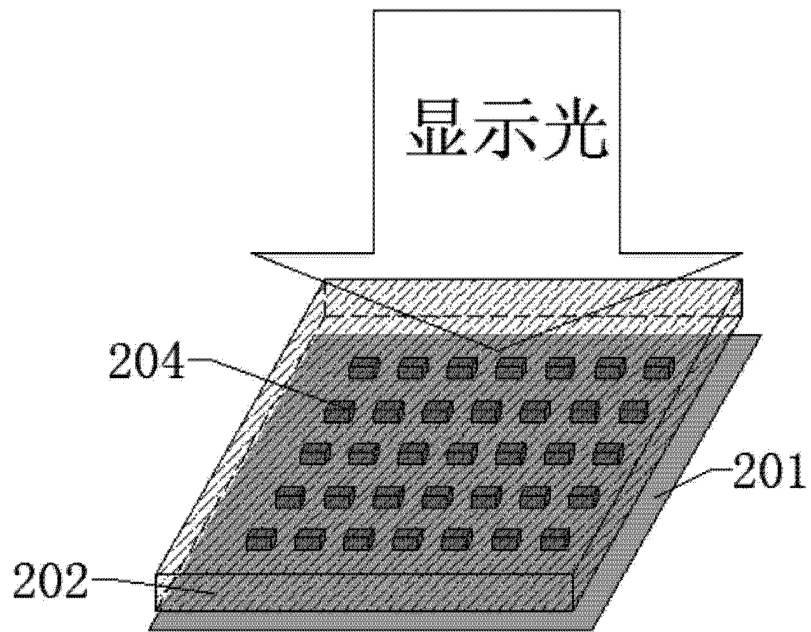


图 7