



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109031703 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201811133119.0

(22)申请日 2018.09.27

(71)申请人 京东方科技集团股份有限公司
地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥路10号
申请人 北京京东方显示技术有限公司

(72)发明人 庞妍 贾宜詠

(74)专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司 11291
代理人 郭润湘

(51) Int. Cl.
G02F 1/01(2006.01)

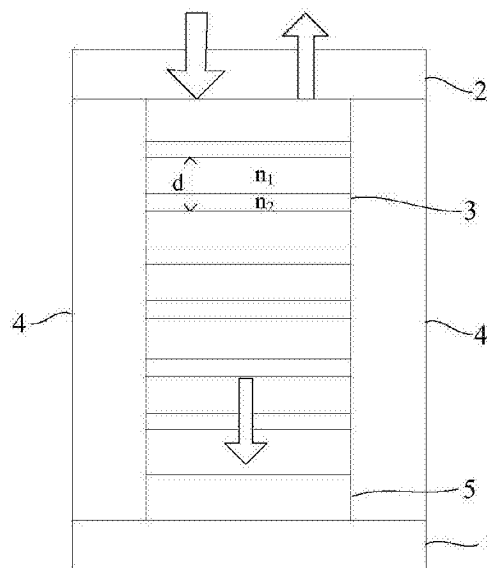
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种像素单元、反射式显示屏及其制备方法、显示装置

(57)摘要

本发明涉及显示技术领域,公开一种像素单元、反射式显示屏及其制备方法、显示装置;其中,像素单元包括:第一电极层;光纤光栅结构,位于第一电极层上,折射率沿垂直于第一电极层的方向上周期性变化;压电晶体,位于第一电极层上、且围绕光纤光栅结构设置;压电晶体在驱动电压的作用下可产生形变并驱使光纤光栅结构的周期常数发生改变;第二电极层,位于压电晶体上,用于与第一电极层配合以向压电晶体提供驱动电压。上述像素单元可以实现全色彩反射式显示,并且,无需偏光片、液晶、彩膜等层结构,对入射自然光利用效率大大提升,可见光利用率较高,可以实现反射式显示屏亮度的最优化。



CN 109031703 A

1. 一种像素单元,其特征在于,包括:
第一电极层;
光纤光栅结构,位于所述第一电极层上,折射率沿垂直于所述第一电极层的方向上周期性变化;
压电晶体,位于所述第一电极层上、且围绕所述光纤光栅结构设置;所述压电晶体在驱动电压的作用下可产生形变并驱使所述光纤光栅结构的周期常数发生改变;
第二电极层,位于所述压电晶体上,用于与所述第一电极层配合以向所述压电晶体提供所述驱动电压。
2. 如权利要求1所述的像素单元,其特征在于,还包括光吸收层,所述光吸收层位于所述第一电极层和所述光纤光栅结构之间。
3. 如权利要求2所述的像素单元,其特征在于,所述光吸收层的材料为氧化钼。
4. 如权利要求1所述的像素单元,其特征在于,所述光纤光栅结构为折射率周期性变化的二氧化硅薄膜。
5. 如权利要求1所述的像素单元,其特征在于,所述第一电极层为像素电极;所述第二电极层为公共电极。
6. 如权利要求5所述的像素单元,其特征在于,还包括薄膜晶体管,所述薄膜晶体管与所述第一电极层电连接。
7. 如权利要求1-6任一项所述的像素单元,其特征在于,当所述压电晶体未受到所述驱动电压作用时,所述光纤光栅结构不反射可见光;当所述压电晶体受到所述驱动电压作用时,所述光纤光栅结构反射可见光。
8. 如权利要求7所述的像素单元,其特征在于,所述光纤光栅结构反射的可见光的频率与所述压电晶体的驱动电压值相对应。
9. 一种反射式显示屏,其特征在于,包括权利要求1-8任一项所述的像素单元。
10. 一种显示装置,其特征在于,包括权利要求9所述的反射式显示屏。
11. 一种反射式显示屏的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:
在基板上制备第一电极层;
在所述第一电极层上制备光纤光栅结构层,通过构图工艺形成光纤光栅结构,所述光纤光栅结构的折射率沿垂直于所述第一电极层的方向上周期性变化;
在所述第一电极层上制备压电晶体层,通过构图工艺形成压电晶体,所述压电晶体围绕所述光纤光栅结构设置,且所述压电晶体在驱动电压的作用下可产生形变并驱使所述光纤光栅结构的周期常数发生改变;
在所述压电晶体上形成第二电极层,所述第二电极层与所述第一电极配合以向所述压电晶体提供所述驱动电压。
12. 如权利要求11所述的制备方法,其特征在于,所述在第一电极层上制备光纤光栅结构层,包括:
采用化学气相沉积法,在所述第一电极层上沉积锗掺杂二氧化硅膜层;
通过紫外光曝光法将入射光相干场图样写入所述二氧化硅膜层,以形成所述光纤光栅结构层。
13. 如权利要求12所述的制备方法,其特征在于,所述通过紫外光曝光法将入射光相干

场图样写入所述二氧化硅膜层,包括:

采用正弦相位掩模板进行掩膜,利用紫外激光器从所述二氧化硅膜层的侧面进行辐射。

14.如权利要求11-13任一项所述的制备方法,其特征在于,所述在基板上制备第一电极层之前,还包括:

在所述基板上制备薄膜晶体管,所述薄膜晶体管与所述第一电极层电连接。

15.如权利要求11-13任一项所述的制备方法,其特征在于,所述在第一电极层上制备光纤光栅结构层之前,还包括:

在所述第一电极层上制备光吸收层。

一种像素单元、反射式显示屏及其制备方法、显示装置

技术领域

[0001] 本发明涉及显示技术领域,特别涉及一种像素单元、反射式显示屏及其制备方法、显示装置。

背景技术

[0002] 现有的反射式显示装置大多是采用液晶显示屏;然而,液晶显示屏中,由于偏光片的使用会对入射光有50%左右的折损,加上彩膜、液晶等各层的吸收和损耗,往往导致入射光损失很大,因此,现有的反射式显示装置屏幕亮度往往较差。

发明内容

[0003] 本发明公开了一种像素单元、反射式显示屏及其制备方法、显示装置,目的是提供一种显示亮度较高的反射式显示屏。

[0004] 为达到上述目的,本发明提供以下技术方案:

[0005] 一种像素单元,包括:

[0006] 第一电极层;

[0007] 光纤光栅结构,位于所述第一电极层上,折射率沿垂直于所述第一电极层的方向上周期性变化;

[0008] 压电晶体,位于所述第一电极层上、且围绕所述光纤光栅结构设置;所述压电晶体在驱动电压的作用下可产生形变并驱使所述光纤光栅结构的周期常数发生改变;

[0009] 第二电极层,位于所述压电晶体上,用于与所述第一电极层配合以向所述压电晶体提供所述驱动电压。

[0010] 上述像素单元中,采用光纤光栅结构及压电晶体作为像素单元,其中,光纤光栅结构的折射率沿垂直于屏幕方向上周期性变化,设其周期常数为 d ,根据布拉格公式 $2d\sin\theta = \lambda$,自然光入射至该光纤光栅结构后,其中波长满足上述布拉格公式的光波会发生反射增强,其余波长不满足条件的光波不会被反射,即该光纤光栅结构可以对不同频率的光进行选择反射,从而可以实现彩膜功能,且根据布拉格公式,通过改变光纤光栅结构的周期常数 d ,该像素单元可以实现RGB三色甚至更多色彩,进而,通过单像素即可实现全色彩显示;进一步的,该像素单元中,压电晶体在第一电极层和第二电极层产生的驱动电压的作用下可以产生形变,进而驱使光纤光栅结构的周期常数 d 发生改变,从而该像素单元可实现全色彩显示。因此,上述像素单元,可以实现全色彩反射式显示;并且,该像素单元无需偏光片、液晶、彩膜等层结构,不需要RGB三个子像素,对入射自然光利用效率大大提升,可见光利用率较高,可以实现反射式显示屏幕亮度的最优化。

[0011] 可选的,所述像素单元还包括光吸收层,所述光吸收层位于所述第一电极层和所述光纤光栅结构之间。

[0012] 可选的,所述光吸收层的材料为氧化钼。

[0013] 可选的,所述光纤光栅结构为折射率周期性变化的二氧化硅薄膜。

- [0014] 可选的,所述第一电极层为像素电极;所述第二电极层为公共电极。
- [0015] 可选的,所述像素单元还包括薄膜晶体管,所述薄膜晶体管与所述第一电极层电连接。
- [0016] 可选的,当所述压电晶体未受到所述驱动电压作用时,所述光纤光栅结构不反射可见光;当所述压电晶体受到所述驱动电压作用时,所述光纤光栅结构反射可见光。
- [0017] 可选的,所述光纤光栅结构反射的可见光的频率与所述压电晶体的驱动电压值相对应。
- [0018] 一种反射式显示屏,包括上述任一技术方案所述的像素单元。
- [0019] 一种显示装置,包括上述技术方案所述的反射式显示屏。
- [0020] 一种反射式显示屏的制备方法,包括以下步骤:
- [0021] 在基板上制备第一电极层;
- [0022] 在所述第一电极层上制备光纤光栅结构层,通过构图工艺形成光纤光栅结构,所述光纤光栅结构的折射率沿垂直于所述第一电极层的方向上周期性变化;
- [0023] 在所述第一电极层上制备压电晶体层,通过构图工艺形成压电晶体,所述压电晶体围绕所述光纤光栅结构设置,且所述压电晶体在驱动电压的作用下可产生形变并驱使所述光纤光栅结构的周期常数发生改变;
- [0024] 在所述压电晶体上形成第二电极层,所述第二电极层与所述第一电极配合以向所述压电晶体提供所述驱动电压。
- [0025] 可选的,所述在第一电极层上制备光纤光栅结构层,包括:
- [0026] 采用化学气相沉积法,在所述第一电极层上沉积锗掺杂二氧化硅膜层;
- [0027] 通过紫外光曝光法将入射光相干场图样写入所述二氧化硅膜层,以形成所述光纤光栅结构层。
- [0028] 可选的,所述通过紫外光曝光法将入射光相干场图样写入所述二氧化硅膜层,包括:
- [0029] 采用正弦相位掩模板进行掩膜,利用紫外激光器从所述二氧化硅膜层的侧面进行辐射。
- [0030] 可选的,所述在基板上制备第一电极层之前,还包括:
- [0031] 在所述基板上制备薄膜晶体管,所述薄膜晶体管与所述第一电极层电连接。
- [0032] 可选的,所述在第一电极层上制备光纤光栅结构层之前,还包括:
- [0033] 在所述第一电极层上制备光吸收层。

附图说明

- [0034] 图1为本发明实施例提供的一种像素单元的结构示意图;
- [0035] 图2为本发明实施例提供的一种反射式显示屏的部分结构示意图;
- [0036] 图3为本发明实施例提供的一种反射式显示屏的制备方法流程图;
- [0037] 图4为本发明实施例提供的一种反射式显示屏中光纤光栅结构制备过程示意图;
- [0038] 图5为波长为 λ 的激光束通过周期为L的正弦相位掩模板衍射后的光谱分布示意图。

具体实施方式

[0039] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0040] 如图1和图2所示,本发明实施例提供了一种像素单元,包括:

[0041] 第一电极层1;

[0042] 光纤光栅结构3,位于第一电极层1上,其折射率沿垂直于第一电极层1的方向上周期性变化;

[0043] 压电晶体4,位于第一电极层1上、且围绕光纤光栅结构3设置;该压电晶体4在驱动电压的作用下可产生形变并驱使光纤光栅结构3的周期常数d发生改变;

[0044] 第二电极层2,位于压电晶体4上,用于与第一电极层1配合以向压电晶体4提供驱动电压。

[0045] 上述像素单元中,光纤光栅结构3的折射率沿垂直于屏幕方向上周期性变化,如图1所示,设其周期常数为d,根据布拉格公式 $2ds\sin\theta=\lambda$,自然光入射至该光纤光栅结构3后,其中波长满足上述布拉格公式的光波会发生反射增强,其余波长不满足条件的光波不会被反射,即该光纤光栅结构3可以对不同频率的光进行选择反射,从而可以实现彩膜功能,且根据布拉格公式,通过改变光纤光栅结构3的周期常数d,该像素单元可以实现RGB三色甚至更多色彩,进而,通过单像素即可实现全色彩显示;进一步的,该像素单元中,压电晶体4在第一电极层1和第二电极层2产生的驱动电压的作用下可以产生形变,进而驱使光纤光栅结构3的周期常数d发生改变,从而使该像素单元可实现全色彩显示。因此,上述像素单元,可以实现全色彩反射式显示;并且,该像素单元无需偏光片、液晶、彩膜等层结构,不需要RGB三个子像素,对入射自然光利用效率大大提升,可见光利用率较高,可以实现反射式显示屏幕亮度的最优化。

[0046] 如图1和图2所示,一种具体的实施例中,本发明实施例提供的像素单元还包括光吸收层5,光吸收层5位于第一电极层1和光纤光栅结构3之间。

[0047] 可选的,光吸收层5的材料可以为氧化钼(MoO_x)。

[0048] 具体的,自然光入射至光纤光栅结构3后,波长满足布拉格公式的光波被反射增强,其余不满足条件的光波透过光纤光栅结构3后则可以被光吸收层5所吸收。

[0049] 如图1和图2所示,一种具体的实施例中,光纤光栅结构3可以为折射率周期性变化的二氧化硅(SiO_2)薄膜。

[0050] 具体的,可以利用激光辐照,使 SiO_2 膜层内部折射率发生周期性变化,以形成光纤光栅增反射层,从而形成光纤光栅结构3;如图4所述, SiO_2 膜层中,经过激光辐照的区域,折射率突变为 n_2 ,其余部分折射率为 n_1 ,每相邻的一个 n_1 和 n_2 区域范围为一个变化周期,该区域厚度尺寸即为周期常数d。

[0051] 可选的,光纤光栅结构3的厚度可以根据显示色纯度的需求决定,由于光纤光栅结构3的周期越多,入射光过滤次数越多,色纯度也会越高,因此光纤光栅结构3越厚,包含周期越多,显示色纯度也将越高。

[0052] 由于像素单元尺寸很小,入射光中只有接近垂直入射的分量对显示有贡献,并且, n_2 折射率层非常薄,因此,布拉格公式可简化为: $2nd=\lambda$,其中, n 为未经过激光辐照的 SiO_2 的折射率 n_1 , d 为 SiO_2 折射率变化的周期常数, λ 为满足布拉格反射条件的入射光波长。进而,以像素单元需要显示 $\lambda=520\text{nm}$ 的绿光为例,根据布拉格公式 $2nd=\lambda$,可算出 $d=185\text{nm}$,即通过驱使光纤光栅结构3的周期常数 d 变为 185nm ,即可以使相应像素单元显示为绿色,具体可通过电压驱动压电晶体4来改变光纤光栅结构3的周期常数 d 。其余波长的光,如红光、蓝光或者其他颜色的光,显示原理亦相同。

[0053] 如图1和图2所示,一种具体的实施例中,压电晶体4可以为氧化锌(ZnO)材料。

[0054] 如图1和图2所示,一种具体的实施例中,第一电极层1为像素电极;第二电极层2为公共电极。

[0055] 具体的,第二电极层2为透明电极层,具体可以为ITO电极层。

[0056] 如图2所示,一种具体的实施例中,本发明实施例提供的像素单元还包括薄膜晶体管开关,薄膜晶体管开关可与第一电极层1电连接,用于控制压电晶体4驱动信号的导通。

[0057] 具体的,每个像素单元还可包括像素驱动电路,用于提供形成驱动电压的数据信号;薄膜晶体管开关的栅极61形成数据信号的控制端,像素驱动电路的数据信号输入薄膜晶体管开关的源极62,薄膜晶体管开关的漏极63与第一电极层1电连接,薄膜晶体管开关的源极62和漏极63能够在栅极61接收到扫描信号时导通,从而使第一电极层1和第二电极层2之间形成驱动电压,以驱动压电晶体4变形,从而实现像素显示。

[0058] 如图1和图2所示,一种具体的实施例中,当压电晶体4未受到驱动电压作用时,即数据信号未导通时,压电晶体4不产生形变,光纤光栅结构3的周期常数 d 不变,根据布拉格公式,光纤光栅结构3不反射可见光频段光线,此时可以反射红外线频段,可见光频段则透过光纤光栅结构3被光吸收层5所吸收;进而此时,屏幕可以实现完全暗态。

[0059] 进一步的,当压电晶体4受到驱动电压作用时,即数据信号导通以产生驱动电压时,压电晶体4随数据信号的变化产生相应形变,进而导致光纤光栅结构3的周期常数 d 发生相应改变,此时,根据布拉格公式,光纤光栅结构3可反射相应的可见光频段,从而实现彩色显示。

[0060] 具体的,光纤光栅结构3反射的可见光的频段与压电晶体4受到的驱动电压值相对应。具体推理过程如下:

[0061] 根据压电晶体4驱动公式, $V=\epsilon \cdot \sigma$,其中, V 为驱动电压, ϵ 为压电常数, σ 为形变量。

[0062] 设定未形成驱动电压 V 时,光纤光栅结构3的周期常数为 d ,周期数为 x ,并且根据布拉格公式,此时光纤光栅结构3只反射红外光,像素单元显示为黑色。

[0063] 当某一像素单元接收到显示信号,数据线会将数据信号传输到像素电极(Pixel),此时像素电极将与公共电极产生电压差,即形成驱动电压 V ;根据压电晶体4驱动公式,压电晶体4会产生 $\sigma=V/\epsilon$ 的形变,进而可以导致光纤光栅结构3沿周期变化方向产生形变,设形变后的光纤光栅结构3的周期常数为 d' ,以光纤光栅结构3周期变化方向上的形变量等于压电晶体4的形变量 σ ,则 $d'=d-\sigma/x=d-V/x\epsilon$,为简化公式,可将 $x\epsilon$ 设定为常数 C ,即 $d'=d-V/C$ 。进而,根据布拉格公式,当光纤光栅结构3周期常数变为 d' 时,其反射光波长 $\lambda=2nd'$,将 d' 带入公式,则 $\lambda=2n(d-V/C)$;根据该公式可知,此时,像素单元显示的光波长 λ 与驱动电压 V 呈线性关系,进而,通过调节像素单元的数据驱动信号,就可以实现整个可见光波段颜色

的显示。

[0064] 因此,本发明实施例提供的像素单元中,光纤光栅结构3可以起到彩膜作用,不同于以往产品以不同灰阶的RGB混合产生不同色彩的原理,本发明实施例提供的像素单元,通过单像素结构即可以实现在整个可见光波段进行连续调控和显示。

[0065] 另外,本发明实施例还提供了一种反射式显示屏,该反射式显示屏包括上述任一实施例中的像素单元。

[0066] 上述反射式显示屏中,像素单元采用光纤光栅结构3及压电晶体4形成,无需偏光片、液晶、彩膜等层结构,不需要RGB三个子像素,对入射自然光利用效率大大提升,可见光利用率较高,可以实现反射式显示屏幕亮度的最优化。

[0067] 本发明实施例还提供了一种显示装置,该显示装置包括上述实施例中的反射式显示屏。

[0068] 如图2和图3所示,本发明实施例还提供了一种反射式显示屏的制备方法,该制备方法包括以下步骤:

[0069] 步骤101,在基板8上制备第一电极层1;

[0070] 步骤102,在第一电极层1上制备光纤光栅结构层,通过构图工艺形成光纤光栅结构3,该光纤光栅结构3的折射率沿垂直于第一电极层1的方向上周期性变化;

[0071] 步骤103,在第一电极层1上制备压电晶体层,并通过构图工艺形成压电晶体4,该压电晶体4围绕光纤光栅结构3设置,且在驱动电压的作用下可产生形变并驱使光纤光栅结构3的周期常数 d 发生改变;

[0072] 步骤104,在压电晶体4上形成第二电极层2,该第二电极层2与第一电极配合以向压电晶体4提供驱动电压。

[0073] 如图2所示,一种具体的实施例,步骤101中,可以通过磁控溅射工艺(Sputter)沉积第一电极层1。

[0074] 进一步的,步骤104中,第二电极层2为透明电极层,如ITO电极;第二电极层2也可以采用磁控溅射工艺(Sputter)沉积。

[0075] 具体的,第一电极层1可以为像素电极,第二电极层2为公共电极;并且,第一电极层1和第二电极层2可通过构图工艺形成其各自的图形。

[0076] 需要说明的是,本发明各实施例中所涉及的构图工艺,是指采用光刻胶涂覆、曝光、刻蚀、显影等一道或几道工序形成结构图形(Pattern)。

[0077] 如图2所示,一种具体的实施例,光纤光栅结构3可以为折射率周期性变化的二氧化硅(SiO_2)薄膜;具体的,步骤102中,在第一电极层1上制备光纤光栅结构3层,可以包括以下流程:

[0078] 采用化学气相沉积法,在第一电极层1上沉积锗掺杂二氧化硅膜层。

[0079] 通过紫外光曝光法将入射光相干场图样写入二氧化硅膜层,以形成光纤光栅结构3层。

[0080] 具体的,可以利用等离子体增强化学气相沉积法(PECVD),通过反应气体 SiH_4 、 GeH_4 或 O_2 等沉积Ge掺杂 SiO_2 膜层,其中Ge的摩尔比在3~5mol%。Ge作为掺杂元素,在紫外激光辐照的条件下, Si-O 、 Ge-O 键断裂,形成 Si-Ge 键,从而发生折射率的变化。自然光在入射后,会在折射率突变的地方发生反射。

[0081] 进一步的,如图4所示,通过紫外光曝光法将入射光相干场图样写入SiO₂膜层的过程中,可以采用正弦相位掩模板7进行掩膜,并利用紫外激光器从SiO₂膜层的侧面进行辐射,从而使SiO₂膜层的折射率沿膜层厚度方向产生周期性的变化。具体的,紫外光波长可以为250nm左右。

[0082] 紫外激光在通过正弦相位掩模板7后,会产生等间距的激光条纹,而激光条纹的间距就是SiO₂膜层周期结构的周期常数d。对于正弦相位掩模板7,其自身周期为L时,如图5所示,则通过掩模板7衍射后的激光条纹间隔 $d = \lambda_{UV}/L$ (λ_{UV} 为紫外激光波长),即SiO₂膜层折射率变化周期 $d = \lambda_{UV}/L$ 。

[0083] 如图2所示,一种具体的实施例,压电晶体4可以为氧化锌(ZnO)材料,步骤103中,可以通过PECVD工艺沉积ZnO材料层,然后通过构图工艺形成压电晶体4图形。

[0084] 如图2所示,一种具体的实施例,步骤101之前,即在基板8上制备第一电极层1之前,还可以包括以下步骤:

[0085] 在基板8上制备薄膜晶体管结构,该薄膜晶体管与第一电极层1电连接。

[0086] 进一步的,在制备第一电极层1之前,还可以包括制备形成像素驱动电路的流程;具体的,薄膜晶体管的栅极61形成数据信号的控制端,像素驱动电路的数据信号输入薄膜晶体管的源极62,薄膜晶体管的漏极63与第一电极层1信号连接,薄膜晶体管的源极62和漏极63能够在栅极61接收到扫描信号时导通,从而使第一电极层1和第二电极层2之间形成驱动电压,以驱动压电晶体4变形,从而实现像素显示。

[0087] 一种具体的实施例,步骤102之前,即在第一电极层1上制备光纤光栅结构层之前,还可以在第二电极层2上制备光吸收层5。具体的,光吸收层5可以为MoO_x材料层,可以通过Sputter工艺沉积MoO_x层,并通过构图工艺形成吸收层5图形。

[0088] 显然,本领域的技术人员可以对本发明实施例进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

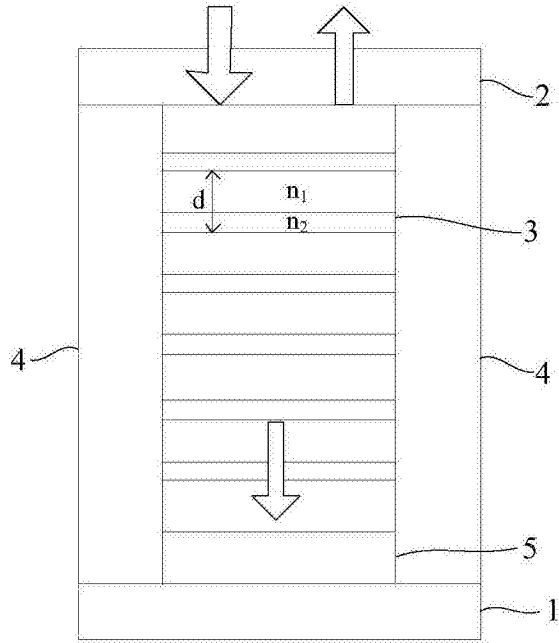


图1

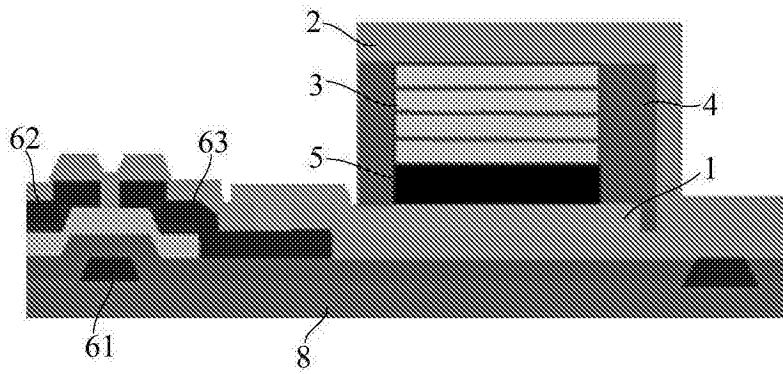


图2

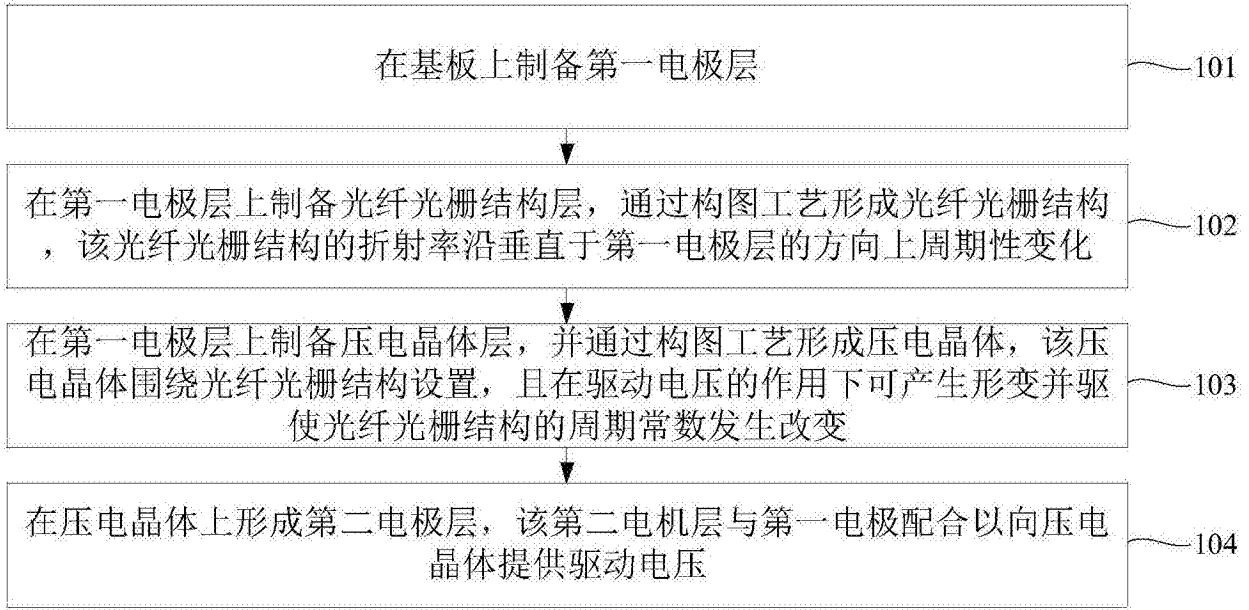


图3

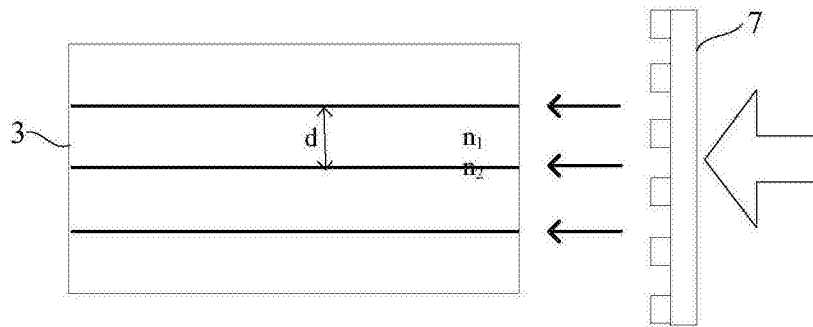


图4

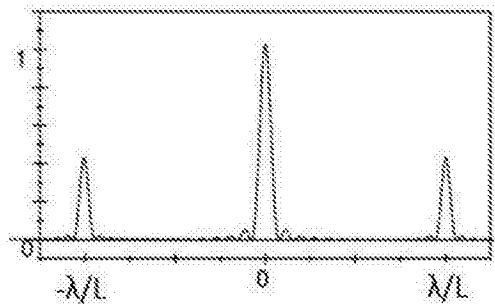


图5