

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.



# [12] 发明专利说明书

G02F 1/1335 (2006.01)

G02F 1/13357 (2006.01)

G02B 3/00 (2006.01)

专利号 ZL 200580042397.X

[45] 授权公告日 2008年12月10日

[11] 授权公告号 CN 100442120C

[22] 申请日 2005.12.1

[21] 申请号 200580042397.X

[30] 优先权

[32] 2004.12.15 [33] JP [31] 362815/2004

[86] 国际申请 PCT/JP2005/022090 2005.12.1

[87] 国际公布 WO2006/064670 日 2006.6.22

[85] 进入国家阶段日期 2007.6.11

[73] 专利权人 夏普株式会社

地址 日本大阪府

[72] 发明人 长坂由起子

[56] 参考文献

CN1502061A 2004.6.2

JP2000292862A 2000.10.20

US4924356A 1990.5.8

JP2002062818A 2002.2.28

JP2002139824A 2002.5.17

JP9166701A 1997.6.24

US2002080323A1 2002.6.27

审查员 刘燕梅

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所有限公司

代理人 张鑫

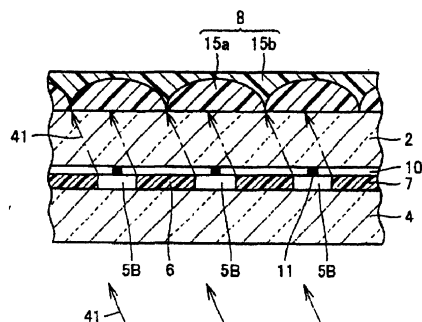
权利要求书 3 页 说明书 16 页 附图 12 页

[54] 发明名称

显示板的制造方法和显示板的制造装置

[57] 摘要

一种显示板的制造方法，该显示板具有形成 TFT 衬底(2) 的表面的微透镜；以及形成为对应于开口部(5B) 的内侧的遮光部(11)，此制造方法包含：在 TFT 衬底(2) 的配置背后照明侧的表面配置感光树脂(8) 的工序；以及通过开口部(5B) 照射光并使部分感光树脂(8) 硬化，从而形成硬化部(15a) 的曝光工序。曝光工序包含一面使所述光的入射角度变化、一面进行曝光，并使一个方向的光的入射角度的改变速度变化的工序。



1、一种显示板的制造方法，该显示板具有：

形成在配置背后照明侧的衬底表面的微透镜；以及  
形成为对应于形成像素用的开口部的内侧的遮光部，  
其特征在于，所述制造方法包含以下工序：

在所述衬底的配置所述背后照明侧的表面配置感光材料的工序；以及  
从配置所述背后照明侧的相反侧通过所述开口部照射光并使部分所述感光材料硬化的曝光工序，

所述曝光工序包含一面使所述光的入射角度变化、一面进行曝光，并使所述感光材料硬化成一个方向的截面为山形的工序，而且

所述曝光工序包含使所述一个方向的所述入射角度的改变速度和所述光的强度中至少一方变化的工序。

2、如权利要求1中所述的显示板的制造方法，其特征在于，  
所述曝光工序包含在所述一个方向使曝光不连续变化的工序。

3、如权利要求2中所述的显示板的制造方法，其特征在于，

进行所述曝光工序，使得具有所述曝光的变化为不连续的非连续点 $-\theta_{1a}$ 和非连续点 $+\theta_{1b}$ ，并且2个所述非连续点分别在下面的式(1)和式(2)规定的范围内，

$$-\tan^{-1} \{ ((P_x - W_x) / 2) / (T / n) \} \leq -\theta_{1a} \leq -\tan^{-1} \{ ((P_x - W_x) / 2 - (W_x - W_A) / 2) / (T / n) \} \quad \dots\dots(1)$$

$$\tan^{-1} \{ ((P_x - W_x) / 2 - (W_x - W_A) / 2) / (T / n) \} \leq +\theta_{1b} \leq \tan^{-1} \{ ((P_x - W_x) / 2) / (T / n) \} \quad \dots\dots(2)$$

其中， $P_x$ 是所述一个方向的所述开口部的间距， $W_x$ 是所述一个方向的所述开口部的宽度， $W_A$ 是所述一个方向的所述遮光部的宽度， $T$ 是所述衬底的厚度， $n$ 是所述衬底的折射率， $-\theta_{1a}$ 和 $+\theta_{1b}$ 是在所述一个方向上对所述衬底的主表面垂直的方向的所述光的入射角度，其一侧为正，另一侧为负。

4、如权利要求1中所述的显示板的制造方法，其特征在于，

所述曝光工序进行成包含所述山形的顶部的部分的所述入射角度的改变速度慢于包含所述山形的脚部的部分的所述入射角度的改变速度。

5、如权利要求1中所述的显示板的制造方法，其特征在于，

所述曝光工序进行成包含所述山形的顶部的部分的所述光的强度大于包含所述山形的脚部的部分的所述光的强度。

6、如权利要求1中所述的显示板的制造方法，其特征在于，

在所述显示板上，所述遮光部配置在对应于所述开口部的实质上中央的位置，并且所述遮光部形成岛状。

7、一种显示板的制造装置，该显示板具有形成在配置背后照明侧的衬底表面的微透镜；以及形成为对应于形成像素用的开口部的内侧的遮光部，其特征在于，

具有进行感光材料的曝光用的曝光单元，

形成所述曝光单元，使其能改变光的入射角度，并且

所述曝光单元包含使所述曝光的入射角度的改变速度变化的单元和使所述光的强度变化的单元中的至少一方。

8、如权利要求7中所述的显示板的制造装置，其特征在于，

将所述曝光单元形成为能使曝光在一个方向上变化不连续。

9、如权利要求8中所述的显示板的制造装置，其特征在于，

形成所述曝光单元，使得在非连续点 $-\theta_{1a}$ 和非连续点 $+\theta_{1b}$ 上所述曝光的变化不连续，并且

形成所述曝光单元，使得2个所述非连续点分别在下面的式(1)和式(2)规定的范围内，

$$-\tan^{-1} \{ (P_x - W_x) / 2 \} / (T/n) \leq -\theta_{1a} \leq -\tan^{-1} \{ (P_x - W_x) / 2 - (W_x - W_A) / 2 \} / (T/n) \quad \dots\dots(1)$$

$$\tan^{-1} \{ (P_x - W_x) / 2 - (W_x - W_A) / 2 \} / (T/n) \leq +\theta_{1b} \leq \tan^{-1} \{ (P_x - W_x) / 2 \} / (T/n) \quad \dots\dots(2)$$

其中， $P_x$ 是所述一个方向的所述开口部的间距， $W_x$ 是所述一个方向的所述开口部的宽度， $W_A$ 是所述一个方向的所述遮光部的宽度， $T$ 是所述衬底的

厚度， $n$  是所述衬底的折射率， $-\theta_{1a}$  和  $+\theta_{1b}$  是在所述一个方向上对所述衬底的主表面垂直的方向的所述光的入射角度，其一侧为正，另一侧为负。

10、如权利要求 7 中所述的显示板的制造装置，其特征在于，  
是用于形成截面形状为山形的所述微透镜的显示板的制造装置，并且  
将所述曝光单元形成为包含所述山形的顶部的部分的所述入射角度的改变速度慢于包含所述山形的脚部的部分的所述入射角度的改变速度。

11、如权利要求 7 中所述的显示板的制造装置，其特征在于，  
是用于形成截面形状为山形的所述微透镜显示板的制造装置，并且  
将所述曝光单元形成为包含所述山形的顶部的部分的所述光的强度大于包含所述山形的脚部的部分的所述光的强度。

## 显示板的制造方法和显示板的制造装置

### 技术领域

本发明涉及显示板的制造方法和显示板的制造装置。

### 背景技术

液晶显示器、等离子体显示器、电致发光显示器或场致发射显示器等显示器能以平面状形成，可薄型化。这些显示器正在成为电视接收机等的主流。这些显示器中，液晶显示器从重量轻、耗电低等观点着眼，其普及比其它薄型显示器快。液晶显示板不仅用于电视接收机，而且用于个人计算机、便携电话或个人用便携信息终端(Personal Digital Assistance: PDA)等，是有望进一步扩大需求的显示板。

要求液晶显示板进一步提高性能。例如，电视接收机中为了开展显示屏大型化且在大显示屏上达到图像质量高，渴望提高显示屏亮度、进一步扩大视场角。

为了提高显示质量，提出在表面配置微透镜以谋求改善亮度和改善视场角的液晶板。这里，举便携电话、PDA 等作移动用途的产品为例，说明设置微透镜阵的液晶显示板。在这些移动产品中，适合采用具有设置背后照明并利用背后照明的光进行显示的透射型液晶显示板和利用外光进行显示的反射型液晶显示板这两者的功能的半透射型液晶显示板。

形成半透射型液晶显示板，使其在对光进行反射的反射片上形成微小开口部，从而能一方面利用反射片反射外光、一方面又使背后照明的光通过开口部透射。要使背后照明的光的透射显示明亮，则需要加大反射片的开口部。然而，加大反射片的开口部，反射片的显示面积就减小，所以产生进行反射显示时显示画面变暗的问题。即，正面亮度降低。

为了消除此问题，例如提出一种方法，其中在与反射片的开口部对应的位

置形成微透镜，提高有效开口率，使透射显示明亮，而不加大开口部。通过将微透镜形成为与开口部对应，能使透射显示的亮度和反射显示的亮度两者都提高(例如参考特开 2002-62818 号公报)。

作为微透镜的制造方法，有一种方法在玻璃衬底的表面形成光刻胶层，用通过反射片的开口部的光进行光刻胶层的图案制作，对已进行图案制作的光刻胶层进行加热，使其产生热松弛，形成与微透镜形状对应的形状后，对玻璃衬底进行干蚀刻，从而与光刻胶层对应地得到微透镜阵衬底。

特开 2002-62818 号公报(专利文献 1)中揭示的制造方法预先制造与像素图案对应的母盘(压模)后，将微透镜母盘按压在配置紫外线硬化树脂的透明绝缘衬底上，展开高折射率树脂。接着，将微透镜母盘脱模，并照射紫外线，使紫外线硬化树脂硬化，从而形成半圆球状微透镜。

特开 2002-62818 号公报中揭示的制造方法，还在 TFT 衬底与对置衬底接合后，在与对置衬底的接合面相反的表面形成含有感光材料的聚光层，并从 TFT 衬底侧照射光，通过使与遮光层的开口部对置的聚光层的部分感光，而且去除聚光层的未感光的部分，从而形成微透镜。

另一方面，为了不用微透镜而谋求改善液晶显示板的视场角，提出一种施加电压时的液晶分子取向状态在多个区域分别不同的液晶显示板(例如特开 2004-93846 号公报)。此液晶显示板中，在取向方向不同的边界区域形成遮光部。其中揭示通过形成遮光部，能遮断从斜方向看液晶显示板时产生的漏光，使显示质量提高。

专利文献 1：特开 2002-62818 号公报 专利文献 2：特开 2004-93846 号公报 上述特开 2002-62818 号公报记载的技术中，需要预先制作微透镜母盘，存在透镜形状自由度小且得不到大的透镜效应的问题。而且，由于将微透镜形成在 TFT 衬底的表面后将 TFT 衬底与对置衬底粘合，产生定位偏差，存在亮度降低的问题。为了充分发挥微透镜的透镜效应，将微透镜配置在表面用的衬底以薄为佳。然而，产生挠曲等操作等方面的限制，所以必须将衬底做厚，存在透镜效应减小的问题。

特开 2002-62818 号公报揭示的制造方法中，将紫外线用作对聚光层进行

感光的光。滤色片吸收紫外线，因此不能通过滤色片将紫外线照射到感光材料。因此，存在配置滤色片的液晶显示板不能用上述公报的方法的问题。

如特开 2004—93846 号公报揭示的液晶显示板那样具有遮光部的液晶显示板中，开口率比普通半透射型液晶显示板的还小。因此，正面亮度降低。可研究通过改变背后照明的结构避免正面亮度降低，但存在原样维持大视场角而提高正面亮度带来相当困难的问题。因此，将微透镜配置在配置背后照明的一方的衬底上，提高有效开口率，使正面亮度和视场角两者得到有效兼顾。

在微透镜的形成中，如上述特开 2002—62818 号公报所揭示那样，从开口部透射光，使感光材料硬化，以形成微透镜。这是有效的。此方法能以低成本形成微透镜，同时还以对开口部自匹配的方式配置微透镜，因此具有高精度配置微透镜的特征。因此，充分发挥微透镜的聚光功能，能制造可作高亮度显示的液晶显示板。而且，受微透镜汇聚的光通过反射片的开口部后，按其汇聚角原样发散，所以获得扩大视场角的效果。

然而，将上述特开 2002—62818 号公报揭示的制造方法用于具有遮光部的液晶显示板，则形成微透镜阵时，在遮光部的部分遮断使感光树脂硬化的部分光，通过开口部的光的波面不均匀。因此，所形成的微透镜的透镜面上产生阶梯差，透镜特性变坏。其结果，存在不能得到良好的亮度和良好的视场角的问题。

本发明的目的在于在将遮光部形成为与各像素分别对应的显示板的制造方法中，提供一种具有透镜特性良好的微透镜的显示板的制造方法和显示板的制造装置。

### 发明内容

基于本发明的显示板的制造方法，是一种具有形成在配置背后照明侧的衬底表面的微透镜和形成为对应于形成像素用的开口部的内侧的遮光部的显示板的制造方法，其中包含以下工序：在衬底的配置背后照明侧的表面配置感光材料的工序；以及从配置背后照明侧的相反侧通过开口部照射光并使部分感光材料硬化的曝光工序。曝光工序包含一面使光的入射角度变化、一面进行曝光，

并使感光材料硬化成一个方向的截面为山形的工序，而且曝光工序包含使一个方向的入射角度的改变速度和光的强度中至少一方变化的工序。通过采用此方法，能提供具有透镜特性良好的微透镜的显示板的制造方法。

所述发明中，曝光工序最好包含使曝光不连续变化的工序。通过采用此方法，不仅可使感光树脂的曝光在非连续点变化，而且便于控制对感光树脂的曝光。

所述发明中，最好曝光工序进行成包含山形的顶部的部分的入射角度的改变速度慢于包含山形的脚部的入射角度的改变速度。或者曝光工序进行成包含山形的顶部的部分的光的强度大于包含山形的脚部的部分的光的强度。通过采用这些方法中的任一方法，能抑制产生阶梯差，形成截面形状良好的微透镜。

所述发明中，最好进行曝光工序，使得具有曝光的变化为不连续的非连续点 $-\theta_{1a}$ 和非连续点 $+\theta_{1b}$ ，并且2个所述非连续点分别在下面的2个公式规定的范围内。

$$-\tan^{-1} \{ (P_x - W_x) / 2 \} / (T/n) \} \leq -\theta_{1a} \leq -\tan^{-1} \{ (P_x - W_x) / 2 - (W_x - W_A) / 2 \} / (T/n) \} \quad \dots\dots(1)$$

$$\tan^{-1} \{ (P_x - W_x) / 2 - (W_x - W_A) / 2 \} / (T/n) \} \leq +\theta_{1b} \leq \tan^{-1} \{ (P_x - W_x) / 2 \} / (T/n) \} \quad \dots\dots(2)$$

上述公式中， $P_x$ 是所述一个方向的开口部的间距， $W_x$ 是一个方向的开口部的宽度， $W_A$ 是一个方向的遮光部的宽度， $T$ 是衬底的厚度， $n$ 是衬底的折射率， $-\theta_{1a}$ 和 $+\theta_{1b}$ 是在一个方向上对衬底的主表面垂直的方向的光的入射角度，其一侧为正，另一侧为负。

所述发明中，最好在显示板上，遮光部配置在对应于开口部的实质上中央的位置并且遮光部形成岛状。通过采用此方法，上述发明效果显著。

基于本发明的显示板的制造装置，是一种具有形成在配置背后照明侧的衬底表面的微透镜和形成为对应于形成像素用的开口部的内侧的遮光部的显示板的制造装置，其中具有进行感光材料的曝光用的曝光单元。形成曝光单元，使其能改变光的入射角度，并且曝光单元包含使曝光的入射角度的改变速度改变的单元和使光的强度变化的单元中的至少一方。通过采用此结构，能提供具



有透镜特性良好的微透镜的显示板的制造装置。

根据本发明，能提供具有透镜特性良好的微透镜的显示板的制造方法和显示板的制造装置。

#### 附图说明

图 1 是实施方式的第 1 液晶显示板的概略放大剖视图。

图 2 是实施方式的第 1 液晶显示板的概略立体图。

图 3 是说明实施方式的第 1 液晶显示板的 1 个像素的模式图。

图 4 是实施方式的第 1 液晶显示板的概略放大剖视图。

图 5 是实施方式的液晶显示板的制造方法的工序 1 的说明图。

图 6 是实施方式的液晶显示板的制造方法的工序 2 的说明图。

图 7 是实施方式的液晶显示板的制造方法的工序 3 的说明图。

图 8 是实施方式的液晶显示板的制造方法的工序 4 的说明图。

图 9 是实施方式的液晶显示板的制造方法的另一工序 1 的说明图。

图 10 是实施方式的液晶显示板的制造方法的另一工序 2 的说明图。

图 11 是实施方式的液晶显示板的制造方法的另一工序 3 的说明图。

图 12 是实施方式的液晶显示板的制造方法的另一工序 4 的说明图。

图 13 是说明实施方式的曝光方法用的在与透镜方向平行的面上剖切的概略剖视图。

图 14 是说明实施方式的曝光方法用的在与透镜棱线方向平行的面上剖切时的概略剖视图。

图 15 是说明实施方式的曝光方法用的图。

图 16 是说明实施方式的比较例的曝光方法用的图。

图 17 是说明实施方式的曝光方法的曝光用的模式图。

图 18 是说明实施方式的曝光方法的入射角度用的放大概略剖视图。

图 19 是说明进行基于本发明的曝光方法和比较例的曝光方法时的残留膜厚的图。

图 20 是说明进行本发明的曝光方法时的透镜高度的图。

图 21 是说明进行比较例的曝光方法时的透镜高度的图。

图 22 是说明实施方式的另一曝光方法的图。

图 23 是说明实施方式的又一曝光方法的图。

图 24 是说明实施方式的另一岛状遮光部的模式图。

图 25 是说明实施方式的又一岛状遮光部的模式图。

图 26 是说明实施方式的另一遮光部用的模式图。

图 27 是实施方式的第 2 液晶显示板的概略立体图。

图 28 是说明实施方式的第 2 液晶显示板的 1 个像素的模式图。

图 29 是说明实施方式的第 2 液晶显示板的微透镜截面形状的第 1 概略剖视图。

图 30 是说明实施方式的第 2 液晶显示板的微透镜截面形状的第 2 概略剖视图。

#### 标号说明

1 是液晶显示板, 2 是 TFT 衬底, 3、17 是微透镜, 4 是对置衬底, 5、5R、5G、5B 是开口部, 6 是黑矩阵部, 7 是滤色片, 8 是感光树脂, 9 是液晶层, 10 是遮光层, 11~14 是遮光部, 15a 是硬化部, 15b 是未硬化部, 20 是像素, 22 是曝光量分布(扫描速度恒定时), 24 是曝光量分布(用于获得理想透镜形状), 25 是曝光量分布(本发明的情况下), 26 是阶梯差, 41、42、43a、43b、44a、44b、45a、45b、46a、46b、50、55 是箭头号。

#### 具体实施方式

参照图 1 至图 30 说明基于本发明的显示板的制造方法和显示板的制造装置。本实施方式中对显示板中的液晶显示板进行说明。

图 1 至图 4 是本实施方式的制造方法制造的第 1 液晶显示板的说明图。

图 1 是本实施方式的第 1 液晶显示板的概略剖视图。本实施方式的液晶显示板是彩色液晶显示板。本实施方式的液晶显示板为了改善视场角, 形成多个液晶分子取向状态不同的区域, 在与取向状态不同的区域的边界对应的位置形成遮光部。

液晶显示板 1 具有表面形成 TFT 的 TFT 衬底 2 和对置衬底 4。利用未图示的密封材料粘合 TFT 衬底 2 和对置衬底 4，使其主表面相互对置。在由 TFT 衬底 2、对置衬底 4 和密封材料包围的部分封入液晶。液晶层 9 具有几微米厚度的厚度。

在 TFT 衬底 2 的表面形成未图示的 TFT。TFT 衬底 2 上形成遮光层 10，遮光层 10 的一部分形成遮光部 11。TFT 衬底 2 上形成像素电极，使其分别对应于红、蓝、绿的各相素。将像素电极连接形成为分别与各像素电极对应的 TFT。TFT 衬底 2 上还形成驱动 TFT 用的栅极总线和源极总线等电路(未图示)。

在对置衬底 4 的表面配置滤色片 7。滤色片 7 上形成开口部 5B。在开口部 5B 配置蓝滤色片。

此液晶显示板中，如箭头号 50 所示，从 TFT 衬底 2 侧照射背后照明。TFT 衬底 2 的主表面中，外侧的主表面(配置背后照明侧的主表面)上形成微透镜 3。将微透镜 3 形成为截面形状为山形。或者将微透镜 3 形成为透镜面为曲面。而且，排列多个微透镜 3，形成微透镜阵。

图 2 示出液晶显示板的立体图。图 2 是从形成微透镜的一侧看时的立体图。滤色片 7 包含配置红滤色片的开口部 5R、配置绿滤色片的开口部 5G、配置蓝滤色片的开口部 5B。各开口部 5R、5G、5B 为相素。

将各开口部形成为依次重复排列红、绿、蓝。即，对 1 列配置成 3 种相素依次直线状排列。图 2 中，形成在 X 方向配置具有相同的色的相素，在 Y 方向依次排列 3 种相素。

将微透镜 3 形成为往开口部 5R、5G、5B 的排列方向延伸。即，图 2 中形成 Y 方向上具有长度方向。形成多个微透镜 3。将各微透镜 3 配置成在长度方向相互实质上平行。

参考图 2，本实施方式的液晶板，其微透镜具有往长度方向在一个面上剖开圆柱的形状。本发明中，将此微透镜阵的形状称为圆柱透镜阵形状。本发明中，将截面形状为山形的方向称为透镜方向，将高度恒定的方向称为透镜棱线方向。

图 3 和图 4 示出 1 个像素的说明图。图 3 是 1 个像素的概略俯视图。图 4

是有关图 3 的 IV-IV 线的向视剖视图。由 1 个开口部 5R、1 个开口部 5G 和 1 个开口部 5B 形成 1 个像素。本实施方式中，将各开口部 5R、5G、5B 形成为平面形状为长方形。在与各开口部 5R、5G、5B 的内侧对应的位置配置遮光部 11。本实施方式中，将遮光部 11 形成为平面形状为圆。配置遮光部 11，使其对应于各开口部 5R、5G、5B 的平面形状(即长方形)的重心位置。将遮光部 11 形成为正好配置在液晶分子的取向方向相互不同的边界上。

在滤色片 7 的各开口部 5R、5G、5B 配置滤色片，从而形成各相素。各开口部 5R、5G、5B 之间形成黑矩阵部 6。或者在黑矩阵部上形成开口部 5R、5G、5B。各开口部 5R、5G、5B 包围黑矩阵部 6。形成黑矩阵部 6，以便遮断光。

图 5 至图 12 示出本实施方式的微透镜制造方法的工序图。各图中，为了简化记述，省略液晶层。背后照明具有从 TFT 衬底侧照射的结构。在 TFT 衬底的主表面中配置背后照明侧的主表面上形成微透镜阵。图 5 至图 8 是在平行于透镜方向的面剖切时的概略剖视图，图 9 至图 12 是在平行于透镜棱线方向的面剖切时的概略剖视图。

如图 5 和图 9 所示，以液晶层为中介将形成遮光层 10 的 TFT 衬底 2 与形成滤色片 7 的对置衬底 4 粘合。遮光部 11 使用配置在与滤色片 7 的开口部 5R、5G、5B 的实质上中央对应的位置并形成岛状的。

如图 6 和图 10 所示，首先在 TFT 衬底 2 的外侧的主表面配置作为感光材料的感光树脂 8。这里，感光树脂 8 最好是对不短于 400 纳米的波长的光具有灵敏度的树脂。进行感光树脂 8 的曝光用的光从对置衬底 4 侧通过开口部 5R、5G、5B 行进，所以配置在开口部 5R、5G、5B 的滤色片遮断不长于 400 纳米的光。因此，感光树脂 8 最好是对不短于 400 纳米的波长的光具有灵敏度的树脂。例如，一般的感光材料对 365 纳米~405 纳米附近具有灵敏度。本实施方式的感光树脂最好在 405 纳米附近具有灵敏度。

另一方面，硬化的感光树脂 8 吸收红、绿或蓝的光时，液晶显示板的亮度降低，所以最好不吸收可见光区(即  $700 \text{ 纳米} \geq \text{波长} \geq 420 \text{ 纳米}$  的区域)的光。即，最好在可见光的波长区没有灵敏度。本实施方式中，作为感光树脂 8，采用负型干膜抗蚀树脂。

接着，如图 7 和图 11 所示，进行曝光工序。本实施方式中，从配置对置衬底 4 的一侧，将具有 405 纳米附近的波长的平行光照射到箭头号 41 和箭头号 42 所示的方向。平行光在滤色片 7 中黑矩阵部 6 的区域受到遮断。

这里，本实施方式中，用于曝光的包含 405 纳米附近的波长的光穿透滤色片 7 的开口部 5B、5R。另一方面，开口部 5G 中，405 纳米附近的光被滤色片吸收，几乎不参与硬化。因此，本实施方式中，主要利用入射到开口部 5R、5G、5B 的光中穿透开口部 5R、5B 的光使感光树脂硬化，并形成微透镜。

如图 7 所示，通过在透镜方向改变对与 TFT 衬底 2 的主表面垂直的方向的光的入射角度，使部分感光树脂 8 硬化，形成硬化部 15a。通过改变箭头号 41 所示的光的入射角度，使部分感光树脂 8 硬化，形成硬化部 15a。硬化部 15a 具有圆柱透镜阵的形状。未硬化部 15b 是感光树脂 8 未硬化的部分。

参考图 11，在透镜棱线方向也主要通过开口部 15B 进行感光树脂 8 的曝光。感光树脂 8 中，形成因照射光而硬化的硬化部 15a。通过在透镜棱线方向改变光的入射角度，形成截面形状的高度实质上一样的微透镜阵。图 11 中，通过改变箭头号 42 所示的角度，将硬化部 15a 硬化成圆柱透镜的形状。感光树脂 8 在微透镜的外侧的区域形成未硬化部 15b。

如图 8 和图 12 所示，通过进行显像处理去除感光树脂 8 中未硬化部 15b，从而形成微透镜 3。

接着，详细说明将部分感光材料硬化的曝光工序。通过开口部进行感光树脂的曝光。

图 13 是在与透镜方向平行的面上剖切时的放大概略剖视图。此方向的截面上，将微透镜阵形成为截面形状为山形。即，进行曝光，使硬化部 15a 的透镜方向的截面形状为山形。

曝光工序中，一面改变入射角度，使其从箭头号 43a 所示的入射角度 $-\theta_1$ 变化到箭头号 43b 所示的入射角度 $+\theta_1$ ，一面连续进行曝光。本发明中，光的入射角度是对与衬底的主表面垂直的方向的角度，图 13 中往左侧倾斜的角度为负角度，往右侧倾斜的角度为正角度。这样一面从入射角度 $-\theta_1$ 改变到入射角度 $+\theta_1$ 、一面连续照射光或断续照射光，将硬化部 15a 形成为截面形状为山

形。

图 14 示出在与透镜棱线方向平行的面剖切时的放大概略剖视图。本实施方式中，也在透镜棱线方向一面改变光的入射角度、一面进行曝光。即，一面使平行光从箭头号 44a 所示的曝光区旋转到箭头号 44b 所示的曝光区，一面进行曝光。图 14 中，一面改变入射角度，使其从入射角度 $-\theta_2$ 变化到入射角度 $+\theta_2$ 、一面进行曝光。通过调整光的入射角度的改变速度，能使硬化部 15a 的高度实质上一样，可形成沿透镜棱线方向高度一样的微透镜阵。

这样，本实施方式中，一面分别对透镜方向和透镜棱线方向改变入射角度、一面进行曝光。本实施方式的曝光例如参照图 3，一面如箭头号 55 所示，使平行光移动，一面进行曝光。即，往透镜棱线方向移动平行光后，往透镜方向挪一挪曝光位置，然后又往透镜棱线方向移动平行光。本实施方式中，通过驱动反射来自进行曝光的光源的光的镜，使进行曝光的区域低速移动。

图 15 示出表示本实施方式的透镜方向的光入射角度改变速度的图。横轴是曝光经历时间，纵轴是入射角度的改变速度。参照图 13 和图 15，将箭头号 43a 所示的入射角度时的曝光经历时间取为 0。又将成为箭头号 43b 所示的入射角度时的曝光经历时间取为  $t_3$ 。在 1 次入射角度改变中从 0 至  $t_3$  的时间内进行入射角度的改变。

本实施方式的曝光工序中，如图 15 所示，存在入射角度的改变速度变小的期间。在曝光经历时间  $t_1$  至  $t_2$  的期间以慢于其它时间的改变速度的改变速度进行入射角度的改变。本实施方式中，以曝光经历时间  $t_3$  的实质上一半的时间为中心，入射角度的改变速度仅变慢一定时间长度。即，在入射角度 $\theta_1$  为 90 度作为中心的一定角度范围，入射角度的改变速度变慢。

图 16 示出比较例的图。图 16 所示的曝光方法中，按恒定的改变速度进行入射角度 $\theta_1$  的改变，不拘曝光经历时间。

图 17 示出将感光材料受到的感光量的变迁图形化的模式图。各曝光量分布 22、24 是进行箭头号 43a 所示的入射角度 $-\theta_1$  至箭头号 43b 所示的入射角 $+\theta_1$  的曝光时的分布。

曝光量分布 24 是获得理想透镜形状用的曝光量分布，分布的形状为梯形。

与此相反，如图 16 所示，以入射角度的改变速度恒定的方式进行曝光时，曝光量为曝光量分布 22 所示的形状。曝光量分布 22 形成入射角度在正侧和负侧具有阶梯差。因此，形成山形的微透镜截面形状中在顶部附近具有阶梯差的微透镜。由于在进行曝光的光路径上配置遮光部 11，会产生此阶梯差。

针对这点，如图 15 所示的本实施方式的曝光方法那样，将入射角度的改变速度暂时减慢。具体而言，在透镜方向将曝光进行成包含截面形状为山形的顶部的部分的入射角度的改变速度慢于包含所述山形的脚部的入射角度的改变速度。这时的曝光量分布 25 成为阶梯差 26 的一部分接近理想曝光量分布 24 的形状。即，阶梯差 26 被缩小，接近理想曝光量分布。因此，能形成在顶部附近具有流畅的形狀的微透镜阵。

如图 15 所示，本实施方式中，还以在透镜方向使曝光不连续变化的方式进行曝光工序。即，在曝光经历时间  $t_1$  和曝光经历时间  $t_2$  瞬时改变入射角度的改变速度。通过采用此方法，能方便地使曝光不连续变化、本发明的“曝光不连续变化”是指光照度×曝光时间的变化作不连续变化，是指图 15 所示那样在某时间瞬时改变入射角度的改变速度，或后面阐述的那样瞬时改变光的照度。

图 18 示出本实施方式的开口部 5B 的部分的透镜方向的放大剖视图。参考图 13 和图 18，最好将启动入射角度改变时的入射角度  $-\theta_1$  和入射角度改变结束时的入射角度  $+\theta_1$  设定得无间隙地形成透镜方向上相邻的微透镜。

而且，最好将微透镜阵形成为相邻的微透镜的边界接触 TFT 衬底 2。即，最好着眼于—微透镜时箭头号 43a 所示的曝光区的端部和形成相邻的微透镜阵时的箭头号 43b 所示的曝光区的端部在 TFT 衬底 2 的外侧表面不重叠且不接触。本实施方式中，最好在相邻的相素之间的黑矩阵部 6 的中点形成微透镜的厚度为 0，相邻的微透镜相互接触。

图 18 中，使透镜方向(X 方向)的相素间距(开口部间距)为  $P_x$ ，相素宽度(开口部宽度)为  $W_x$ ，TFT 衬底 2 的厚度为  $T$ ，并且 TFT 衬底 2 的折射率为  $n$ 。为了上文所述那样将微透镜形成为相邻的山形微透镜的接触点为相邻的相素之间的中点，设定  $\theta_1$ ，使其满足下面的公式。根据下面的公式求出的角度，将入

射角度从 $-\theta_1$ 改变到 $+\theta_1$ 。

$$\tan \theta_1 = ((P_x - W_x) / 2) / (T / n) \quad \cdots\cdots(3)$$

虽然未图示，但同样为了将微透镜形成为在微透镜的透镜棱线方向(Y方向)高度为恒定，按下面的公式算出的 $\theta_2$ 设定光的入射角。设微透镜的透镜棱线方向的相素间距(开口部间距)为 $P_y$ ，棱线方向的相素宽度(开口部宽度)为 $W_y$ ，则 $\theta_2$ 为下面的公式规定的角度。根据下面的公式求出的角度将入射角度从 $-\theta_2$ 改变到 $+\theta_2$ 。

$$\tan \theta_2 = (P_y / 2) / (T / n) \quad \cdots\cdots(4)$$

通过采用上述入射角度 $\theta_1$ 或入射角度 $\theta_2$ 中的至少一方，能形成透镜效应良好的微透镜。

例如，本实施方式中，透镜方向的开口部间距 $P_x$ 为200微米，透镜棱线方向的开口部间距 $P_y$ 为200微米，透镜方向的开口部宽度 $W_x$ 为84微米，透镜棱线方向的开口部宽度 $W_y$ 为50微米，TFT衬底2的物理厚度 $T$ 为400微米，TFT衬底2的折射率 $n$ 为1.53。因此，上述 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 分别为下面的公式。

$$\theta_1 = \tan^{-1} (58 / 260) = \text{约 } 13 \text{ 度} \quad \cdots\cdots(5)$$

$$\theta_2 = \tan^{-1} (100 / 260) = \text{约 } 21 \text{ 度} \quad \cdots\cdots(6)$$

再者，穿透形成相素用的开口部的光中，有时产生衍射的影响，使光扩散。这时，算出上述 $\theta_1$ 和 $\theta_2$ 后，进行校正。

接着，说明曝光量变化不连续的非连续点。透镜方向(X方向)上，在包含应形成微透镜的山形的脚部的部分中加快光的入射角度的改变速度，而减慢包含山形的顶部的部分的入射角度的改变速度。本实施方式中，决定此改变速度的非连续点，使入射角度的改变速度瞬时变化(参考图15)。

参考图18，2个箭头号43a之间的区域是进行曝光的光的区域，箭头号45a是此区域的宽度方向的中线。或者箭头号45a是进行箭头号43a所示的曝光时通过开口部5B的光的宽度方向的中线。表示曝光的扫描启动处的点Q是箭头号45a与TFT衬底2的表面的交点。参考图15，最好将减慢TFT衬底2的表面的入射角度改变速度用的点设定在点Q(箭头号45a)的位置至扫描从开口部5B的宽度 $W_x$ 减去遮光部11的宽度 $W_A$ 后得到的值之半距离时的点R(箭头



号 46a)的范围内。即，入射角度的改变速度不连续的非连续点的入射角度 $\theta_{1a}$ 最好为以下的范围内。

$$-\tan^{-1} \{ ((P_x - W_x) / 2) / (T / n) \} \leq -\theta_{1a} \leq -\tan^{-1} \{ ((P_x - W_x) / 2 - (W_x - W_A) / 2) / (T / n) \} \quad \dots\dots(1)$$

对入射角度 $\theta_1$ 为+侧的范围也相同，最好将非连续点的入射角度 $+\theta_{1b}$ 设定在以下的范围内。箭头号 45b 是进行箭头号 43b 所示的曝光时通过开口部 5B 的光的宽度方向的中线。设使箭头号 43b 所示的入射角度改变的扫描的终点上，表示曝光的宽度方向的中线的箭头号 45b 与 TFT 衬底 2 的交点为 Q'，则设定往内侧仅转移与上文所述相同的宽度的点 R'。入射角度的改变速度最好在点 R'(箭头号 46b)至点 Q'(箭头号 45b)之间改变。

$$\tan^{-1} \{ ((P_x - W_x) / 2 - (W_x - W_A) / 2) / (T / n) \} \leq +\theta_{1b} \leq \tan^{-1} \{ ((P_x - W_x) / 2) / (T / n) \} \quad \dots\dots(2)$$

通过将非连续点的入射角度 $-\theta_{1a}$ 和 $+\theta_{1a}$ 设定在上述 2 式的范围内，如图 17 所示，能进一步有效减小遮光部 11 引起的曝光量分布 22 的阶梯差 26。

参考图 18，通过至少在点 R 至点 R'之间使入射角度的改变速度相对减慢，能在曝光量分布的产生阶梯差的部分增多曝光量，可减小曝光量分布的阶梯差。

图 19 示出本发明使入射角度的改变速度变化的情况和比较例使光的入射角度的改变速度等速的情况的残留膜厚的图。横轴是透镜方向上离开相素中心的距离，在本实施方式中是离开遮光部的中心的距离。纵轴表示与感光量对应的感光材料的测量膜厚的厚度。通过将感光材料的灵敏度曲线与感光量相乘，决定硬化量。残留膜厚是进行显像后的膜厚。

如图 19 所示，比较例的曝光方法中，残留膜厚产生阶梯差 26，但应用本发明的曝光方法时，阶梯差减小，形成总体上流畅的倾斜。

图 20 示出利用本发明的曝光方法形成微透镜时的透镜高度的图，图 21 示出利用比较例的曝光方法形成微透镜时的透镜高度的图。横轴是透镜方向上离开相素中心的距离，纵轴是透镜高度。各图中一起描述目标形状的图。本实施方式中，在透镜方向使曝光启动时和结束时的入射角度的改变速度(扫描速度)

为 7.2 度 / 秒, 包含山形截面形状的顶部的区域的入射角度的改变速度(扫描速度)为 6.0 度 / 秒。

如图 20 所示, 判明进行本发明的曝光方法时, 能形成接近目标形状的微透镜。反之, 如图 21 所示, 判明使光的入射角度改变速度恒定的曝光方法中, 透镜的形状偏离目标形状, 产生阶梯差。

如上文所述, 本发明中, 即使显示板在形成像素用的开口部的内侧形成遮光部, 通过使入射角度的改变速度在适当的点上变化, 或通过适当的点改变光的强度, 也能形成具有减小阶梯差的截面形状的微透镜。可形成聚光效果良好(即脱节特性良好)的微透镜。结果, 能制造可进行亮度较高的显示的液晶显示板。例如, 利用本实施方式的制造方法形成微透镜时, 能维持视场角特性原样不变, 而使正面亮度提高不小于 1.3 倍。

本实施方式的液晶显示板的制造装置, 具有对感光材料进行曝光用的曝光单元, 并将曝光单元形成为能使曝光的入射角度变化。曝光单元形成改变使曝光的入射角度变化的速度用的单元。本实施方式中, 用反射片(镜)反射光源起振后形成的光。通过驱动此镜, 使光的入射角度的改变速度变化。通过采用此结构, 能进行上述使入射角度的改变速度变化的曝光方法, 可形成透镜特性良好的微透镜。

又, 将本实施方式的液晶显示板的制造装置形成为能使从光源入射到开口部的平行光的入射角度连续或断续变化。还形成为使入射角度的改变速度连续或不连续变化。

本实施方式的液晶显示板的制造装置用反射片使来自光源的光反射, 并且一面用计算机控制该反射片的移动、一面使对开口部的入射角度和入射角度的改变速度变化。

作为使光的入射角度的改变速度变化的单元, 不专门限于此方式, 也可形成为光源本身移动。或者还可形成为移动配置液晶显示板的载物台。

本实施方式中, 如图 15 所示, 在曝光经历时间  $t_1$  和  $t_2$ , 使入射角度的改变速度瞬时改变。即, 使曝光不连续变化, 但不专门限于此方式, 也可如图 22 所示, 使光的入射角度的改变速度连续(逐渐)变化。例如, 可将曝光经历时间  $t$

1、 $t_2$  当作改变时间宽度的中心，使入射角度的改变速度逐渐减慢或逐渐加快。或者还可使入射角度的改变速度断续变化。

本实施方式中，使入射角度的变化速度变化，但不专门限于此，也可使光的强度加大或减小。即，液晶显示板的制造装置中，可形成改变光的强度用的单元，使光的强度变化。

图 23 示出使光的强度变化的曝光方法的图。如图 23 所示，在曝光经历时间  $t_1$  使进行曝光的光的强度加大。进而，在曝光经历时间  $t_2$  使进行曝光的光的强度减小。这时的入射角度改变速度为恒定。通过采用此方法，也能形成具有良好的截面形状的微透镜。对使这时的曝光变化的点而言，也最好设定在上述式(1)和式(2)规定的角度的范围内。

又，本实施方式中，举遮光部的平面形状为圆且将遮光部形成为岛状的情况为例进行了说明，但不限于此方式，也可用例如遮光部的平面形状为任意的情况。

图 24 是形成为与开口部对置的另一遮光部的模式图。将开口部 5 形成为平面形状为实质上长方形，并且在此长方形的重心位置形成平面形状为长方形的遮光部 12。

图 25 是形成为与开口部对置的又一遮光部的模式图。将开口部 5 形成为平面形状为实质上长方形，并且在此长方形的重心位置形成平面形状为实质上正六边形的遮光部 13。

图 26 是形成为与开口部对置的另一遮光部的模式图。将开口部 5 形成为平面形状为实质上长方形，并且在此长方形的重心位置形成平面形状为实质上正六边形的遮光部 14。而且，遮光部 14 具有从正六边形的部分延伸为线状的部分。对这样对开口部形成为岛状的遮光部以外的遮光部，也能应用本发明的液晶显示板的制造方法。

又，如图 3 的箭头号 55 所示，本实施方式中，沿透镜棱线方向(Y 方向)，一面使进行曝光的区域移动一面进行曝光，但不专门限于此方式，也可往透镜方向(X 方向)一面使光移动、一面进行曝光。

再有，本实施方式中，还对具有圆柱形状的微透镜的制造方法进行了说明，

但不专门限于此方式，本发明也能由于对各相素和各像素分别形成微透镜的制造方法。

图 27 示出本实施方式的第 2 液晶显示板的概略立体图。将液晶层 9 夹在 TFT 衬底 2 与对置衬底 4 之间。这点与图 2 所示的第 1 液晶显示板相同。图 27 所示的液晶显示板中，对 1 个像素形成各 1 个微透镜 17。

图 28 示出 1 个像素的概略剖视图，图 29 和图 30 分别示出有关图 28 的 XXIX - XXIX 线和 XXX - XXX 线的向视剖视图。

如图 28 至图 30 所示，微透镜 17 对 X 方向和 Y 方向具有截面形状为山形的形状。即，将微透镜 17 形成为 X 方向和 Y 方向为透镜方向。由沿 Y 方向的 3 个相素形成 1 个像素 20。对包含作为相素的开口部 5R、5AG、5B 的 1 个像素 20 形成 1 个山形的微透镜。以对应于各像素的方式形成各 1 个微透镜 17。

此微透镜 17 中，Y 方向也是透镜方向，因此对 Y 方向也进行与 X 方向相同的曝光，在与 Y 方向平行的截面上也能形成山形的微透镜。

本实施方式中，举具有滤色片的液晶显示板为例进行了说明，但不专门限于此方式，本发明也能用于具有像素的黑白液晶显示板。或者不限于半透射型液晶显示板，本申请的发明也能用于透射型液晶显示板。通过应用本发明，能使亮度提高，而视场角不变小。

再者，现揭示的上述实施方式的各点均为范例，并非限制。本发明的范围由权利要求书示出，而非上述说明。该范围包含与权利要求书均等的含义和范围内的全部改变。

工业上的实用性

本发明有利地适用于显示板。

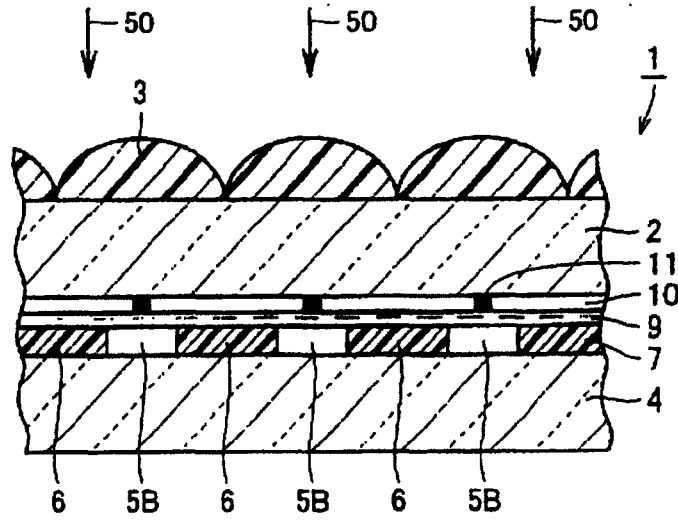


图 1

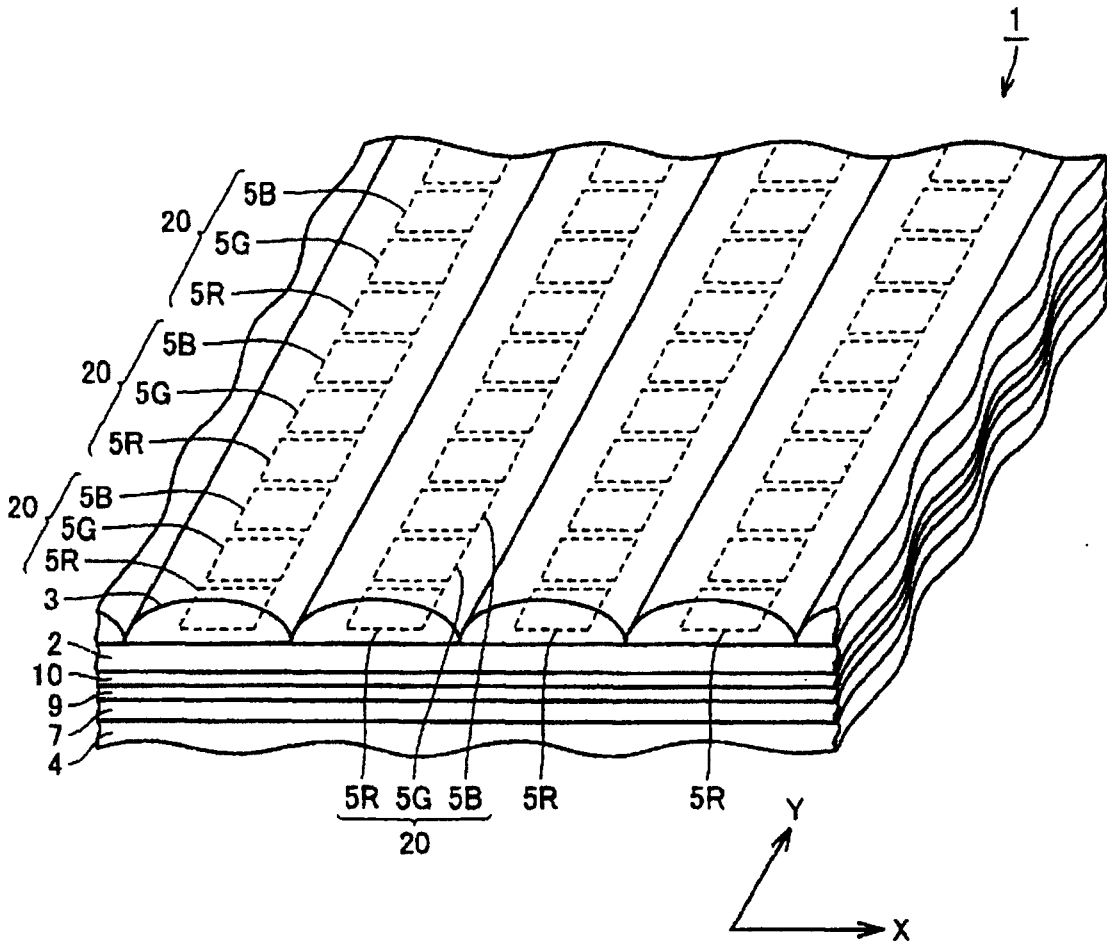


图 2

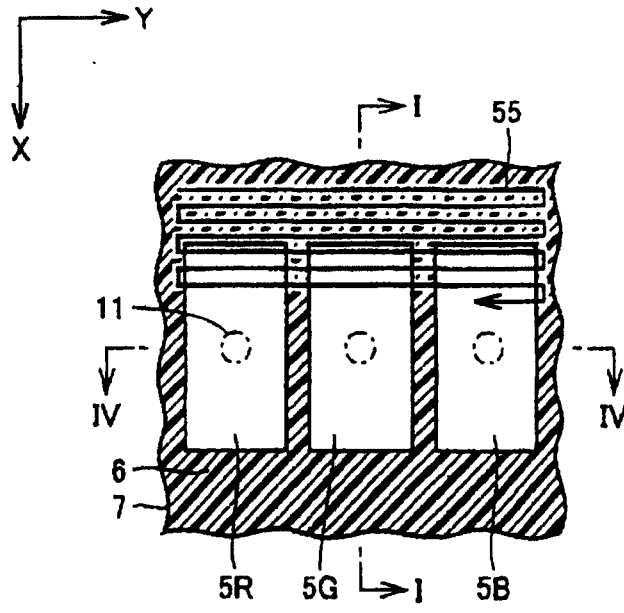


图 3

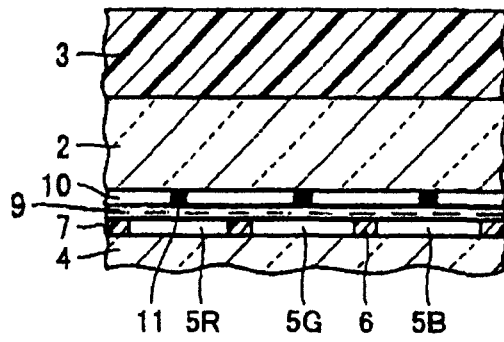


图 4

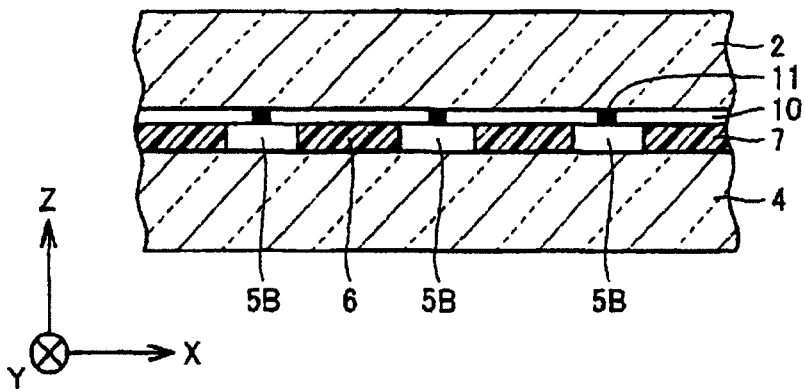


图 5

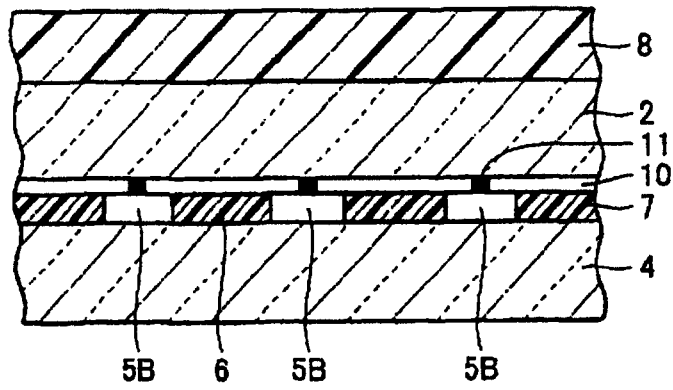


图 6

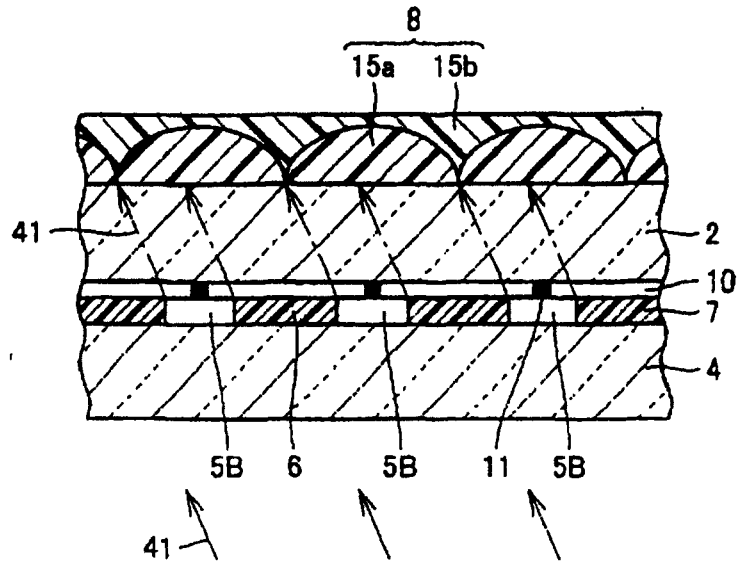


图 7

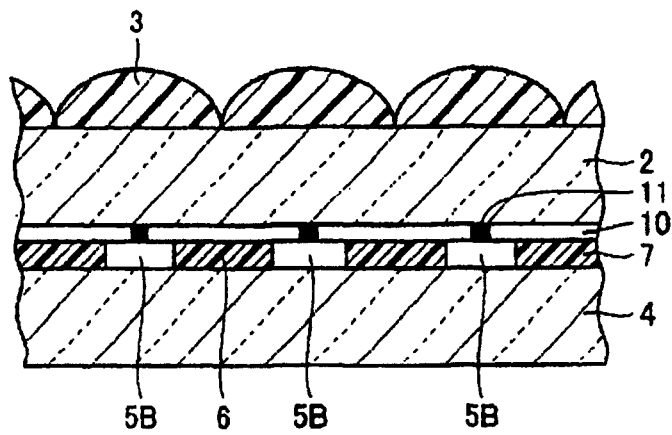


图 8

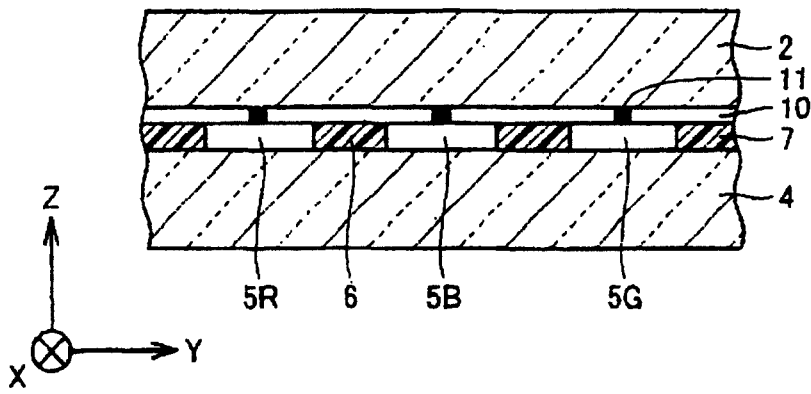


图 9

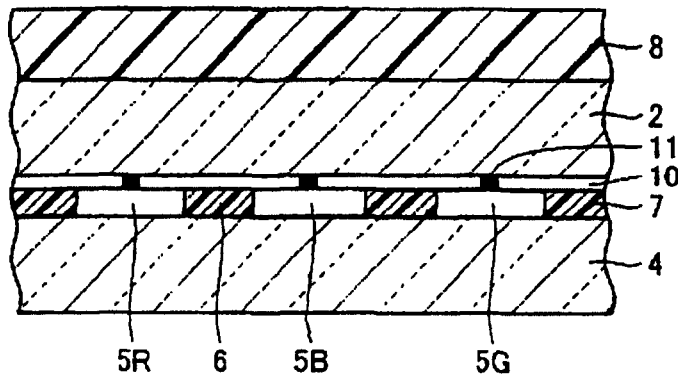


图 10

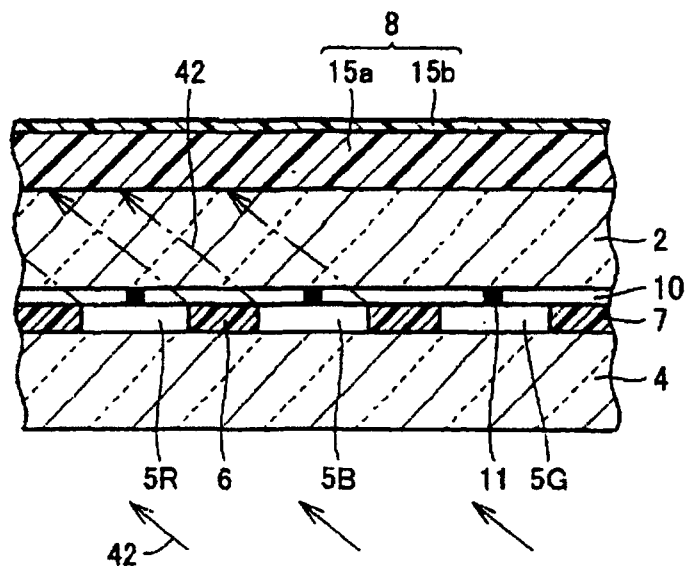


图 11



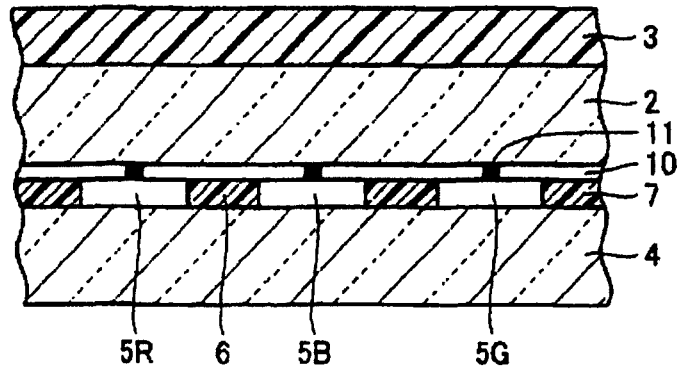


图 12

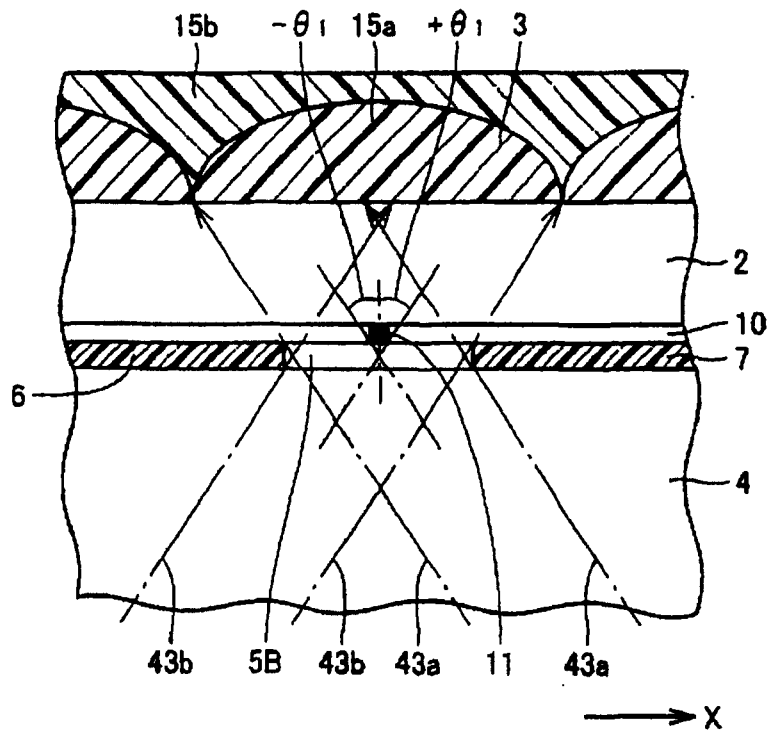


图 13

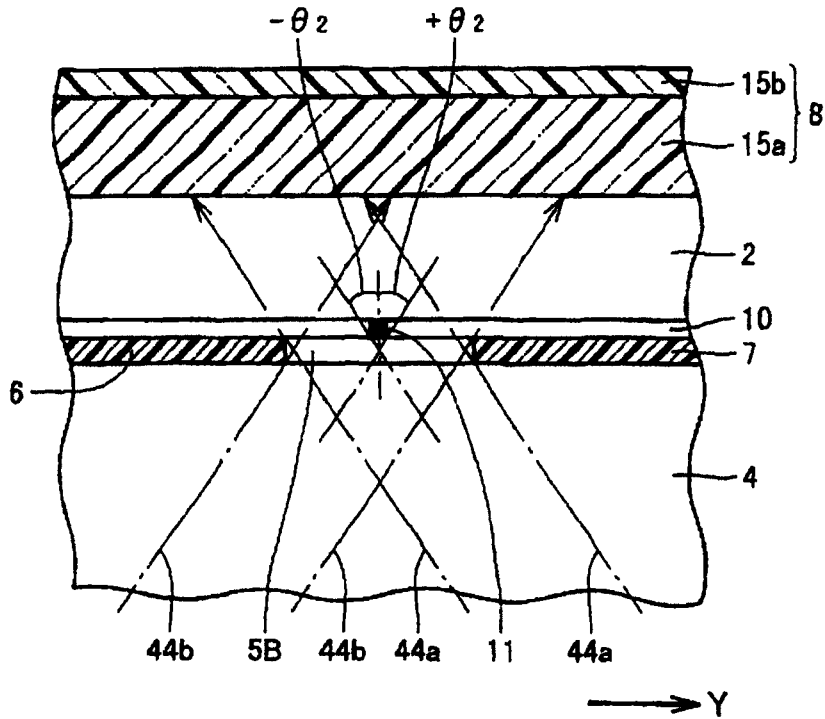


图 14

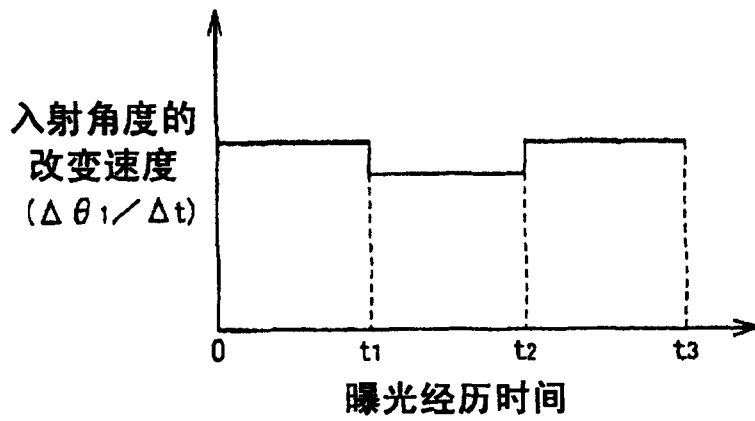


图 15

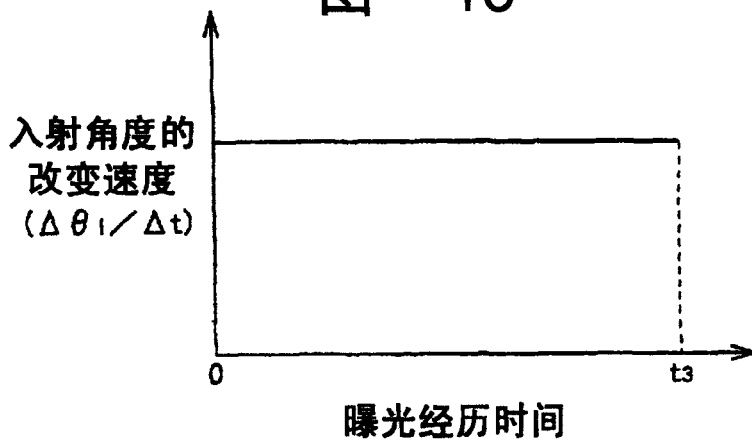


图 16

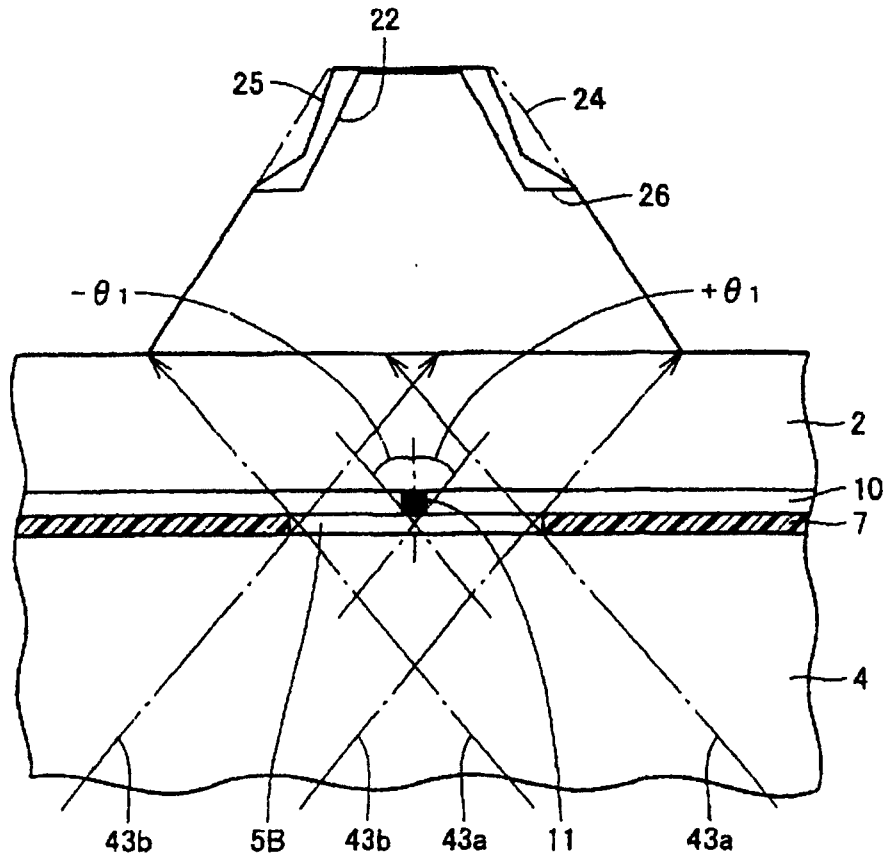


图 17

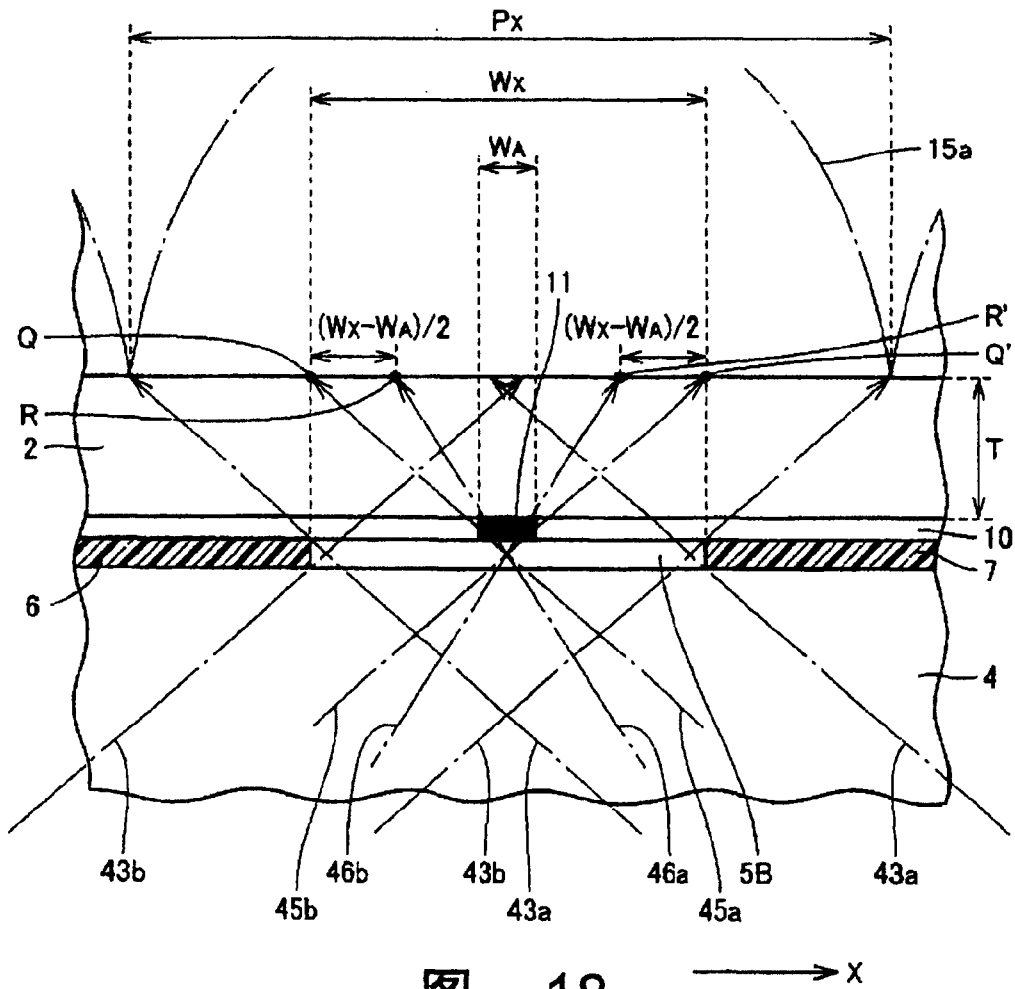


图 18

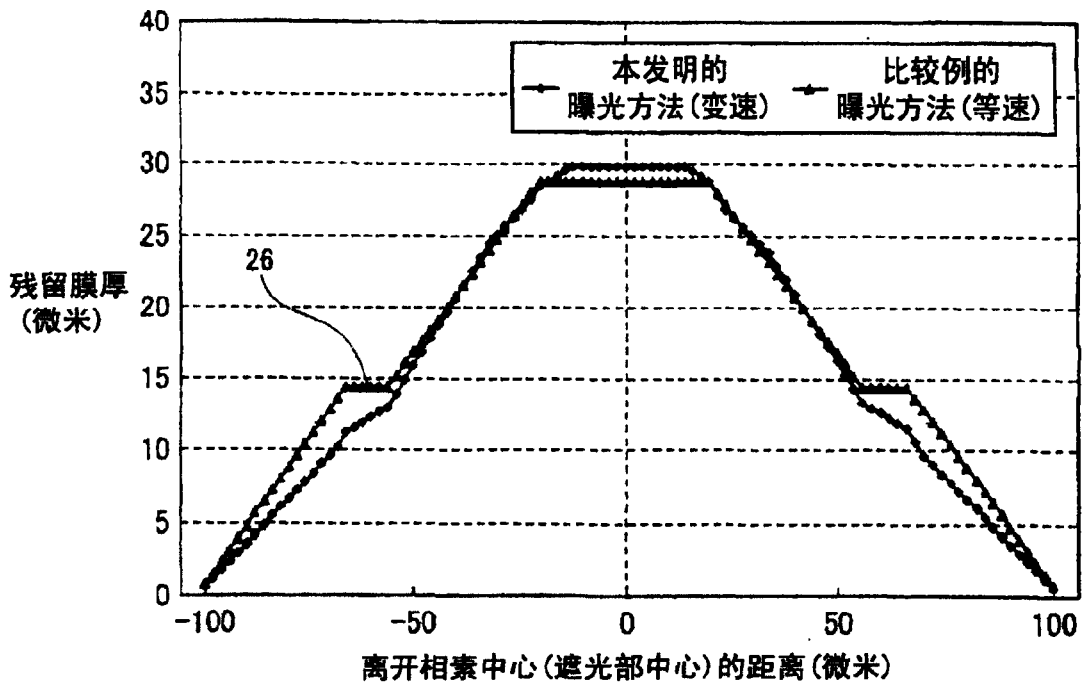


图 19

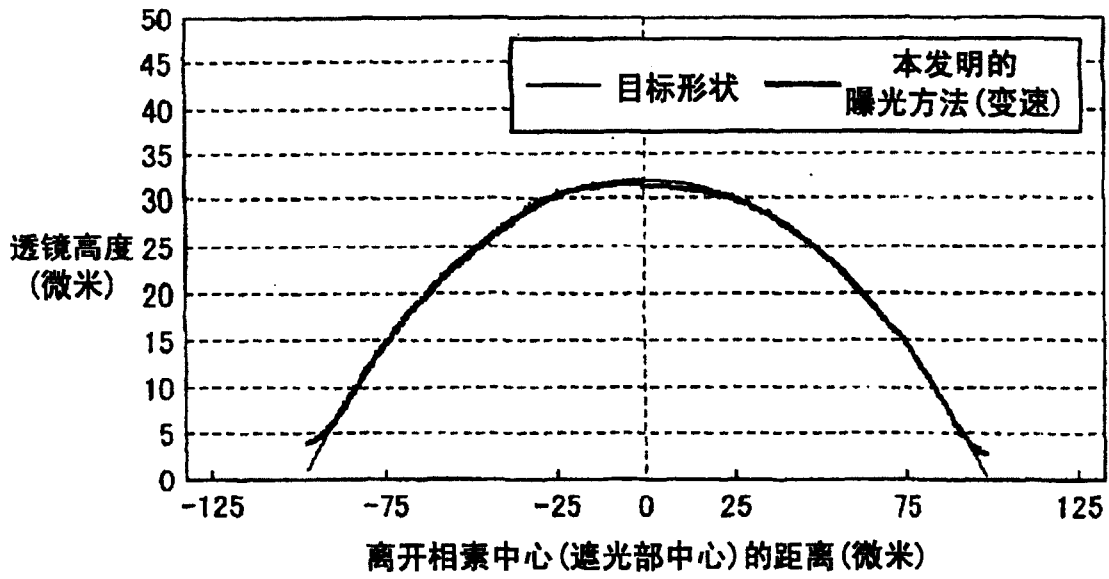


图 20

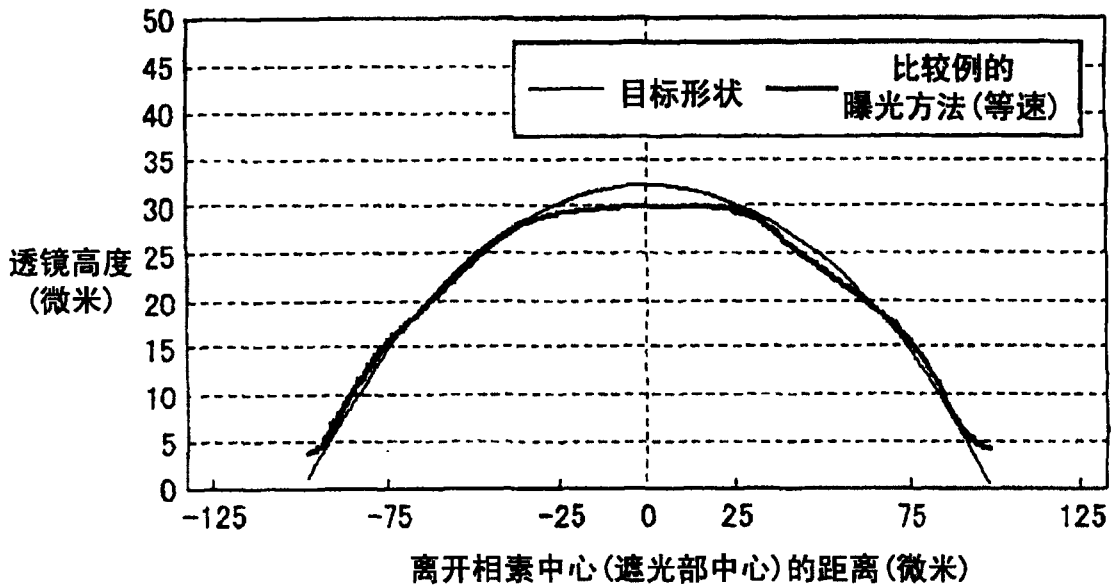


图 21

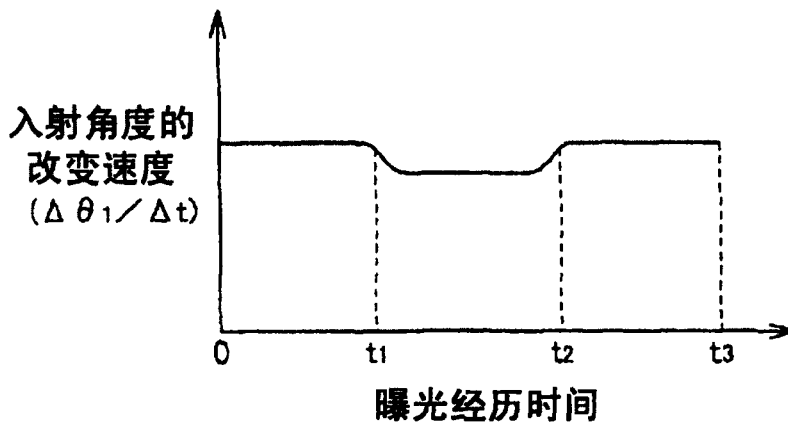


图 22

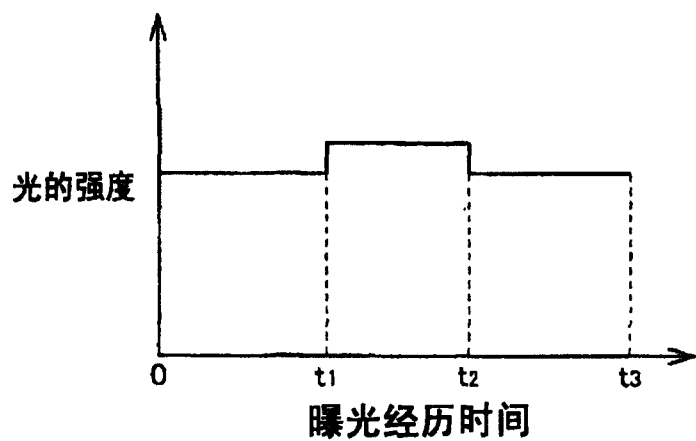


图 23

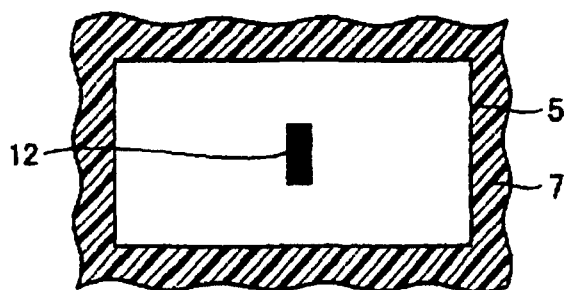


图 24

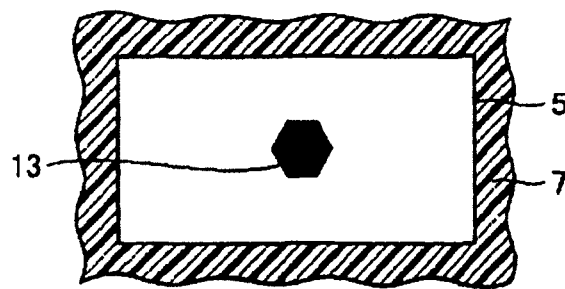


图 25

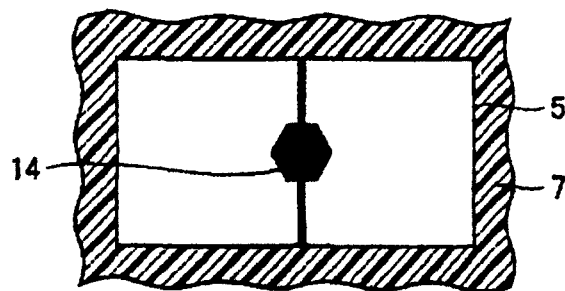


图 26

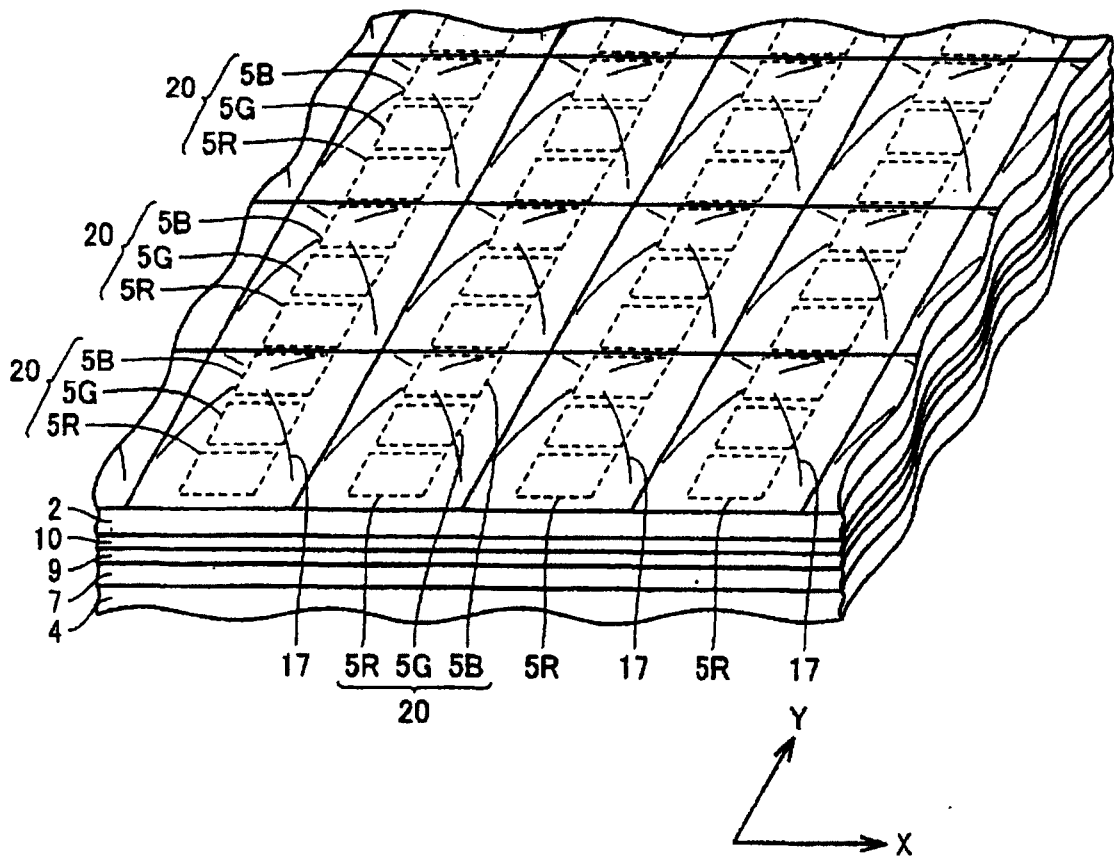


图 27

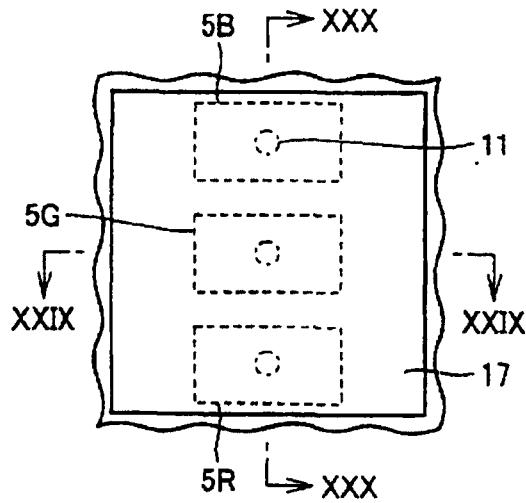


图 28

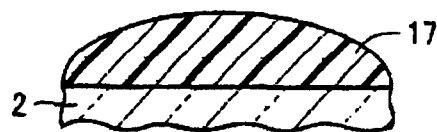


图 29

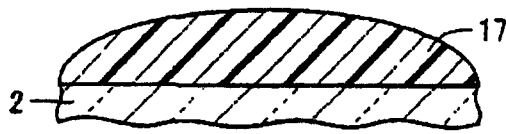


图 30