

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/1347 (2006.01)

G02F 1/137 (2006.01)

G02F 1/1343 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 03150385.3

[45] 授权公告日 2007 年 1 月 3 日

[11] 授权公告号 CN 1293420C

[22] 申请日 2003.7.30 [21] 申请号 03150385.3

[30] 优先权

[32] 2002.12.20 [33] JP [31] 370123/2002

[73] 专利权人 富士施乐株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 原田阳雄 有沢宏

[56] 参考文献

JP2001042307A 2001.2.16 G02F1/1334

CN1292101A 2001.4.18 G02F1/137

JP2001154219A 2001.6.8 G02F1/1347

审查员 张梦欣

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

司

代理人 李 辉

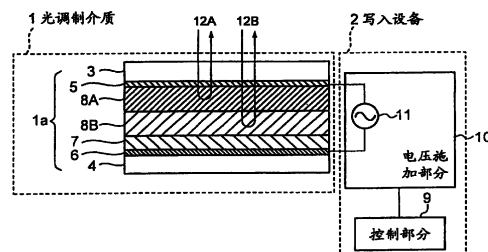
权利要求书 2 页 说明书 31 页 附图 21 页

[54] 发明名称

光调制介质和光调制方法

[57] 摘要

一种光调制介质，其包含光调制单元，光调制单元具有一对基板和位于基板之间形成多层结构的多个光调制层，光调制层由响应于所施加的预定电场而改变电-光特性的胆甾型液晶构成，其中，所述光调制单元的第一光调制层的液晶取向从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电场与第二光调制层的比值不小于 0.3，第一光调制层的液晶取向处于平面状态时的介电常数与第二光调制层的比值不小于 4。



1、一种光调制介质，其包含光调制单元，光调制单元具有一对基板和位于基板之间形成多层结构的多个光调制层，光调制层由响应于所施加的预定电场而改变电-光特性的胆甾型液晶构成，

其中，所述光调制单元的第一光调制层的液晶取向从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电场与第二光调制层的比值不小于 0.3，第一光调制层的液晶取向处于平面状态时的介电常数与第二光调制层的比值不小于 4，

其中，所述多个光调制层中至少一个的胆甾型液晶是呈现正介电常数各向异性的液晶化合物和呈现负介电常数各向异性的液晶化合物的混合物，并且呈现正介电常数各向异性。

2、根据权利要求 1 的光调制介质，其中

所述呈现负介电常数各向异性的液晶化合物具有多个在液晶分子的短轴方向上延伸的极性基，所述在短轴方向上延伸的极性基中的至少一个是氰基。

3、根据权利要求 1 的光调制介质，其中

所述多个光调制层中的各层的胆甾型液晶选择性地反射入射光中特定波长范围的光，并且各个光调制层的胆甾型液晶分别具有各自不同的波长范围。

4、根据权利要求 1 的光调制介质，其中

所述的一对基板分别具有在其内表面上形成的电极；以及
所述的多个光调制层布置在所述电极之间形成多层结构。

5、根据权利要求 4 的光调制介质，其中

通过在所述电极之间布置所述的多个光调制层和响应于光的照射而改变电阻的光电导层，形成多层结构，从而形成所述的光调制单元。

6、一种光调制方法，该方法准备一种包含光调制单元的光调制介质，光调制单元具有一对在表面上形成有电极的基板和位于基板之间形成多层结构的多个光调制层，光调制层由响应于所施加的预定电场而改变

液晶取向的胆甾型液晶构成，所述方法包括以下步骤：

准备所述的光调制介质，其中，所述多个光调制层中的第一光调制层的液晶取向从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电场与第二光调制层的比值不小于 0.3，第一光调制层的液晶取向处于平面状态时的介电常数与第二光调制层的比值不小于 4；以及

通过顺序地施加多个电压以改变电极之间的多个光调制层的液晶取向，使各个光调制层转变为平面或者焦点圆锥曲线状态，使得光调制介质显示出与多个光调制层的液晶取向的组合相对应的色调。

7、根据权利要求 6 的光调制方法，其中
10 所述多个光调制层中的各层的胆甾型液晶选择性地反射入射光中特定波长范围的光，并且各个光调制层的胆甾型液晶分别具有各自不同的波长范围。

8、根据权利要求 6 的光调制方法，其中
15 通过在所述电极之间布置所述的多个光调制层和响应于光的照射而改变其电阻的光电导层，形成多层结构，从而形成所述的光调制介质；
以及

按照与所述电极之间施加的多个电压成函数关系的预定比率，向光电导层照射光，从而所述的光调制介质显示出与多个光调制层的电-光特性的组合相对应的色调。

20 9、根据权利要求 8 的光调制方法，其中

除了所述的光调制单元外，所述光调制介质还包含另一个在一对电极之间布置至少一个光调制层和一个光电导层而构成的光调制单元，并且分别向所述的光电导层照射不同波长范围的光束。

光调制介质和光调制方法

5 技术领域

本发明涉及一种光调制介质，其具有通过把多个光调制层布置成多层结构而构成的光调制单元，通过控制施加在光调制单元上的电场，可以改变各个光调制层的光学特性，同时本发明涉及与该光调制介质一起使用的光调制方法。

10

背景技术

大量的纸消费已经成为现代社会的严重问题，因为其破坏了用来提供纸浆原材料的森林资源，并且由于纸质废物的堆放和焚烧而导致了环境污染。然而，由于信息社会的发展，特别是个人计算机的普及和因特网
15 网的广泛使用，纸的消费正在增长，尤其是作为用于暂时访问电子数据的短期文件。因此，急需能够代替纸的可写显示介质。

已经提出了一种显示/存储介质，以及在此显示/存储介质上绘制图像的方法和设备（参见专利文献1）。该显示/存储介质能够无需任何电源而对数据进行存储，显示全色图像，并且通过外部设备进行重绘。

20 根据该现有技术，通过在一对基板之间布置多个显示层，以形成多层结构，从而准备好显示/存储介质。这些层选择性地反射不同颜色的光，由相对于外部施加的写信号具有不同阈值电压的胆甾型液晶构成。图像绘制设备由该显示/存储介质构成，并具有一对电极和驱动电路，电极把显示/存储介质夹在中间。通过施加写信号而显示图像，写信号是在通过
25 不同显示层的胆甾型液晶的阈值电压彼此分隔开的多个不同电压中选择的电压，并且具有刷新周期、选择周期和随后的不施加电压的显示周期，并且刷新周期中施加的电压 V_r 与选择周期中施加的电压 V_s 之间的关系是 $V_r > V_s$ 。

[专利文献 1]

日本专利申请公开 No. 2001-154219 (第 0093 段至第 0107 段, 图 6 至图 12)

5 然而, 该显示/存储介质的光调制层之间需要具有很宽的操作余量, 以通过上述专利文献 1 中所公布的方法, 使它们显示具有增强的对比度的图像。

对于具有两个相互层叠的光调制层的光调制单元, 在其上施加电压时, 由下面的公式确定光调制层彼此的操作余量 V_m :

$$10 \quad 2 \times (B \text{ 的 } V_{pf90} - A \text{ 的 } V_{pf10}) / (B \text{ 的 } V_{pf90} + A \text{ 的 } V_{pf10})$$

式中, V_{pf90} 是当各个光调制层从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态时, 规格化反射率为 90% 时的电压, V_{pf10} 是当规格化反射率为 10% 时的电压; 而 B 表示当从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态时, 具有较高阈值电压的光调制层, 而 A 表示具有较低阈值电压的光调制层。

15 优选地, V_m 为正值。

然而, 当在光调制单元中布置有多个光调制层时, 实际上很难观察到各个光调制层之间的操作余量。但是, 如果在将各个光调制层放置在一起构成光调制单元之前, 能够由各个单独的光调制层的阈值电场等等大致推导出操作余量, 并且各个光调制层设计为具有预定的阈值从而可以
20 以进行这个推导, 则可以把各个光调制层彼此的操作余量限定在预定的范围内。

当使用呈现正介电常数各向异性的胆甾型液晶形成各个光调制层时, 各个光调制层从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的操作余量小于各个光调制层从焦点圆锥曲线状态转变为垂直状态的操作余量, 因此,
25 需要注意前一个操作余量。

发明内容

本发明考虑到了这些, 提供了一种光调制介质, 其具有布置成多层结构的多个光调制层, 通过对确定各个光调制层的操作余量的参数进行

优化，增强了所显示图像的对比度，本发明还提供了一种与该光调制介质一起使用的光调制方法。

根据本发明的光调制介质具有光调制单元，光调制单元具有一对基板和位于基板之间形成多层结构的多个光调制层，光调制层由胆甾型液晶构成，可以响应于所施加的预定电场而改变电-光特性，该光调制介质的特征在于：光调制单元的第一光调制层的液晶取向从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电场与第二光调制层的比值不小于 0.3，第一光调制层的液晶取向处于平面状态时的介电常数与第二光调制层的比值不小于 4，其中，所述多个光调制层中至少一个的胆甾型液晶是呈现正介电常数各向异性的液晶化合物和呈现负介电常数各向异性的液晶化合物的混合物，并且呈现正介电常数各向异性。

通过上述的配置，由于对多个光调制层的阈值电场值的比值和介电常数的比值进行了优化，从而保证了光调制介质的理想操作余量，提高了所显示图像的对比度。

本发明另一个方面提供了一种光调制方法，该方法准备一种光调制介质，其具有一对基板和位于基板之间形成多层结构的多个光调制层，光调制层由胆甾型液晶构成，可以响应于所施加的预定电场而改变液晶取向，其中：多个光调制层中的第一光调制层的液晶取向从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电场与第二光调制层的比值不小于 0.3，第一光调制层的液晶取向处于平面状态时的介电常数与第二光调制层的比值不小于 4；并且通过顺序地施加多个电压以改变电极之间的多个光调制层的液晶取向，将各个光调制层转变为平面或者焦点圆锥曲线状态，使得光调制介质显示出与多个光调制层的液晶取向的组合相对应的色调。

由于根据本发明的光调制介质具有由多个光调制层排列构成、并且具有较宽的操作余量的光调制单元，所以能够通过电极之间施加不同的电压而明确地改变各个光调制层的液晶取向，从而通过光调制层的液晶取向的组合，使光调制介质显示出清晰的色调。

因此，根据本发明的光调制介质和方法，由于对光调制单元的各个光调制层的参数进行了优化，从而保证了光调制介质具有理想的操作余

量，提高了所显示图像的对比度。

附图说明

以下基于附图对本发明的优选实施例进行详细描述，附图中：

5 图 1 显示的是在一组呈现正介电常数各向异性的向列型液晶中，相对介电常数和阈值电压之间的关系；

图 2 显示的是在利用呈现多种不同的正介电常数各向异性的胆甾型液晶制成的一个光调制层的光调制单元中，静电电容和阈值电压的测量结果；

10 图 3 示意地显示了光调制介质和光调制方法的第一实施例、以及和本实施例一起使用的写入设备；

图 4A 到 4C 示意地显示了呈现正介电常数各向异性的胆甾型液晶，表示了其可能所处的不同状态；

15 图 5 示意地显示了在施加脉冲电压之后能够马上观测到的胆甾型液晶的光学特性；

图 6 显示的是光调制介质的第一实施例的等效电路的电路图；

图 7 示意地显示了当将预定电压 V_0 施加在第一实施例的光调制单元 1a 中放置在一起的多个光调制层上时，各个光调制层 8A 和 8B 的电-光响应；

20 图 8 显示的是写入设备 2 施加的偏压；

图 9 示意地显示了在复位周期 T_r 和选择周期 T_s 中施加的电压和第一实施例的各个光调制层的电-光状态；

图 10 示意地显示了第一实施例的光调制介质的光调制显示结果；

25 图 11 显示了一组化合物的化学式，它们具有在分子的短轴方向上延伸的氰基，并呈现负介电常数各向异性；

图 12 示意地显示了光调制介质和光调制方法的第二实施例、以及和本实施例一起使用的写入设备；

图 13 显示的是光调制介质的第二实施例的等效电路的电路图；

图 14 示意地显示了当将预定电压 V_0 施加在第二实施例的放置在一起

的多个光调制层上时，各个光调制层 8A、8B 和 8C 的电-光响应；

图 15A 和 15B 示意地显示了在 T_r 和 T_s 周期中，写入设备 2 在光调制介质 1 的偏压电极 5、6 之间施加的偏压，以及所造成的写入光强度；

图 16 示意地显示了在复位周期 T_r 中，H 层、M 层和 L 层相对于偏压 V_r 和写入光强度 P_r 的电-光响应；

图 17 示意地显示了在选择周期 T_s 中，H 层、M 层和 L 层相对于偏压 V_s 和写入光强度 P_s 的电-光响应；

图 18 示意地显示了在复位周期 T_r 和选择周期 T_s 中施加的电压和第二实施例的各个光调制层的电-光状态；

图 19 示意地显示了第二实施例的光调制介质的光调制显示结果；

图 20 示意地显示了光调制介质和光调制方法的第三实施例、以及和本实施例一起使用的写入设备；

图 21 显示的是第三实施例的光调制单元 16A 的等效电路的电路图；

图 22 显示的是第三实施例的光调制单元 16B 的等效电路的电路图；

图 23 示意地显示了当将预定电压 V_{00} 施加在第三实施例的放在一起的所有光调制层时，光调制单元 16B 的各个光调制层 8B 和 8C 的电-光响应；

图 24A 和 24B 示意地显示了在第三实施例中施加的偏压 V_{sA} 和所造成的写入光强度 P_{sA} ；

图 25A 和 25B 示意地显示了在第三实施例中施加的偏压和所造成的写入光强度；

图 26 示意地显示了光调制层 8A 相对于偏压和写入光强度的电-光响应；

图 27 示意地显示了在复位周期 T_{rB} 中，H 层和 L 层相对于偏压 V_{rB} 和写入光的强度 P_{rB} 的电-光响应；

图 28 示意地显示了在选择周期 T_{sB} 中，H 层和 L 层相对于偏压 V_{sB} 和写入光的强度 P_{sB} 的电-光响应；

图 29 示意地显示了当选择复位周期 T_{rB} 和选择周期 T_{sB} 中施加的电压时，各个光调制层的电-光状态；

图 30A 到 30D 显示的是本实施例的光调制单元所反射的光的波长范围、各个光调制单元所吸收的光的波长范围和照射到各个光调制单元上的光的波长范围；

- 图 31 示意地显示了第三实施例的光调制介质的光调制显示结果；
5 图 32A 到 32B 示意地显示了光调制介质的样品的光谱（观测值）；
图 33 显示的是读取光的色度（ a^* ， b^* ）。

具体实施方式

现在，对根据本发明的光调制介质和光调制方法的优选实施例进行
10 描述。

首先，对根据本发明的光调制介质的各个实施例所具有的光调制单元进行描述。

根据本发明的光调制介质的各个实施例具有至少一个光调制单元，光调制单元是通过布置多个光调制层以实现多层结构而形成的。在将各
15 个光调制层层叠在一起之前进行观测时，它们具有彼此接近的阈值电场，在阈值电场下，各个光调制层的光学特性发生变化。施加在各个光调制层上的电压与该层的阻抗和厚度成函数关系。通过增大各个光调制层的阈值电场的比值，或者施加在各个光调制层上的电场的比值，可以使多个光调制层构成的多层光调制单元具有较宽的操作余量。

20 可以通过分别准备多个光调制层，并且确定各个光调制层从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电场，从而计算出阈值电场比值。当光调制层具有相同的厚度时，可以将阈值电场比值确定为光调制层的阈值电压比值。

可以通过确定具有相互接近的不同阈值电场的光调制层的阻抗和厚
25 度，从而计算出要施加在光调制层上的电场的比值。当使用具有较大电阻率的液晶材料制成光调制层时，可以由光调制层的介电常数比值大致地推导出要施加的电场比值。更进一步，当光调制层具有相同的厚度时，可以将要施加的电场比值确定为光调制层的电容比。

图 1 显示的是一组呈现正介电常数各向异性的向列型液晶的平均介

电常数和介电常数各向异性 $\Delta\epsilon$ 的 $-1/2$ 次方之间的关系，这可以用作确定阈值电场的经验法则。

从图 1 中的实线可以看出，呈现正介电常数各向异性的向列型液晶具有与其介电常数各向异性成正相关关系的相对介电常数，从而，当其
5 相对介电常数增大时，其阈值电场减小。另外，添加到向列型液晶中的手性成分（以获得胆甾型液晶）通常会作为稀释剂而降低介电常数比值。因此，对于利用呈现正介电常数各向异性的向列型液晶和手性成分的混合物而构成的胆甾型液晶而言，很难在通过提高介电常数比值而获得较大的外加电场比值的同时，具有较大的阈值电场比值，以增大操作余量。

10 另一方面，使用对呈现正介电常数各向异性的向列型液晶和呈现负介电常数各向异性的向列型液晶进行混合的技术，能够将相对介电常数和阈值电场之间的关系改变为图 1 中的虚线曲线。具体地，对于包含氰基（其具有较大的偶极矩并且在短轴方向上延伸）的负向列型液晶，由于其具有较大的相对介电常数和较大的负介电常数各向异性，所以上述
15 的添加影响很显著。

因此，使用通过向呈现正介电常数各向异性的向列型液晶和呈现负介电常数各向异性的向列型液晶中添加手性成分而得到的胆甾型液晶，作为多层结构的光调制单元的光调制层。然后，改变呈现正介电常数各向异性的向列型液晶和呈现负介电常数各向异性的向列型液晶的混合比率，以得到具有不同的正介电常数各向异性的胆甾型液晶。之后，在一个独立的单元中，观察各个胆甾型液晶从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电场和平面状态下的相对介电常数，并根据各个胆甾型液晶
20 （它们分别具有相互接近的阈值电场）的阈值电场比值和介电常数比值，确定各个胆甾型液晶的操作余量，并且将这些单元串联而观测电-光响应。
25

然后，使用具有正的操作余量的一组胆甾型液晶而构成光调制单元的各个光调制层，并且利用此光调制单元而构成下面所述的光调制介质的实施例。

图 2 显示的是具有一个光调制层的光调制单元的阈值电压 V_{pf} (V)

在 1kHz 下的测量结果，该光调制层是利用具有不同的正介电常数各向异性和静电电容 C (nF) 的各种胆甾型液晶构成的。注意，由于光调制层具有相同的厚度，所以对它们的静电电容和阈值电压进行观测，分别代替它们的相对介电常数和阈值电场。

- 5 在图 2 中，通过将 84.0%重量百分比的呈现正介电常数各向异性的向列型液晶（ZLI3806：商品名称，可以从 Merck 公司得到）、12.8%重量百分比的手性成分 1（R811：商品名称，可以从 Merck 公司得到）、3.2%重量百分比的手性成分 2（R1011：商品名称，可以从 Merck 公司得到）进行混合，从而得到选择性地反射红光的胆甾型液晶。在各个示例中还使用选择性地反射绿光的胆甾型液晶，这在后面将进行描述。

10 在示例 1 中，向该混合物中添加 95.0%重量百分比的呈现正介电常数各向异性的向列型液晶（可以从 Seimi Chemical 公司得到）、5.0%重量百分比的呈现负介电常数各向异性的双氰型向列液晶（1-正丁氧基-4-(4'-反正戊基环己基羰氧基)-2,3-双氰基苯）、14.4%重量百分比的手性成分 1（R811：商品名称，可以从 Merck 公司得到）和 3.6%重量百分比的手性成分 2（R1011：商品名称，可以从 Merck 公司得到）。

示例 2 的样品与示例 1 的样品的差异在于，所添加的呈现负介电常数各向异性的双氰型向列液晶的重量百分比为 10%。

20 示例 3 的样品与示例 1 的样品的差异在于，所添加的呈现负介电常数各向异性的双氰型向列液晶的重量百分比为 15%。

示例 4 的样品与示例 1 的样品的差异在于，所添加的呈现负介电常数各向异性的双氰型向列液晶的重量百分比为 20%。

对比例 1 的样品与示例 1 的样品的差异在于，没有添加呈现负介电常数各向异性的双氰型向列液晶。

25 对比例 2 的样品与示例 1 的样品的差异在于，将 85.0%重量百分比的呈现正介电常数各向异性的向列型液晶（ZLI4389：商品名称，可以从 Merck 公司得到）、12.0%重量百分比的手性成分 1（R811：商品名称，可以从 Merck 公司得到）、3.0%重量百分比的手性成分 2（R1011：商品名称，可以从 Merck 公司得到）混合在一起。

表 1

	阈值电场比值	介电常数比值	操作余量 V_m
示例 1	0.315 0	4.04 0	0.009
示例 2	0.388 0	4.72 0	0.247
示例 3	0.456 0	5.18 0	0.438
示例 4	0.531 0	5.53 0	0.515
对比例 1	0.253	4.40 0	-0.234
对比例 2	0.352 0	3.10	-0.241

表 1 显示的是以选择性地反射红光的胆甾型液晶为基准，测量各个样品的阈值电压而得到的阈值电场比值（绿色液晶的 V_{pf} /红色液晶的 V_{pf} ）、测量各个样品的静电电容而得到的介电常数比值（绿色液晶的静电电容/红色液晶的静电电容）、基于串连各个单元所测量到的电-光响应而得到的操作余量 V_m 。

使用下面的公式确定操作余量 V_m ，假设各个光调制层的规格化反射率为 90%或者更高时的状态为饱和水平的反射状态，而各个光调制层的规格化反射率为 10%或者更小时的状态为饱和水平的透射状态：

$$V_m = 2 \times (V_{g90} - V_{r10}) / (V_{r90} + V_{g10})$$

其中， V_{r90} 表示使选择性地反射红光的胆甾型液晶的规格化反射率等于 90%时的电压，而 V_{g10} 表示使选择性地反射绿光的胆甾型液晶的规格化反射率等于 10%时的电压。

从表 1 中可以看出，在示例 1 到示例 4 中操作余量为正值，而对比例 1 和对比例 2 中操作余量为负值，而在阈值电场比值不小于 0.3 且介电常数比值不小于 4.0 时，操作余量为正值。

现在，利用实施例对根据本发明的光调制介质和光调制方法进行说明。

20

（第一实施例）

图 3 显示的是光调制介质和光调制方法的第一实施例、以及和本实施例一起使用的写入设备的示意图。

图 3 中的光调制介质 1 由光调制单元 1a 构成，而光调制单元 1a 是

通过在一对基板 3、4 之间布置用于反射读取光束 12A 的光调制层 8A、用于反射读取光束 12B 的光调制层 8B 和光吸收层 7 而构成的，基板 3、4 分别承载着在其内表面上形成的电极 5、6。从而，光调制介质 1 具有多层结构。

- 5 用于本实施例的光调制方法的写入设备 2 具有电压施加部分 10 和控制部分 9，电压施加部分 10 在光调制介质 1 的电极 5、6 之间施加偏压 11，而控制部分 9 根据要在光调制介质 1 上绘制的光调制图案，对电压施加部分 10 进行控制。

10 将光调制介质 1 的电极 5、6 连接到各个端子上，写入设备 2 的电压施加部分 10 的偏压 11 施加在这些端子上，从而控制部分 9 所控制的电压施加在了电极 5、6 上。

光调制介质 1 的基板 3、4 由玻璃、硅或者聚对苯二甲酸乙二酯、聚砷、聚醚砷、聚碳酸酯等等的聚合物膜制成。基板 3 至少透射读取光束 12A、12B。如果必要，可以在基板 3 和 4 的表面上形成公知的功能膜，
15 诸如防尘膜、抗磨损膜、防反光膜或者阻气膜。

偏压电极 5、6 由诸如金或者铝的金属导电薄膜、诸如氧化铟或者氧化锡的金属氧化物导电薄膜、或者诸如聚吡咯、聚乙炔或者聚苯胺的导电有机聚合物制成，电极 5 至少透射读取光束 12A、12B。如果必要，可以在电极 5 和 6 的表面上形成公知的功能膜，诸如液晶定向膜、附着力
20 增强膜、防反光膜或者阻气膜。

光吸收层 7 由具有绝缘特性的无机颜料制成，诸如镉型、铬型、钴型、锰型或者碳型的无机颜料，或者由有机染料或者有机颜料制成，诸如偶氮型、蒽醌型、靛蓝型、三苯甲烷型、硝基型、酞菁型、二萘嵌苯型、吡咯并吡咯型、喹吖酮型、多环苯醌型、方形鎗（squarium）型、
25 甘菊环鎗（azulenium）型、花青型、吡喃型或者蒽酮型的染料或者颜料，或者由通过将这些染料或者颜料散布到聚合物粘合剂中所形成的材料制成。其至少吸收读取光束 12A 和 12B 中一定波长范围内的光。

光调制层 8A 和 8B 至少由胆甾型液晶（手性向列型液晶或者手性近晶型液晶）制成。然而，其也可以具有仅由胆甾型液晶形成的结构、包

含液晶连续相的网状聚合物的结构、液晶作为微滴散布在聚合物粘合剂框架中的结构、液晶封装在聚合物外壳中以形成微囊的结构、或者对液晶进行封装以形成散布在聚合物粘合剂框架中的微囊的结构。

当使用了仅由胆甾型液晶形成的结构或者包含液晶连续相的网状聚合物的结构时，优选地，在光调制层 8A 和 8B 之间插入由与基板 3、4 类似的材料制成的隔离基板，以防止光调制层 8A 的胆甾型液晶和光调制层 8B 的胆甾型液晶彼此混合起来，并且将由玻璃或者聚合物制成的球形或者圆柱形隔离体混合到光调制层 8A 和 8B 之中，或者在基板 3、4 或者隔离基板上形成聚合物材料的突起，以确定各个光调制层 8A 和 8B 的厚度。

可以用于光调制层 8A 和 8B 的胆甾型液晶的材料包括席夫碱型、偶氮型、氧化偶氮基型、苯甲酸型、联二苯型、联三苯型、环己基羧酸型、苯基环己烷型、联苯基环己烷型、嘧啶型、二氧杂环己烷型、环己基环己烷酯型、环己基乙烷型、环己烷型、二苯乙炔型、烯基型、均二苯代己烯型和缩合多环型的向列型液晶、近晶型液晶及其混合物，并在其中添加了一种或者多种甾型胆甾醇衍生物、或者一种或多种席夫碱型、偶氮型、酯型和/或联苯型旋光材料的手性成分。另外，将图 11 所示的具有在短轴方向上延伸的氰基并呈现负介电常数各向异性的化合物与具有较高相对介电常数的光调制层 8A 和 8B 的胆甾型液晶混合起来，以使胆甾型液晶整体上呈现正介电常数各向异性。光调制层 8A 具有等于或者大于 0.3 的从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电压比值，和等于或者大于 4 的平面状态介电常数比值。

胆甾型液晶的分子排列为使其定向结构绘出一个螺旋线。因此，胆甾型液晶引起下面的选择性反射现象，即选择性地干预和反射满足特定条件的入射光圆偏振成分，该入射光圆偏振成分的电场矢量的空间轨迹方向符合液晶分子的旋转方向，并且其在液晶内的传播波长等于该螺旋线的螺距。对于沿着螺旋线的轴向入射的光，如果反射光的中央波长为 λ ，反射光的波长变化范围为 $\Delta\lambda$ ，螺旋线的螺距为 p ，与螺旋线的轴线垂直相交的平面上的平均折射率为 n ，而双折射率为 Δn ，则它们具有如下方程所示的关系： $\lambda = n \cdot p$ 和 $\Delta\lambda = \Delta n \cdot p$ 。如果对螺距进行调整，使得反射光

的波长位于可见波长范围内，则胆甾型液晶的光调制层显示出纯色。通过调节胆甾型液晶的化学结构或者手性成分和向列型液晶或近晶型液晶的混合比率，可以调节胆甾型液晶的螺旋线的螺距。当混合手性成分和向列型液晶或者近晶型液晶时，如果没有通过最初的混合物而获得预期的反射光波长，可以使用添加多种手性成分的公知技术。另外，可以使用添加多种具有不同螺旋方向或者相反的温度依赖关系的手性成分的公知技术，以对胆甾型液晶的螺距的温度依赖关系进行补偿。

呈现正介电常数各向异性的胆甾型液晶可以处于三种状态中的任意一种，包括平面状态，其中，螺旋线的轴线与单元表面大致垂直，并出现图 4A 所示的入射光选择性反射现象；焦点圆锥曲线状态，其中，螺旋线的轴线与单元表面大致平行，入射光被透射，同时被小程度地前向散射，如图 4B 所示；垂直状态，其中，螺旋结构是松散的，而液晶定向结构面对着电场的方向，从而基本上完全地透射入射光，如图 4C 所示。

在上述三种状态中，无需施加任何电压，平面状态和焦点圆锥曲线状态即可以双稳态地存在。因此，不能明确地根据施加在光调制层上的电压确定胆甾型液晶的分子取向状态。具体而言，如果初始状态为平面状态，则当所施加的电压升高时，状态顺序地从平面状态 (P) 转变为焦点圆锥曲线状态 (f)，然后转变为垂直状态 (h)。如果初始状态是焦点圆锥曲线状态，则当所施加的电压升高时，状态顺序地从焦点圆锥曲线状态转变为垂直状态。另一方面，如果施加在光调制层上的电压突然降低到零，则平面状态和焦点圆锥曲线状态均保持不变，而垂直状态转变为平面状态。

本实施例的光调制介质具有分别在—对基板的内表面上形成的电极。然而，该光调制介质不是必须需要电极。如果光调制介质没有任何电极，则可以布置为写入设备具有一对电极，把基板夹在中间，并且将预定电压施加在电极上。

图 5 显示的是在施加脉冲电压之后，所能够马上观测到的胆甾型液晶的光学特性的示意图。

在图 5 中，纵轴表示最高反射率为 100 而最低反射率为 0 时的规格

化反射率，而横轴表示所施加的脉冲电压。

图中的实线表示在施加脉冲电压之后，马上观测到的胆甾型液晶的光学特性。如图所示，当所施加的脉冲电压超过阈值电压 V_{fh} 时，从垂直状态转变为平面状态，从而选择性地反射光；当所施加的脉冲电压介于 V_{pf} 和 V_{fh} 之间时，则仍然保持焦点圆锥曲线状态，从而透射光。然而，当所施加的电压不超过 V_{pf} 时，其或者处于平面状态，选择性地反射光，或者处于焦点圆锥曲线状态，透射光，就像没有施加脉冲电压一样。

从而，在平面、焦点圆锥曲线和垂直状态之间存在过渡区域。因此，把规格化反射率不低于 50 的状态定义为选择性反射状态；把规格化反射率不高于 50 的状态定义为透射状态。将从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电压定义为 V_{pf} ，将从焦点圆锥曲线状态转变为垂直状态的阈值电压定义为 V_{fh} 。

图 6 显示的是本实施例的光调制介质的等效电路的电路图。

在图 6 中， Z_e 表示光调制层 8A、8B 之外的部件的等效阻抗，其等于图 3 中本实施例的光调制介质的电极 5、6 和光吸收层 7 的阻抗之和。可以利用等效静电电容 C_e 和等效电阻 R_e 的并联电路近似表示阻抗 Z_e 。在图 6 中， V_e 表示当由写入设备 2 在光调制介质 1 的偏压电极 5、6 之间施加了偏压 V 时，施加在阻抗 Z_e 上的电压。而 Z_A 、 Z_B 、和 Z_D 分别表示光调制层 8A 的阻抗、光调制层 8B 的阻抗和两个光调制层一起的阻抗。可以利用等效静电电容 C_A 与 C_B 和等效电阻 R_A 与 R_B 的并联电路近似表示光调制层。在图 6 中， V_A 、 V_B 和 V_D 分别表示当由写入设备 2 在光调制介质 1 的偏压电极 5、6 之间施加了偏压 V 时，施加在光调制层 8A、光调制层 8B 和组合的两个光调制层上的电压。由于光调制层的胆甾型液晶呈现出介电常数各向异性，所以光调制层的阻抗 Z_A 和 Z_B 随着液晶的取向状态而变化。

当将电压 V_D 施加在组合的光调制介质 1 的两个光调制层上时，用下面的公式表示分别施加在光调制层 8A 和光调制层 8B 上的电压 V_A 、 V_B ：

$$V_A = (Z_A / Z_D) V_D$$

$$V_B = (Z_B / Z_D) V_D$$

式中, $Z_D = Z_A + Z_B$ 。

从而, 当由写入设备 2 在光调制介质 1 的电极 5、6 之间施加偏压 V 时, 分压 V_A 、 V_B 分别施加在光调制层 8A 和 8B 上, 而光调制层 8A 的胆甾型液晶的取向和光调制层 8B 的胆甾型液晶的取向随着分压 V_A 、 V_B 而改变。

5 在本实施例的光调制介质中, 使得光调制层 8A 和光调制层 8B 的介电常数比值不小于 4, 以对阻抗比值进行优化, 因此, 当将电压 V_0 施加在组合的两个光调制层上时, 分别施加在光调制层 8A 和光调制层 8B 上的电压具有预定的分压比。另外, 将光调制层 8A 和光调制层 8B 从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电压的比值选择为不小于 0.3。因此,
10 通过改变施加在光调制介质 1 的电极 5、6 上的偏压 V , 可以在保持预定对比度状态的同时, 改变各个光调制层 8A 和 8B 的电-光响应。

现在, 对光调制方法的实施例进行描述, 其用于使光调制介质的实施例显示彩色图像。

图 7 显示的是当将预定电压 V_0 施加在光调制单元 1a 的组的光调制
15 层上时, 各个光调制层 8A 和 8B 的电-光响应的示意图。

在图 7 中, 横轴表示施加在光调制单元 1a 的组的光调制层上的电压 V_0 , 而纵轴表示各个光调制层的规格化反射率。

由于对本实施例的光调制单元 1a 的光调制层的分压比和阈值电压比值进行了控制, 从而各具有预定的值, 所以光调制层 8A 和 8B 从平面
20 状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电压 V_{pf} 和从焦点圆锥曲线状态转变为垂直状态的阈值电压 V_{fh} 的值恒定地保持相同的关系。

此处, 将具有较高阈值电压的光调制层称为 H 层, 而将具有较低阈值电压的光调制层称为 L 层。假设当施加在组的光调制层上的电压发生变化时, 对于各个光调制层:

25 使 L 层的分压不高于 V_{pf} 的电压为 V_a ; 以及

使 L 层的分压介于 V_{pf} 和 V_{fh} 之间, 并且使 H 层的分压不高于 V_{pf} 的电压为 V_b ; 同时

使 H 层的分压介于 V_{pf} 和 V_{fh} 之间, 并且使 L 层的分压不低于 V_{fh} 的电压为 V_c ; 以及

使H层的分压不低于 V_{fh} 的电压为 V_d 。

如图8所示，由写入设备2在光调制介质1的偏压电极5、6之间施加偏压，使得所施加偏压的持续时间包括施加AC脉冲电压 V_r 的复位周期 T_r 、施加AC脉冲电压 V_s 的选择周期 T_s 以及不施加电压的光调制周期 T_d ，并且保持 $V_r > V_s$ 的关系。

注意，复位周期 T_r 中施加的AC脉冲电压的频率和选择周期 T_s 中施加的AC脉冲电压的频率没有特别的限制，并且可以用DC脉冲电压来代替AC脉冲电压。

图9显示的是在复位周期 T_r 和选择周期 T_s 中所施加的电压和各个光调制层的电-光状态的示意图。

参考图9，在复位周期 T_r 中，为AC脉冲电压 V_r 选择了 V_1 ，其幅值使得施加在组合的光调制层上的电压 V_0 等于图7中的 V_c 或者 V_d ；在选择周期 T_s 中，为AC脉冲电压 V_r 选择了 V_2 ，其幅值使得施加在组合的光调制层上的电压 V_0 等于图7中的 V_a 或者 V_b 。对于各个组合，H层和L层（H层位于“/”的左侧，而L层位于“/”的右侧）分别具有由图9中的“○”和“●”所表示的取向。

“○”表示在平面状态下选择性反射光的取向，而“●”表示在焦点圆锥曲线状态下透射光的取向。

从上述可知，使用根据本发明的用于上述光调制介质实施例的光调制方法的这个实施例，可以提供四种取向，包括：

H层和L层处于平面状态；

H层和L层处于焦点圆锥曲线状态；

H层处于平面状态而L层处于焦点圆锥曲线状态；以及

H层处于焦点圆锥曲线状态而L层处于平面状态。

因此，如图10所示，光调制介质可以具有选择性地反射绿色（G）光作为光调制层8A的H层，和选择性地反射红色（R）光作为光调制层8B的L层。然后，通过控制写入设备2在复位周期中施加的电压 V_r 和在选择周期中施加的电压 V_s ，可以：

通过施加电压 $V_r = V_d$ 和 $V_s = V_a$ ，显示出作为绿色（G）和红色（R）

的混合色的黄色 (Y); 以及

通过施加电压 $V_r=V_c$ 和 $V_s=V_b$, 将这两层转变为透射光 (T) 的状态, 从而显示出黑色 (K); 反之

通过施加电压 $V_r=V_d$ 和 $V_s=V_b$, 从而显示出绿色 (G); 以及

5 通过施加电压 $V_r=V_c$ 和 $V_s=V_a$, 从而显示出红色 (R)。

由于可以受控地显示四种颜色, 所以可以在光调制介质的各个像素中, 显示出黄、黑、绿和红四种不同的颜色。

(第二实施例)

10 图 12 显示的是光调制介质和光调制方法的第二实施例、以及和本实施例一起使用的写入设备的示意图。

图 12 中的光调制介质 1 由光调制单元 1a 构成, 而光调制单元 1a 又是由位于一对基板 3、4 之间的反射读取光束 12A 的光调制层 8A、反射读取光束 12B 的光调制层 8B、反射读取光束 12C 的光调制层 8C、光吸收层
15 7 和光电导层 13 构成, 基板 3、4 分别承载着在其内表面上形成的电极 5、6。从而, 光调制介质 1 具有多层结构。

用于本实施例的光调制方法的写入设备 2 具有电压施加部分 10、光照射部分 14 和控制部分 9, 它们顺序排列形成多层结构。电压施加部分 10 在光调制介质 1 的电极 5、6 之间施加偏压 11, 光照射部分 14 将写入
20 光束照射到光调制介质 1 的光电导层 13 上, 而控制部分 9 根据要在光调制介质 1 上绘制的光调制图案, 对电压施加部分 10 和光照射部分 14 进行控制。

本实施例的光调制介质 1 与第一实施例的光调制介质的差别在于其具有三个光调制层 8 和附加的光电导层 13, 而在其它方面, 两个实施例
25 是相同的, 所以在下面仅对光电导层 13 进行描述, 不再对相同或者类似的部分进行描述。

光电导层 13 仅需与入射光束 15 的照射率成函数关系地改变其阻抗。可以通过蒸发、溅射、离子电镀法或者 CVD 等方法而形成电荷发生物质薄膜, 或者通过将电荷发生物质散布在聚合物粘合剂中, 然后利用棒涂

(bar coating)、旋涂、辊涂、浸渍或者浇铸等的涂布技术涂布该胶合剂，以制作光电导层 13。可选地，可以在使用任意上述的技术而形成的电荷发生层上布置电荷传输物质或者电荷传输层（通过将电荷传输物质散布在聚合物粘合剂中而形成电荷传输层）。如果电荷传输层具有整流作用，则可以在电荷传输层的上面和下面形成电荷发生层。

可以用于本发明的电荷发生物质包括 a-Si、ZnS、ZnO、CdS、CdSe、Se、SeTe 和 TiO 等无机材料，和酞菁型、偶氮型、多环苯醌型、靛蓝型、喹吡二酮型、二萘嵌苯型、方形鎓(squarium)型、甘菊环鎓(azulenium)型、花青型、吡喃型和葱酮型有机材料等的有机物质。

可以用于本发明的电荷传输物质包括咪唑型、三唑型、恶二唑型、咪唑型、二氢咪唑型、脞型、均二苯代乙烯型、胺型和硝基芴酮(nitrofuroenone)型等的有机材料。

可以用于聚合物粘合剂的材料包括聚碳酸酯、聚芳酯、聚乙烯、聚丙烯、聚酯、聚乙酸乙烯酯、聚乙烯醇缩丁醛、丙烯酸、甲基丙烯酸、氯乙烯、乙酸乙烯酯及其共聚物。

本实施例的光调制介质的光电导层 13 至少对于写入光束 15 具有光吸收作用。

光照射部分 14 只需向光调制部分 1 照射任意量的写入光 15。可以从激光束扫描设备、LED 阵列、CRT 显示器、等离子显示器或 EL 显示器，或者由诸如液晶遮光器的调光设备和诸如荧光灯管、氙灯、卤素灯、水银灯或 LED 灯的光源所构成的组合等等的自发光设备中进行选择，尽管本发明不限于此。

本实施例的光调制介质具有电极，其分别形成在一对基板的内表面上。然而，根据本发明的光调制介质不是必需具有电极。如果光调制介质没有电极，则可以是写入设备具有一对电极，其把基板夹在中间，并且将预定电压施加在电极上。

图 13 显示的是本实施例的光调制介质的等效电路的电路图。

在图 13 中， Z_e 表示光调制层 8A、8B、8C 和光电导层 13 之外的部件的等效阻抗，其等于图 12 中光调制介质 1 的偏压电极 5、6 和光吸收层 7

的阻抗之和。可以利用等效静电电容 C_E 和等效电阻 R_E 的并联电路来近似表示阻抗 Z_E 。在图 13 中, V_E 表示当由写入设备 2 在光调制介质 1 的偏压电极 5、6 之间施加了偏压 V 时, 施加在光调制层 8A、8B、8C 和光电导层 13 之外的部件上的电压。

- 5 另一方面, Z_A 、 Z_B 、 Z_C 和 Z_D 分别表示光调制层 8A 的阻抗、光调制层 8B 的阻抗、光调制层 8C 的阻抗、和将三个光调制层组合在一起时的阻抗。可以利用等效静电电容 C_A 、 C_B 与 C_C 和等效电阻 R_A 、 R_B 与 R_C 的并联电路来近似表示各个光调制层的阻抗。在图 13 中, V_A 、 V_B 、 V_C 和 V_D 分别表示当由写入设备 2 在光调制介质 1 的偏压电极 5、6 之间施加了偏压 V 时, 施加在光调制层 8A、光调制层 8B、光调制层 8C 和组合的三个光调制层上的电压。由于光调制层的胆甾型液晶呈现介电常数各向异性, 所以光调制层的阻抗 Z_A 、 Z_B 和 Z_C 随着液晶的取向状态而变化。

- 10 Z_D 表示光电导层 13 的阻抗, 其可以利用静电电容 C_0 和电阻 R_0 的并联电路近似表示。 V_0 表示当由写入设备 2 在光调制介质 1 的偏压电极 5、6 之间施加了偏压 V 时, 施加在光电导层 13 上的电压。

当由写入设备 2 在光调制介质 1 的电极 5、6 之间施加了偏压 V 时, 由下面的公式表示施加在组合的三个光调制层上的电压 V_D :

$$V_D = (Z_D / Z) V$$

式中, $Z = Z_E + Z_D + Z_0$ 。

- 20 当由写入设备 2 将写入光束 15 照射到光电导层 13 上时, 由于内部的光电效应而生成了可移动的电荷载流子, 从而增大了导电率。因此, 可以通过写入光束 15 的照射率改变光电导层 13 的阻抗 Z_0 , 从而对施加在组合的三个光调制层上的电压 V_D 进行控制。

- 25 另一方面, 当将电压 V_D 施加在组合的三个光调制层 8A、8B 和 8C 上时, 由下面的公式分别表示其分压 V_A 、 V_B 、 V_C :

$$V_A = (Z_A / Z_D) V_D, \quad V_B = (Z_B / Z_D) V_D, \quad V_C = (Z_C / Z_D) V_D$$

式中, $Z_D = Z_A + Z_B + Z_C$ 。

从而, 当写入设备 2 在光调制介质 1 的电极 5、6 之间施加了偏压 V 时, 分压 V_A 、 V_B 、 V_C 分别施加在光调制层 8A、8B 和 8C 上, 光调制层 8A、

光调制层 8B 和光调制层 8C 的胆甾型液晶的取向随着分压 V_A 、 V_B 、 V_C 而改变。

因此，在本实施例的光调制介质中，通过对各个部件的阻抗比进行优化，并且对由于施加在电极 5、6 之间的偏压 V 所引起的三个光调制层的分压比、由施加在组合的三个光调制层上的电压 V_0 所引起的光调制层 8A、8B 和 8C 的分压比和光调制层 8A、8B 和 8C 相对于所施加的分压 V_A 、 V_B 、 V_C 的阈值电压比值进行控制，可以基于偏压和写入光的强度，使各个光调制层 8A、8B 和 8C 具有预定的电-光响应。

现在，对光调制方法的实施例进行描述，其用于使本实施例的光调制介质显示彩色图像。

图 14 显示的是当将预定电压 V_0 施加在光调制单元的组的光调制层上时，各个光调制层 8A、8B 和 8C 的电-光响应的示意图。

在图 14 中，横轴表示施加在组合的光调制层上的电压 V_0 ，而纵轴表示各个光调制层的规格化反射率。

由于对本实施例的光调制单元 1a 的各个光调制层的分压比和阈值电压比值进行了控制，从而分别具有预定的值，所以光调制层 8A、8B 和 8C 从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电压 V_{pf} 和从焦点圆锥曲线状态转变为垂直状态的阈值电压 V_{fh} 在变化中保持为光调制层 8A、8B 和 8C 的值恒定地保持相同的关系。如果将具有最高阈值电压的光调制层称为 H 层，将具有中间阈值电压的光调制层称为 M 层，而将具有最低阈值电压的光调制层称为 L 层，则满足 H 层的 $V_{pf} > L$ 层的 V_{fh} 。

假设，当施加在组合的光调制层上的电压发生变化时，对于各个光调制层，需要改变施加在组合的各个光调制层上的电压，并且：

使得 L 层的分压不高于 V_{pf} 的电压为 V_a ；

使得 L 层的分压介于 V_{pf} 和 V_{fh} 之间，并且使得 M 层的分压不高于 V_{pf} 的电压为 V_b ；

使得 M 层的分压介于 V_{pf} 和 V_{fh} 之间，并且使得 L 层的分压不高于 V_{fh} 的电压为 V_c ；

使得 L 层的分压不低于 V_{fh} ，并且使得 H 层的分压不高于 V_{pf} 的电

压为 V_d ;

使得 M 层的分压介于 V_{pf} 和 V_{fh} 之间, 并且使得 H 层的分压不低于 V_{pf} 的电压为 V_e ;

使得 H 层的分压介于 V_{pf} 和 V_{fh} 之间, 并且使得 M 层的分压不低于
5 V_{fh} 的电压为 V_f ; 以及

使得 H 层的分压不低于 V_{fh} 的电压为 V_g 。

如图 15A 所示, 由写入设备 2 在光调制介质 1 的偏压电极 5、6 之间施加偏压, 使得所施加偏压的持续时间包括施加 AC 脉冲电压 V_r 的复位周期 T_r 、施加 AC 脉冲电压 V_r 的选择周期 T_s 以及不施加电压的光调制周
10 期 T_d , 并且保持 $V_r > V_s$ 的关系。如图 15B 所示, 由光照射部分 14 照射 P_r 比率的第一写入光束, 至少覆盖复位周期 T_r 的末端, 由光照射部分 14 照射 P_s 比率的第二写入光束, 至少覆盖选择周期 T_s 的末端。

注意, 在复位周期 T_r 中施加的 AC 脉冲电压的频率和选择周期 T_s 中施加的 AC 脉冲电压的频率没有任何特别的限制, 并且如果光调制介质 1
15 的光电导层 13 为单极, 则可以使用 DC 脉冲电压来代替 AC 脉冲电压。

图 16 显示的是在复位周期 T_r 中, H 层、M 层和 L 层相对于偏压 V_r 和写入光强度 P_r 的电-光响应的示意图。

参考图 16, 图 16 的 (a) 部分显示的是写入光强度 P_r 和光电导层的阻抗 Z_0 之间的关系; 图 16 的 (b) 部分显示的是光电导层的阻抗 Z_0 和
20 施加在组合的光调制层上的电压 V_b 之间的关系; 图 16 的 (c) 部分显示的是与施加在组合的光调制层上的电压 V_b 相关的 H 层的反射率、M 层的反射率和 L 层的反射率; 图 16 的 (d) 部分显示的是与光照射部分 14 照射到光调制介质 1 上的写入光 15 的强度 P_r 相关的 H 层的反射率、M 层的反射率和 L 层的反射率。

25 图 17 显示的是在选择周期 T_s 中, 与偏压 V_s 和写入光的强度 P_s 相关的 H 层、M 层和 L 层的电-光响应的示意图。

在图 17 中, 图 17 的 (a) 部分显示的是写入光的强度 P_s 和光电导层的阻抗 Z_0 之间的关系; 图 17 的 (b) 部分显示的是光电导层的阻抗 Z_0 和施加在组合的光调制层上的电压 V_b 之间的关系; 图 17 的 (c) 部分显

示的是与施加在组合的光调制层上的电压 V_b 相关的 H 层的反射率、M 层的反射率和 L 层的反射率；图 17 的 (d) 部分显示的是与光照射部分 14 照射到光调制介质 1 上的写入光 15 的强度 P_s 相关的 H 层的反射率、M 层的反射率和 L 层的反射率。

5 图 18 显示的是在复位周期 T_r 和选择周期 T_s 中施加的电压和各个光调制层的电-光状态。

参考图 18，为偏压 V_r 选择了 V_1 ，其幅值使得施加在组合的光调制层上的电压 V_b 等于图 14 中的 V_e 、 V_f 或者 V_g ，并选择写入光的强度 P_r ，使其等于 P_e 、 P_f 或者 P_g ，用于在复位周期 T_r 中照射。另一方面，为偏
10 压 V_s 选择了 V_2 ，其幅值使得施加在组合的光调制层上的电压 V_b 等于图 14 中的 V_a 、 V_b 、 V_c 或者 V_d ，并选择写入光的强度 P_s ，使其等于 P_a 、 P_b 、 P_c 或者 P_d ，用于在选择周期 T_s 中照射。

对于各个组合，H 层、M 层和 L 层（如图 18 的各个框中从左到右显示的）分别具有由图 18 中的“○”和“●”所表示的取向。

15 注意，“○”表示在平面状态下选择性地反射光的取向，而“●”表示在焦点圆锥曲线状态下透射光的取向。

从上述可知，使用根据本发明的用于上述光调制介质实施例的光调制方法实施例，可以提供八种类型的取向，包括：

- H 层、M 层和 L 层均处于平面状态；
- 20 H 层、M 层和 L 层均处于焦点圆锥曲线状态；
- H 层处于平面状态而 M 层和 L 层处于焦点圆锥曲线状态；
- M 层处于平面状态而 H 层和 L 层处于焦点圆锥曲线状态；
- L 层处于平面状态而 H 层和 M 层处于焦点圆锥曲线状态；
- H 层和 M 层处于平面状态而 L 层处于焦点圆锥曲线状态；
- 25 M 层和 L 层处于平面状态而 H 层处于焦点圆锥曲线状态；
- H 层和 L 层处于平面状态而 M 层处于焦点圆锥曲线状态。

因此，如图 19 所示，该光调制介质具有选择性地反射蓝色 (B) 光的 H 层作为光调制层 8A，选择性地反射绿色 (G) 光的 M 层作为光调制层 8B，以及选择性地反射红色 (R) 光的 L 层作为光调制层 8C。然后，通过

由写入设备 2 对偏压 V_r 、 V_s 和写入光的强度 P_r 进行控制，可以产生以下状态：

(1) 通过施加偏压 $V_r=V1$ 、 $P_r=P_g$ 、 $V_s=V2$ 和 $P_s=P_a$ ，在各个光调制层中分别显示出红色 (R)、绿色 (G) 和蓝色 (B)，作为混合结果显示为白色 (W)；

(2) 通过施加偏压 $V_r=V1$ 、 $P_r=P_e$ 、 $V_s=V2$ 和 $P_s=P_c$ ，各个光调制层处于光透射状态 (T)，从而显示黑色 (K)；

(3) 通过施加偏压 $V_r=V1$ 、 $P_r=P_g$ 、 $V_s=V2$ 和 $P_s=P_c$ ，显示蓝色 (B)；

(4) 通过施加偏压 $V_r=V1$ 、 $P_r=P_f$ 、 $V_s=V2$ 和 $P_s=P_b$ ，显示绿色 (G)；

(5) 通过施加偏压 $V_r=V1$ 、 $P_r=P_e$ 、 $V_s=V2$ 和 $P_s=P_a$ ，显示红色 (R)；

(6) 通过施加偏压 $V_r=V1$ 、 $P_r=P_g$ 、 $V_s=V2$ 和 $P_s=P_b$ ，显示出作为蓝色 (B) 和绿色 (G) 混合结果的青色 (C)；

(7) 通过施加偏压 $V_r=V1$ 、 $P_r=P_f$ 、 $V_s=V2$ 和 $P_s=P_a$ ，显示出作为绿色 (G) 和红色 (R) 混合结果的黄色 (Y)；

(8) 通过施加偏压 $V_r=V1$ 、 $P_r=P_g$ 、 $V_s=V2$ 和 $P_s=P_d$ ，显示出作为蓝色 (B) 和红色 (R) 混合结果的品红色 (M)。

由于可以受控地显示八种颜色，所以可以在该光调制介质的各个像素中显示白色、黑色、蓝色、绿色、红色、青色、黄色和品红色等八种不同的颜色。

(第三实施例)

图 20 显示的是光调制介质和光调制方法的第三实施例、以及和本实施例一起使用的写入设备的示意图。

图 20 中的光调制介质 1 具有两个光调制单元 16A 和 16B。位于一对基板 3A、4A 之间的反射读取光束 12A 的光调制层 8A、以及光吸收层 7A 和光电导层 13A 排列构成光调制单元 16A，基板 3A、4A 分别承载着在其

内表面上形成的电极 5A、6A。另一方面，位于一对基板 3B、4B 之间的反射读取光束 12B 的光调制层 8B、反射读取光束 12C 的光调制层 8C、光吸收层 7B 和光电导层 13B 排列构成光调制单元 16B，基板 3B、4B 分别承载着在其内表面上形成的电极 5B、6B。从而，光调制介质 1 具有多层结构。

5 用于本实施例的光调制方法的写入设备 2 具有电压施加部分 10、光照射部分 14 和控制部分 9。电压施加部分 10 在光调制单元 16A 的电极 5A、6A 之间施加偏压 11A，并在光调制单元 16B 的电极 5B、6B 之间施加偏压 11B；光照射部分 14 将写入光束 15A 照射到光调制单元 16A 的光电导层 13A 上，同时将写入光束 15B 照射到光调制单元 16B 的光电导层 13B
10 上；而控制部分 9 根据光调制图案，对电压施加部分 10 和光照射部分 14 进行控制。

本实施例的光调制介质 1 与第一实施例的光调制介质的差别在于其具有两个光调制单元，并且各个光调制单元具有自己的光电导层，而在其它方面，两个实施例是相同的，因此下面仅对这个差别进行描述。

15 在本实施例中，光电导层 13A 只需至少吸收写入光束 15A，并且透射读取光束 12B、12C，而光电导层 13B 只需吸收写入光束 15B，并且透射写入光束 15A。

光照射部分 14 只需以合适的比率把写入光束 15A 和 15B 照射到光调制部分 1 上。可以从激光束扫描设备、LED 阵列、CRT 显示器、等离子显示器或 EL 显示器，或者由诸如液晶遮光器的调光设备和诸如荧光灯管、
20 氙灯、卤素灯、水银灯或 LED 灯的光源所构成的组合等等的自发光设备中进行选择，尽管本发明不限于此。

尽管本实施例的光调制介质具有两个光调制单元，但是光调制单元的数目并不限于 2。另外，虽然一个光调制单元仅具有一个光调制层，但
25 它也可以具有多个光调制层。

图 21 显示的是本实施例的光调制介质的光调制单元 16A 的等效电路的电路图。

在图 21 中， Z_{EA} 表示光调制层 8A 和光电导层 13A 之外的部分的等效阻抗。 Z_{EA} 等于图 20 中所示的电极 5A、6A 和光吸收层 7A 的阻抗串联之和，

可以利用等效静电电容 C_{EA} 和等效电阻 R_{EA} 的并联电路近似表示该阻抗。在图 21 中, V_{EA} 表示当写入设备 2 在光调制单元 16A 的偏压电极 5A、6A 之间施加了偏压 V_A 时, 施加在光调制层 8A 和光电导层 13A 之外的部分上的电压。

5 另一方面, Z_{DA} 表示光调制层 8A 的阻抗。可以利用静电电容 C_A 和电阻 R_A 的并联电路对此进行近似表示。在图 21 中, V_{DA} 表示当写入设备 2 在光调制单元 16A 的偏压电极 5A、6A 之间施加了偏压 V_A 时, 施加在光调制层 8A 上的电压。由于光调制层的胆甾型液晶呈现介电常数各向异性, 所以光调制层的阻抗 Z_{DA} 随液晶的取向状态而变化。

10 Z_{OA} 表示光电导层 13A 的阻抗, 这可以利用静电电容 C_{OA} 和电阻 R_{OA} 的并联电路近似地表示。 V_{OA} 表示当写入设备 2 在光调制单元 16A 的偏压电极 5A、6A 之间施加了偏压 V_A 时, 施加在光电导层 13A 上的电压。

当写入设备 2 在光调制单元 16A 的电极 5A、6A 之间施加了偏压 V_A 时, 用下面的公式表示施加在光调制层 8A 上的电压 V_{DA} :

15
$$V_{DA} = (Z_{DA} / Z_A) V_A$$

式中, $Z_A = Z_{EA} + Z_{DA} + Z_{OA}$ 。

当写入设备 2 将写入光束 15A 照射到光电导层 13A 上时, 由于内部的光电效应而生成了可移动的电荷载流子, 从而增大了光电导层 13A 的导电率。因此, 可以通过改变入射光束 15A 的照射率, 改变光电导层 13A
20 的阻抗 Z_{OA} , 从而对施加在光调制层 8A 上的电压 V_{DA} 进行控制。

图 26 显示的是与偏压和写入光强度相关的光调制层 8A 的电-光响应的示意图。具体而言, 其显示了在图 24A 和 24B 所示的选择周期 T_{SA} 中, 当施加了偏压 V_{SA} , 并且以比率 P_{SA} 照射写入光时, 光调制层 8A 的状态。

参考图 26, 图 26 的 (a) 部分显示的是写入光的强度 P_{SA} 和光电导层的阻抗 Z_{OA} 之间的关系; 图 26 的 (b) 部分显示的是光电导层的阻抗 Z_{OA} 和施加在光调制层 8A 上的电压 V_{DA} 之间的关系; 图 26 的 (c) 部分显示的是与施加在光调制层 8A 上的电压 V_{DA} 相关的光调制单元 16A 的反射率; 图 26 的 (d) 部分显示的是与光照射部分 14 照射到光调制单元 16A5 上的写入光 15 的强度 P_{SA} 相关的光调制单元 16A 的反射率。

当在选择周期 T_{S_A} 中，为偏压 V_{S_A} 和写入光强度 P_{S_A} 分别选择电压值 V_{1_A} 和一对强度值 P_{a_A} 和 P_{b_A} ，从而使得施加在光调制单元 16A 上的电压 V_{0A} 等于 V_{a_A} 、 V_{b_A} 时，光调制层 8A 可以得到两种取向状态，包括平面状态和焦点圆锥曲线状态。

5 图 22 显示的是光调制单元 16B 的等效电路的电路图。

在图 22 中， Z_{EB} 表示光调制层 8B、8C 和光电导层 13B 之外的部分的等效阻抗。 Z_{EB} 等于电极 5B、6B 和光吸收层 7B 的阻抗串联之和，可以用等效静电电容 C_{EB} 和等效电阻 R_{EB} 的并联电路近似表示。在图 22 中， V_{EB} 表示当写入设备 2 在光调制单元 16B 的偏压电极 5B、6B 之间施加了偏压 V_B 10 时，施加在除光调制层 8B、8C 和光电导层 13B 之外的部分上的电压。

另一方面， Z_{DB} 、 Z_{DC} 和 Z_{DB} 分别表示光调制层 8B、光调制层 8C 和整个光调制单元 16B 的阻抗。可以利用静电电容 C_B 、 C_C 和电阻 R_B 、 R_C 的并联电路近似表示各个光调制层。在图 22 中， V_{DB} 、 V_{DC} 和 V_{DB} 分别表示当写入设备 2 在光调制单元 16B 的电极 5B、6B 之间施加了偏压 V_B 时，施加在光调 15 制层 8B、光调制层 8C 和光调制单元 16B 上的电压。由于光调制层的胆甾型液晶呈现介电常数各向异性，所以光调制层的阻抗 Z_{DB} 和 Z_{DC} 随液晶的取向状态而变化。

Z_{OB} 表示光电导层 13B 的阻抗，这可以利用静电电容 C_{OB} 和电阻 R_{OB} 的并联电路近似表示。 V_{OB} 表示当写入设备 2 在光调制单元 16B 的偏压电极 20 5B、6B 之间施加了偏压 V_B 时，施加在光电导层 13B 上的电压。

当写入设备 2 在光调制单元 16B 的电极 5B、6B 之间施加了偏压 V_B 时，用下面的公式表示施加在光调制单元 16B 的所有光调制层上的电压 V_{DD} ：

$$V_{DD} = (Z_{DD} / Z_B) V_B$$

25 式中， $Z_B = Z_{EB} + Z_{DD} + Z_{OB}$ 。

当写入设备 2 将写入光束 15B 照射到光电导层 13B 上时，由于内部的光电效应而生成了可移动的电荷载流子，增大了光电导层 13B 的导电率。因此，可以通过改变入射光束 15B 的照射率，改变光电导层 13B 的阻抗 Z_{OB} ，从而对施加在光调制单元 16B 的所有光调制层上的电压 V_{DD} 进行

控制。

另一方面,当将电压 V_{DD} 施加在光调制单元 16B 的所有光调制层上时,用下面的公式表示分别施加在光调制层 8B 和 8C 上的分压 V_{DB} 、 V_{DC} :

$$V_{DB} = (Z_{DB} / Z_{DD})V_{DD} \quad V_{DC} = (Z_{DC} / Z_{DD})V_{DD}$$

5 式中, $Z_{DD} = Z_{DB} + Z_{DC}$ 。

从而,当写入设备 2 在光调制单元 16B 的电极 5B、6B 之间施加了偏压 V_B , 并且照射了写入光束 15B 时,由于阻抗所导致的分压 V_{DB} 、 V_{DC} 分别施加在光调制层 8B 和 8C 上,而光调制层 8B 的胆甾型液晶的取向和光调制层 8C 的胆甾型液晶的取向随着分压 V_{DB} 、 V_{DC} 而改变。

10 因此,在本实施例的光调制介质中,通过对光调制单元 16B 的各个部分的阻抗比值进行优化,并且对由于施加在电极 5B、6B 之间的偏压 V_B 所引起的光调制单元 16B 所有光调制层的分压比、由施加在光调制单元 16B 所有光调制层上的电压 V_{DD} 所引起的光调制层 8B 和 8C 的分压比和与所施加的电压 V_{DB} 、 V_{DC} 相关的光调制层 8B 和 8C 的电-光响应进行控制,可以
15 将光调制层 8B 和 8C 转变为预定的状态。

现在,对光调制方法的实施例进行描述,其用于使本实施例的光调制介质显示彩色图像。

图 23 显示的是当将预定电压 V_{DD} 施加在光调制单元 16B 的组合在一起的所有光调制层上时,光调制单元 16B 各个光调制层 8B 和 8C 的电-光
20 响应的示意图。

在图 23 中,横轴表示施加在组合的光调制层上的电压 V_{DD} ,而纵轴表示各个光调制层的规格化反射率。

由于对本实施例的光调制单元 16B 的光调制层 8B 和 8C 的分压比和阈值电压比值进行了控制,使其分别具有预定的值,所以光调制层 8B 和
25 8C 从平面状态转变为焦点圆锥曲线状态的阈值电压 V_{pf} 和从焦点圆锥曲线状态转变为垂直状态的阈值电压 V_{fh} 恒定地保持相同的关系。

此处,将具有较高阈值电压的光调制层称为 H 层,而将具有较低阈值电压的光调制层称为 L 层。假设当施加在组合的光调制层上的电压 V_{DD} 发生变化时,对于各个光调制层:

使得 L 层的分压不高于 V_{pf} 的电压为 V_{aB} ；以及

使得 L 层的分压介于 V_{pf} 和 V_{fh} 之间，并且使得 H 层的分压不高于 V_{pf} 的电压为 V_{bB} ；同时

使得 H 层的分压介于 V_{pf} 和 V_{fh} 之间，并且使得 L 层的分压不低于
5 V_{fh} 的电压为 V_{cB} ；以及

使得 H 层的分压不低于 V_{fh} 的电压为 V_{dB} 。

如图 25A 所示，写入设备 2 在光调制介质 1 的偏压电极 5B、6B 之间施加偏压，使得所施加偏压的持续时间包括施加 AC 脉冲电压 V_{rB} 的复位周期 T_{rB} 、施加 AC 脉冲电压 V_{sB} 的选择周期 T_{sB} 以及不施加电压的光调制
10 周期 T_{dB} ，并且保持 $V_{rB} > V_{sB}$ 的关系。如图 25B 所示，从光照射部分 14 照射 P_{rB} 比率的第一写入光束，至少覆盖复位周期 T_{rB} 的末端，从光照射部分 14 照射 P_{sB} 比率的第二写入光束，至少覆盖选择周期 T_{sB} 的末端。注意，在复位周期 T_{rB} 中施加的偏压的频率和在选择周期 T_{sB} 中施加的偏压的频率没有任何特别的限制，并且如果光调制介质 1 的光电导层 13B 为单极，
15 则可以使用 DC 脉冲电压来代替 AC 脉冲电压。

图 27 显示的是在选择周期 T_{rB} 中，与偏压 V_{rB} 和写入光的强度 P_{rB} 相关的 H 层和 L 层的电-光响应的示意图。

在图 27 中，图 27 的 (a) 部分显示的是写入光的强度 P_{rB} 和光电导层的阻抗 Z_{0B} 之间的关系；图 27 的 (b) 部分显示的是光电导层的阻抗 Z_{0B}
20 和施加在组合的光调制层上的电压 V_{00} 之间的关系；图 27 的 (c) 部分显示的是与施加在组合的光调制层上的电压 V_{00} 相关的 H 层的反射率和 L 层的反射率；图 27 的 (d) 部分显示的是与光照射部分 14 照射到光调制部分 1 上的写入光 15 的强度 P_{rB} 相关的 H 层的反射率和 L 层的反射率。

图 28 显示的是在选择周期 T_{sB} 中，与偏压 V_{sB} 和写入光的强度 P_{sB} 相
25 关的 H 层和 L 层的电-光响应的示意图。

在图 28 中，图 28 的 (a) 部分显示的是写入光的强度 P_{sB} 和光电导层的阻抗 Z_{0B} 之间的关系；图 28 的 (b) 部分显示的是光电导层的阻抗 Z_{0B} 和施加在组合的光调制层上的电压 V_{00} 之间的关系；图 28 的 (c) 部分显示的是与施加在组合的光调制层上的电压 V_{00} 相关的 H 层的反射率和 L 层

的反射率；图 28 的 (d) 部分显示的是与光照射部分 14 照射到光调制介质 1 上的写入光 15 的强度 P_{S_B} 相关的 H 层的反射率和 L 层的反射率。

图 29 显示的是当按照图 29 中所示并在下面描述的方式选择在复位周期 T_{r_B} 和选择周期 T_{s_B} 中施加的电压时，各个光调制层的电-光状态的示意图。

参考图 29，为偏压 V_{r_B} 选择了 V_{1_B} ，其幅值使得施加在组合的光调制层上的电压 V_{DB} 等于图 27 中的 V_{C_B} 或者 V_{D_B} ，并选择写入光的强度 P_{r_B} ，使其等于 P_{C_B} 或者 P_{D_B} ，用于在复位周期 T_{r_B} 中照射。另一方面，为偏压 V_{s_B} 选择了 V_{2_B} ，其幅值使得施加在组合的光调制层上的电压 V_{DB} 等于图 28 中的 V_{A_B} 或者 V_{B_B} ，并选择写入光的强度 P_{s_B} ，使其等于 P_{A_B} 或者 P_{B_B} ，用于在选择周期 T_{s_B} 中照射。

对于各个组合，H 层和 L 层（H 层位于“/”的左侧，而 L 层位于“/”的右侧）分别具有由图 29 中的“○”和“●”所表示的取向。

“○”表示在平面状态下选择性地反射光的取向，而“●”表示在焦点圆锥曲线状态下透射光的取向。

从上述可知，使用根据本发明的用于上述光调制介质实施例的光调制方法的这个实施例，可以提供四种取向，包括：

H 层和 L 层处于平面状态；

H 层和 L 层处于焦点圆锥曲线状态；

H 层处于平面状态而 L 层处于焦点圆锥曲线状态；以及

H 层处于焦点圆锥曲线状态而 L 层处于平面状态。

图 30A 到 30D 显示的是本实施例的光调制单元所反射的光的波长范围、各个光调制单元所吸收的光的波长范围和照射到各个光调制单元上的光的波长范围。

图 30A 显示的是光调制单元 16A、16B 的各个光调制层所反射的读取光束 12A、12B 和 12C 的波长范围；图 30B 显示的是光吸收层 7A、7B 所分别吸收的光的波长范围；图 30C 显示的是光电导层 13A、13B 所分别吸收的光的波长范围；图 30D 显示的是照射在光调制单元 16A、16B 上的读取光束 15A 和 15B 的波长范围。

因此,如果光调制介质 1 具有如图 20 所示的由多个光调制单元 16A、16B 形成的多层结构,则可以通过上述的写入方法,分别对各个光调制单元 16A、16B 进行控制,而不必考虑用于驱动光调制单元 16A、16B 以进行操作的写入光束 15A、15B 和由光调制单元 16A、16B 所调制的读取光束 12A、12B 和 12C 之间的相互干扰。

因此,对于根据本发明的光调制介质,当阈值波长 λ_A 和 λ_B 为 500nm 和 600nm,并且将光调制单元 16A 用作选择性反射蓝色光的显示单元,同时分别将光调制单元 16B 的光调制层 8B 和 8C 分别用作选择性地反射绿色光和红色光的 H 层和 L 层显示单元时,如图 31 所示,通过控制写入设备 2 的偏压 V_r 、 V_s 和写入光强度 P_r 、 P_s ,可以生成以下状态:

(1) 通过写信号 $V_{SA}=V1_A$ 、 $P_{SA}=Pb_A$ 、 $V_{rB}=V1_B$ 、 $P_{rB}=Pd_B$ 、 $V_{SB}=V2_B$ 和 $P_{SB}=Pa_B$,从而显示出作为红色 (R)、绿色 (G) 和蓝色 (B) 混合结果的白色 (W);

(2) 通过写信号 $V_{SA}=V1_A$ 、 $P_{SA}=Pa_A$ 、 $V_{rB}=V1_B$ 、 $P_{rB}=Pc_B$ 、 $V_{SB}=V2_B$ 和 $P_{SB}=Pb_B$,作为各个光调制层的光透射状态 (T) 的结果,显示出黑色 (K);

(3) 通过写信号 $V_{SA}=V1_A$ 、 $P_{SA}=Pb_A$ 、 $V_{rB}=V1_B$ 、 $P_{rB}=Pc_B$ 、 $V_{SB}=V2_B$ 和 $P_{SB}=Pb_B$,显示出蓝色 (B);

(4) 通过写信号 $V_{SA}=V1_A$ 、 $P_{SA}=Pa_A$ 、 $V_{rB}=V1_B$ 、 $P_{rB}=Pd_B$ 、 $V_{SB}=V2_B$ 和 $P_{SB}=Pb_B$,显示出绿色 (G);

(5) 通过写信号 $V_{SA}=V1_A$ 、 $P_{SA}=Pa_A$ 、 $V_{rB}=V1_B$ 、 $P_{rB}=Pc_B$ 、 $V_{SB}=V2_B$ 和 $P_{SB}=Pa_B$,显示出红色 (R);

(6) 通过写信号 $V_{SA}=V1_A$ 、 $P_{SA}=Pb_A$ 、 $V_{rB}=V1_B$ 、 $P_{rB}=Pd_B$ 、 $V_{SB}=V2_B$ 和 $P_{SB}=Pb_B$,显示出作为蓝色 (B) 和绿色 (G) 的混合结果的青色 (C);

(7) 通过写信号 $V_{SA}=V1_A$ 、 $P_{SA}=Pa_A$ 、 $V_{rB}=V1_B$ 、 $P_{rB}=Pd_B$ 、 $V_{SB}=V2_B$ 和 $P_{SB}=Pa_B$,显示出作为绿色 (G) 和红色 (R) 的混合结果的黄色 (Y);

(8) 通过写信号 $V_{SA}=V1_A$ 、 $P_{SA}=Pb_A$ 、 $V_{rB}=V1_B$ 、 $P_{rB}=Pc_B$ 、 $V_{SB}=V2_B$ 和 $P_{SB}=Pa_B$,显示出作为蓝色 (B) 和红色 (R) 的混合结果的品红色 (M)。

由于可以受控地显示八种颜色,所以可以在该光调制介质的各个像

素中显示白色、黑色、蓝色、绿色、红色、青色、黄色和品红色等八种不同的颜色。

现在，在下面对光调制介质能够显示绿色和红色的示例进行描述。

(示例 1)

5 通过将 95.0%重量百分比的呈现正介电常数各向异性的向列型液晶 (可以从 Seimi Chemical 公司得到) 和 5.0%重量百分比的呈现负介电常数各向异性的双氰型向列液晶 (1-正丁氧基-4-(4'-反正戊基环己基羰氧基)-2,3-双氰基苯) 混合在一起, 并向该混合物中添加 14.4%重量百分比的手性成分 1 (R811: 商品名称, 可以从 Merck 公司得到) 和 3.6%重量
10 百分比的手性成分 2 (R1011: 商品名称, 可以从 Merck 公司得到), 从而得到选择性地反射绿光的胆甾型液晶。

通过将 84.0%重量百分比的呈现正介电常数各向异性的向列型液晶 (ZLI3806: 商品名称, 可以从 Merck 公司得到)、12.8%重量百分比的手性成分 1 (R811: 商品名称, 可以从 Merck 公司得到) 和 3.2%重量百分
15 比的手性成分 2 (R1011: 商品名称, 可以从 Merck 公司得到) 进行混合, 而得到选择性地反射红光的胆甾型液晶。

在已经通过溅射而形成了 ITO 透明电极的 0.7mm 厚的玻璃基板 (7059: 商品名称, 可以从 Corning 公司得到) 上, 旋涂一层含有弥散状态的炭黑颜料的聚乙烯醇溶液, 从而形成厚度为 2 μ m 的光吸收层。另
20 外, 通过旋涂而形成厚度为 10nm 的垂直取向的液晶 (SE7511L: 商品名称, 可以从 Nissan Chemical 公司得到) 薄膜, 然后滴入上述的红色胆甾型液晶, 其中散布有 0.2%重量百分比的直径为 10 μ m 的球形隔离体 (SP210: 商品名称, 可以从 Sekisui Fine Chemical 公司得到)。然后, 在上面紧密地粘上一层由塑料框支持的厚度为 4.5 μ m 的 PET 膜
25 (Lumirror: 商品名称, 可以从 Toray 公司得到)。然后, 滴入上述的绿色胆甾型液晶, 其中散布有 0.2%重量百分比的直径为 10 μ m 的球形隔离体 (SP210: 商品名称, 可以从 Sekisui Fine Chemical 公司得到)。然后, 其上紧密地粘上一个 0.7mm 厚的已经通过溅射而形成有 ITO 透明电极的玻璃基板 (7059: 商品名称, 可以从 Corning 公司得到), 从而生产出光

调制介质。

将所得到的光调制介质连接到写入设备，写入设备具有自发波形发生器（2714A：商品名称，可以从 Biomation 公司得到）的控制部分和高压电源（609C：商品名称，可以从 Treck 公司得到）的电压施加部分。

- 5 从写入设备向光调制介质各施加 200ms 的 50Hz 刷新信号和 50Hz 选择信号，通过集成式球型分光光度色度计（CM2022：商品名称，可以从 Minolta 公司得到）对光调制介质的读取光进行观测，以确定光调制介质的电-光响应。

- 10 为了分别评估各个光调制层的特性，利用毛细管注射，将制成的绿色和红色胆甾型液晶分别注入到垂直方向的玻璃单元中（可以从 EHC 公司得到），其具有在后表面上形成的与上述光吸收层相同的光吸收层，之间有 $10\mu\text{m}$ 的间隙。然后，通过上述的处理，对各个样品的电-光响应进行观测，通过用于电介质的阻抗计（129660W：商品名称，可以从 Solartron 公司得到），对其介电特性进行观测。

- 15 （对比例）

与上述示例的样品不同，不使用呈现负介电常数各向异性的双氰型向列液晶而制作了选择性反射绿色光的胆甾型液晶样品。

- 20 图 32A 到 32B 显示的是光调制介质的各个样品的光谱（观测值）的示意图。图 32A 显示的是示例的样品的光谱。图 32B 显示的是对比例的样品的光谱。

从图 32A 和 32B 中可以看出，示例中的包含用于显示绿色的液晶（含有呈现负介电常数各向异性的双氰型向列液晶）的光调制介质样品具有比对比例的样品高得多的反射率，特别是对于绿色。

- 25 图 33 显示的是读取光的色度（ a^* ， b^* ）。在图 33 中，○表示示例，而●表示对比例。

从图 33 中可以看出，示例中的光调制介质样品比对比例的光调制介质样品具有宽得多的颜色重现范围。特别是，示例 1 的样品的绿色重现能力得到了显著的提高。

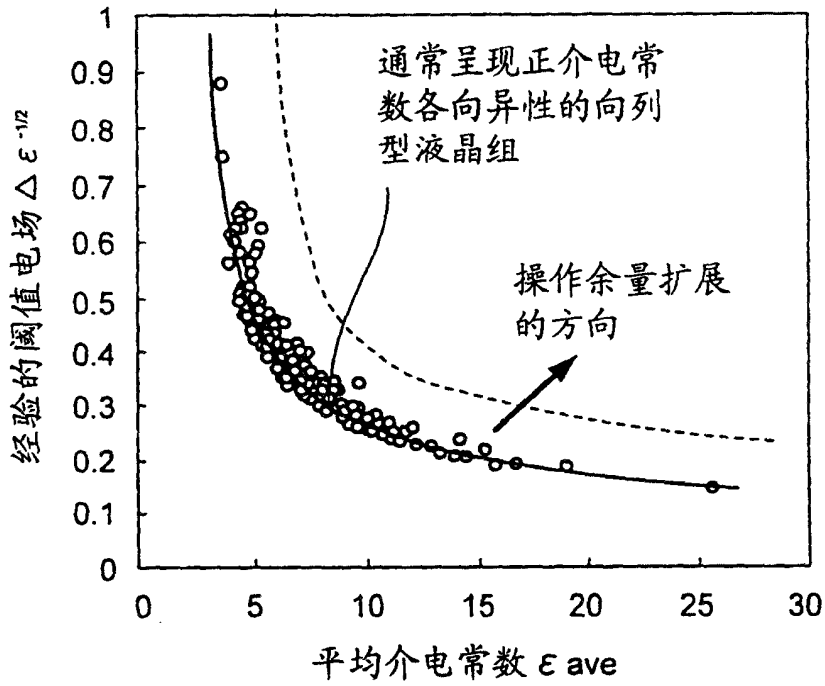


图1

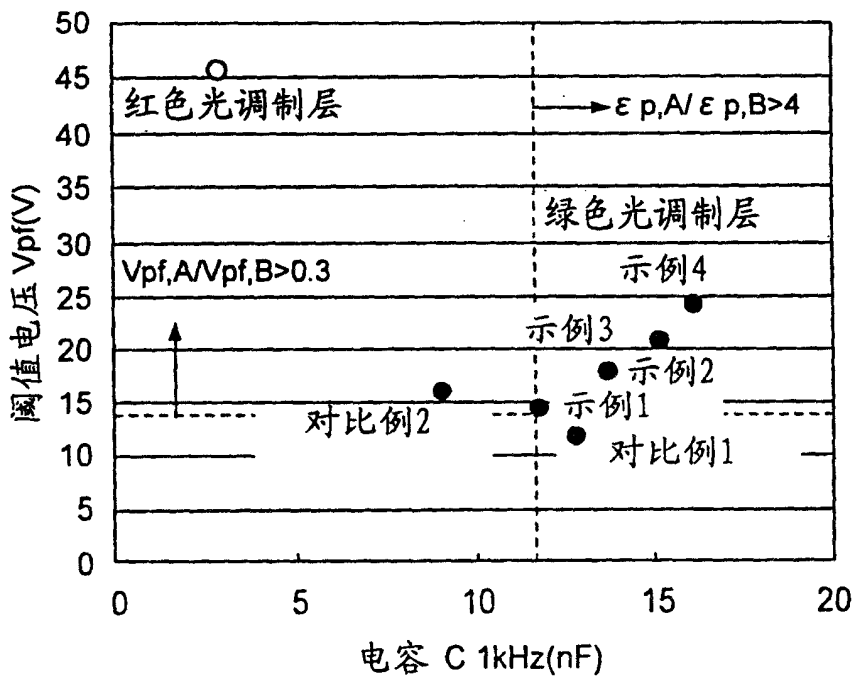


图2

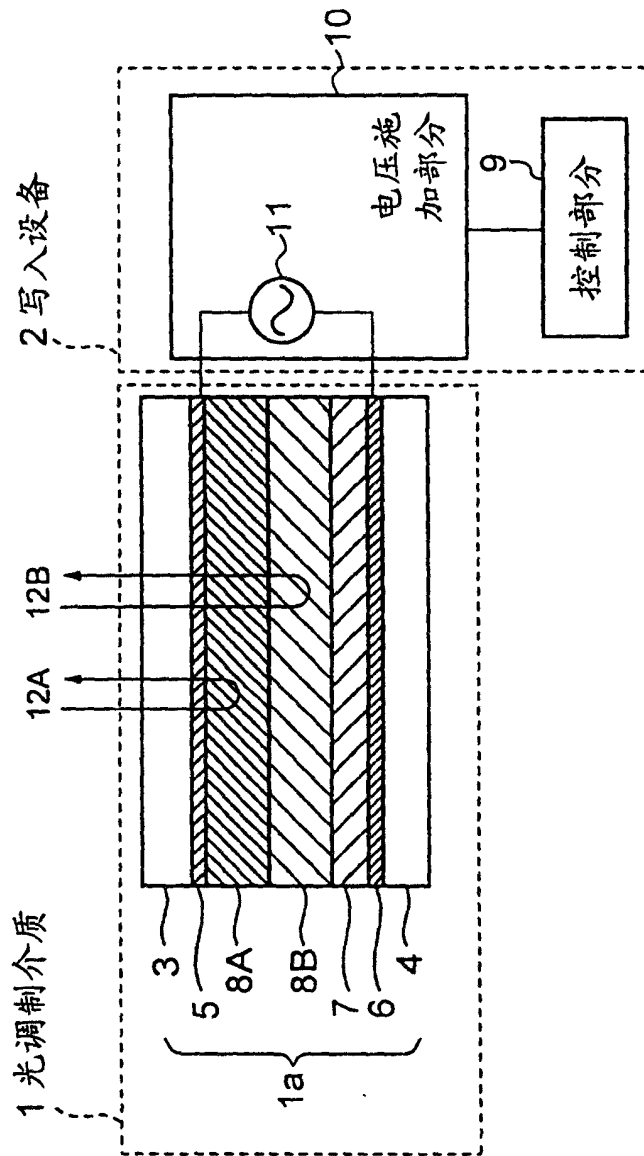


图3

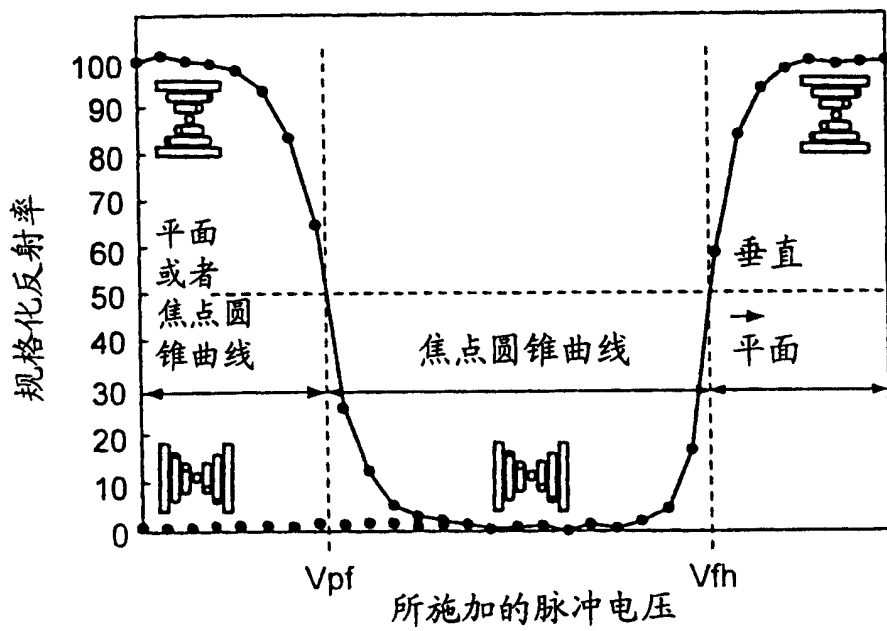
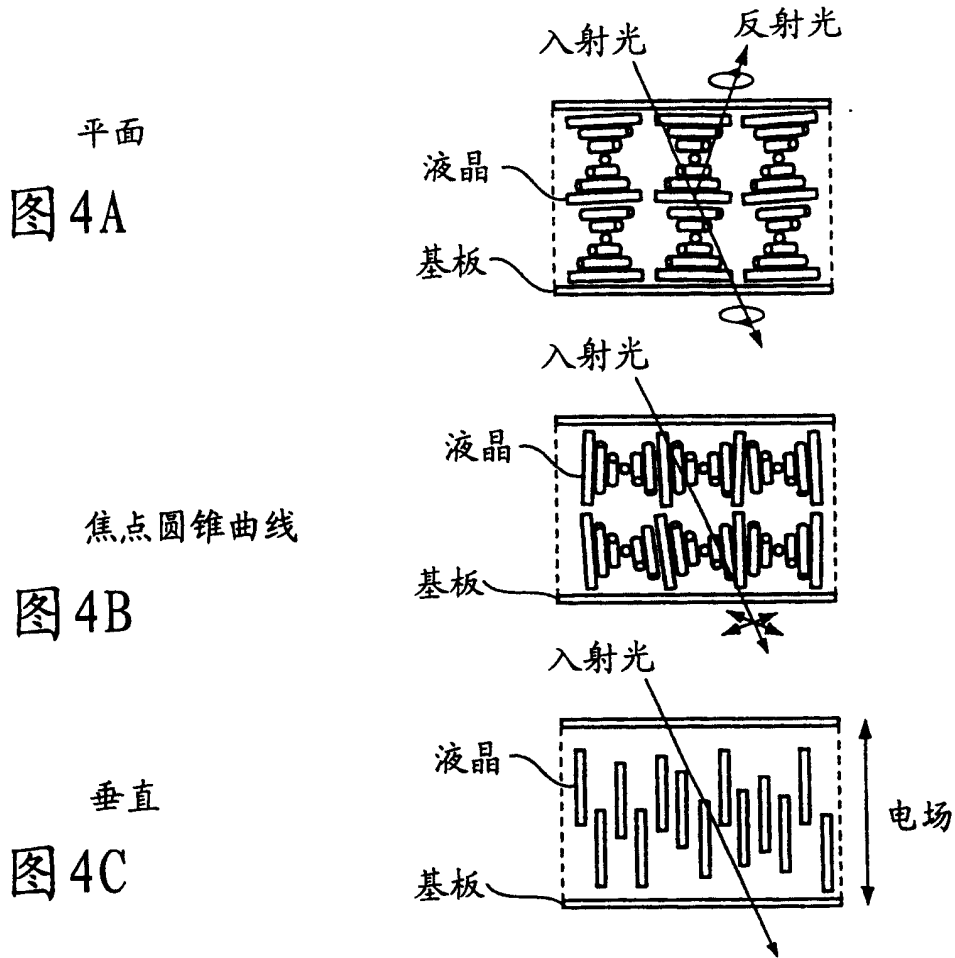


图 5

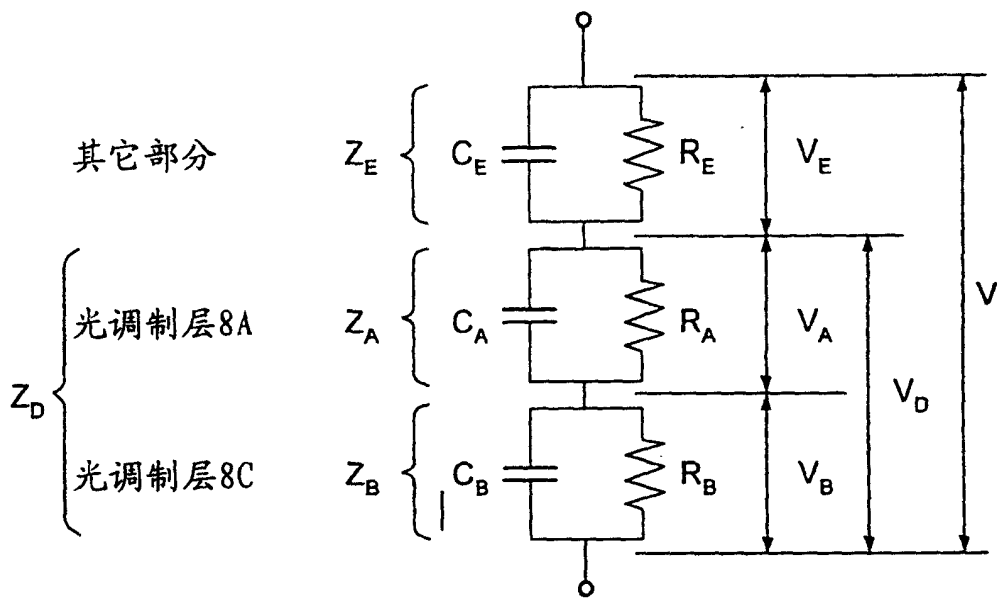


图6

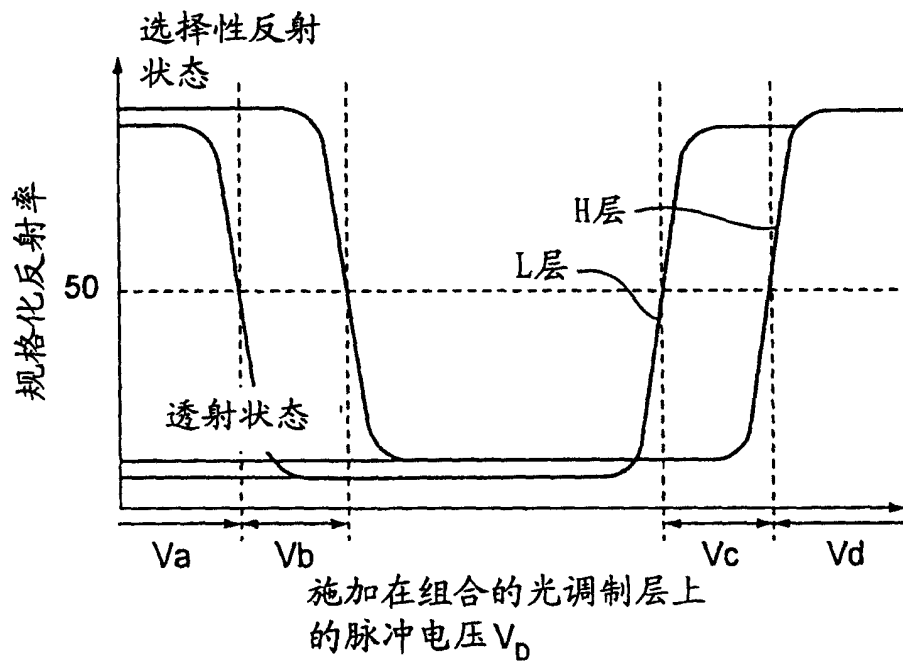


图7

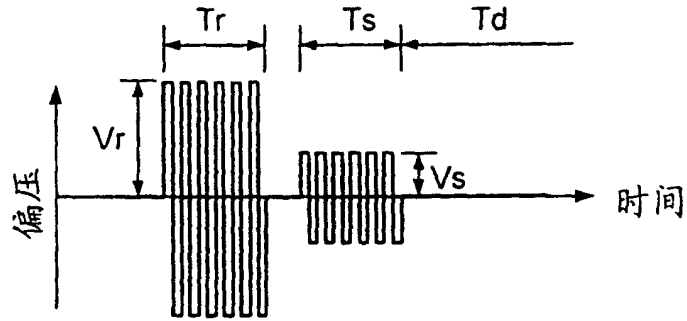


图8

		复位电压 Vr	
		Vc	Vd
选择电压 Vs	Va	●/○	○/○
	Vb	●/●	○/●

H层 / L层

图9

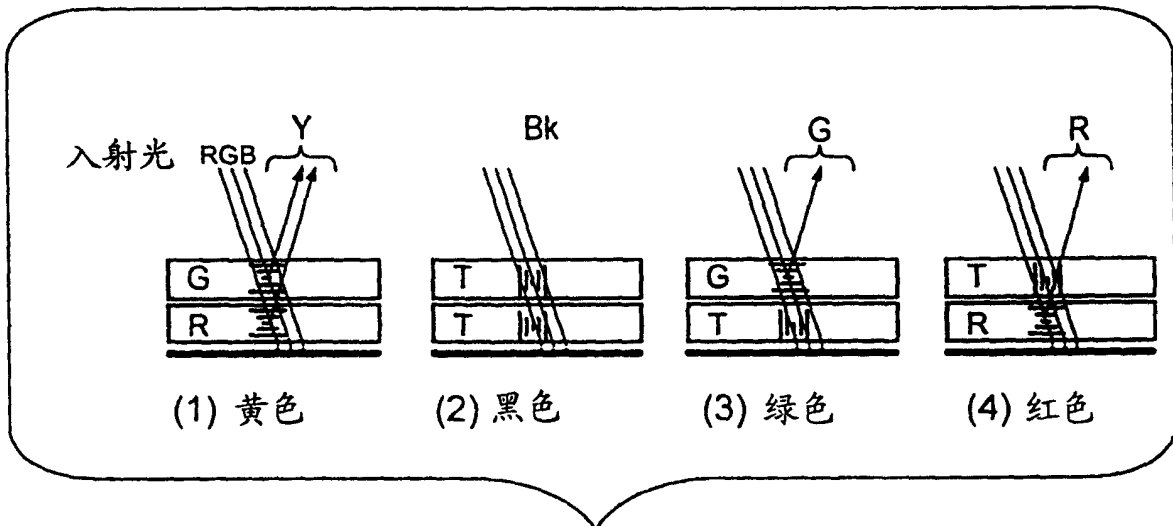


图10

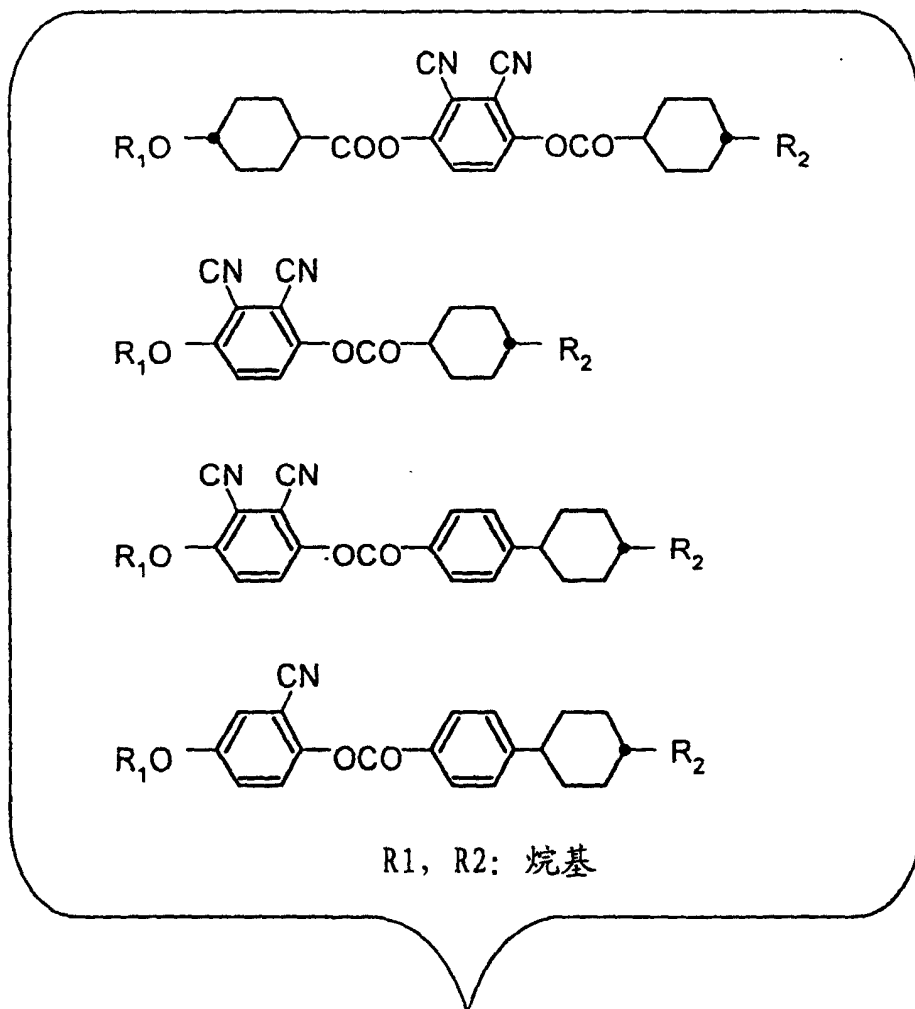


图11

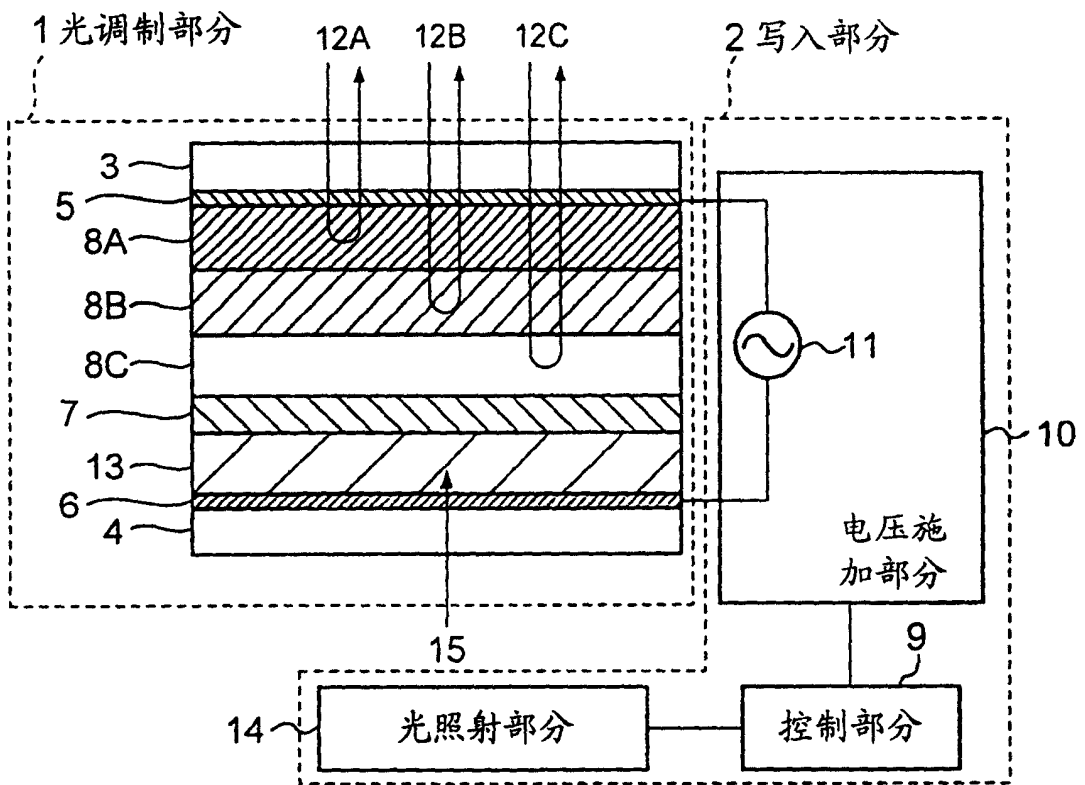


图12

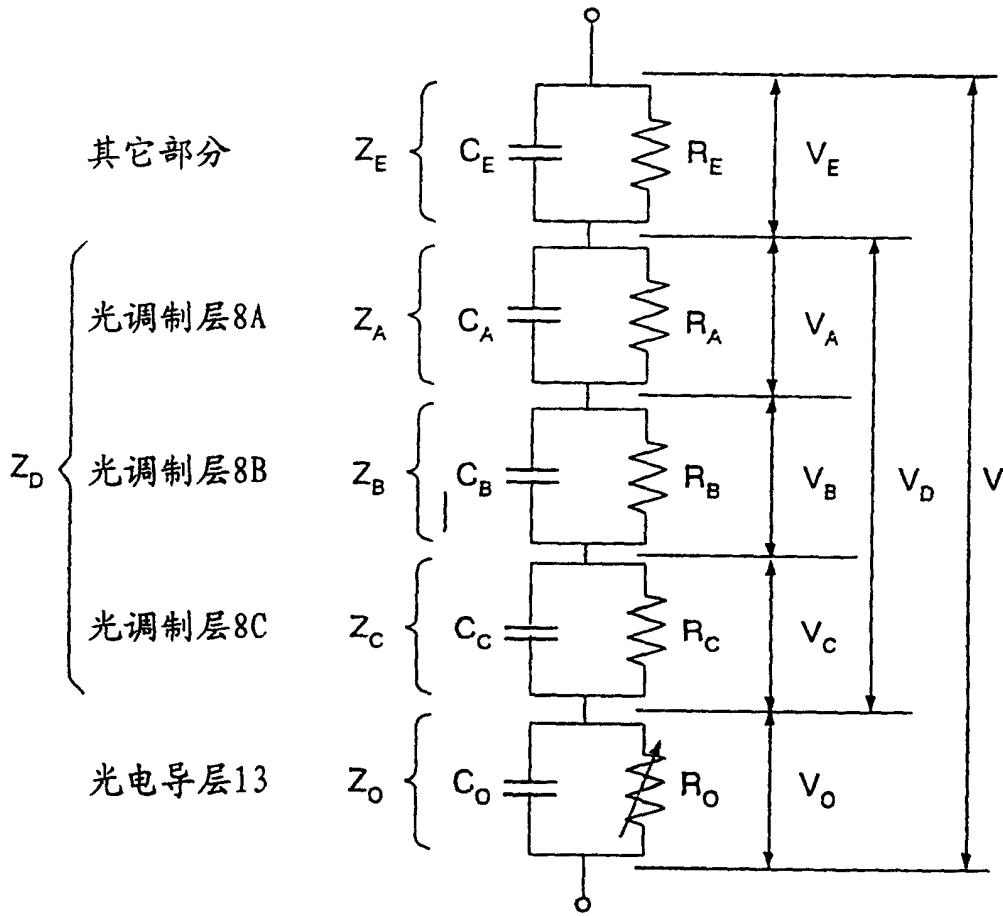
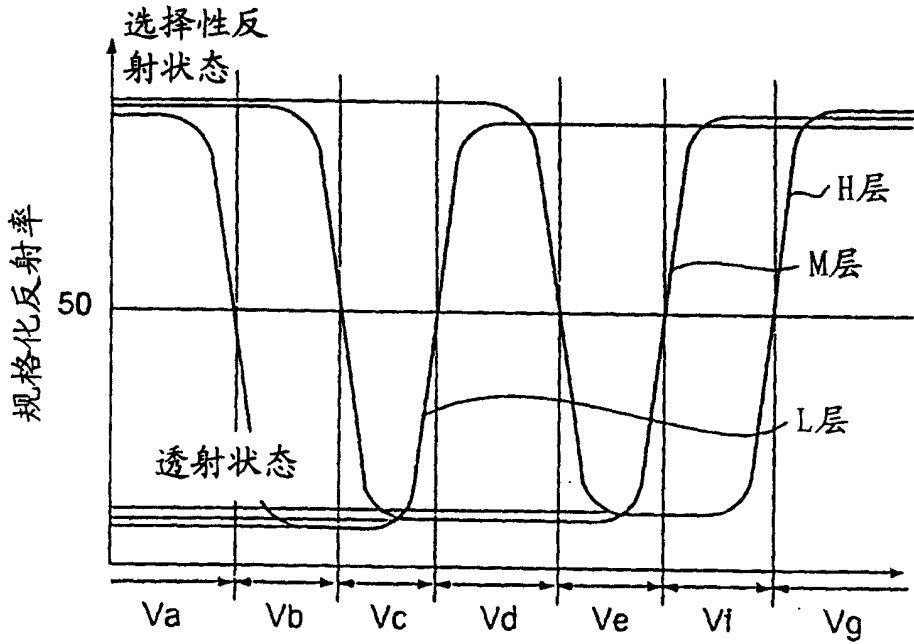


图13



施加在组合的光调制层上的
脉冲电压 V_D

图14

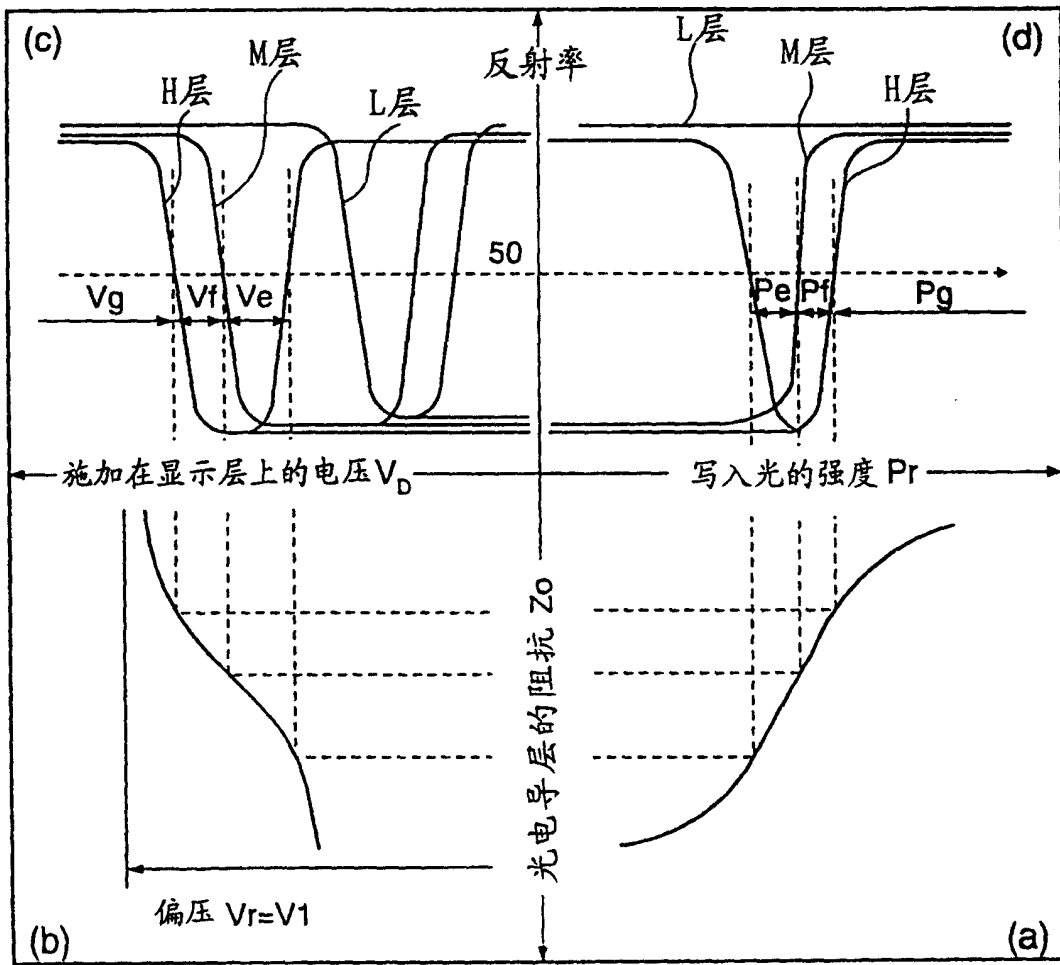
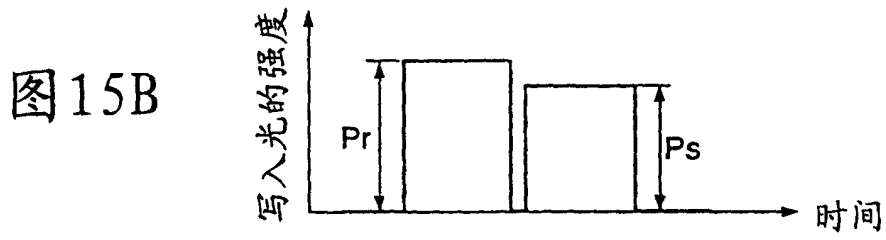
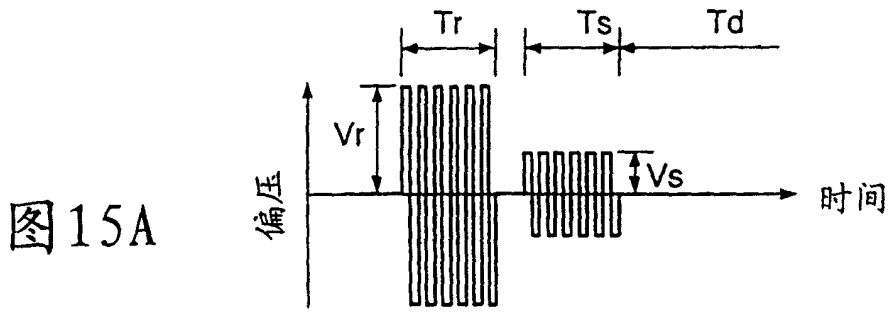


图 16

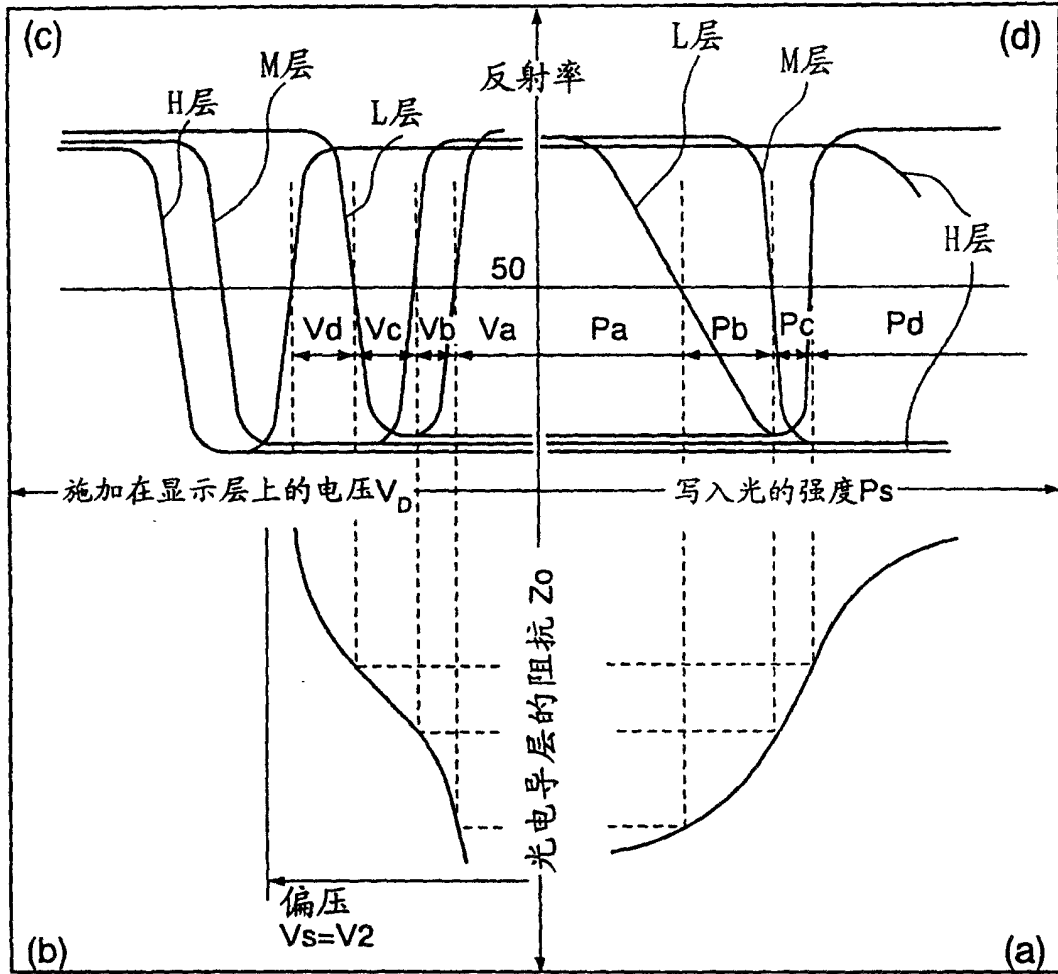


图 17

		复位光强度 P_r (偏压 $V_r = V_1$)		
		$P_e(V_e)$	$P_f(V_f)$	$P_g(V_g)$
选择光强度 P_s (偏压 $V_s = V_2$)	$P_a(V_a)$	●/●/○	●/○/○	○/○/○
	$P_b(V_b)$	●/●/●	●/○/●	○/○/●
	$P_c(V_c)$	●/●/●	●/●/●	○/●/●
	$P_d(V_d)$	●/●/○	●/●/○	○/●/○

H层 / M层 / L层

图 18

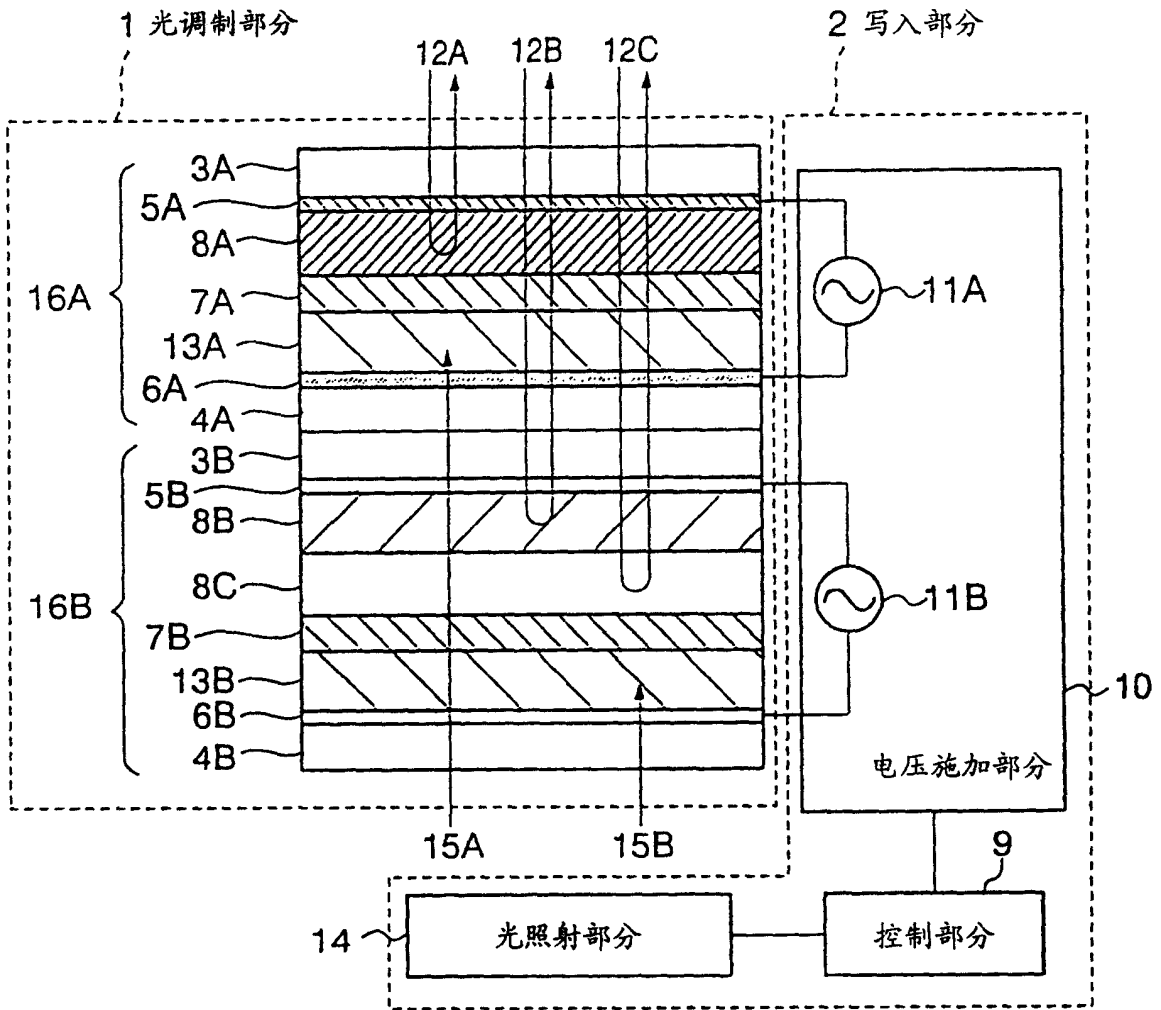


图 20

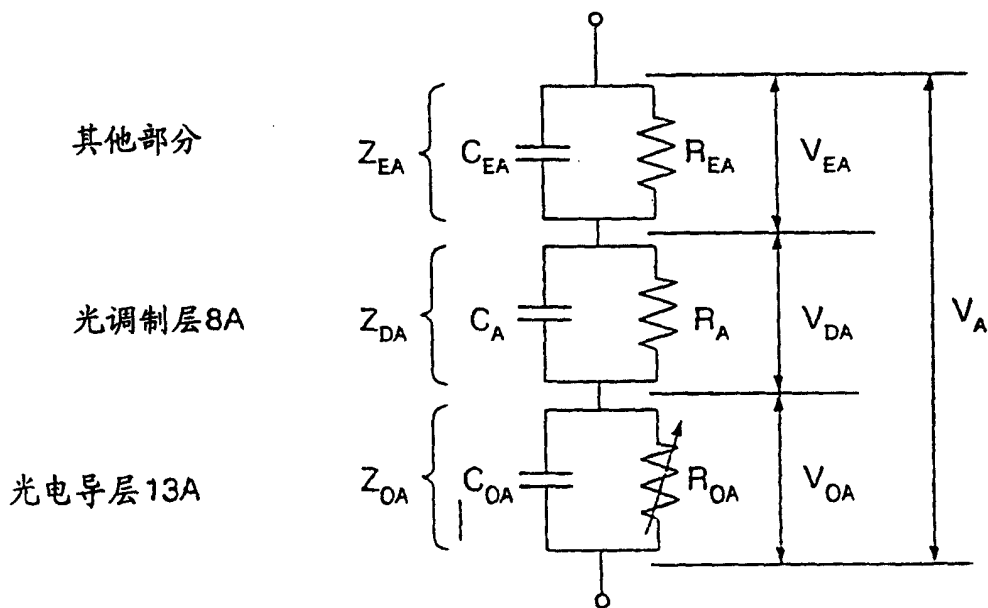


图 21

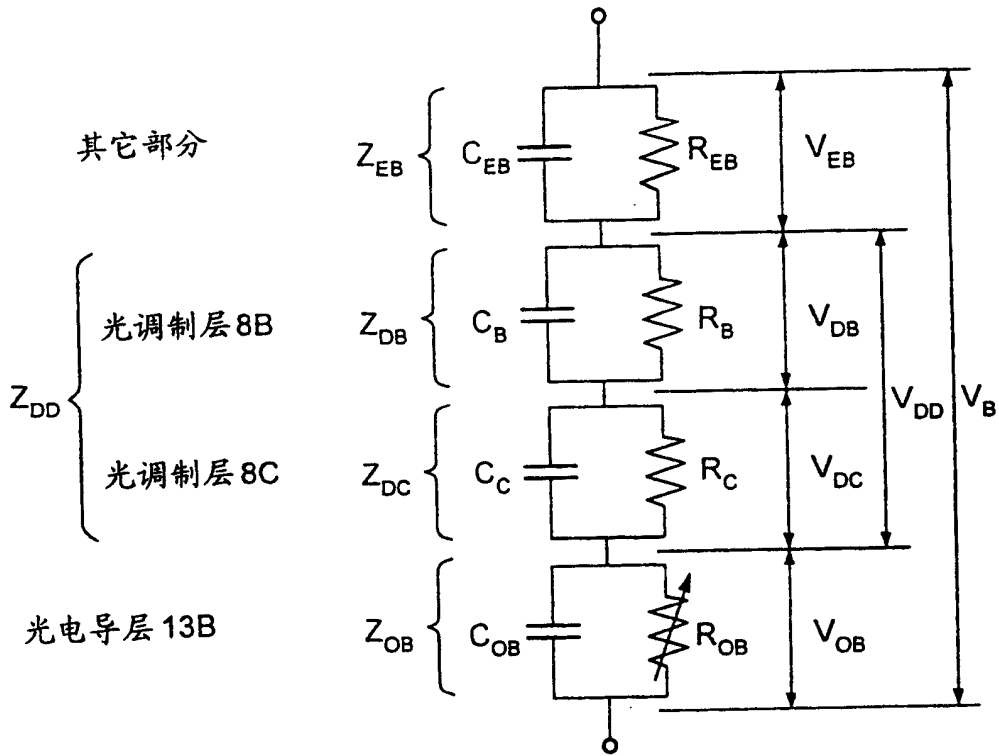
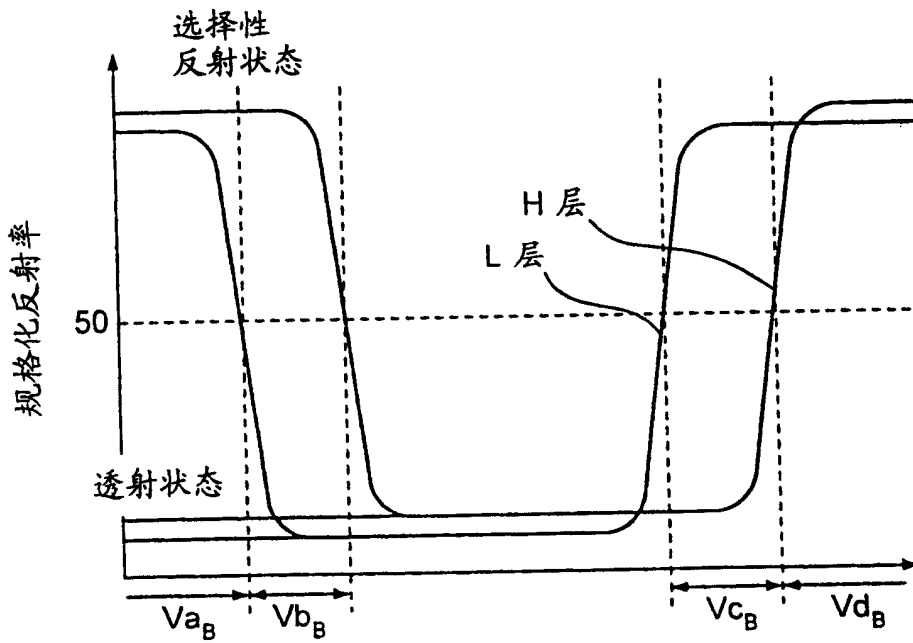
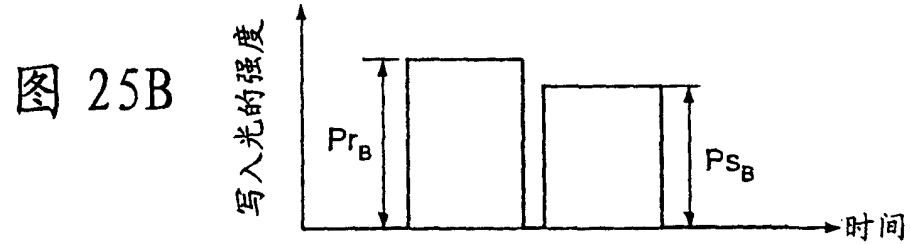
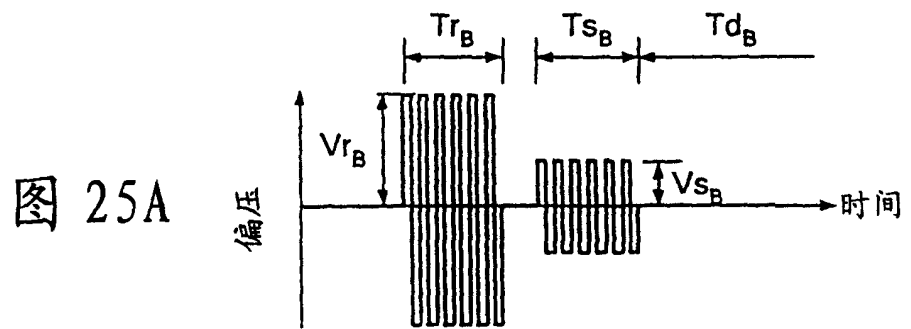
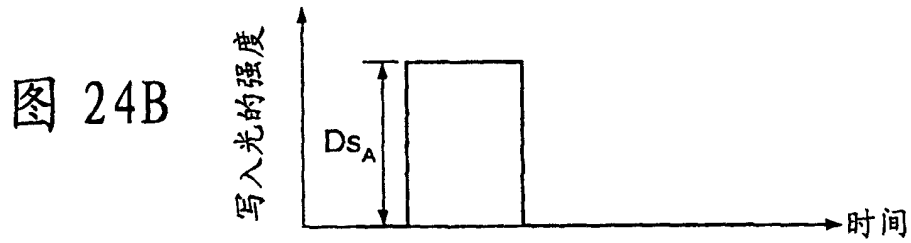
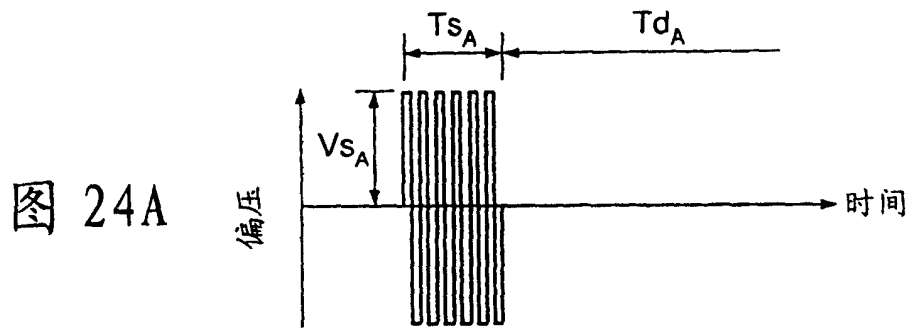


图 22



施加在光调制单元 16B 的组合在一起的光调制层上的脉冲电压 V_{DD}

图 23



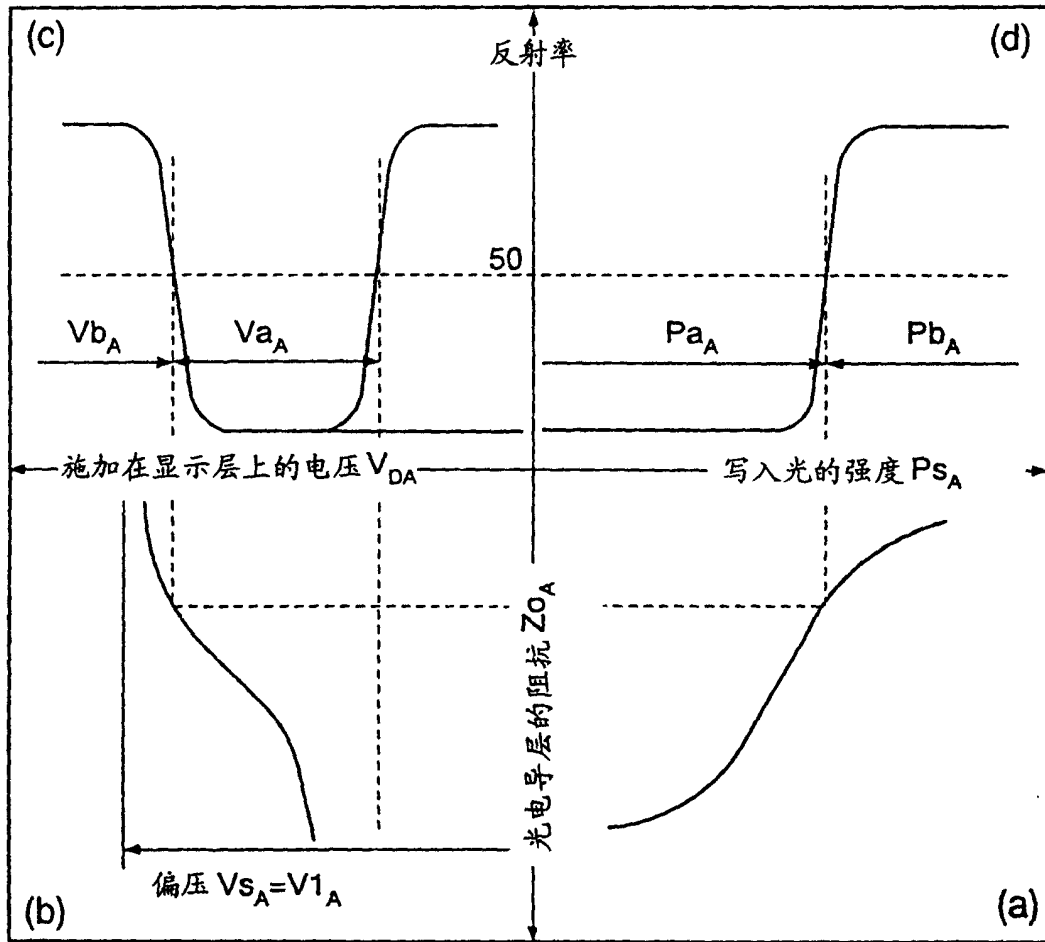


图 26

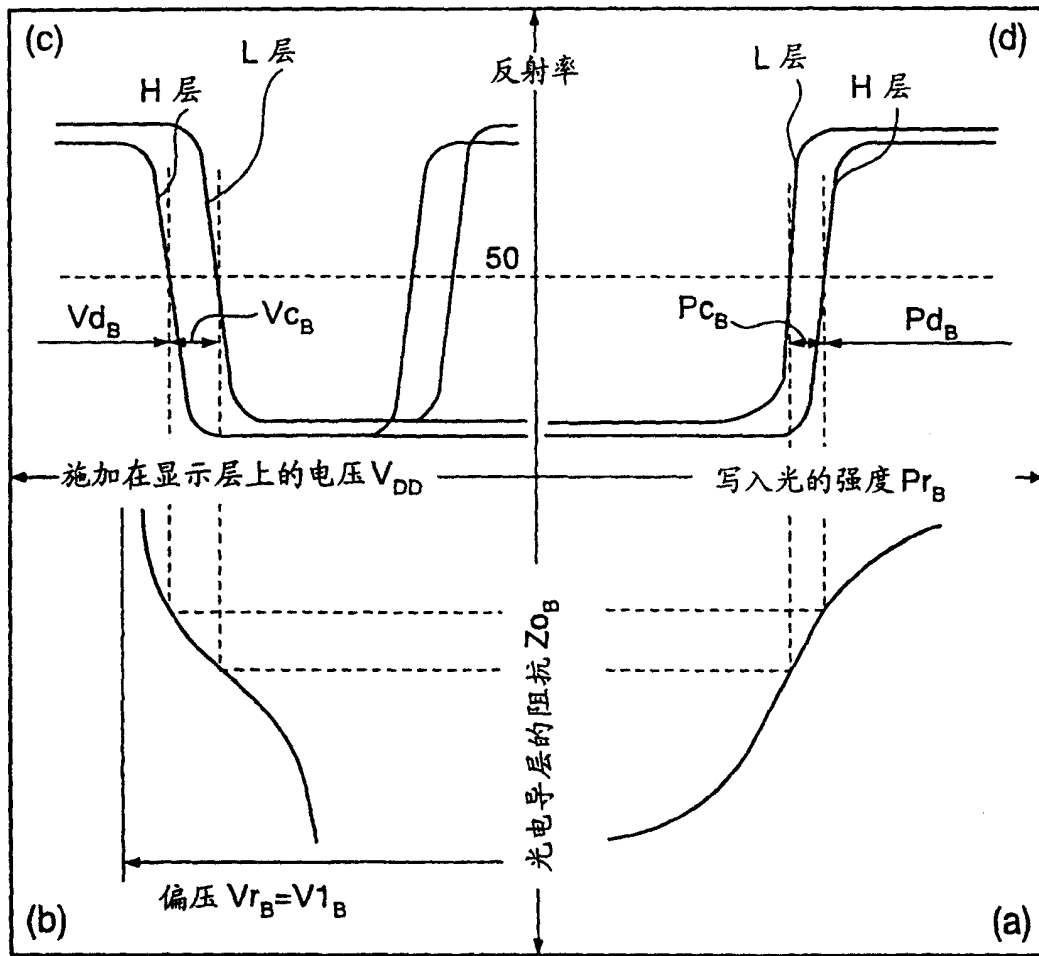


图 27

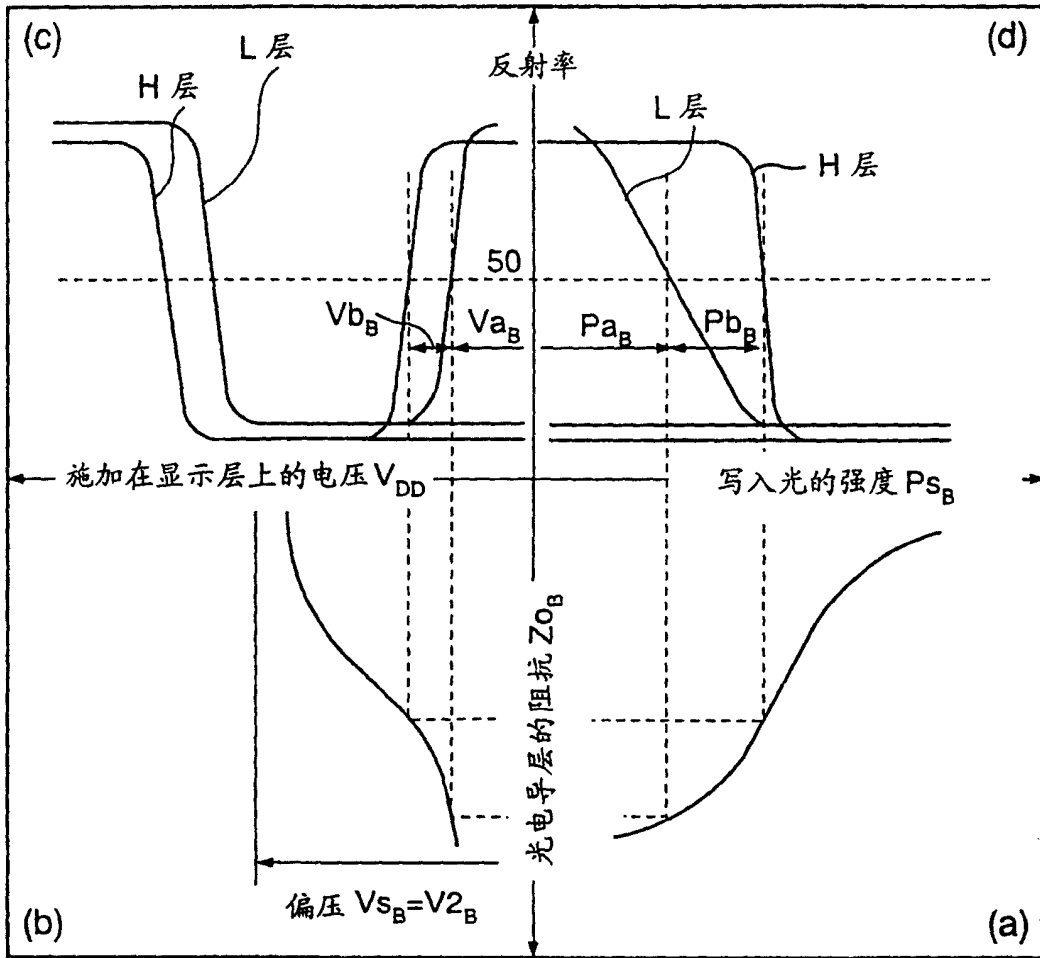


图 28

		复位光强度 P_r (偏压 $V_{rB}=V_{1B}$)	
		$P_{cB}(V_{cB})$	$P_{dB}(V_{dB})$
选择光强度 P_{sB} (偏压 $V_{sB}=V_{2B}$)	$P_{aB}(V_{aB})$	●/○	○/○
	$P_{bB}(V_{bB})$	●/●	○/●

H层/L层

图 29

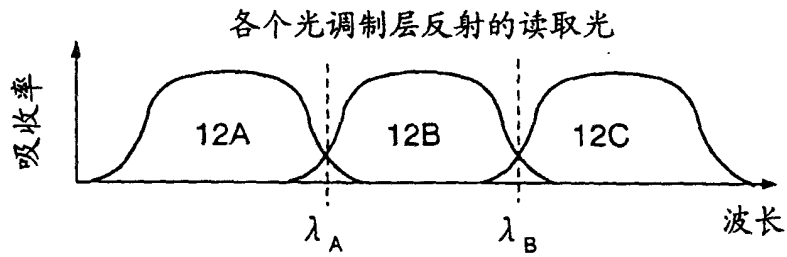


图 30A

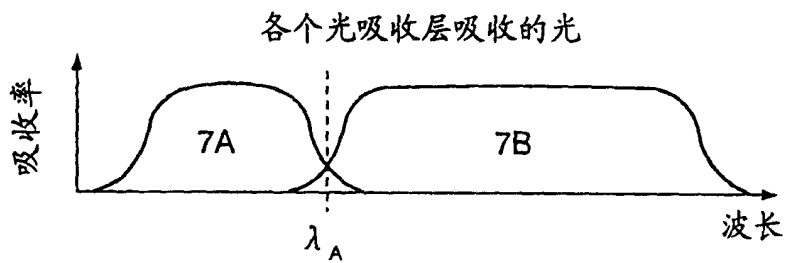


图 30B

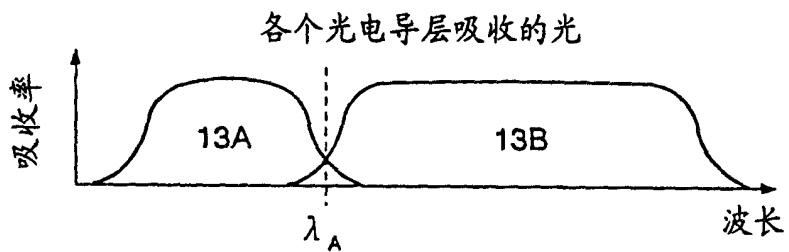


图 30C

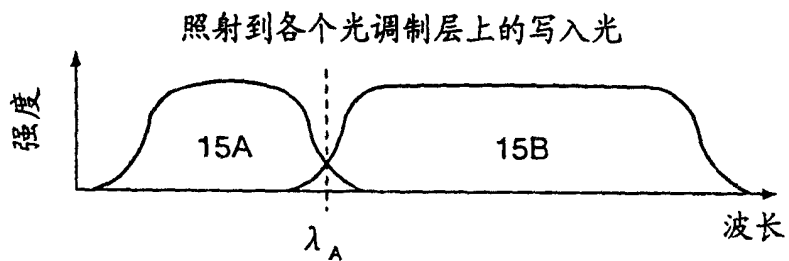


图 30D

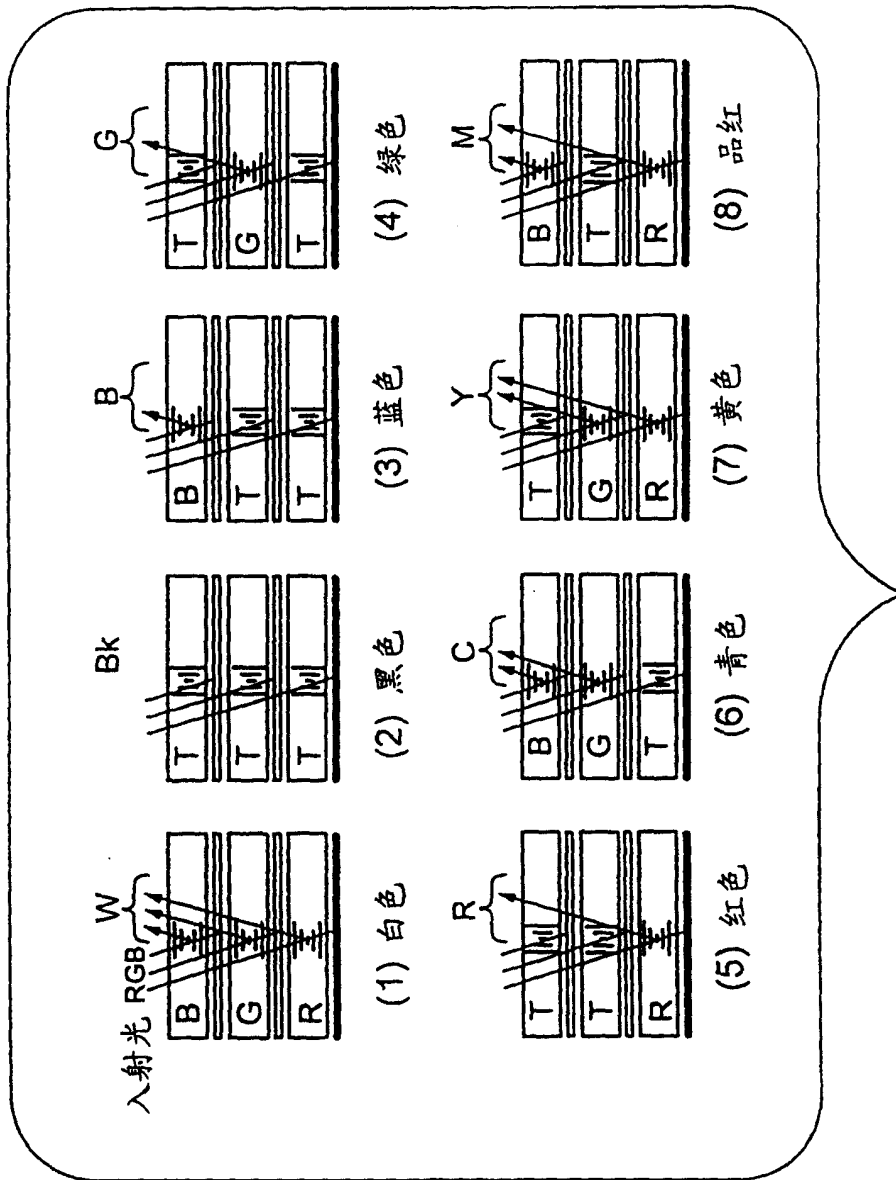


图 31

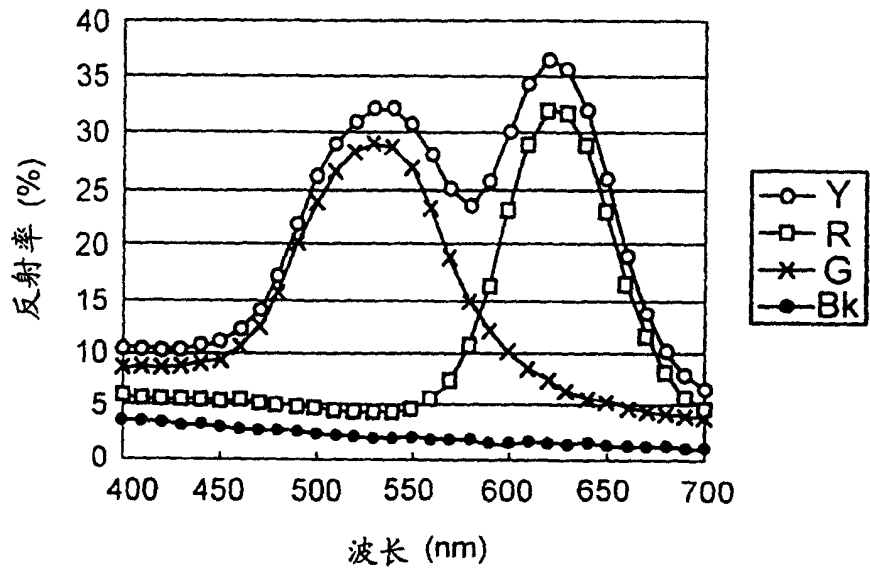


图 32A

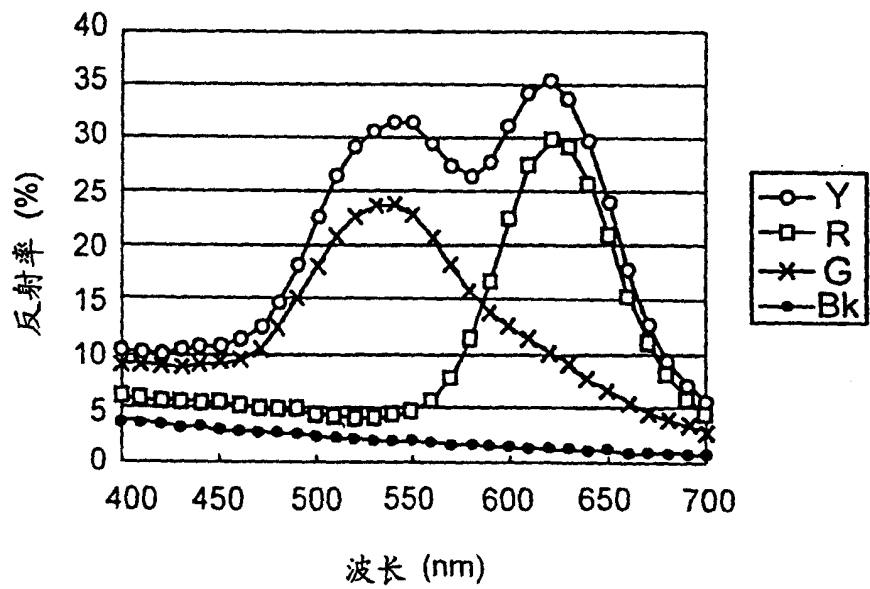


图 32B

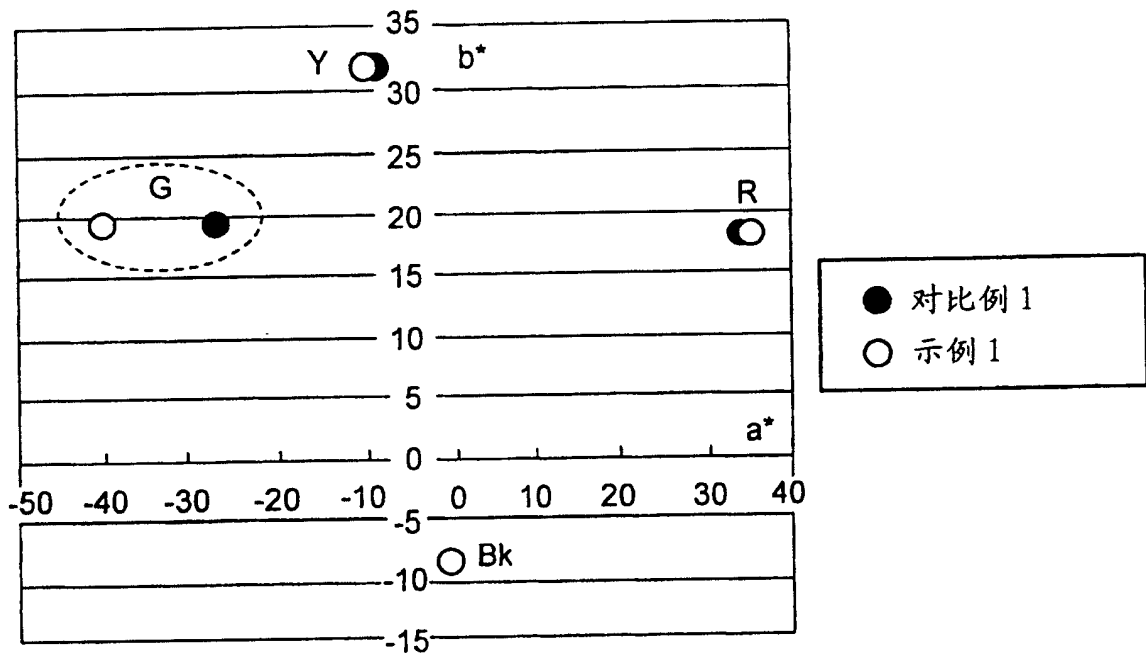


图 33