[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
G02F 1/1347 (2006.01)
G02B 5/30 (2006.01)

[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200580011407.3

[45] 授权公告日 2008 年 8 月 20 日

[11] 授权公告号 CN 100412663C

[22] 申请日 2005.4.12
[21] 申请号 200580011407.3
[30] 优先权
[32] 2004. 4.15 [33] US [31] 60/562,916
[32] 2005. 4. 7 [33] US [31] 11/102,196
[86] 国际申请 PCT/US2005/012453 2005.4.12
[87] 国际公布 WO2005/106577 英 2005.11.10
[85] 进入国家阶段日期 2006.10.16
[73] 专利权人 日东电工株式会社
地址 日本大阪
[72] 发明人 P·拉扎列夫 M·V·波克施托
L·D·西尔弗斯坦 P·耶
[56] 参考文献
US5751384A 1998.5.12
US5965247A 1999.10.12

A METHOD OF GENERATING FULL COLOR IN A LIQUIDCRYSTAL DISPLAY USING BIREFRINGENT FILTERS. SAEED S ET AL. JAPANESE JOURNAL OF APPLIED PHYSICS, Vol. 40 No. 5A. 2001

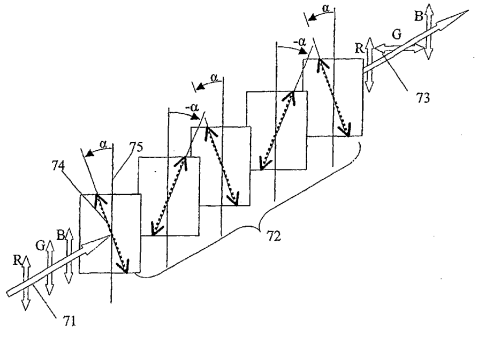
MOLECULAR ALIGNMENT IN NANO – FILM CRYSTALPOLARIZERS AND RETARDERS. IGNATOV L ET AL. PROCEEDINGS OF THE SPIE, Vol. 4807 No. 7. 2002
审查员 刘 军
[74] 专利代理机构 北京北翔知识产权代理有限公司
代理人 郑建晖 杨 勇
权利要求书 3 页 说明书 22 页 附图 10 页

[54] 发明名称

非吸收偏振滤色片和包括该滤色片的液晶显示器

[57] 摘要

本发明涉及滤色片领域，特别涉及非吸收偏振滤色片以及采用非吸收偏振滤色片并在相邻亚象素中采用光再循环的、具有改进的图像对比度的高亮度彩色液晶显示器面板。 所公开的发明描述了一种非吸收偏振滤色片，包括以下元件：后部宽带多层无损耗偏振片、前部宽带多层无损耗偏振片以及彩色偏振旋转器。 该后部宽带多层无损耗偏振片具有预定义取向的透射轴 AB。 所述前部宽带多层无损耗偏振片与后部宽带多层无损耗偏振片近似平行放置，并具有与透射轴 AB 近似平行或近似垂直的透射轴。 彩色偏振旋转器位于前部宽带多层无损耗偏振片和后部宽带多层无损耗偏振片之间。 所述彩色偏振旋转器包括一叠双折射薄膜，这些膜的 c 轴取负交替变化。 选择双折射薄膜的数量、摇摆角度 α、厚度和光学各向异性，使得非吸收偏振滤色片透射具有近似平行于透射轴 AB 的偏振态的预定色光，反射具有垂直于透射轴 AB 的偏振态的所述预定色光，并反射其他预定颜色的非偏振光。



1. 一种非吸收偏振滤色片，包括以下元件：

后部宽带多层无损耗偏振片，具有预定义取向的透射轴 AB;

前部宽带多层无损耗偏振片，

具有一个前表面和一个面对所述后部宽带多层无损耗偏振片的后表面，

近似平行于所述后部宽带多层无损耗偏振片放置，

并具有与透射轴 AB 近似平行或近似垂直的透射轴;

彩色偏振旋转器，

位于前部宽带多层无损耗偏振片和后部宽带多层无损耗偏振片之间，与所述偏振片近似平行，

并包括一叠双折射薄膜，这些膜的 c 轴取向相对于透射轴 AB 的取向按照摇摆角度 α 进行正负交替变化，

其中，选择双折射薄膜的数量 N、摇摆角度 α、厚度 d 和光学各向异性 Δn，使满足 $2\alpha N = pi/2$ 和 $d=\lambda/(2\Delta n)$，其中 λ 等于所旋转的波长，$\Delta n = n_e - n_o$，以使得非吸收偏振滤色片：

透射具有近似平行于透射轴 AB 的偏振态的预定色光，

反射具有垂直于透射轴 AB 的偏振态的所述预定色光，

并反射其他预定颜色的非偏振光。

2. 如权利要求 1 的非吸收偏振滤色片，其特征在于，所述后部宽带多层无损耗偏振片包括一叠双折射膜和各向同性膜的交替层。

3. 如权利要求 1 的非吸收偏振滤色片，其特征在于，还包括透射预定色光并位于前部宽带多层无损耗偏振片的前表面上的至少一个吸收性常规滤色片。

4. 如权利要求 3 的非吸收偏振滤色片，其特征在于，还包括位于吸收性滤色片上的至少一个前部宽带薄片偏振片，所述薄片偏振片具有与前部宽带多层无损耗偏振片的透射轴近似平行的透射轴。

5. 如权利要求 1 的非吸收偏振滤色片，其特征在于，至少一个双折射膜由级联结晶法制得，并且其特征是具有沿一个光学轴方向的 3.4 ± 0.3 Å 分子间间距的全局有序双轴晶体结构，该至

少一个双折射膜在可见光的波长范围内是透明的，并且由棒状超分子构成，该棒状超分子代表具有共轭π体系和离子基团的至少一种多环有机化合物。

6. 如权利要求 5 的非吸收偏振滤色片，其特征在于，至少一个透明双折射薄膜具有低于 400nm 的基本吸收限。

7. 如权利要求 5 的非吸收偏振滤色片，其特征在于，至少一个透明双折射薄膜具有不小于 0.98 的透射系数。

8. 如权利要求 5 的非吸收偏振滤色片，其特征在于，至少一个透明双折射薄膜在可见光的波长范围内是一致透明的。

9. 如权利要求 5 的非吸收偏振滤色片，其特征在于，至少一个透明双折射薄膜用二价和/或三价金属离子处理过。

10. 如权利要求 5 的非吸收偏振滤色片，其特征在于，至少一种有机化合物材料的分子包括杂环。

11. 如权利要求 5 的非吸收偏振滤色片，其特征在于，至少一个透明双折射薄膜由基于至少一种二向色性染料的溶致液晶制成。

12. 一种液晶显示器，包括

液晶单元，以及

非吸收偏振滤色片，包括以下元件：

后部宽带多层无损耗偏振片，具有预定义取向的透射轴 AB；

前部宽带多层无损耗偏振片，

具有一个前表面和一个面对后部宽带多层无损耗偏振片的后表面，并与所述后部宽带多层无损耗偏振片近似平行放置，

且具有与透射轴 AB 近似平行或近似垂直的透射轴；

彩色偏振旋转器，

位于前部宽带多层无损耗偏振片和后部宽带多层无损耗偏振片之间，与所述偏振片近似平行，

并且包括一叠双折射薄膜，这些膜的 c 轴取向相对于透射轴 AB 的取向按照摇摆角度α进行正负交替变化，

其中，选择双折射薄膜的数量 N、摇摆角度α、厚度 d 和光学各向异性Δn，使满足 $2\alpha N = pi/2$ 和 $d=\lambda/(2\Delta n)$，其中λ等于所旋转的波长，$\Delta n = n_e - n_o$，以使得非吸收偏振滤色片：

透射具有近似平行于透射轴 AB 的偏振态的预定色光，
反射具有垂直于透射轴 AB 的偏振态的所述预定色光，
并反射其他预定颜色的非偏振光。

非吸收偏振滤色片和包括该滤色片的液晶显示器

相关申请的交叉引用

本申请根据 35 U.S.C. §119(e)要求于 2004 年 4 月 15 日提交的申请 No.60/562,916 的权益，其公开内容在此以引用的方式纳入本说明书。

发明领域

本发明涉及滤色片领域，具体而言，涉及非吸收偏振滤色片以及采用非吸收偏振滤色片并在相邻亚象素中采用光再循环的、具有改进的图像对比度的高亮度彩色液晶显示器面板。

发明背景

对能够以改进的对比度显示视频图像的平面液晶显示器（LCD）面板存在广泛的需求。需要这样的显示器结构用于直接观看的设备例子包括笔记本电脑、膝上型电脑和其他计算机。

总体而言，现有技术的彩色 LCD 面板基本具有相同的基本构造。每种 LCD 显示器面板包括以下主要部件：用于产生均匀照明强度平面的背光照明结构；产生光强调制的、电可寻址的控制元件阵列；以及位于调制元件阵列附近的滤色片阵列，产生调制光的光谱过滤以形成彩色图像。

在彩色 LCD 面板设计中，目标是提供光从背光照明结构穿过滤色片阵列的最大透射百分比。但是，利用现有设计和技术，不可能实现这个目标，因为以下因素导致了显著的光透射损耗：由用于 LCD 面板中的吸收型偏振片引起的光能量损耗；光从用于 LCD 面板中的薄膜晶体管（TFT）和象素化空间强度调制阵列的配线反射而引起的光吸收；由用于 LCD 面板的光谱过滤片中的色素引起的光吸收；以及 LCD 面板中各层之间折射率不匹配所致的菲涅耳损耗。作为这些因素的结果，现有技术的彩色 LCD 面板的光透射效率通常不超过 5%。从而，背光照明结构产生的最高达 95%的光转化成通过 LCD 面板的热。因此，不管是在直接显示系统还是投影显示系统中，若不采用超高强度背光源，

利用现有技术的彩色 LCD 面板就不可能获得高亮度的图像，而超高强度背光源要求高的供应能量，并产生大量的热而使适当的冷却方法和类似措施成为必需。

根据现有技术彩色 LCD 面板设计的缺陷，提出了几种替代方法以改进面板的光透射效率并因此增强所产生图像的亮度。

例如，有一种 LCD 面板采用胆甾型液晶（CLC）偏振片取代现有技术 LCD 面板的吸收染料偏振片，从而获得改进的色彩纯度。另有一种 LCD 面板采用部分光再循环方案，以提高 LCD 面板的亮度。还有一种 LCD 面板，采用全息漫射板将光从背光照明结构的光导板中提取出来，采用 CLC 偏振片将全息漫射板漫散射的光局部再循环，以提高 LCD 面板的亮度。

然而，这些现有技术的彩色 LCD 面板仍然存在缺陷和不足。具体来说，尽管采用了非吸收 CLC 偏振片和局部光再循环的原理，但现有技术的 LCD 面板仍然需要沿着从背光照明结构延伸到观察者的光路的、至少一个光吸收层。因而，现有技术的 LCD 面板具有很低的光透射效率。因此，利用现有技术的 LCD 面板形成高亮度的彩色图像需要高强度的背光源，而这样的背光源消耗极高的电能，产生大量的热，并且需要利用风扇和其他冷却措施，以将 LCD 面板和背光照明结构中灯的温度维持在安全运行限度内。

因此，对非吸收滤色片以及能够产生高亮度彩色图像而没有现有技术 LCD 面板设备的缺陷和不足的、改进型彩色 LCD 面板有着巨大的需求。

发明概述

所公开的发明描述了一种非吸收偏振滤色片，包括以下元件：后部宽带多层无损耗偏振片、前部宽带多层无损耗偏振片、以及彩色偏振旋转器。该后部宽带多层无损耗偏振片具有预定义取向的透射轴 AB。该前部宽带多层无损耗偏振片具有一个前表面和一个面对后部宽带多层无损耗偏振片的后表面。所述前部宽带多层无损耗偏振片与后部宽带多层无损耗偏振片近似平行放置，并具有与透射轴 AB 近似平行或近似垂直的透射轴。彩色偏振旋转器位于前部宽带多层无损耗偏振片和后部宽带多层无损耗偏振片之间，并与所述偏振片近似平行。所述彩

色偏振旋转器包括一叠双折射薄膜，这些膜的 c 轴取向相对于透射轴 AB 的取向按照摇摆角度α进行正负交替变化。选择双折射薄膜的数量、摇摆角度α、厚度和光学各向异性，使得非吸收偏振滤色片透射具有近似平行于透射轴 AB 的偏振态的预定色光，反射具有垂直于透射轴 AB 的偏振态的所述预定色光，并反射其他预定颜色的非偏振光。

本发明还提供了一种液晶显示器，包括液晶单元和所述非吸收偏振滤色片。

附图简述

参照以下结合附图及其详细说明的详细描述，将会更好地理解并会容易地实现对本发明的更全面评估及其众多优点，其中所有附图和说明构成公开内容的一部分。

图 1 示出根据本发明的宽带多层无损耗偏振片的第一种变体的图解。

图 2 示出包含堆叠层的多层结构的横截面。

图 3 示出根据本发明的宽带多层无损耗偏振片的第二种变体的图解。

图 4 示出彩色偏振旋转器作为“红色”、“绿色”和“蓝色”亚象素的元件的机能。

图 5 示出“绿色”彩色偏振旋转器的内部结构。

图 6 是“绿色”非吸收偏振滤色片的示意图。

图 7 是 LCD 面板的第一具体实施方案中示例性象素结构的展开剖面图的示意图，其中利用线偏振旋转元件实现 LCD 面板的空间强度调制元件，并选择提供给线性偏振旋转元件的象素驱动器信号以在示例性象素结构的每一个 RGB（红、绿、蓝）亚象素处产生“暗（dark）”输出水平。

图 8 是 LCD 面板的第一具体实施方案中示例性象素结构的展开剖面图的示意图，其中利用线性偏振旋转元件实现 LCD 面板的空间强度调制元件，并选择提供给线性偏振旋转元件的象素驱动器信号以在示例性象素结构的每一个 RGB 亚象素处产生“亮（bright）”输出水平。

图 9 是“品红色”非吸收偏振滤色片的示意图。

图 10 是 LCD 面板的第二具体实施方案中示例性象素结构的展开剖

面图的示意图，其中利用线偏振旋转元件实现 LCD 面板的空间强度调制元件，并选择提供给线性偏振旋转元件的象素驱动器信号以在示例性象素结构的每一个 CMY（青、品红、黄）亚象素处产生“暗”输出水平。

图 11 是 LCD 面板的第二具体实施方案中示例性象素结构的展开剖面图的示意图，其中利用线偏振旋转元件实现 LCD 面板的空间强度调制元件，并选择提供给线性偏振旋转元件的象素驱动器信号以在示范性象素结构的每一个 CMY（青、品红、黄）亚象素处产生“亮”输出水平。

发明详述

已经对本发明进行了大致描述，参照特定的优选实施方案，可以获得进一步的了解，其中在这里提供的实施方案仅出于说明的目的，而并不旨在限制所附权利要求的范围。

在图 1 中，为更清楚起见，示出了宽带多层无损耗偏振片的子组成结构。偏振片包括一叠双折射膜 60 和各向同性膜 62 的交替层。所述偏振片具有透射轴 AB。如果非偏振光 63 入射到宽带多层无损耗偏振片上，则具有与所述透射轴 AB 近似垂直的偏振（b 型偏振态）的部分光 64 从该宽带多层无损耗偏振片反射，同时具有与所述透射轴 AB 近似平行的偏振（a 型偏振态）的另一部分光 65 透射穿过该宽带多层无损耗偏振片。

背光照明结构产生由具有 a 型和 b 型偏振态的光谱成分构成的非偏振光。宽带多层无损耗偏振片是具有堆叠层的多层结构，它反射由具有至少在可见波段内的波长和所述 b 型偏振态的光谱成分构成的光，并透射由具有至少在所述可见波段内的波长和所述 a 型偏振态的光谱成分构成的偏振光。

宽带多层无损耗偏振片可以是三种类型：反射式偏振片、干涉式偏振片、以及混合型偏振片——反射－干涉式偏振片。堆叠层的厚度可以厚或薄。厚层的厚度可超过几个波长。薄层的厚度可约等于四分之一波长。堆叠层中毗连层的厚度可约等于入射光波长的四分之一。宽带多层无损耗偏振片可能有其他变体，其中厚层和薄层交替。

多层结构的至少一层是光学各向异性的，并由级联结晶法制得。

图 2 是一种具有堆叠层的多层结构的横截面的示意图。此图示出定义 X、Y 和 Z 方向的坐标系统。图示的多层结构包括两种不同有机材料的交替层，在附图和说明书中，该两种不同有机材料的交替层称为各向异性层（又称为晶体薄膜，TCF）和各向同性层 B。各向异性 TCF 可通过由 Optiva, Inc. 开发的被称为级联结晶法的方法[P. Lazarev and M. Paukshto, Proceedings of the 7th International Workshop "Displays, Materials and Components"（神户，日本，2000 年 11 月 29 日至 12 月 1 日），1159－1160 页]获得。根据这种方法，有机化合物溶在适当的溶剂中形成胶态体系（溶致液晶溶液），在该体系中分子聚合成构成该体系动力学单元的超分子。此液晶相本质上是该体系有序态的前体，在随后的超分子排列和溶剂去除过程中由其形成固态的各向异性晶体层，该晶体层又称为晶体薄膜或 TCF。

从具有超分子的胶态体系合成各向异性晶体薄膜的规定方法包括以下步骤：

（i）将前述的胶态体系涂在基质上（或涂在一个器件上或多层结构的一层上）；该胶态体系必须具有触变特性，该特性通过维持预定温度和一定浓度的分散相来提供；

（ii）通过任何降低溶液粘性的外部作用（加热、剪切应变，等等）将涂敷的胶态体系转变为高度流动（粘性降低的）状态；此作用可在随后的整个排列过程中施用，也可持续最少的必要时间，使得体系在排列过程中不会松弛到粘性增加的状态；

（iii）施加外部排列作用于体系，外部排列作用可利用机械因素或任何其他方式产生；该外部作用的强度必须足以使胶态体系的动力学单元获得必要的定向，形成将作为各向异性晶体薄膜的晶格基础（base）的结构；

（iv）将层的已排列区域从通过外部作用实现的粘性降低的状态转变为具有最初或更高粘性的状态；进行这一转变，使得不会导致各向异性晶体薄膜结构的定向消失且不会产生表面缺陷；

（v）去除溶剂（干燥）的最后阶段，在该过程中形成最终的各向异性晶体薄膜结构。

在所得到的各向异性层中，至少在该层的一部分，分子平面互相平行，分子构成一个三维晶体结构。优化生产工艺可允许形成单晶膜。

该各向异性层的厚度通常不超过 1 微米。层厚可通过改变所涂敷的溶液中固体物质的含量和/或通过改变涂敷层厚度来控制。为了获得具有所需光学特性的层，利用混合胶态体系（这样的混合物可形成联合（joint）超分子）是可行的。

所述有机化合物在溶液中的混合导致形成具有可变组成的混合聚集体（aggregate）。染料混合物的 X 射线衍射图样分析使得我们能够根据相应于 3.1 到 3.7 埃范围中分子间距离的特征衍射峰的存在来判断超分子中的分子堆砌。在通常情况下，对于晶体和聚集体形式的芳香化合物，这个值是通用（common）的。在干燥过程中，峰的强度和锐度增大，而峰的位置保持不变。该衍射峰对应于聚集体（堆积体（stack））中的分子间间距，并且已经在多种材料的 X 射线衍射图样中进行了观察。在所考虑的有机化合物中，分子的平面结构（或其片断）和一个分子维度的重合（coincidence）有利于这样的混合。在涂敷的水性层中，有机分子在一个方向上具有长程有序，该方向与基质表面上超分子的排列相关。这对分子在溶剂蒸发掉时形成一个三维双轴晶体结构来说是相当有利的。可用于此目的的化学化合物并不局限于以上所列出的那些。

各向异性层还具有高度光学各向异性。这样的层显示出 E 型偏振器的性质，该性质与超分子复合物的光学吸收特性有关，并且在吸收不明显的光谱范围内相当于相位差板（retarder）（移相膜）。这些各向异性层的延迟性质与它们的双折射有关，该双折射是指在涂敷 LLC 溶液到基质上的方向上和在垂直方向上测量的折射率不同。由基于强(耐光)染料分子的 LLC 体系形成的层的特征在于高热稳定性和高抗辐射性。它们在大约 350－700℃的温度范围内保持稳定。

在公开的非吸收偏振滤色片和 LCD 中应用级联结晶法的一个重要优势在于利用印制技术创建所述滤色片和 LCD 的功能元件的可能性。

因此，光学各向异性 A 层通过级联结晶法获得。这样的层的特征是具有全局有序双轴晶体结构，该晶体结构在一个光轴方向上具有 3.4 ± 0.3 Å 的分子间间距。每一个 A 层的特征在于至少两个折射率：n_x 和 n_y。这些层具有低于 400 纳米的基本吸收限，在可见光的波长范围内一致透明，并具有不小于 0.98 的透射系数。每个 A 层由棒状超分子构成，该棒状超分子代表至少一种具有共轭π体系和离子基团的多环

有机化合物。

X 轴指的是“排列”方向，定义所谓的“排列”轴（20），如图 2 所示，Y 轴指的是“横切”方向，定义所谓的“透射”轴（30），如图 2 所示。

层 B 为各向同性层，具有基本不为级联结晶法改变的标称折射率（例如，n=1.64）。

级联结晶法改变 TCF 的折射率。例如，TCF 具有与排列方向相关的一个折射率（如 n=1.88）和与横切方向相关的不同折射率（如 n=1.64）。按照定义，与面内轴（与膜表面平行的轴）相关的折射率对偏振平面与该轴平行的平面偏振入射光而言被称为“有效”折射率。

因此，多层堆叠（TCF-B-TCF-B-TCF...）在层之间显示出较大的、与排列方向相关的折射率差异（Δn=1.88-1.64=0.24）。在横切方向，不同层的折射率基本相同（Δn=1.64-1.64=0）。这样的光学特性使得该复合结构透射入射光中相对于图 2 所示的“透射”轴恰当定向的偏振成分。

在图 3 中，为了更清楚，示出了宽带多层无损耗偏振片的另一个变体。该偏振片包括双折射膜（60 和 61）和各向同性膜 62 的交替层的四分之一波长堆叠。有必要使用折射率匹配的、具有大的双折射的膜。在此偏振片变体中利用具有不同折射率的两种不同双折射膜以改善所有视角的效率。如果非偏振光 63 入射到该宽带多层无损耗偏振片上，则具有 b 型特征偏振态的一部分光 64 被该宽带多层无损耗偏振片反射，同时具有 a 型特征偏振态的另一部分光 65 透射通过该宽带多层无损耗偏振片。多层结构的至少一种双折射膜由级联结晶法制成。

图 4 示范了彩色偏振旋转器（CPR）作为“红色”、“绿色”和“蓝色”亚象素的元件的工作原理。在每个亚象素中，只有一种颜色（比如，红、绿或蓝）的偏振态被旋转 90 度。另外两种颜色成分的偏振态保持不变。对于具有 a 型线性偏振态的入射光 69，“红色”亚象素 66 的彩色偏振旋转器将“红”光的偏振态旋转 90 度（b 型偏振态），而将光的“绿色”和“蓝色”成分的偏振态（a 型偏振态）维持不变。在“绿色”亚象素中，彩色偏振旋转器 67 将光的“绿色”成分的偏振态旋转 90 度，而并不改变光的“红色”和“蓝色”成分的偏振态。在“蓝色”亚象素中，彩色偏振旋转器 68 将光的“蓝色”成分的偏振态

旋转 90 度，而并不改变光的“红色”和“绿色”成分的偏振态。

图 5 示意性示出了“绿色”CPR 的设计。该 CPR 包括一叠双折射薄膜 72，该叠双折射薄膜 72 的作用相当于光学 c 轴 74 具有摇摆取向的相位差板。这些相位差板的光学轴与其相邻光学轴精确相差 ± α。如图 5 所示，如果第一个相位差板与参考轴 75 成 + α角，那么下一个相位差板将会与参考轴 75 成 - α角，第三个相位差板将会回到 + α的角度，等等。如果堆叠中这样的相位差板的数目为 N，则 N 个这样的相位差板的作用就是将偏振矢量旋转 2αN。如果偏振矢量旋转了角度 pi/2,那么必须满足下面的等式: 2αN = pi/2。所述 N 个相位差板的堆叠中每个相位差板的角度α等于 pi/(4N)。注意到光谱带宽随着堆叠中相位差板数目的减少而增加。因此，如果这样的 CPR 将用在要求饱和色的颜色发生系统中，则系统中双折射相位差板的数目会相当大。但是，如果亮度相比色度为优先考虑的，那么可减少相位差板的数目，允许用户根据他们特定的需要调整性能。当膜的厚度等于 λ/(2Δn) 时，实现最大限度的透射，其中 λ 等于所旋转的波长，$\Delta n = n_e - n_o$。图 5 示出具有偏振于参考轴 75 方向上的光谱成分（红、绿和蓝）的入射光 71。在这样的情况下，输出光 73 的绿色成分的偏振态被旋转 90 度。对其他光成分（对红色和蓝色），同样有类似的推论。堆叠膜可通过级联结晶法获得。在这种情况下，c 轴与排列方向一致。

图 6 示意性描绘了一个“绿色”非吸收偏振滤色片。该非吸收偏振滤色片包括位于后部宽带多层无损耗偏振片 76 和前部宽带多层无损耗偏振片 78 之间的彩色偏振旋转器（CPR）77。在图 6 所示的本发明的一个实施方案中，后部宽带多层无损耗偏振片和前部宽带多层无损耗偏振片是交叉的偏振片，后部宽带多层无损耗偏振片的透射轴与 CPR 的参考轴平行。在进一步的描述中将会用到下面的术语。具有平行于后部宽带多层无损耗偏振片的透射轴的电矢量的光的偏振态被称为 a 型偏振态。另一方面，具有与后部宽带多层无损耗偏振片的透射轴垂直的电矢量的光的偏振态被称为 b 型偏振态。

对于其光谱成分具有“红色”波段内波长的非偏振入射光 79R，具有 b 型偏振态的部分光 80R 被后部宽带多层无损耗偏振片反射，另一方面，具有 a 型偏振态的另一部分光 81R 透射穿过该后部宽带多层无损耗偏振片。然后，光的透射部分在不改变偏振态的情况下透射穿

过 CPR，即光 82R，接着被前部宽带多层无损耗偏振片反射，且具有同样的偏振态，即光 83R。于是，光在不改变偏振态的情况下，再次透射穿过 CPR，即光 84R，接着再次透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片，并具有同样的偏振态，即光 85R。因此，入射的非偏振“红”光几乎无损耗地从“绿色”非吸收偏振滤色片反射。

对于其光谱成分具有“蓝色”波段内波长的非偏振入射光 79B，同样有类似的推论。具有 b 型偏振态的部分光 80B 被后部宽带多层无损耗偏振片反射，具有 a 型偏振态的另一部分光 81B 透射穿过该后部宽带多层无损耗偏振片。然后，光的透射部分在不改变偏振态的情况下透射穿过 CPR，即光 82B，接着被前部宽带多层无损耗偏振片反射，且具有同样的偏振态，即光 83B。于是，光在不改变偏振态的情况下，再次透射穿过 CPR，即光 84B，接着再次透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片，并具有同样的偏振态，即光 85B。因此与前面的情况类似，入射的非偏振“蓝”光几乎无损耗地从“绿色”非吸收偏振滤色片反射。

与前面的情况相反，其光谱成分具有“绿色”波段内波长的非偏振入射光透射穿过该非吸收偏振滤色片。具有 b 型偏振态的部分“绿”光 80G 被后部宽带多层无损耗偏振片反射，具有 a 型偏振态的另一部分“绿”光 81G 透射穿过该后部宽带多层无损耗偏振片。于是，透射的光谱成分 81G 透射穿过 CPR，偏振态从 a 型变为 b 型，即 82G。最后，具有 b 型偏振态的所述光谱成分透射穿过前部宽带多层无损耗偏振片（见箭头 83G）。因此，具有 a 型偏振态的一部分非偏振“绿”光由非吸收偏振滤色片透射，并且其偏振态从 a 型变为 b 型，另一方面，具有 b 型偏振态的另一部分光被该非吸收偏振滤色片反射。因此，该非吸收偏振滤色片是一个带通过滤片，它仅将一种颜色（比如，绿色）的偏振态旋转 90 度。其他颜色（蓝色和红色）的偏振态保持不变。

在本发明的一个实施方案中，非吸收偏振过滤片仅由无色的双折射晶体膜制成。因此后部宽带多层无损耗偏振片、前部宽带多层无损耗偏振片和 CPR 透射或反射光的光谱成分而不伴有能量损失或吸收。

如此，非吸收偏振滤色片是包括两个宽带多层无损耗偏振片和彩色偏振旋转器的多层结构。选择 CPR 的双折射薄膜的数目、摇摆角度 α、厚度和光学各向异性，使得非吸收偏振滤色片透射具有近似平行

于后部宽带多层无损耗偏振片的透射轴 AB 的偏振态的预定色光，反射具有垂直于透射轴 AB 的偏振态的所述预定色光，并反射其他预定颜色的非偏振光。

在图 7 和图 8 所示的该 LCD 面板构造的说明性实施方案中，利用线性偏振技术实现用于其中的空间强度调制和光谱过滤功能。

在图 7 和图 8 所示的实施方案中，背光照明结构 2 包括准漫反射器 3、光导板 11、边缘照明光源 12 以及聚焦镜 14，用以将光源 12 所产生的光通量耦合到光导板 11 的边缘。优选地，光导板 11 由一种光学透明材料制成；发射非偏振光的成对微型荧光管作为光源 12。

在背光照明操作过程中，由源 12 产生的光通量借助聚焦镜 14 耦合到光导板 11 的边缘，在光导板中光以常规方式表现为全内反射。在此实施方案中，光导板 11 的前表面具有非常细小的凹陷，以打破界面处的全内反射条件，允许光沿偏振方向旋转元件的象素化阵列方向泄漏出去。存在多种产生非偏振光平面的替代性技术，该替代性技术还可用在根据本发明的 LCD 面板的任意特定实施方案的构建中。

仅出于说明的目的，在第一实施方案的 LCD 面板中实现的光谱过滤功能基于 RGB（红、绿、蓝）相加原色系统。不过，替代性地，LCD 面板中的光谱过滤功能可基于 CMY（青、品红、黄）相减原色系统。

在 LCD 面板的第一说明性实施方案中，假定背光照明板中光源的发射光谱为“白色”，LCD 面板的光谱过滤功能基于 RGB（红、绿、蓝）颜色系统。因此，非吸收偏振滤色片 86R、86G 和 86B 中的每一个被设计为具有带通特性的，使得光源的“红色”、“绿色”和“蓝色”波段的所有光谱含量分别用于产生供显示的彩色图像。在此实施方案中，每个非吸收偏振滤色片 86R、86G 和 86B 被实现为“带通”干涉滤色片。

在图 7 和图 8 所示的第一实施方案中，后部宽带多层无损耗偏振片 4 透射具有 a 型偏振态的光，反射具有 b 型偏振态的光，并用作偏振参考。相似地，前部宽带薄片偏振片 70 透射具有 b 型偏振态的光，吸收具有 a 型偏振态的光。

在图 7 和图 8 所示的第一说明性实施方案中，偏振方向旋转元件 5R、5G 和 5B 的阵列被实现为一个电子控制元件阵列，该阵列在光透射穿过 LCD 面板中相应的象素时，将按照 a 型偏振态进行线性偏振的电场旋转到 b 型偏振态，反之亦然。每一个所述偏振方向旋转元件是

连续液晶层的一部分(区域)。在图 7 和图 8 所示的第一说明性实施方案中，每个电子控制线性偏振方向旋转元件可实现为扭转角度等于 90° 的扭转向列（TN）液晶层的一部分，其操作如本领域所熟知的，由施加的电压（通过象素驱动器 10）来控制。在下面，液晶层的这样的电子控制部分将被称为偏振方向旋转元件。在线性偏振方向旋转元件的构建中，薄膜晶体管（TFT）可用来在液晶材料层两端产生实现液晶分子的排列所必需的电压降，从而使得相应的元件不会旋转透射光的偏振方向。在电去活（inactive）状态下（也就是，零施加电压），单元输出处的光的电场强度基本为零，因而产生“暗”亚象素水平（见图 7）。在电激活（active）状态下（也就是，当施加阈值电压 VT 时），单元输出处的光的电场强度实质上不为零，因而产生“亮”亚象素水平（见图 8）。

在图 7 和图 8 所示的第一说明性实施方案中，非吸收偏振滤色片 86R、86G 和 86B 的象素化阵列被实现为在单个平面内形成的带通线性偏振元件阵列。前部宽带薄片偏振片 70 被层压在非吸收偏振滤色片的象素化阵列和常规（传统的）吸收性过滤片 90R、90G 和 90B 的象素化阵列上。该前部宽带薄片偏振片 70 在宽的波长范围内透射具有 b 型偏振态的光，并吸收具有 a 型偏振态的光。

现有技术 LCD 面板的光透射效率因用于 LCD 面板的光谱过滤片中的色素所引起的光吸收而下降。由于存在相当大的光能量损失，事实上不可能将现有技术 LCD 面板的光透射效率增加到～5％以上。

根据本发明的 LCD 面板没有上述缺陷，因为它采用光再循环方案。在所公开的 LCD 面板中执行此方案，以避免与现有技术 LCD 面板设计相关的高能量损耗，从而更充分地利用背光照明结构所产生的光能量。尽管以下将针对每个说明性实施方案描述此光再循环方案的细节，但在这里简要概述光再循环的基本原理将会十分有益。

在本发明的所有实施方案中，单一偏振态的光从背光照明结构透射到 LCD 面板的这样一些结构（或子面板）中，其中透射的偏振光的空间强度调制和光谱过滤在亚象素中发生。在每个亚象素位置，光谱带中的在光谱过滤过程中不透射到显示器表面的光被无吸收地反射回背光照明结构，在背光照明结构中偏振光被再循环，于是光能量被获取，然后该偏振光再次从背光照明结构中透射到 LCD 面板的某部分，

在该部分中再次透射的偏振光的空间强度调制和光谱过滤在亚象素中发生。此光再循环方案在图 7 和图 8 中被示意性地图示出来，在下文中将对其进行更详细的描述。依靠本发明的该光再循环方案，现在有可能设计出能高效率地利用背光源所产生的光的 LCD 面板，与具有大约 5％的最高效率的现有技术 LCD 面板形成显著的对比。

如图 7 和图 8 所示，背光照明结构中产生的非偏振光由具有 a 型偏振态和 b 型偏振态的光谱成分构成。仅处于 a 型偏振态的光谱成分透射穿过与背光照明板 2 相邻的后部宽带多层无损耗偏振片 4，而入射到后部宽带多层无损耗偏振片 4 上的处于 b 型偏振态的光谱成分被无能量损耗或无吸收地反射。从后部宽带多层无损耗偏振片 4 反射的光谱成分入射到准漫反射器 3 上，并经历偏振转化（从 a 型到 b 型，反之亦然）。此反射过程不依赖于波长。所具有的偏振从 b 型转变到 a 型的光谱成分现在透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4。随后，透射过该后部宽带多层无损耗偏振片的光入射到后部宽带薄片偏振片 40，在该薄片偏振片 40 中，由具有可见波段内的波长和 b 型偏振态的光谱成分构成的光被吸收，由具有所述可见波段内的波长和所述 a 型偏振态的光谱成分构成的光被透射。

如图 7 所示，当与“红色”、“绿色”和“蓝色”亚象素相关联的线性偏振方向旋转元件 5R、5G 和 5B 被驱动到去活状态时，透射光的光谱成分由于偏振态的垂直转化（从 a 型到 b 型，反之亦然）而被改变，并且作为对给定元件所被驱动到的去活状态的响应，产生“暗”亚象素水平。

如图 7 所示，当“红色”亚象素 8R 被驱动到它的“暗”状态时，背光照明发光中具有“红色”、“绿色”和“蓝色”波段（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 或 $\Delta\lambda_B$）内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4 和后部宽带薄片偏振片 40。于是，所述光谱成分透射穿过偏振方向旋转元件 5R，偏振态从 a 型变为 b 型。然后，转变后的具有 b 型偏振态的光谱成分从非吸收偏振滤色片 86R 反射。反射的具有 b 型偏振态的“红色”、“绿色”和“蓝色”光谱成分（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 和 $\Delta\lambda_B$）再次透射穿过偏振方向旋转元件 5R，偏振从 b 型变为 a 型。最后，转变后的具有 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，回到背光照明结构中供再循环。具

有 a 型偏振态的环境“白”光（见图 7 中箭头 25R）被前部宽带薄片偏振片 70 吸收。另一方面，具有 b 型偏振态的环境“白”光（见图 7 中箭头 35R）被前部宽带薄片偏振片 70 透射。然后，具有“红色”光谱成分的光部分透射穿过吸收性滤色片 90R，而具有“绿色”或“蓝色”光谱成分的光部分被所述滤色片吸收。接着，具有“红色”光谱成分的光透射穿过非吸收偏振滤色片 86R，偏振态从 b 型变为 a 型。于是，“红色”光谱成分（见箭头 45R）透射穿过偏振方向旋转元件 5R，偏振态从 a 型变为 b 型。随后，后部宽带薄片偏振片 40 吸收转变后的“红色”光谱成分（见箭头 55R）。

如图 7 所示，当“绿色”亚象素 8G 被驱动到它的“暗”状态时，背光照明发光中具有“红色”、“绿色”和“蓝色”波段（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 或 $\Delta\lambda_B$）内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4 和后部宽带薄片偏振片 40。于是，所述光谱成分透射穿过偏振方向旋转元件 5G，偏振态从 a 型变为 b 型。然后，转变后的具有 b 型偏振态的光谱成分从非吸收偏振滤色片 86G 反射。反射的具有 b 型偏振态的“红色”、“绿色”和“蓝色”光谱成分（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 和 $\Delta\lambda_B$）再次透射穿过偏振方向旋转元件 5G，偏振从 b 型变为 a 型。最后，转变后的具有 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，回到背光照明结构中供再循环。具有 a 型偏振态的环境“白”光（见图 7 中箭头 25G）被前部宽带薄片偏振片 70 吸收。另一方面，具有 b 型偏振态的环境“白”光（见图 7 中箭头 35G）从前部宽带薄片偏振片 70 透射。随后，具有“绿色”光谱成分的光部分透射穿过吸收性滤色片 90G，而具有“红色”或“蓝色”光谱成分的光部分被所述滤色片吸收。然后，具有“绿色”光谱成分的光透射穿过非吸收偏振滤色片 86G，偏振态从 b 型变为 a 型。于是，“绿色”光谱成分（见箭头 45G）透射穿过偏振方向旋转元件 5G，偏振态从 a 型变为 b 型。接着，后部宽带薄片偏振片 40 将转变后的“红色”光谱成分（见箭头 55G）吸收。

如图 7 所示，当“蓝色”亚象素 8B 被驱动到它的“暗”状态时，背光照明发光中具有“红色”、“绿色”和“蓝色”波段（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 和 $\Delta\lambda_B$）内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4 和后部宽带薄片偏振片 40。于是，所述光谱成分透射穿过

偏振方向旋转元件 5B，偏振态从 a 型变为 b 型。然后，转变后的具有 b 型偏振态的光谱成分从非吸收偏振滤色片 86B 反射。反射的具有 b 型偏振态的“红色”、“绿色”和“蓝色”光谱成分（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$和$\Delta\lambda_B$）再次透射穿过偏振方向旋转元件 5B，偏振态从 b 型变为 a 型。最后，转变后的具有 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，返回到背光照明结构中供再循环。具有 a 型偏振态的环境“白”光（见图 7 中箭头 25B）被前部宽带薄片偏振片 70 吸收。另一方面，具有 b 型偏振态的环境“白”光（见图 7 中箭头 35B）被前部宽带薄片偏振片 70 透射。随后，具有“蓝色”光谱成分的光部分透射穿过吸收性滤色片 90B，而具有“绿色”或“红色”光谱成分的光部分被所述滤色片吸收。接着，具有“蓝色”光谱成分的光透射穿过非吸收偏振滤色片 86B，偏振态从 b 型变为 a 型。于是，“蓝色”光谱成分（见箭头 45B）透射穿过偏振方向旋转元件 5B，偏振态从 a 型变为 b 型。然后，后部宽带薄片偏振片 40 将转变后的“红色”光谱成分（见箭头 55B）吸收。

如图 8 所示，当线性偏振旋转元件被驱动到它的激活状态时，所述元件在不引起偏振态的转变的情况下与波长无关地透射光谱成分，响应于给定元件所被驱动到的激活状态而产生“亮”亚象素水平。

如图 8 所示，当“红色”亚象素 8R 被驱动到“亮”状态时，背光照明发光中具有“红色”波段$\Delta\lambda_R$内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5R 而不改变偏振态，然后透射穿过非吸收偏振滤色片 86R 将偏振从 a 型变为 b 型，最后透射穿过“红色”吸收性滤色片 90R 以及前部宽带薄片偏振片 70。在此状态下，背光照明发光中具有“绿色”波段$\Delta\lambda_G$或“蓝色”波段$\Delta\lambda_B$内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5R，再被“红色”非吸收偏振滤色片 86R 反射，并再次透射穿过线性偏振方向旋转元件 5R、后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，返回背光照明结构供再循环。

如图 8 所示，当“绿色”亚象素 8G 被驱动到“亮”状态时，背光照明发光中具有“绿色”波段$\Delta\lambda_G$内的波长和 a 型偏振态的光谱成分

透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5G 而不改变偏振态，然后透射穿过非吸收偏振滤色片 86G 将偏振从 a 型变为 b 型，最后透射穿过“绿色”吸收性滤色片 90G 以及前部宽带薄片偏振片 70。在此状态下，背光照明发光中具有“红色”波段 $\Delta\lambda_R$ 或“蓝色”波段 $\Delta\lambda_B$ 内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5G，再被“绿”色非吸收偏振滤色片 86G 反射，并再次透射穿过线性偏振方向旋转元件 5G、后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，返回背光照明结构供再循环。

如图 8 所示，当“蓝色”亚象素 8B 被驱动到“亮”状态时，背光照明发光中具有“蓝色”波段 $\Delta\lambda_B$ 内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5B 而不改变偏振态，然后透射穿过非吸收偏振滤色片 86B 将偏振从 a 型变为 b 型，最后透射穿过“蓝色”吸收性滤色片 90B 以及前部宽带薄片偏振片 70。在此状态下，背光照明发光中具有“绿色”波段 $\Delta\lambda_G$ 或“红色”波段 $\Delta\lambda_R$ 内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5B，再被“蓝色”非吸收偏振滤色片 86B 反射，并再次透射穿过线性偏振方向旋转元件 5B、后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，返回背光照明结构供再循环。

图 9 示意性描绘了“品红色”非吸收偏振滤色片。该非吸收偏振滤色片包括位于后部宽带多层无损耗偏振片 76 和前部宽带多层无损耗偏振片 87 之间的彩色偏振旋转器（CPR）77。在图 9 所示的本发明的该实施方案中，后部宽带多层无损耗偏振片的透射轴 AB 与前部宽带多层无损耗偏振片的透射轴以及 CPR 的参考轴平行。在进一步的描述中将会用到以下的术语。具有平行于后部宽带多层无损耗偏振片的透射轴 AB 的电矢量的光的偏振态被称为 a 型偏振态。另一方面，具有垂直于后部宽带多层无损耗偏振片的透射轴 AB 的电矢量的光的偏振态被称为 b 型偏振态。

对于其光谱成分具有“红色”波段内的波长的非偏振入射光 79R，

具有b型偏振态的一部分该光80R从后部宽带多层无损耗偏振片反射，另一方面，具有a型偏振态的另一部分该光81R透射穿过该多层无损耗偏振片。然后，该光的透射部分不改变偏振态地透射穿过CPR，即82R，并以同样的a型偏振态穿过前部宽带多层无损耗偏振片，即83R。

对于其光谱成分具有“蓝色”波段内的波长的非偏振入射光79B，类似的推理同样适用。具有b型偏振态的一部分该光80B从后部宽带多层无损耗偏振平片反射，具有a型偏振态的另一部分该光81B透射穿过该后部宽带多层无损耗偏振片。然后，光的透射部分不改变偏振态地透射穿过CPR 77，即82B，并以同样的a型偏振态穿过前部宽带多层无损耗偏振片，即83B。因此，与前面的情况相似，入射的非偏振“蓝色”光几乎无损耗地由“品红色”非吸收偏振滤色片透射。

与前面的情况相反，其光谱成分具有“绿色”波段内的波长的非偏振入射光的一部分透射穿过非吸收偏振滤色片。“绿色”光中具有b型偏振态的部分80G从后部宽带多层无损耗偏振片反射，“绿色”光中具有a型偏振态的另一部分81G透射穿过该后部多层无损耗偏振片。于是，透射的光谱成分81G透射穿过CPR，偏振态从a型变为b型，即82G。然后，具有b型偏振态的所述光谱成分从前部宽带多层无损耗偏振片反射（见箭头83G）。于是，该光再次透射穿过CPR，偏振态从b型变为a型，即84G，并以同样的a型偏振态再次透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片，即85G。因此，非偏振“绿色”光中具有a型偏振态的部分不改变偏振态地从该非吸收偏振滤色片反射，另一方面，该光中具有b型偏振态的另一部分也从该非吸收偏振滤色片反射。

具有“红色”波段$\Delta\lambda_R$和“蓝色”波段$\Delta\lambda_B$内的波长的光谱成分在非吸收偏振滤色片的输出处互相混合，产生具有a型偏振态的“青色”光（见箭头88）。

在图9中所示的一个实施方案中，非吸收偏振过滤片仅由无色双折射晶体膜制成。因此，后部宽带多层无损耗偏振片、前部宽带多层无损耗偏振片和CPR没有能量损失或吸收地透射或反射光的光谱成分。

如图10和图11所示，背光照明结构中产生的非偏振光由具有a型偏振态和b型偏振态的光谱成分组成。仅处于a型偏振态的光谱成分透射穿过与背光照明板2相邻的后部宽带多层无损耗偏振片4，而

入射到后部宽带多层无损耗偏振片 4 上的处于 b 型偏振态的光谱成分无能量损耗或吸收地被反射。从后部宽带多层无损耗偏振片 4 反射的光谱成分入射到准漫反射器 3，并经历偏振转化（从 a 型到 b 型，反之亦然）。这个反射过程不依赖于波长。所具有的偏振从 b 型转变到 a 型的光谱成分现在透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4。然后，透射过该后部宽带多层无损耗偏振片的光入射到后部宽带薄片偏振片 40 上，在后部宽带薄片偏振片 40 处，由具有可见波段内的波长和 b 型偏振态的光谱成分构成的光被吸收，由具有所述可见波段内的波长和所述 a 型偏振态的光谱成分构成的光被透射。

如图 10 所示，当与“青色”、“品红色”以及“黄色”亚象素（8C、8M 和 8Y）相关联的线性偏振方向旋转元件 5C、5M 和 5Y 被驱动到去活状态时，透射光的光谱成分由于偏振态的垂直转换（从 a 型到 b 型，反之亦然）被改变，并且作为对给定元件所被驱动到的去活状态的响应， 产生“暗”亚象素水平。

如图 10 所示，当“青色”亚象素 8C 被驱动到其“暗”状态时，背光照明发光中具有“红色”、“绿色”和“蓝色”波段（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 或 $\Delta\lambda_B$）内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4 和后部宽带薄片偏振片 40。于是，所述光谱成分透射穿过偏振方向旋转元件 5C，偏振态从 a 型变为 b 型。然后，转变后的具有 b 型偏振态的光谱成分从非吸收偏振滤色片 86C 反射。反射的具有 b 型偏振态的“红色”、“绿色”和“蓝色”光谱成分（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 和 $\Delta\lambda_B$）再次透射穿过偏振方向旋转元件 5C，偏振从 b 型变为 a 型。最后，转变后的具有 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，返回到背光照明结构供再循环。具有 b 型偏振态的环境“白”光（见图 10 中箭头 25C）被前部宽带薄片偏振片 70 吸收。另一方面，具有 a 型偏振态的环境“白”光（见图 10 中箭头 35C）透射穿过前部宽带薄片偏振片 70。然后，具有“青色”光谱成分的光部分透射穿过吸收性滤色片 90C，而具有“红色”光谱成分的光部分被所述滤色片吸收。随后，具有“青色”光谱成分的光不改变偏振态地透射穿过非吸收偏振滤色片 86C。于是，该“青色”光谱成分（见箭头 45C）透射穿过偏振方向旋转元件 5R，偏振态从 a 型变为 b 型。然后，所述后部宽带薄片偏振片 40 将转变后的“青色”

光谱成分（见箭头 55C）吸收。

如图 10 所示，当“品红色”亚象素 8M 被驱动到其“暗”状态时，背光照明发光中具有“红色”、“绿色”和“蓝色”波段（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 或 $\Delta\lambda_B$）内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4 以及后部宽带薄片偏振片 40。于是，所述光谱成分透射穿过偏振方向旋转元件 5M，偏振态从 a 型变为 b 型。然后，转变后的具有 b 型偏振态的光谱成分从非吸收偏振滤色片 86M 反射。反射的具有 b 型偏振态的“红色”、“绿色”和“蓝色”光谱成分（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 和 $\Delta\lambda_B$）再次透射穿过偏振方向旋转元件 5M，偏振从 b 型变为 a 型。最后，转变后的具有 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，返回到背光照明结构供再循环。具有 b 型偏振态的环境“白”光（见图 10 中箭头 25M）被前部宽带薄片偏振片 70 吸收。另一方面，具有 a 型偏振态的环境“白”光（见图 10 中箭头 35M）被前部宽带薄片偏振片 70 透射。然后，具有“品红色”光谱成分的光部分透射穿过吸收性滤色片 90M，而具有“绿色”光谱成分的光部分被所述滤色片吸收。随后，具有“品红色”光谱成分的光不改变偏振态地透射穿过非吸收偏振滤色片 86M。于是，该“品红色”光谱成分（见箭头 45M）透射穿过偏振方向旋转元件 5M，偏振态由 a 型变为 b 型。然后，后部宽带薄片偏振片 40 将转变后的“品红色”光谱成分（见箭头 55M）吸收。

如图 10 所示，当“黄色”亚象素 8Y 被驱动到其“暗”状态时，背光照明发光中具有“红色”、“绿色”和“蓝色”波段（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 或 $\Delta\lambda_B$）内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4 以及后部宽带薄片偏振片 40。于是，所述光谱成分透射穿过偏振方向旋转元件 5Y，偏振态由 a 型变为 b 型。然后，转变后的具有 b 型偏振态的光谱成分无吸收地从非吸收偏振滤色片 86Y 反射。反射的具有 b 型偏振态的“红色”、“绿色”和“蓝色”光谱成分（$\Delta\lambda_R$，$\Delta\lambda_G$ 和 $\Delta\lambda_B$）再次透射穿过偏振方向旋转元件 5Y，偏振由 b 型变为 a 型。最后，转变后的具有 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，返回到背光照明结构供再循环。具有 b 型偏振态的环境“白”光（见图 10 中箭头 25Y）被前部宽带薄片偏振片 70 吸收。另一方面，具有 a 型偏振态的环境“白”

光（见图 10 中箭头 35Y）被前部宽带薄片偏振片 70 透射。然后，具有“黄色”光谱成分的光部分透射穿过吸收性滤色片 90Y，而具有“蓝色”光谱成分的光部分被所述滤色片吸收。随后，具有“黄色”光谱成分的光不改变偏振态地透射穿过非吸收偏振滤色片 86Y。于是，所述“黄色”光谱成分（见箭头 45Y）透射穿过偏振方向旋转元件 5Y，偏振态由 a 型变为 b 型。然后，后部宽带薄片偏振片 40 将转变后的“黄色”光谱成分（见箭头 55Y）吸收。

如图 11 所示，当线性偏振旋转元件被驱动到激活状态时，所述元件不依赖于波长地透射光谱成分且不引起偏振态的转变，响应于给定元件所被驱动到的激活状态而产生“亮”亚象素水平。

如图 11 所示，当“青色”亚象素 8C 被驱动到“亮”状态时，背光照明发光中具有“绿色”波段 $\Delta\lambda_R$ 或“蓝色”波段 $\Delta\lambda_B$ 内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5C 而不改变偏振态，然后透射穿过非吸收偏振滤色片 86C 而不改变偏振，最后透射穿过“青色”吸收性滤色片 90C 以及前部宽带薄片偏振片 70。在此状态下，背光照明发光中具有“红色”波段 $\Delta\lambda_R$ 内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5C，再被“青色”非吸收偏振滤色片 86C 反射，并再次透射穿过线性偏振方向旋转元件 5C、后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，返回到背光照明结构供再循环。

如图 11 所示，当“品红色”亚象素 8M 被驱动到“亮”状态时，背光照明发光中具有“红色”波段 $\Delta\lambda_R$ 或“蓝色”波段 $\Delta\lambda_B$ 内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5M 而不改变偏振态，然后透射穿过非吸收偏振滤色片 86M 而不改变偏振，最后透射穿过“品红色”吸收性滤色片 90M 以及前部宽带薄片偏振片 70。在此状态下，背光照明发光中具有“绿色”波段 $\Delta\lambda_G$ 内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5M，再被“品红色”非吸收偏振滤色片 86M 反射，并再次透射穿过线性偏振方向旋转元件 5M、后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，返回到背光照明结构供再循环。

如图 11 所示，当“黄色”亚象素 8Y 被驱动到“亮”状态时，背光照明发光中具有“红色”波段 $\Delta\lambda_R$ 或“绿色”波段 $\Delta\lambda_G$ 内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5Y 而不改变偏振态，然后透射穿过非吸收偏振滤色片 86Y 而不改变偏振，再透射穿过“黄色”吸收性滤色片 90Y 以及前部宽带薄片偏振片 70。在此状态下，背光照明发光中具有“蓝色”波段 $\Delta\lambda_B$ 内的波长和 a 型偏振态的光谱成分透射穿过后部宽带多层无损耗偏振片 4、后部宽带薄片偏振片 40、线性偏振方向旋转元件 5Y，再被“黄色”非吸收偏振滤色片 86Y 反射，并再次透射穿过线性偏振方向旋转元件 5Y、后部宽带薄片偏振片 40 和后部宽带多层无损耗偏振片 4，返回到背光照明结构供再循环。

示例性实施方案描述

所公开的发明的一个优选实施方案为一种非吸收偏振滤色片，包括以下元件：后部宽带多层无损耗偏振片、前部宽带多层无损耗偏振片、和彩色偏振旋转器。后部宽带多层无损耗偏振片具有预定义取向的透射轴 AB。前部宽带多层无损耗偏振片具有一个前表面和一个与所述后部宽带多层无损耗偏振片相对的后表面。所述前部宽带多层无损耗偏振片与后部宽带多层无损耗偏振片近似平行放置，并具有与透射轴 AB 近似平行或近似垂直的透射轴。彩色偏振旋转器位于前部宽带多层无损耗偏振片和后部宽带多层无损耗偏振片之间，并近似与所述偏振片平行。所述彩色偏振旋转器包括一叠双折射薄膜，这些膜的 c 轴取向相对于透射轴 AB 的取向按照摇摆角度 α 进行正负交替变化。选择双折射薄膜的数量、摇摆角度 α、厚度和光学各向异性，使得非吸收偏振滤色片透射具有近似平行于透射轴 AB 的偏振态的预定色光，反射具有垂直于透射轴 AB 的偏振态的所述预定色光，并反射其他预定颜色的非偏振光。

在所公开的发明的一个变体中，非吸收偏振滤色片还包括一个透明基质。在本发明的该变体中，所述非吸收偏振滤色片可包括以下的元件序列：基质、后部宽带多层无损耗偏振片、彩色偏振旋转器和前部宽带多层无损耗偏振片。在该非吸收偏振滤色片的另一个实施方案中，所述基质位于后部宽带多层无损耗偏振片和彩色偏振旋转器之间。

在该非吸收偏振滤色片的又一个变体中，所述基质位于彩色偏振旋转器和前部宽带多层无损耗偏振片之间。在本发明的另一个变体中，非吸收偏振滤色片包括以下的元件序列：后部宽带多层无损耗偏振片、彩色偏振旋转器、前部宽带多层无损耗偏振片以及基质。

在非吸收偏振滤色片的一个实施方案中，所述后部宽带多层无损耗偏振片包括一叠双折射膜和各向同性膜的交替层。在非吸收偏振滤色片的另一个实施方案中，至少一个各向同性膜包括由具有不同折射率的材料制成的至少两层。在非吸收偏振滤色片的又一个实施方案中，所述后部宽带多层无损耗偏振片是宽带干涉偏振片，选择所述宽带干涉偏振片所具有的双折射薄膜和各向同性膜的数目、厚度和光学各向异性，以提供宽的可见光波段内近似平行于所述透射轴 AB 偏振的透射光的干涉极值、和宽的可见光波段内近似垂直于所述透射轴 AB 偏振的反射光的干涉极值。

在非吸收偏振滤色片的一种可能的变体中，所述前部宽带多层无损耗偏振片包括一叠双折射膜和各向同性膜的交替层。在非吸收偏振滤色片的另一种可能的变体中，至少一个各向同性膜包括由具有不同折射率的材料制成的至少两层。在非吸收偏振滤色片的又一种可能的变体中，所述前部宽带多层无损耗偏振片是宽带干涉偏振片，选择所述宽带干涉偏振片所具有的双折射薄膜的和各向同性膜的数目、厚度和光学各向异性，以提供宽的可见光波段内近似平行于所述透射轴 AB 偏振的透射光的干涉极值、和宽的可见光波段内近似垂直于所述透射轴 AB 偏振的反射光的干涉极值。

在所公开的发明的一个变体中，非吸收偏振滤色片还包括透射预定色光并位于前部宽带多层无损耗偏振片的前表面上的至少一个吸收性常规滤色片。

在所公开的发明的另一个变体中，非吸收偏振滤色片还包括位于吸收性滤色片上的至少一个前部宽带薄片偏振片。所述薄片偏振片的透射轴近似平行于前部宽带多层无损耗偏振片的透射轴。

至少一个双折射膜可由级联结晶法制得，并且其特征在于具有沿一个光学轴方向的 3.4 ± 0.3 Å 分子间间距的全局有序双轴晶体结构。所述双折射膜在可见光的波长范围内是透明的，并由棒状超分子构成，该棒状超分子代表具有共轭 π 体系和离子基团的至少一种多环有机化

合物。

在所公开的非吸收偏振滤色片的一种可能的变体中，至少一个透明双折射薄膜具有低于 400nm 的基本吸收限。在所公开的非吸收偏振滤色片的另一种可能的变体中，至少一个透明双折射薄膜具有不小于 0.98 的透射系数。在所公开的非吸收偏振滤色片的又一种可能的变体中，至少一个透明双折射薄膜在可见光的波长范围内是一致透明的。

在另一种实施方案中，本发明提供了一种非吸收偏振滤色片，其中至少一个光学各向异性层是用二价和/或三价金属离子处理过的。在另一种非吸收偏振滤色片中，至少一种有机化合物材料的分子包括杂环。在所公开的发明的一种变体中，非吸收偏振滤色片包括由基于至少一种二向色性染料的溶致液晶制成的至少一个光学各向异性层。

在另一种优选的实施方案中，本发明提供一种液晶显示器，包括液晶单元和非吸收偏振滤色片。所述非吸收偏振滤色片包括以下元件：后部宽带多层无损耗偏振片、前部宽带多层无损耗偏振片以及彩色偏振旋转器。所述后部宽带多层无损耗偏振片具有预定义取向的透射轴 AB。所述前部宽带多层无损耗偏振片具有一个前表面和一个面对所述后部宽带多层无损耗偏振片的后表面。所述前部宽带多层无损耗偏振片与后部宽带多层无损耗偏振片近似平行放置，并具有近似平行于或近似垂直于透射轴 AB 的透射轴。所述彩色偏振旋转器位于前部宽带多层无损耗偏振片和后部宽带多层无损耗偏振片之间，近似与所述偏振片平行。所述彩色偏振旋转器包括一叠双折射薄膜，这些膜的 c 轴取向相对于透射轴 AB 的取向按照摇摆角度 α 进行正负交替变化。选择双折射薄膜的数量、摇摆角度 α、厚度和光学各向异性，使得非吸收偏振滤色片透射具有近似平行于透射轴 AB 的偏振态的预定色光，反射具有垂直于透射轴 AB 的偏振态的所述预定色光，并反射其他预定颜色的非偏振光。

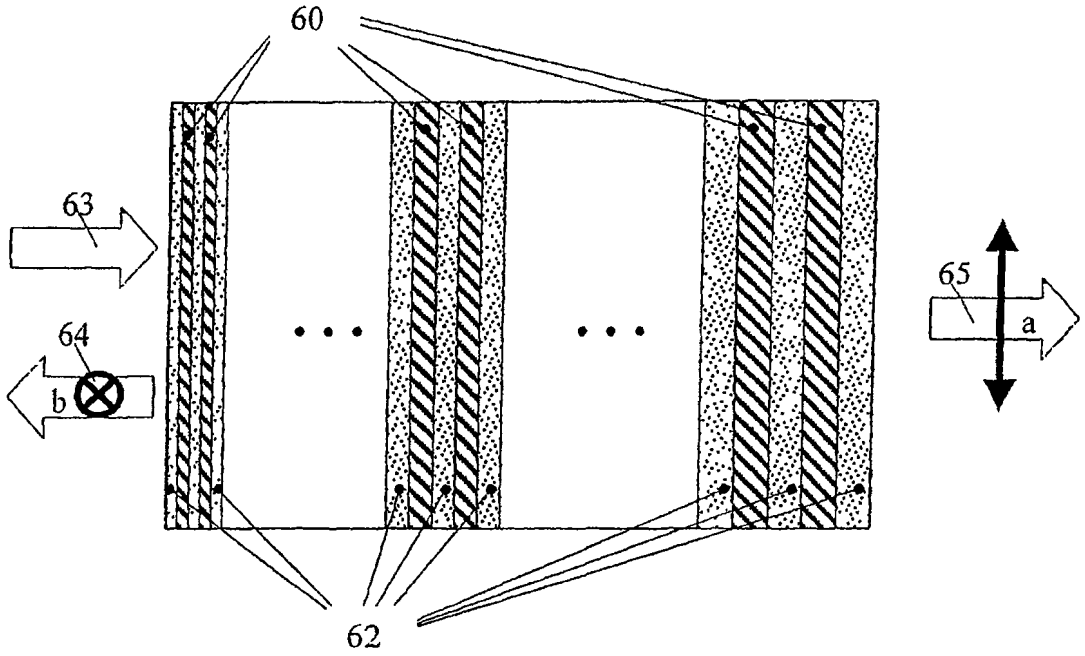


图 1

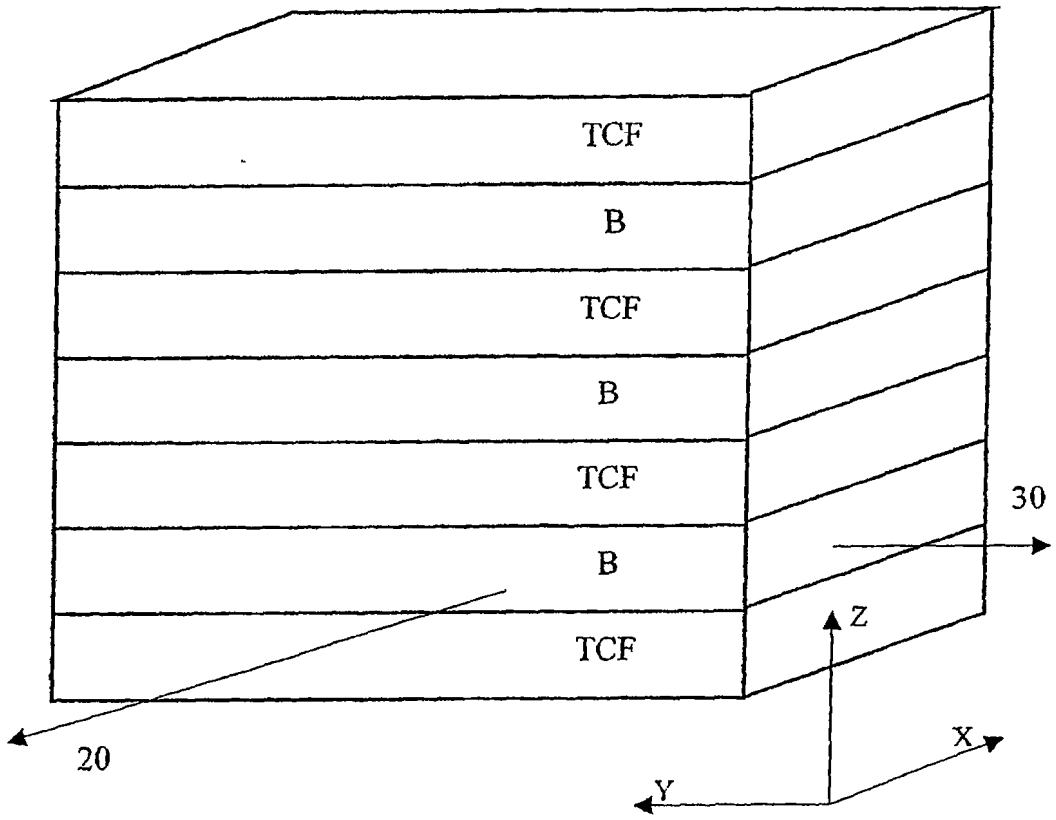


图 2

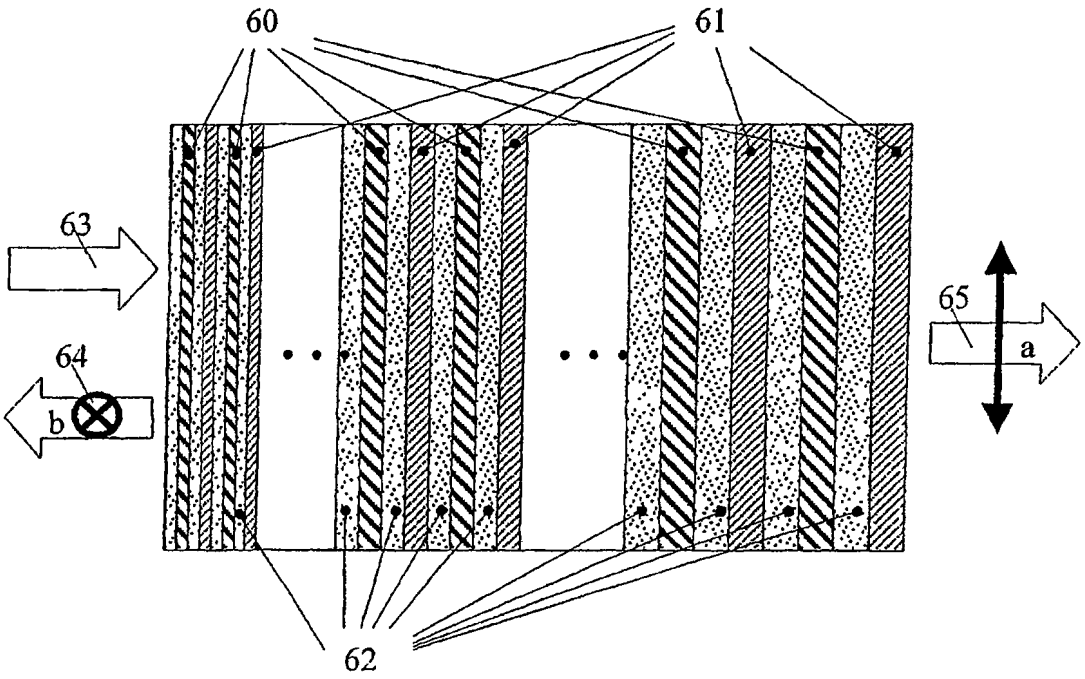


图 3

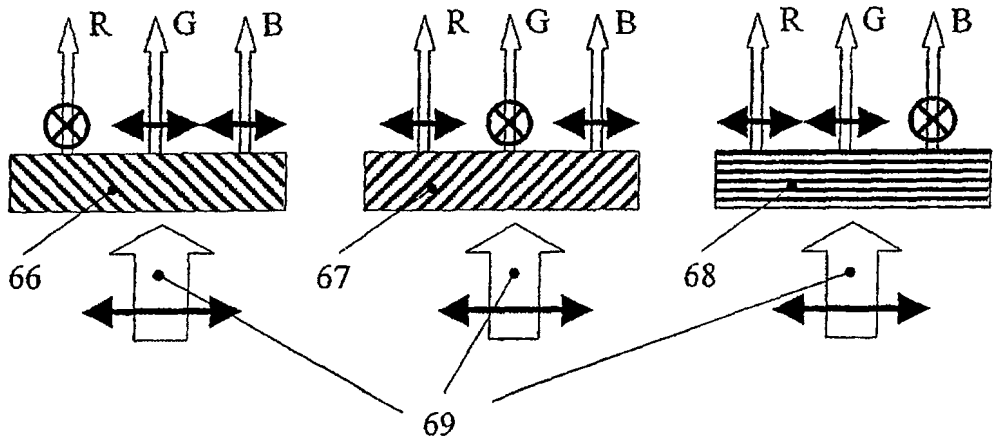


图 4

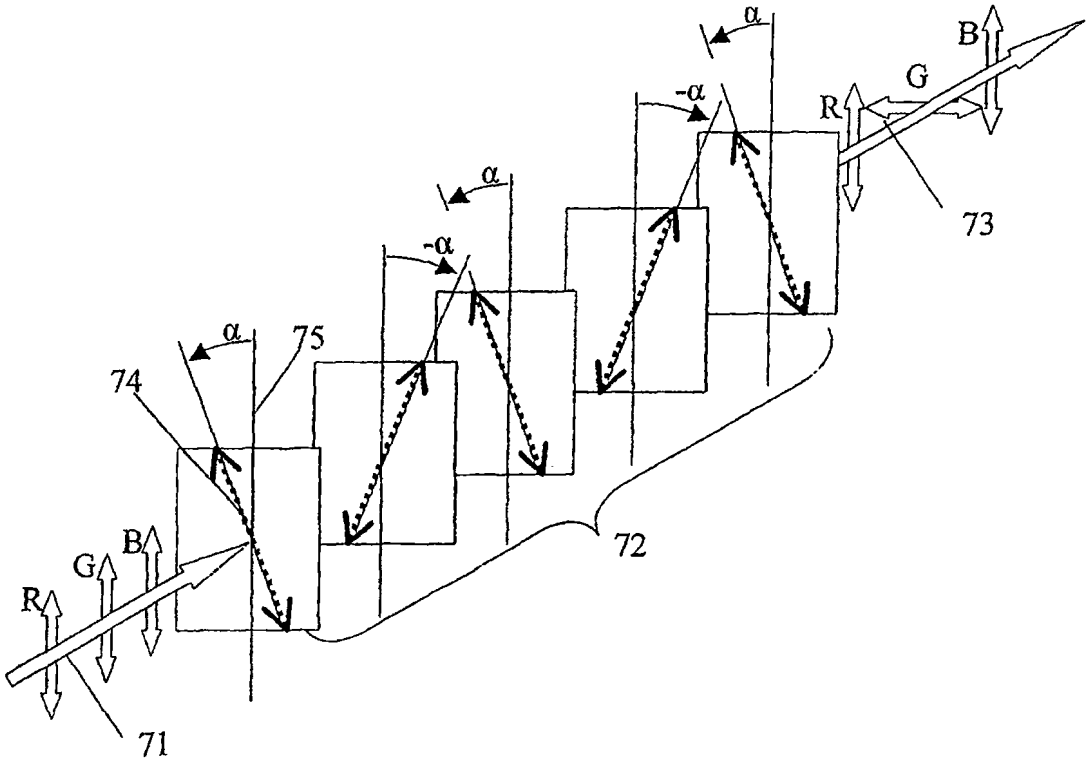


图 5

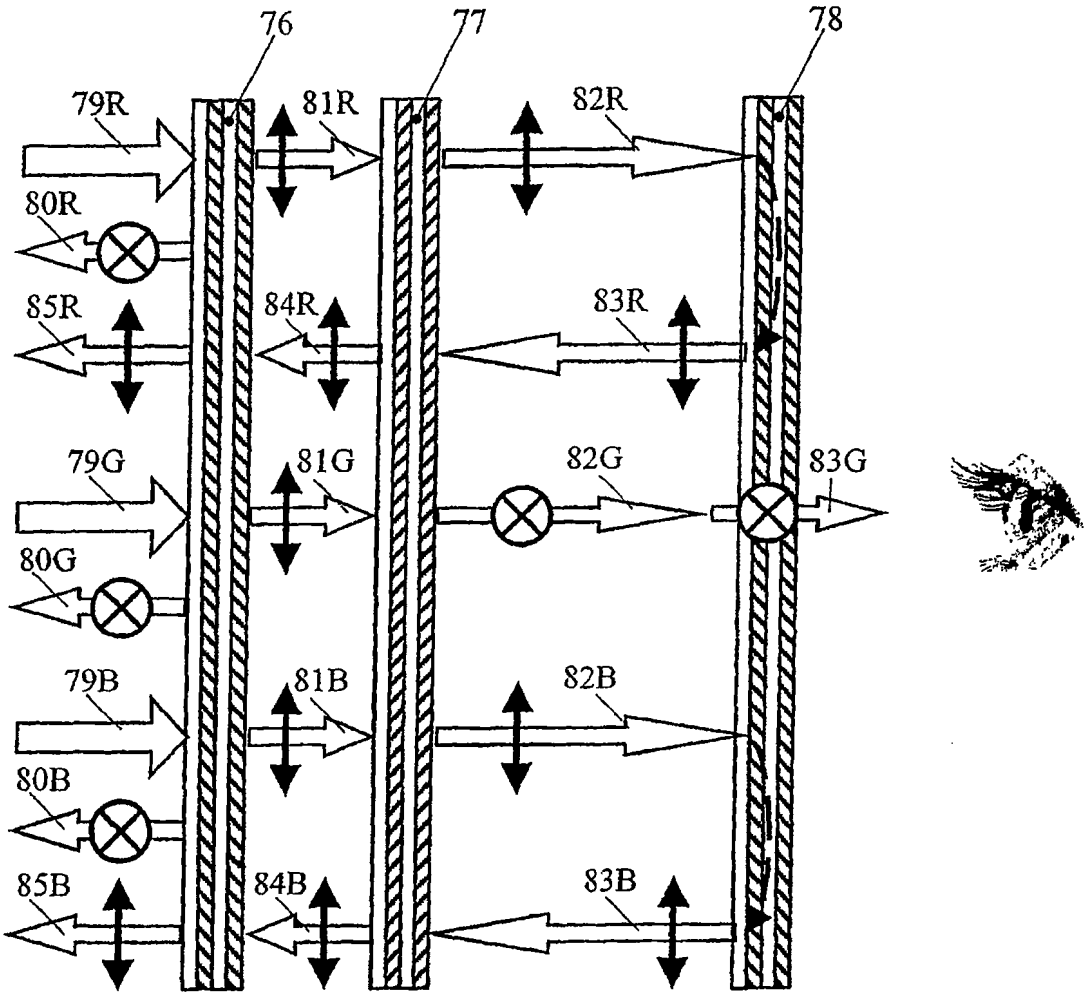

76
77
78
79R
81R
82R
80R
85R
84R
83R
79G
81G
82G
83G
80G
79B
81B
82B
80B
85B
84B
83B

图 6

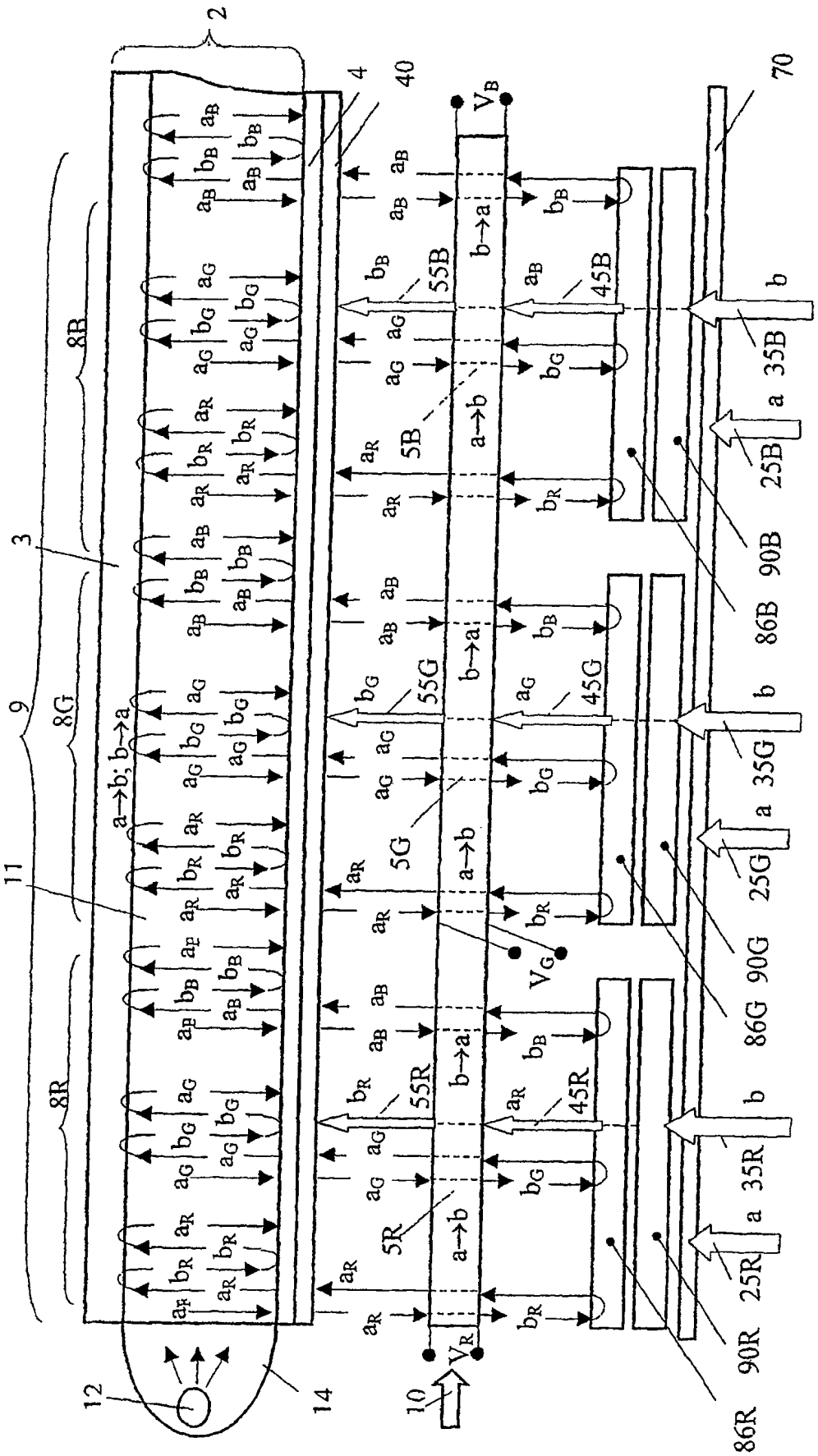

2
4
40
70
8R
8G
8R
3
9
11
a→b; b→a
12
14
10
5R
5G
5B
55R
55G
55B
45R
45G
45B
25R
25G
25B
35R
35G
35B
90R
90G
90B
86R
86G
86B
a→b
b→a
V_R
V_G
V_B

图 7

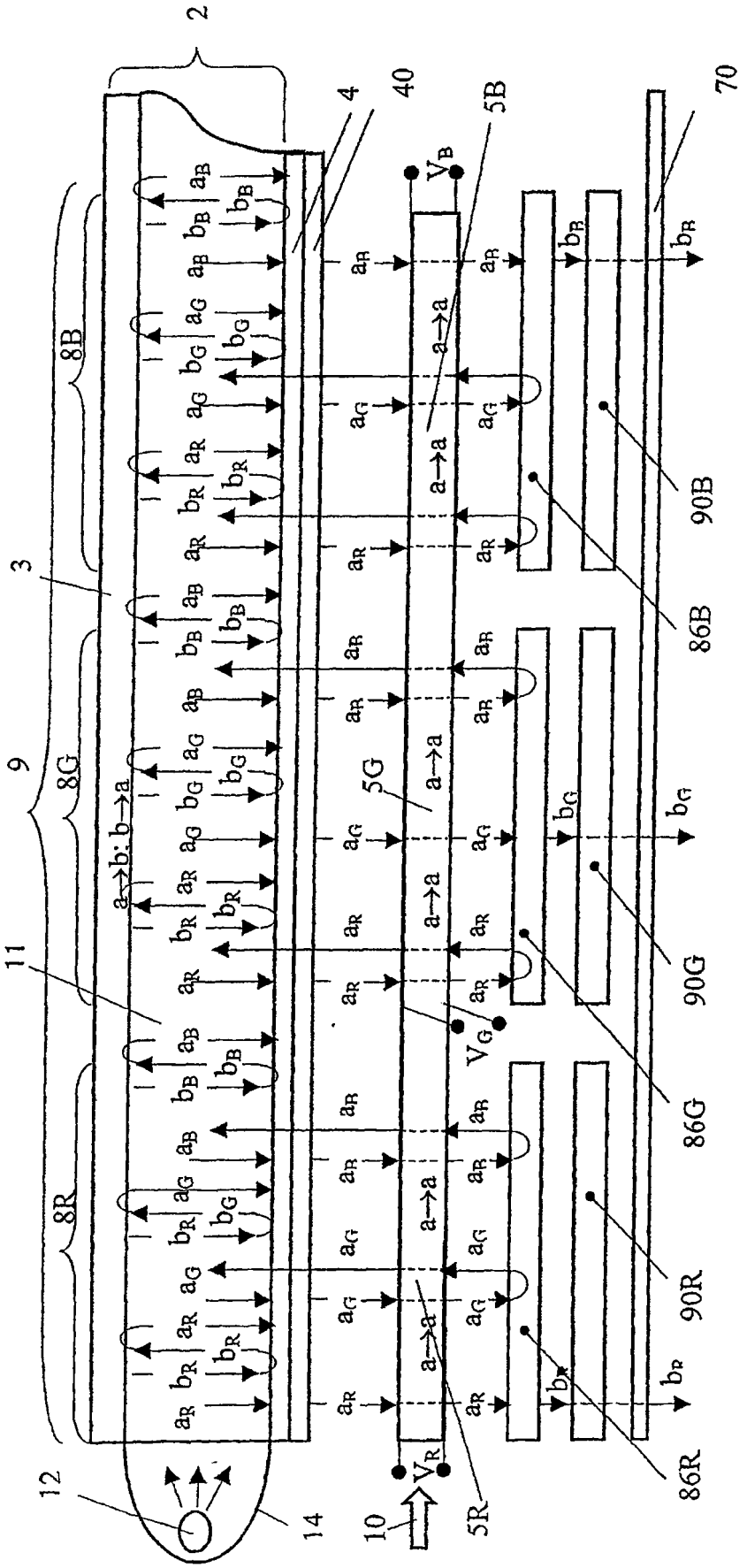

2
4
40
5B
70
8B
3
9
8G
11
8R
12
14
10
5R
5G
86B
90B
86G
90G
86R
90R
a→a
a→b; b→a

图 8

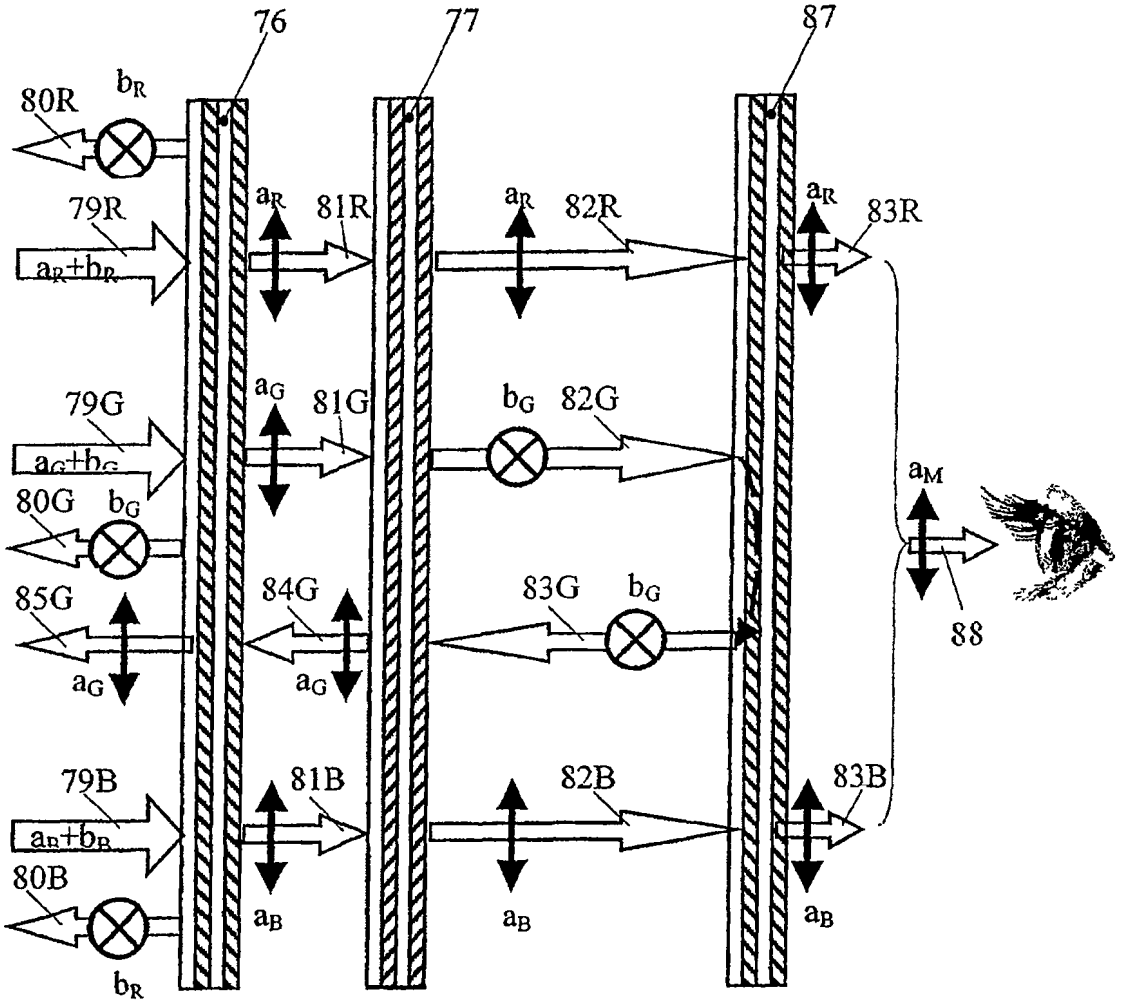

76
77
87
80R
b_R
79R
a_R+b_R
a_R
81R
a_R
82R
a_R
83R
79G
a_G+b_G
a_G
81G
b_G
82G
80G
b_G
a_M
85G
a_G
84G
a_G
83G
b_G
88
79B
a_B+b_B
81B
82B
83B
80B
b_R
a_B
a_B
a_B

图 9

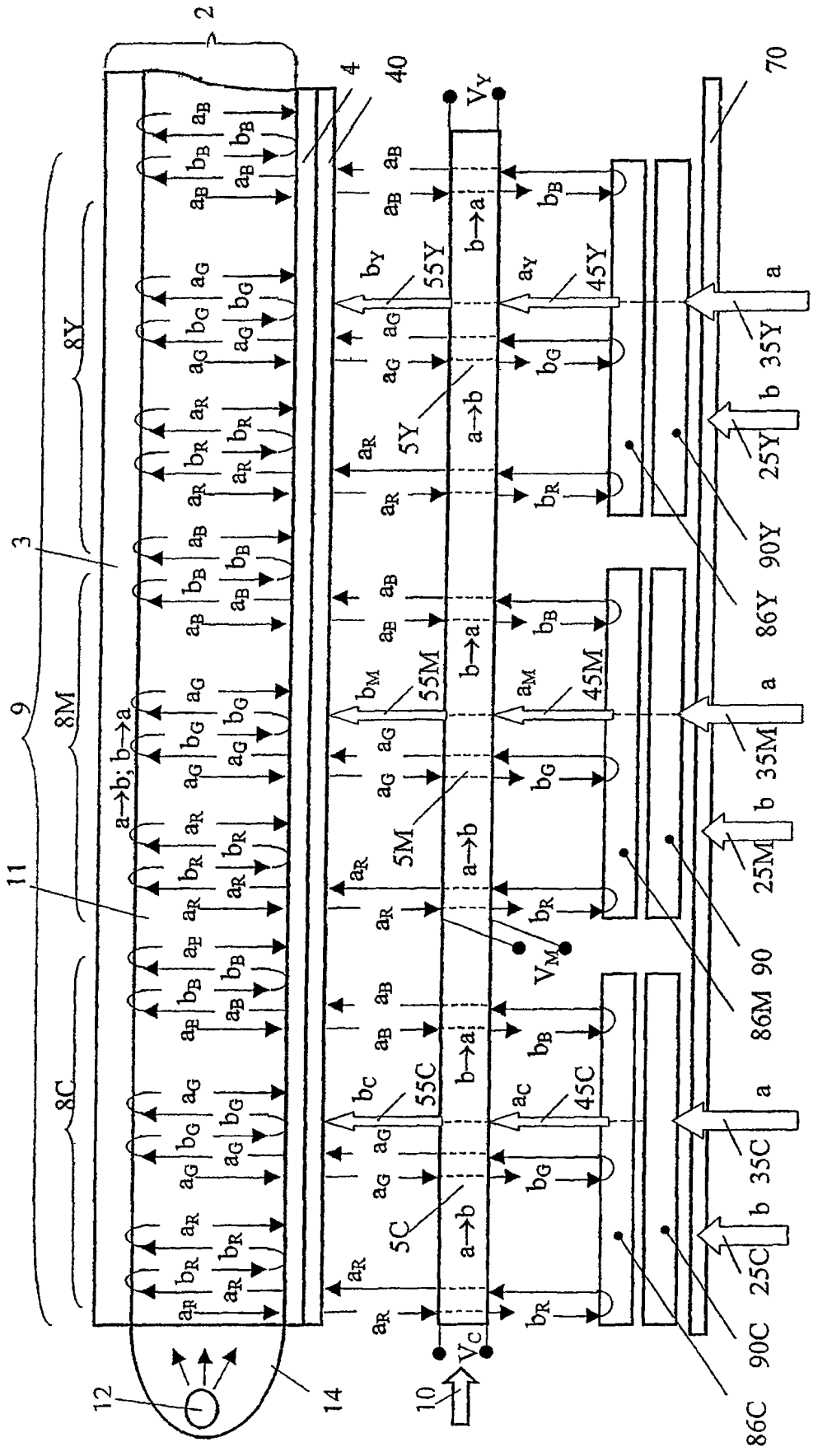

2
4
40
70
3
9
8Y
8M
8C
11
12
14
10
V_Y
V_M
V_C
a→b; b→a
a→b
b→a
5Y
5M
5C
55Y
55M
55C
45Y
45M
45C
25Y
25M
25C
35Y
35M
35C
90Y
90
90C
86Y
86M
86C
a
b

图 10

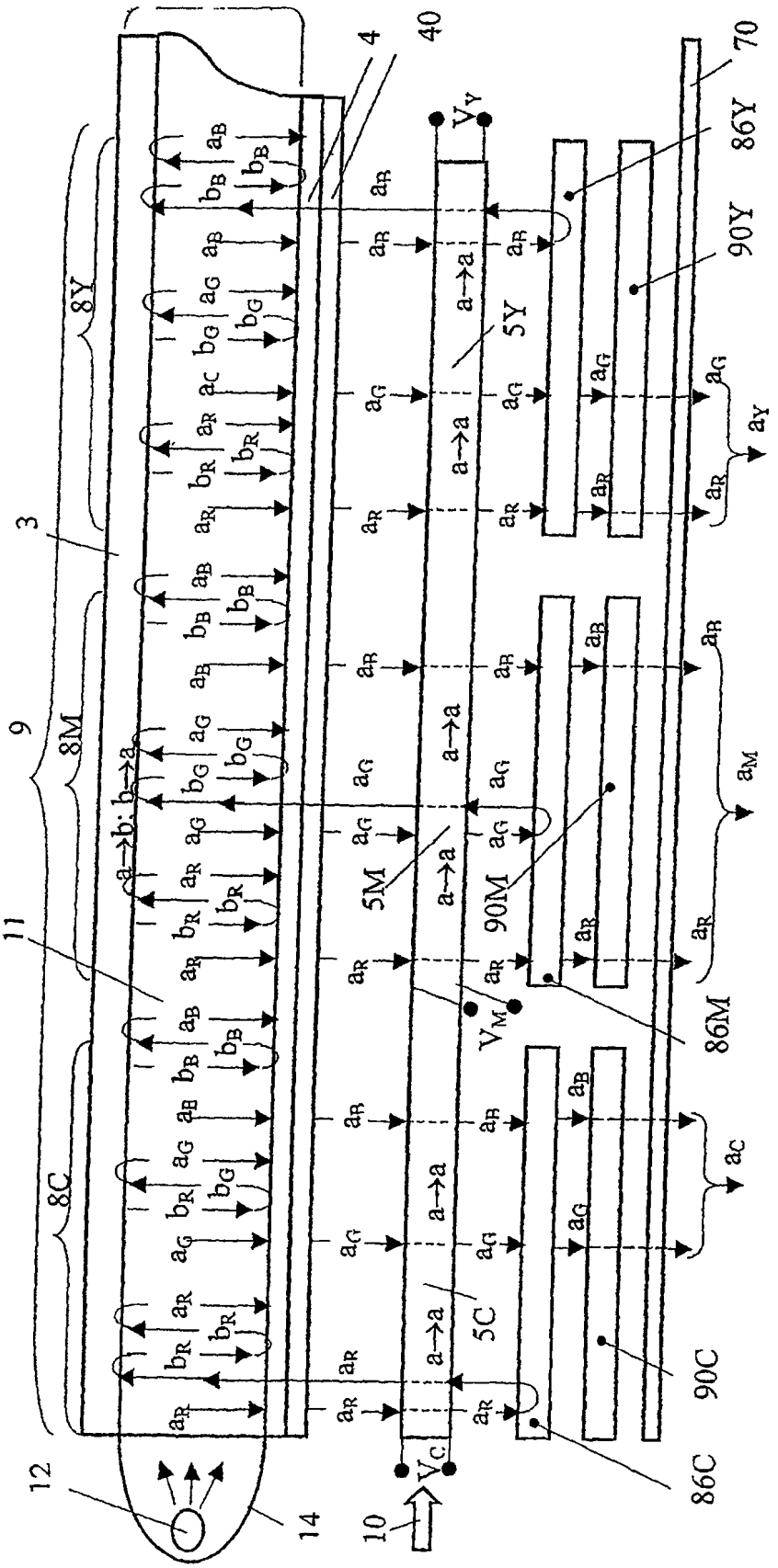
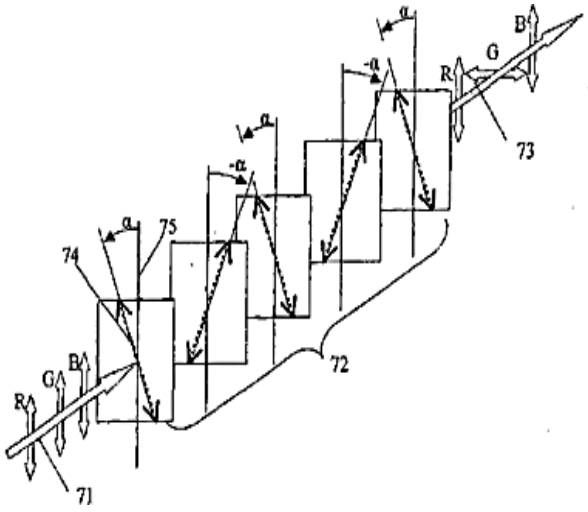


图 11

专利名称(译)	非吸收偏振滤色片和包括该滤色片的液晶显示器		
公开(公告)号	CN100412663C	公开(公告)日	2008-08-20
申请号	CN200580011407.3	申请日	2005-04-12
[标]申请(专利权)人(译)	日东电工株式会社		
申请(专利权)人(译)	日东电工株式会社		
当前申请(专利权)人(译)	日东电工株式会社		
[标]发明人	P拉扎列夫 MV波克施托 LD西尔弗斯坦 P耶		
发明人	P·拉扎列夫 M·V·波克施托 L·D·西尔弗斯坦 P·耶		
IPC分类号	G02F1/1347 G02B5/30		
代理人(译)	杨勇		
审查员(译)	刘军		
优先权	60/562916 2004-04-15 US 11/102196 2005-04-07 US		
其他公开文献	CN1942818A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明涉及滤色片领域，特别涉及非吸收偏振滤色片以及采用非吸收偏振滤色片并在相邻亚象素中采用光再循环的、具有改进的图像对比度的高亮度彩色液晶显示器面板。所公开的发明描述了一种非吸收偏振滤色片，包括以下元件：后部宽带多层无损耗偏振片、前部宽带多层无损耗偏振片以及彩色偏振旋转器。该后部宽带多层无损耗偏振片具有预定义取向的透射轴AB。所述前部宽带多层无损耗偏振片与后部宽带多层无损耗偏振片近似平行放置，并具有与透射轴AB近似平行或近似垂直的透射轴。彩色偏振旋转器位于前部宽带多层无损耗偏振片和后部宽带多层无损耗偏振片之间。所述彩色偏振旋转器包括一叠双折射薄膜，这些膜的c轴取向相对于透射轴AB的取向按照摇摆角度α进行正负交替变化。选择双折射薄膜的数量、摇摆角度α、厚度和光学各向异性，使得非吸收偏振滤色片透射具有近似平行于透射轴AB的偏振态的预定色光，反射具有垂直于透射轴AB的偏振态的所述预定色光，并反射其他预定颜色的非偏振光。