



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 95194044.9

[43]公开日 1997 年 6 月 18 日

[11] 公开号 CN 1152358A

[22]申请日 95.5.22

[30]优先权

[32]94.5.31 [33]EP[31]94201538.9

[86]国际申请 PCT/IB95/00393 95.5.22

[87]国际公布 WO95/33224 英 95.12.7

[85]进入国家阶段日期 97.1.9

[71]申请人 飞利浦电子有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

[72]发明人 J·H·M·尼译

A·H·伯格曼

[74]专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

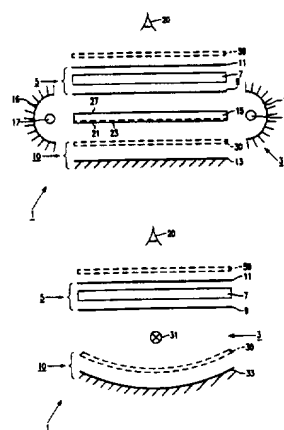
代理人 董巍 王岳

权利要求书 2 页 说明书 13 页 附图页数 4 页

[54]发明名称 具有散射显示板的显示装置

[57]摘要

显示装置(1)包括具有用于提供辐射束的辐射源(17, 31, 35)的照明系统(3)。显示装置(1)还包括散射显示板(5)。该板(5)由能够在辐射束的一个透明的偏振保持状态与一个散射消偏振状态之间切换的光学有源散射介质(7)。介质(7)被提供在具有第一偏振状态的第一偏振器(9)和具有互补的第二偏振状态的第二偏振器(11)之间。至少第一偏振器(9)是反射偏振器, 且在第一偏振器(9)背离显示板(5)的一侧上设置有偏振转换装置(10)。



权 利 要 求 书

- 1.一种显示装置,包括具有用于提供辐射束的辐射源的照明系统以及至少一个散射显示板,该散射显示板包括:光学有源散射介质,它能够在辐射束的一个透明的偏振保持状态与一个散射消偏振状态之间切换;具有第一偏振效果的第一偏振器;以及具有互补的第二偏振效果的第二偏振器,所述偏振器包围介质,其特征在于至少第一偏振器是反射偏振器且在于在第一偏振器背离显示板的一侧设置有偏振转换装置。
- 2.根据权利要求1的显示装置,其特征在于两个互补偏振器是反射偏振器。
- 3.根据权利要求1或2的显示装置,其特征在于反射偏振器是胆甾醇滤光器且在于偏振转换装置包括一个反射器。
- 4.根据权利要求3的显示装置,其特征在于胆甾醇滤光器包括多个液晶材料层,各个层对于不同的波长带是有源的,所述波长带共同覆盖了可见波长范围。
- 5.根据权利要求3的显示装置,其特征在于胆甾醇滤光器包括单个的液晶聚合材料层,在该层中分子螺旋的节距在两个值之间变化,而这两个值分别对应于覆盖整个可见波长范围所需的反射波带的下限和上限。
- 6.根据权利要求5的显示装置,其特征在于散射介质由包围在两个光学透明板之间的液晶层构成,且在于胆甾醇滤光器构成了一个三维网状物和适合于直接提供在板上的一个自支撑膜。
- 7.根据权利要求3的显示装置,其特征在于胆甾醇滤光器的至少多个胆甾醇滤光器包括液晶聚合物—其中分子螺旋的节距是变化的,各个层在不同的波长带中是有源的。
- 8.根据权利要求1或2的显示装置,其特征在于反射偏振器是反射线偏振器且在于偏振转换装置由一个反射器和设置在第一偏振器与该反射器之间的一个 $\lambda/4$ 波片构成。
- 9.根据前述权利要求中任何一项的显示装置,其特征在于光学有源散射介质包括可聚合液晶。
- 10.根据前述权利要求中任何一项的显示装置,其特征在于在显示板背离照明系统的一侧上设置有一个延迟板。
- 11.一种显示板,包括光学有源散射层、能够在一个透明状态和一个散射状态之间切换的散射介质、以及包围该介质并具有互补的偏振状态的两个

偏振器，其特征在于两个偏振器中的至少一个是根据权利要求 1 至 10 中与这种偏振器有关的一或多项特征的反射偏振器。

说明书

具有散射显示板的显示装置

5 本发明涉及一种显示装置，该装置包括一个具有提供辐射束的辐射源的照明系统，以及至少一个散射显示板。该散射显示板包括在对辐射束的透明、偏振保持状态与散射、消偏振状态之间切换的光学有源散射介质，以及一个具有第一偏振效果的第一偏振器和具有第二互补偏振效果的第二偏振器，所述偏振器封装有介质。

10 本发明还涉及散射显示板。

所考虑的显示装置可以被分成两种类型，即图像影装置和平板显示装置。

图像投影装置是这样的装置，即其中借助显示板一例如散射板所产生的图像，借助投影透镜系统而以较大的距离和放大的形式成像在一个投影屏幕上。这种装置的照明系统包括例如辐射源和光束会聚光学系统。

15 在平板显示装置中，也由显示板产生一个图像。该装置沿着与显示板相交的方向的尺寸较小，比图像投影装置的尺寸小得多。在平板显示装置中，观众直接观看显示板，因而该装置也可以被称为直接观看装置。所用的照明系统可以是例如辐射源和光学透明板（例如用作波导的 PMMA）的组装件，而辐射源以该波导的周边照明系统的形式形成，例如在美国专利第 4, 985, 809 号中描述的。该照明系统也可以是已知的黑光照明系统。

20 该显示装置可以是例如视频显示装置或计算机系统的监视器，或者是仪器面板的显示装置。

在其中显示板包括 TN LCD 板的显示装置中，只在有限的视角内能够实现可接受的对比度。通过采用散射显示板，可以增大该视角。由于增大视角会影响对比度，散射显示板被设置在具有完全偏振状态的吸收偏振器之间。这种显示板可以从例如 H.Yoshida 等人在 Japan Display '92, pp.631-634 上的文章“具有聚合物弥散结构的全色 TFT - LCD” (A full-colour TFT-LCD with a polymer-dispersed structure) 知道。在该文章中描述的显示板具有作为光学有源散射介质的 PDLC 层（聚合物弥散液晶层），它被包围在两个具有互补偏振方向的吸收偏振器之间。该 PDLC 层由以小滴的形式弥散在透明聚合物材料中的液晶材料构成。如果没有电压加在该层上，滴中的分子具有给定的净取向，但在滴之间的取向是不同的。来自辐射源的辐射被第一偏振器所偏振。

通过在 PDLC 内的散射，偏振的辐射得到消偏振，因而大约 50% 通过第二偏振器而到达观众。该显示板在此情况下处于明亮状态。然而，如果加了电压，换言之如果所要显示的图像信息被加到显示板上，且分子因而受到电场的作用，则小滴中的分子将大体上垂直于基底进行取向，且 PDLC 本身成为透明的。来自辐射源的辐射受到第一偏振器的再次偏振但不受阻碍地通过 PDLC，因而被第二偏振器所吸收。在此情况下，显示板显示暗的图像。

像素中的 PDLC 因而分别在显示板的相应像素的散射与透明状态之间切换，这对应于光透射和不透明状态。

然而，一个缺点是，即使当采用理想的吸收偏振器时，辐射源提供的光中也只有 25% 能够被用于形成图像，因为在两个偏振器中由于不适当的偏振方向的吸收而产生了大约 50% 的损耗。在直接观看装置和图像投影装置中，观众都应该得到足够的光。

为了补偿偏振器中的光损耗，必须在两种装置中采用高功率灯，这种灯消耗很大的电功率、具有短的寿命并可能需要得到冷却。

如果采用袖珍直接观看显示装置，电池只能有短的寿命，因为它们必须供给大功率灯以电力。另外，高的光强使得偏振器很热。

如果采用图像投影装置，该装置需要带有高强度的辐射源。

由于入射到偏振装置上的光强在两种情况下都很高，偏振装置由于吸收而具有高的温度。由于这些偏振器离所考虑的装置中的显示板都很近，因而可能需要包括一个冷却系统，这使得显示装置更为复杂和昂贵，并产生了麻烦的噪音。

本发明的一个目的，是提供一个有效的显示装置，它具有较大的视角并具有较高的亮度，其中避免了上述的缺点。

为此，根据本发明的显示装置的特征在于至少第一偏振器是反射偏振器，并在于在第一偏振器背离显示板的一侧设置了偏振转换装置。

偏振转换装置被理解为将不希望的偏振状态转换成所希望的偏振状态，并将其沿着显示板的方向传送的装置。

具有所希望的偏振方向的辐射被一个反射偏振器所透射，而具有不希望的偏振方向的辐射则被反射。如果设置了至少部分地将不希望的偏振方向转换成所希望的偏振方向的装置，则该光束也将至少部分地被透射到光学有源散射介质。以此方式，来自辐射源的几乎全部辐射束都将由于重复的反射和偏振方向转换而得到透射，因而辐射源发射的辐射束的很大一部分能够被用于

形成图像。

根据本发明的显示装置的一个优选实施例的特征，在于两个互补偏振器是反射偏振器。

5 由于第二偏振器现在也是反射偏振器，重复的反射和偏振方向转换将使来自辐射源的辐射束几乎完全被用于形成图像，从而在具有较大视角的系统中实现了更高的亮度。

根据本发明的显示装置的一个实施例的特征，在于反射偏振器是胆甾醇滤光器，并在于偏振转换装置包括一个反射器。

10 胆甾醇滤光器具有胆甾醇有序化的液晶材料光学层。这意味着溶液中该材料的分子是自发有序化的，以形成具有节距 p 的螺旋结构。在这种溶液以薄的光学有源层的形式被提供在两个平行基底之间时，螺旋结构以这样的方式取向，即螺旋的轴将与层相交。螺旋的排列，通过在基底的相对表面上提供取向层，能够得到改善。

15 当未偏振辐射束入射到这种滤光器上时，其圆形转动方向（左旋或右旋）对应于分子螺旋的方向并具有与螺旋的节距 p 对应的波长的辐射，将会被反射，而具有相反的偏振方向和不适配滤光器的波长的辐射将被透射。胆甾醇滤光器的反射波长 λ_0 将被定义为

$$\lambda_0 = \frac{1}{2}(n_o + n_e)p$$

20 其中 n_o 和 n_e 分别是滤光器的材料的寻常和非寻常折射率，且 p 是分子螺旋的节距。

具有偏振器不希望的偏振方向的光因而不被吸收，而是被胆甾醇滤光器所反射，从而防止了由于吸收而引起的加热。

当光学有源介质处于散射状态时，第一偏振器所透射的辐射在给定的偏振状态下在散射介质中被消偏振。

25 消偏振在此被理解为具有给定偏振状态的辐射至少部分地被转换成未偏振辐射，即连接不同的偏振分量的辐射。

30 在散射介质中被消偏振的一部分辐射得到适当的偏振，从而被第二偏振器所透射而传向观众。辐射的其余部分在此第二偏振器上被反射，并在介质中再次被消偏振。消偏振的辐射的一部分被第一偏振器透射向照明系统，且其余的部分再次被反射向散射介质，在此介质中得到消偏振并在第二偏振器上得到与上述的类似的部分反射和部分透射。返回到照明系统的辐射的偏振状态在照明系统的反射器上得到倒相，因而适合于被第一偏振器透射向散射介

质。

由于不适当的偏振状态被反射并得到进一步利用而不是被吸收或损耗，因而显示图像获得了高对比度，同时偏振器不会变热。

5 利用胆甾醇滤光器作为反射偏振器的进一步的优点，是这些滤光器能够被设置在基底与显示板的液晶材料之间。以此方式，能够避免视差。

应该注意的是，采用胆甾醇滤光器作为偏振器是已知的。

胆甾醇滤光器可以从例如 R.Maurer 等人在 SID International Symposium 1990, Digest of Technical Papers, pp.110-113 上的文章“胆甾醇 LC 硅制成的偏振彩色滤光器” (Polarizing Colour Filters made from Cholesteric LC Silicons) 中
10 知道。

在此文章中描述的胆甾醇滤光器具有包括液晶材料的光学有源层，在该液晶材料中胆甾醇在硅的基础上有序化。

所述 Maurer 的文章没有提出将胆甾醇滤光器与消偏振散射器和反射器相结合以实现与大视角相结合的更高光输出。

15 根据本发明的显示装置的进一步的实施例的特征，在于胆甾醇滤光器包括多个液晶材料层，每个层都是对于不同的波长带有源的，所述波长带共同覆盖了可见波长范围。

由于胆甾醇滤光器在整个可见波长范围中都是有源的，因而在该波长范围中的所有辐射的不希望的偏振方向都被偏振器所反射，从而能够在消偏振之后得到再次利用，从而使显示板既可以是单色的也可以是彩色显示板。
20

根据本发明的显示装置的另一个优选实施例的特征，在于胆甾醇滤光器包括单个的液晶聚合材料层，在该层中分子螺旋的节距在两个值之间连续变化—这两个值分别与覆盖整个可见波长范围所需的反射波带的下限和上限相对应。

25 胆甾醇有序化的单层液晶聚合材料的分子螺旋的节距能够连续变化。这种单层胆甾醇滤光器在本申请人名下的未早期公开的欧州专利申请 EP93203057.0 中得到了描述。通过实现该层中间距的足够大的变化，不再需要叠置多个胆甾醇层—每一层都由具有不同波长的反射波带的液晶材料形成。在具有连续变化的节距的胆甾醇滤光器中，聚合物层被分成想像的子层—
30 其每一个都具有它们自己的节距并因而在它们自己的波长带中反射不希望的偏振方向。在所希望的波长范围中的所希望的反射是由所有子层共同实现的，因而单个的层就足以覆盖整个可见波长范围（在 400 和 780nm 之间）。

借助单个层中的节距的连续变化，可以在其厚度比叠置的若干个分立层的厚度小的层上实现相同的反射波长带。

5 这具有光学质量较好的滤光器的优点。实际上，由于对于胆甾醇来说典型的误差和由于分子有序化的损耗，这种滤光器的质量随着层数的增大而迅速地降低。为了使具有 50nm 的反射波带的胆甾醇层具有偏振效果，该层应该具有 $5\text{ }\mu\text{m}$ 的最小厚度。因而如果所需反射波带由于没有考虑视角的依赖性而增大，则为了覆盖整个可见波长范围，需要最少七至八个层。这使得最小层厚度达到了 $35\text{ }\mu\text{m}$ 。在单层胆甾醇滤光器中一其中节距在层厚度方向上是连续变化的， $20\text{ }\mu\text{m}$ 厚的层就足以作为偏振器。另外，滤光器的视角依
10 赖性随着厚度增大而增大。这意味着，对于以大于给定入射角入射的辐射，滤光器的效率在较大的层厚度处大大减小了。

根据本发明的显示装置的进一步的实施例的特征，在于散射介质由包围在两个光学透明板之间的液晶层构成，且在于胆甾醇滤光器构成了一个三维网状物和适合于直接设置在板上的自支撑膜。

15 这大大简化了显示板的制作。

如果采用了不适合于实现单个层中螺旋的节距的足够大变化的胆甾醇材料，则也可以采用相同的概念。

根据本发明的显示装置的进一步的实施例的特征，在于胆甾醇滤光器的至少多个层包括液晶聚合物—其中分子螺旋的节距是变化的，且各个层在不同的
20 的波长带中是有源的。

通过改变滤光器的多个层或每一个层中的节距，有关的层的波长范围得到增大。因此，覆盖整个可见波长范围所需的层数能够得到显著的减少，从而使上述的较少的胆甾醇层的优点也适用于这种情况。

由于胆甾醇滤光器的有效性不仅取决于入射到其上的波长，而且还取决于
25 辐射入射到滤光器的入射角度，所以在显示板中并用于保证对具有不希望的偏振状态的辐射进行消偏振的散射介质会具有这样的缺点，即辐射也以大的角被散射向胆甾醇滤光器。当入射角度变化时，其中滤光器偏振选择地进行反射的波长带发生移动。这意味着滤光器应该进行反射的波长带等于可见波长范围的实际波长带（例如在 400 与 780nm 之间）与一个假想的波长带之间，
30 从而对于以不同于 90° 的入射角度入射的辐射来说也是偏振选择的。这种波长带移动，作为入射角度的变化的函数，为例如 2nm/度 ，因而假想的波长带，在入射角度的范围中，对于 180° 的极端情况，为 360nm。因此总的反射波

带应该为 $380\text{nm}+360\text{nm} = 740\text{nm}$ 。

根据本发明的显示装置的进一步的实施例的特征，在于反射偏振器是反射线偏振器，且偏振转换装置由一个反射器和设置在第一偏振器与该反射器之间的一个 $\lambda/4$ 波片组成。

- 5 该反射偏振器也可以是一个线偏振器，例如是片偏振器形式的。这种偏振器把具有不希望的偏振分量（例如 s 偏振光束分量）的辐射，经过一个 $\lambda/4$ 波片，反射到一个反射器，该反射器沿着显示板的方向再次传送该子光束。以此方式，不希望的偏振状态，s 极化分量，通过透射过 $\lambda/4$ 波片两次，而被转换成所希望的偏振分量，即 p 偏振光束分量，并随后被第一偏振器所透射。
- 10

如果采用彩色显示装置， $\lambda/4$ 波片应该在大的波长范围中运行。这种宽带 $\lambda/4$ 波片，在例如 Nitto Denko 商社在 SID'92 Exhibit Guide, Society for Information Display, May 17-22, 1992, Boston, Massachusetts, USA 中提出的出版物 "Retardation Film for STN-LCDs'NRF" 中进行了描述。

- 15 反射片偏振器可以从例如 M.F. Weber 在 SID International Symposium 1993, Digest of Technical Papers, Vol. XXIV, May 1993, pp. 669-672 中提出的文章 "Retroreflecting Sheet Polarizer" 中知道。

根据本发明的显示装置的进一步的实施例的特征，在于光学有源散射介质包括可聚合液晶。

- 20 在光学有源散射介质的透明状态下，换言之，在显示板的暗状态下，散射介质中的散射和双折射最好是最小的一即使在非垂直透射的情况下。通过选择液晶材料的普通和可聚合分子的最大形状组合——它也被称为散射胶，使聚合物成为双折射的。在有电场的情况下，所有分子都沿着相同的方向取向，且材料是透明的。当加上电场时，可聚合分子将保持在相同的取向，而非可聚合分子倾向于与所加电场垂直地取向。以此方式，在光学有源散射介质的透明状态下的非垂直透射时的干扰散射能够得到抑制。散射胶可以从例如美国专利第 5, 188, 760 号知道。
- 25

根据本发明的显示装置的另一实施例的特征，在于在背离照明系统的显示板一侧设置了一个延迟板。

- 30 通过采用延迟层，干扰性的双折射得到了抑制。这种延迟层的例子可以从例如 J.F. Clerc 等人在 Japan Display '89, pp. 188-191 中的文章 "Highly Multiplexed Super Homeotropic LCD" 中知道。

从结合以下实施例进行的描述，本发明的这些和其他方面将变得显而易见。

在附图中：

图 1a 和 1b 是根据本发明的显示装置的两个实施例的示意横截面图，该显示装置是以直接观看装置的方式实施的；

图 2 示意显示了根据本发明的显示装置的第三实施例，它是以图像投影装置的方式实施的；

图 3 示意显示了未加有电压 (a) 和加有电压 (b) 的 PDLC 形式的光学有源散射介质；

图 4 示意显示了未加有电压 (a) 和加有电压 (b) 的散射胶形式的光学有源散射介质。

图 1a 和 1b 中示意显示的平板显示装置包括用于提供辐射束的照明系统 3 和散射透射显示板 5。散射显示板 5 包括光学有源散射消偏振介质 7 和包围介质 7 的第一偏振器 9 和第二偏振器 11。两个偏振器 9、11 具有互补的偏振效果。如果只有第一偏振器 9 是反射偏振器，来自辐射源的辐射将在所希望的偏振状态下被透射向介质 7，而具有互补的偏振状态的辐射将被反射。被第一偏振器 9 反射的辐射随后被偏振转换装置 10 转换成具有能够被第一偏振器 9 透射的偏振状态的辐射。未被第一偏振器 9 透射的辐射在偏振一转换装置 10 与偏振器 9 之间反射，直到它具有可沿着介质 7 的方向透射的适当偏振状态。以此方式，不适合于偏振器 9 的偏振方向不再被吸收，而是每次被消偏振并随后被部分透射和部分反射，从而改变其偏振状态，从而使来自源极的所有辐射—除了反射损耗之外—最终都达到介质 7。透射向介质的辐射在介质中得到消偏振，这取决于或不取决于该介质是否受到激励。由于第二偏振器 11 的偏振状态与第一偏振器 9 的互补，第二偏振器 11 将阻挡具有适合于第一偏振器 9 的偏振状态的辐射。当介质不以消偏振方式运行和偏振器 11 是一个吸收偏振器时，被第一偏振器 9 透射的所有辐射都得到吸收。当偏振器 11 是反射偏振器时，该辐射将被反射向介质 7。如果介质 7 是消偏振的，当采用反射偏振器 11 时消偏振辐射的几乎一半将被吸收。在第二偏振器 11 的两种实施例中，具有适合于互补的第二偏振器 11 的偏振状态的消偏振光束部分将被传送至观众。被偏振器 11 反射的辐射的偏振状态，借助介质 7、偏振器 9 和反射器 13、33、37 的配合，而得到转换，从而使通过一个激励像素的该辐射将最终被偏振器 11 所透射。当采用两个反射偏振器 9、11 时，

来自辐射源或几乎所有辐射都被用于图像显示。

对于平板显示装置，照明系统 3 可以借助如图 1a 中所示的周边照明而以黑光照明的方式实施。在此图中所示的显示装置包括作为辐射波导的光学透明板 15 构成，该辐射波导的端面被辐射源 17 所包围，而辐射源 17 的辐射在所述端面处被耦合到板 15 中。在辐射波导 15 之下设置有反射器 13。辐射源 17 还被反射器 16 所包围，以接收辐射源 17 发射的、离开辐射波导 15 的辐射并将其送向辐射波导 15。如果需要，反射器 13 和 16 可以被制成一体的。辐射波导 15 包括例如一个透明板—其背离显示板 5 的表面 21 上设置有（散射）反射材料的点 23 的图案。点的尺寸和密度随着至辐射波导 15 中的辐射源 17 的距离的增大而增大。这种被用作辐射波导的板可以从例如美国专利第 4, 985, 809 中知道。在此板中，辐射只在一个端面被耦合到辐射波导中。辐射在辐射波导 15 中传播，并在点图案 23 上散射之后经过面对显示板 5 的辐射波导 15 的表面 27 而离开透明板，从而使显示板得到照明。具有第一偏振器 9 所不希望的偏振状态的辐射，通过该第一偏振器反射向照明系统 3。

入射到点图案 23 上的辐射部分被散射反射并因而得到消偏振，从而使该辐射的大约一半重新获得了被第一偏振器 9 所透射的适当偏振状态。在点之间入射的辐射部分被传送到偏振转换装置 10，例如一个金属镜 13—它以这样的方式改变入射到其上的辐射的偏振状态从而使反射的辐射被第一偏振器 9 所透射。

照明系统 5 也可以以如图 1b 所示的普通黑光照明的方式实施。该图显示的照明系统 3 包括辐射源 31 和在辐射源 31 背离显示板 5 一侧的反射器 33。被第一偏振器 9 所反射的辐射的偏振状态被偏振转换装置 10 所改变。

该显示装置也可以是图像投影装置。在图 2 中显示了这种装置的一个实施例。图像投影装置 1 包括辐射源 35 和显示板 5，该显示板还包括一个光学散射消偏振介质 7 和具有互补偏振状态的两个反射偏振器 9、11。在辐射源 35 背离显示板的一侧上设置了一个反射器 37。另外，如果偏振器 9、11 是线偏振器，则在辐射源 35 与反射器 37 之间设置了一个 $\lambda/4$ 波片。进一步的光束会聚和成像光学系统—例如在美国专利第 5, 098, 184 号中得到了描述且为了简化由单个的透镜 39 表示的—可以被设置在辐射源 35 与显示板 5 之间。显示板 7 形成的图像随后借助投影透镜系统 41 而被投影到投影屏幕 43 上。

该显示装置也可以是彩色投影装置，如从例如美国专利第 5, 046, 837

号中所已知的。该装置具有三个显示板—每一个用于基色红、绿和蓝中的一个，并具有若干个分色镜—它们将来自辐射源的光束分成三个单色子光束，而每一个子光束都入射到相应的显示板上。在借助另一组分色镜进行调制之后，通过这些板的光束被再次结合成单个的光束，而该光束借助投影透镜系统而得到投影。根据本发明，各个显示板都是具有光学有源散射消偏振介质的散射显示板，其中该光学有源散射消偏振介质被包围在具有互补的偏振状态的两个反射偏振器之间。

也可以采用带有单个的散射彩色显示板的彩色投影装置。此时，最好采用设置在像素之前的分色镜阵列。具有 TN LCD 和分色镜阵列的彩色显示装置可以从美国专利第 5, 029, 986 号知道。根据本发明，该显示板是一层光学有源散射消偏振介质—它被包围在具有互补的偏振状态的两个反射偏振器之间。

反射偏振器可以是例如胆甾醇滤光器。胆甾醇滤光器包括具有胆甾醇有序化的液晶材料光学层。这意味着溶液中的材料的分子自发地有序化，以形成具有节距 p 的螺旋结构。在已经以薄的光学有源层的形式在两个平行基底之间提供了这种溶液之后，螺旋结构以这样的方式取向，即使得螺旋的轴与层相交。螺旋的排列，可以通过在基底的相对表面上提供一个取向层，而得到改善。

当未偏振辐射束入射到这种滤光器上时，其圆偏振方向（左旋或右旋）与分子螺旋的方向相对应且其波长对应于螺旋的节距 p 的辐射将被反射，而具有相反的偏振方向和不适配于滤光器的波长的辐射将被透射。胆甾醇滤光器的反射波长由以下公式确定：

$$\lambda_0 = \frac{1}{2}(n_o + n_e)p$$

其中 n_o 和 n_e 分别是滤光器的材料的寻常和非寻常折射率，且 p 是分子螺旋的节距。

因而具有偏振器不希望的偏振方向的光不再被吸收，而是被胆甾醇滤光器所反射。

在此情况下，偏振转换装置 10 包括反射器 13（图 1a）；33（图 1b）；37（图 2）；而该反射器被设置在照明系统 3 背离显示板 5 的一侧。由于胆甾醇滤光器对圆偏振辐射进行操作，来自辐射源的辐射束的几乎一半，例如左旋圆偏振子光束，将被第一偏振器 9 所透射，而右旋圆偏振的子光束将被反射向照明系统 3。第二偏振器 11 此时对于右旋圆偏振辐射是透明的，并将

左旋圆偏振辐射反射回散射介质 7。

被第一偏振器 9 反射向照明系统的右旋圆偏振辐射入射到反射器 13 ; 33 ; 37 上—在其上偏振状态被转换为左旋圆偏振辐射, 而该转换的辐射随后被第一偏振器 9 透射向散射介质 7。在该散射介质中, 左旋圆偏振辐射得到消偏振, 即被转换成包括左旋和右旋圆偏振光束分量的辐射。这种未偏振辐射的右旋圆偏振子光束将被第二偏振器 11 透射向观众 20, 而左旋圆偏振子光束将被反射向散射介质 7。在介质 7 中, 该子光束再次被消偏振, 其右旋圆偏振子光束被第一偏振器 9 反射向介质 7, 且左旋圆偏振分量将被第一偏振器 9 透射向照明系统 3, 对其将重复上述的过程。以此方式, 几乎所有来自辐射源的辐射都被有效地转换成适合于图像形成的辐射。

胆甾醇滤光器 9、11 最好是在整个可见波长范围上运行的。在滤光器的反射波带之外的辐射以未偏振的形式透射, 这意味着滤光器只作为有限波长范围的偏振器而运行。

反射波带 $\Delta \lambda$ 的宽度由 $\Delta \lambda = \lambda_0 \Delta n / \bar{n}$ 给出, 其中 $\Delta n = n_e - n_o$ 是双折射, 且 $\bar{n} = (n_e + n_o) / 2$ 是平均折射率。 λ_0 是在辐射的垂直入射处的选定反射波带的中心波长并由 $\lambda_0 = (n_o + n_e) p / 2$ 确定, 其中 p 是分子螺旋的节距。在可见波长范围中, 反射波带的宽度主要由胆甾醇材料的双折射 Δn 确定, 而该双折射只有小的变化。一般地, Δn 小于 0.3, 因而带宽小于 100nm, 并通常为大约 50nm。

为了获得适合于彩色显示装置的胆甾醇滤光器, 可以将多个窄频带胆甾醇滤光器叠置起来, 这些滤光器每一个都具有不同的反射波带。该复合滤光器的反射带宽因而等于各个层的反射波带之和, 且它大得足以在整个可见波长范围中对光进行偏振。

借助只由单个层构成且其分子螺旋的节距 p 在整个层厚度范围内连续变化的胆甾醇滤光器, 则相应层的反射波带能够被增大到如此的程度, 即使得该单个层能够转换成整个可见波长范围。

整个可见波长范围需要 $780\text{nm} - 400\text{nm} = 380\text{nm}$ 的带宽。由于所希望的视角变化, 该带宽应该增大 $180^\circ \times 2 = 360^\circ$, 因而总体带宽应该是 740° 。由于反射波带的宽度对于可见波长范围中的胆甾醇层平均为 50nm 因而需要采用 15 层。如果胆甾醇层的带宽能够增大到例如 150nm, 则所需的层数就能够减小到 5。这具有这样的优点, 即滤光器的光学质量将显著增大, 因为光学质量, 由于胆甾醇中的误差的存在且由于当层叠置时平面分子有序化的

损耗，而随着层数的增大而减小。另外，视角依赖性随着层数的增大而增大。这意味着滤光器的效应对应于以超过给定值的入射角度入射的辐射来说显著地减小了。

5 由其中节距 p 在层厚度上连续变化的一个单层构成的胆甾醇滤光器，可以由以下方式制成。首先，制成反应单体的混合物。该混合物包括不同重量百分比的手性组分和向列组分，这些组分具有不同数目的反应基，例如分别为两个和一个，从而使两种单体具有不同的反应性。随后将一种稳定剂和一定量的染料加到该混合物中。如此制成的该混合物随后被提供到两个透明基底之间，每一个基底可以具有例如一个聚酰胺层。这些层被用于排列在胆甾醇
10 混合物中自发产生的分子螺旋。为了防止形成不顺(disclination)，两个基底在一个小的距离上受到剪切，直到产生了平面有序化。随后，反应混合物在环境温度下借助紫外线而得到光聚合，从而形成三维网状物。由于如此形成的光学有源层的强度，可以将该光学层从基底上分离并将该层用作自身支持的胆甾醇滤光器。所希望的反射波带，例如对应于整个可见波长范围的反射波
15 带，可以通过改变染料的量、紫外线的波长和功率，而得到实现。

有关具有在层厚度上连续变化的节距 p 的单层胆甾醇滤光器的进一步的制作细节，请参见上述未早期公开的欧州专利申请 EP93203057.0。

胆甾醇滤光器的聚合材料最好构成三维聚合网状物。实际上，构成这种三维网状物的光学有源层是非常坚固的，因而能够起到令人满意的自支撑膜的作用。因此，不需要为这种光学有源层提供基底。在制作之后，可以除去聚合和排列所需的基底，这有利于偏振器的小型化。
20

在采用其中与由多个窄带胆甾醇层组成的胆甾醇滤光器相比光学质量更好且视角依赖性更不显著的多层滤光器的实施例，胆甾醇滤光器由多个层制成，其中至少这些层中的若干个层的分子螺旋的节距 p 在层厚度上是连续变化的。
25

其中节距 p 在层厚度上变化的层，可以用与上述关于单层滤光器的制作方式类似的方式制成。

在显示装置的另一实施例—其中来自辐射源的几乎所有辐射都被用于形成图像—中，采用了反射片偏振器来代替胆甾醇滤光器。这种偏振器是线偏振器并可以从例如 M.F.Weber 在 SID International Symposium 1993, Digest of
30 Technoical Papers, Vol. XXIV, May 1993, pp.669-672 上的文章"Retroreflecting Sheet Polarizer"中知道。第一偏振器 9 此时例如对于 p 偏振光束是透明的，而

来自辐射源的辐射的 s 偏振分量得到反射。在此情况下，偏振转换装置 10 包括反射器 13； 33； 37 和 $\lambda/4$ 波片 30，如借助图 1a 和 1b 中的虚线所表示的。反射的 s 偏振分量被经过 $\lambda/4$ 波片 30 而透射到反射器 13； 33； 37 并经过 $\lambda/4$ 波片而再次被传送到第一偏振器 9。通过透射 $\lambda/4$ 波片两次，s 偏振的状态现在被转换成 p 偏振状态并将随后被第一偏振器 9 所透射。p 偏振辐射在介质 7 中得到消偏振。该消偏振的辐射的 s 偏振子光束被第二偏振器 11 透射向观众 20。p 偏振子光束被反射向介质 7，从而在那里得到消偏振。随后，该辐射的大约一半，p 偏振子光束，被透射向照明系统 3，从而作为 s 偏振辐射而从那里返回。对该辐射重复如上所述的反射、透射和消偏振过程。因此，来自源极的所有辐射，除了反射损耗之外，都借助显示板的激活像素而被透射向观众空间，而非激活的像素阻挡了几乎所有辐射，因而显示的图像具有最大的对比度。

光学散射消偏振介质 7 可以是例如 PDLC。图 3a 和 3b 显示了加有电压 (a) 和未加有电压 (b) 时 PDLC 形式的光学散射介质的主要操作。所加的电场的方向由箭头 50 表示。

PDLC (聚合物弥散液晶) 作为光学散射消偏振介质而操作。PDLC 层 7 包括液晶材料，该液晶材料具有寻常折射率 n_o 和非寻常折射率 n_e ，并以小滴的形式被弥散在折射率为 n_p 的透明聚合材料 49 中。如果没有电压被加到层 7 上，小滴 47 中的分子 51 具有相同的净取向，但小滴之间具有不同的取向，如图 3a 所示。来自辐射源 17； 31； 35 的辐射被第一偏振器 9 沿着给定的转动方向或线偏振方向偏振。由于小滴与矩阵的折射率之间的不匹配和小滴自身的折射率之间的不匹配，在 PDLC 层 7 中有散射，且该辐射被消偏振因而被第二偏振器 11 所部分透射。在此情况下，显示板 5 处于明亮状态。然而，当电压被加到层 7 上时一如图 3b 所示，换言之，当所要显示的图像信息被加上且小滴 47 中的分子 51 因而受到沿着方向 50 的电场作用时，各个滴的取向之间不再有不同，且寻常折射率 n_o 适配于矩阵中的聚合材料的折射率 n_p 。在此情况下，PDLC 层 7 沿着所加的场的方向是透明的。来自辐射源的辐射再次被第一偏振器 9 所偏振并被 PDLC 层 7 所透射并同时保持了偏振状态并随后被互补的第二偏振器 11 所反射。在此情况下，显示板 5 处于暗状态。

为了使光学有源散射介质中的双折射和散射在该介质的透明状态下最好即使在非垂直透射的情况下也到达最小，从而保持显示板的黑暗状态，可以选择这样的一个实施例，其中介质是液晶材料—它包括可聚合分子和寻常

的、不可聚合分子。这种材料是一种散射胶并可以从例如美国专利第 5, 188, 760 号知道。图 4a 和 4b 显示了这种胶的一个例子。层 7 是可聚合分子 55

与液晶材料的寻常分子 57 的混合物。当没有电压被加在层 7 上时, 所有分子 55、57 都基本上与基底 53 垂直地取向, 如图 4a 所示。在实际中, 一个未显示的取向层存在于散射介质 7 与基底 53 之间。入射的辐射在没有阻碍的情况下透射, 这意味着层 7 是透明的。这造成了显示板 5 的黑暗状态, 因为被第一偏振器 9 透射的辐射不改变其偏振状态并因而被互补的第二偏振器 11 所阻挡, 并将再次在层 7 中被反射。然而, 当有电压加在层 7 上时 (电场在其上的方向由箭头 50 表示), 可聚合分子 55 将在基底 53 上保持在垂直取向, 如图 4b 所示, 而寻常分子 57 倾向于与基底 53 平行地取向。在此情况下, 该层具有散射效果, 这意味着显示板 5 处于明亮状态。

光学散射介质 7 也可以是不同的液晶聚合复合物, 诸如 PNLC (聚合网状物液晶), 它可以是从例如 T.Fujisawa 等人在 Japan Display'89, pp.690-693 上的文章 "Electro-optic Properties and Multiplexibility for Polymer Network Liquid Crystal Display(PN-LCD)" 知道, 或者也可以是 NCAP (向列曲线状排列相位), 如从例如 J. Ferguson 在 SID International Symposium 1990. Digest of Technical Papers, pp.68-70 上的文章 "Polymer Encapsulated Nematic Liquid Crystals for Display and Light Control Applications" 知道。

为了防止由于介质中的双折射而产生的干扰, 可以在显示装置的显示板 5 的顶部设置一个延迟层 59, 如图 1a、1b 和 2 中的虚线所显示的。这种延迟层可以从 J.F. Clerc 等人在 Japan Display'89, pp.188-191 中的文章 "Highly Multiplexed Super Homeotropic LCD" 中知道。

在上述光学散射消偏振层 7 的实施例中, 层 7 可以在透明和散射状态之间切换。在透明状态, 交叉的偏振器 9、11 保证了来自辐射源的光都不被显示板所透射。层 7 的透明状态因而对应于显示板的黑暗状态。在散射状态, 层 7 作为消偏振器而运行。这意味着一半的光将被第二偏振器 11 所透射而一半将被反射。该反射光将随后在反射器与两个偏振器之间得到反射, 直到它具有沿着观众的方向透射过第二偏振器 11 的适合的偏振状态。在每一次通过层 7 时都有消偏振。介质 7 因而具有双重的作用。一方面, 它具有一种显示板的作用—该显示板具有根据所要显示的图像信息而得到激励的像素, 另一方面, 它形成了亮度增强的系统的一部分。

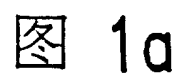
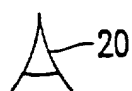
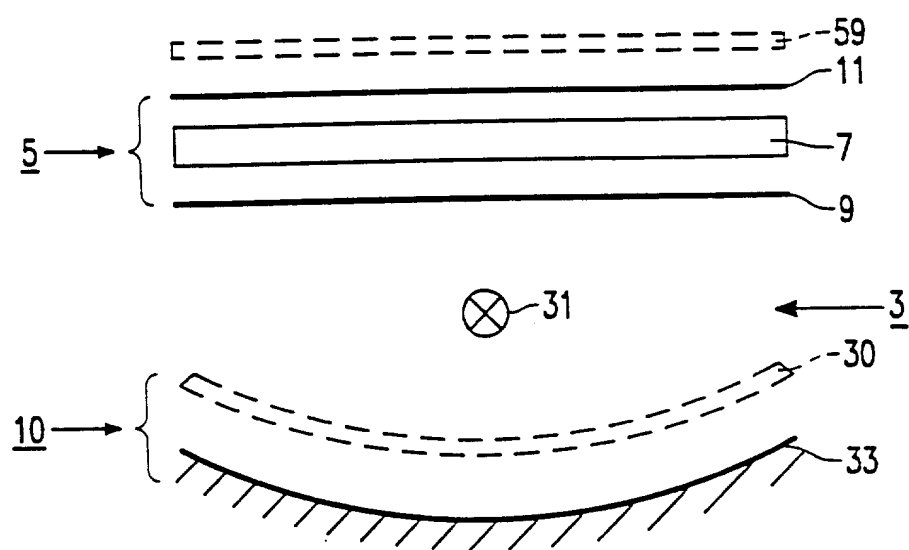


图 1b

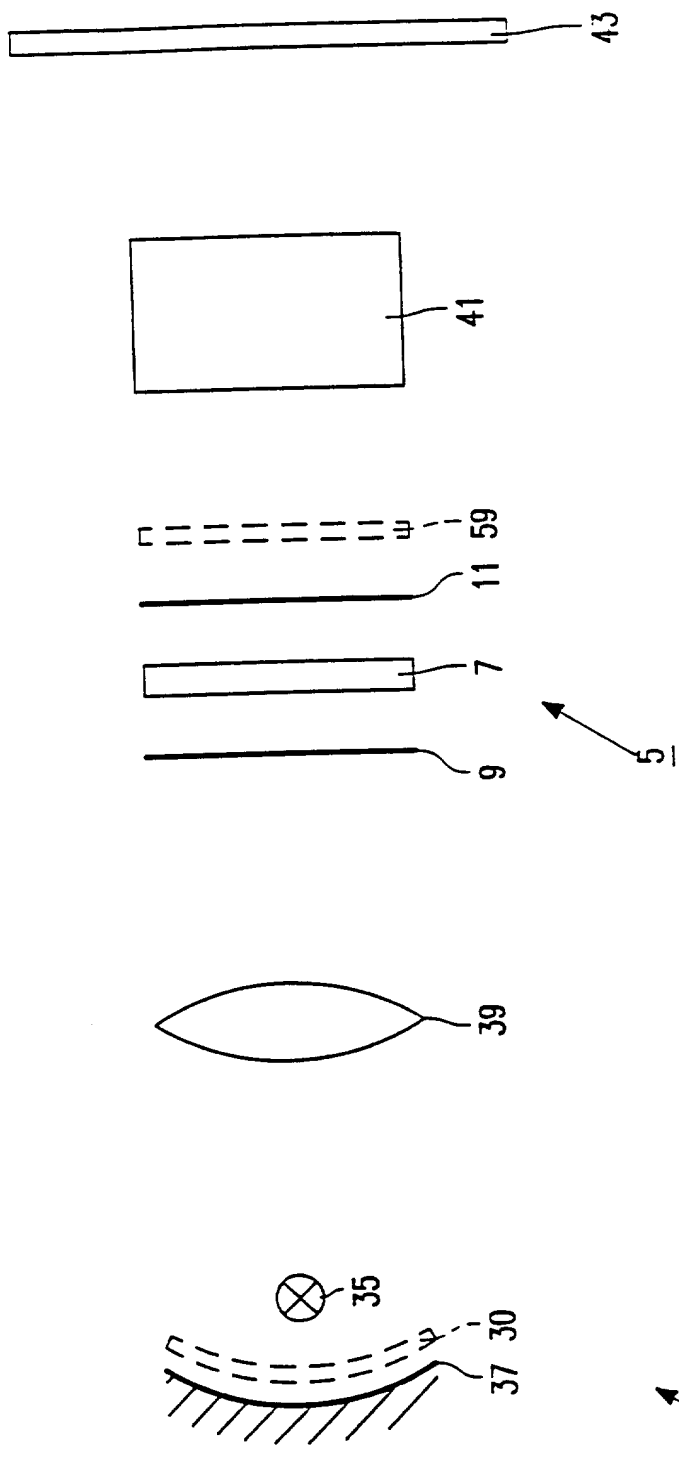


图 2

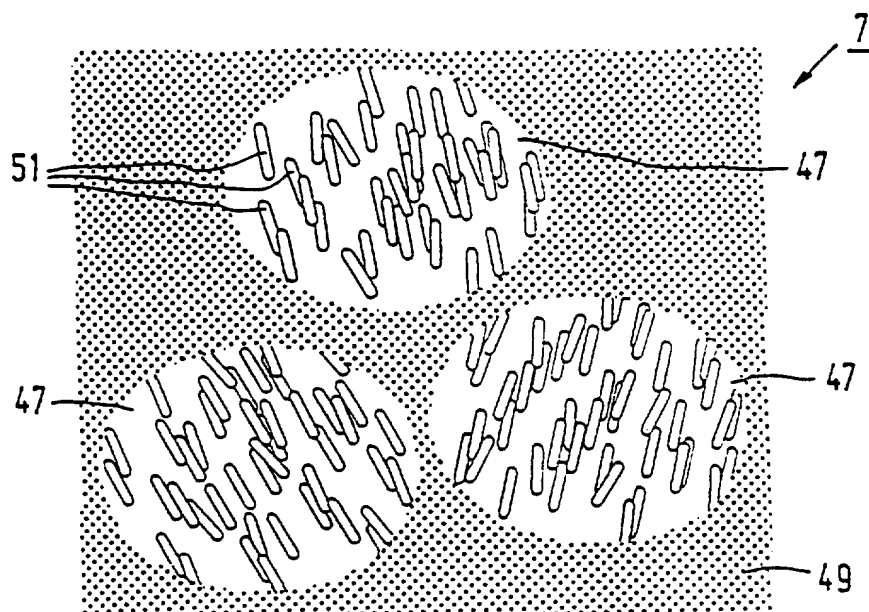


图 3a

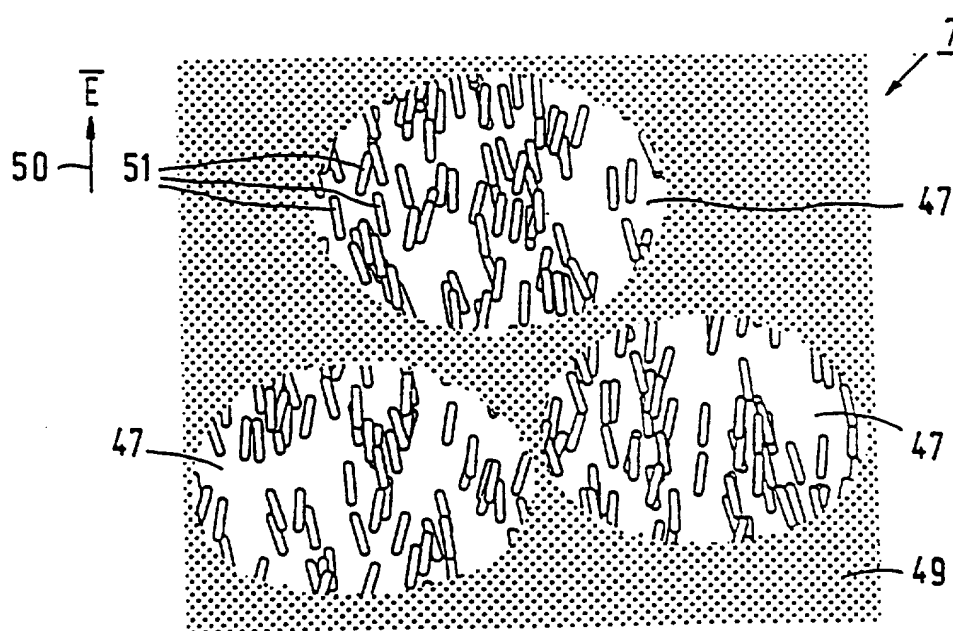


图 3b

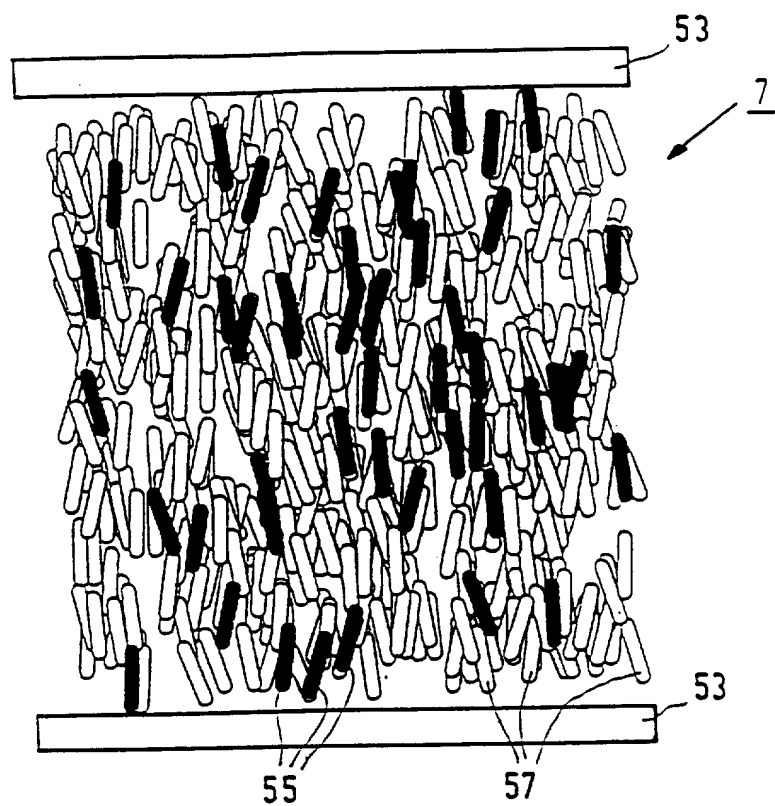


图 4a

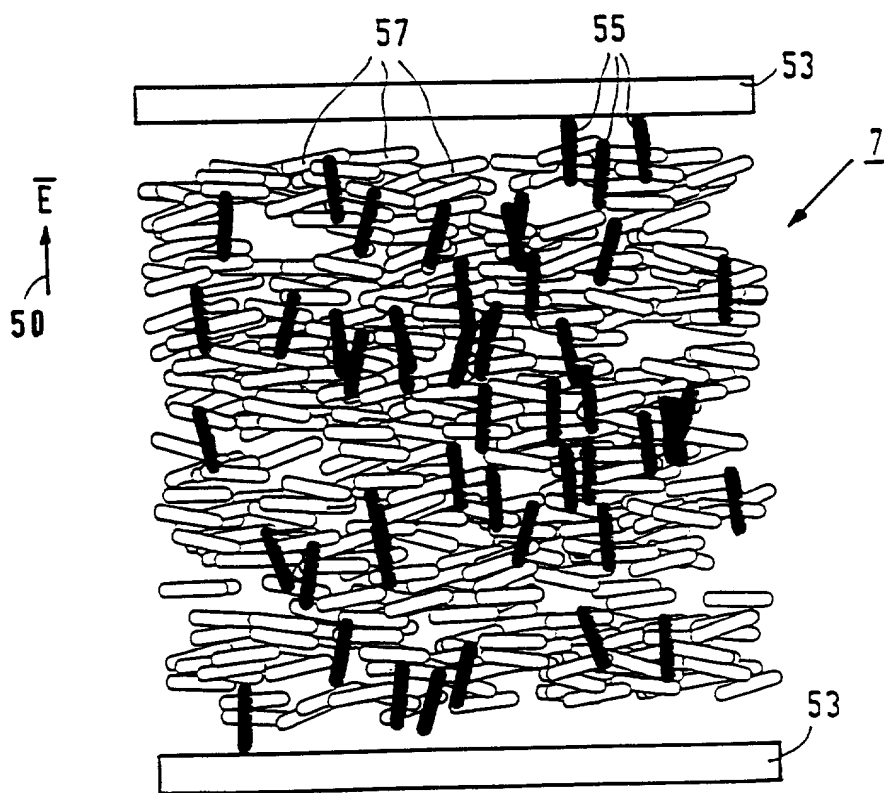


图 4b