

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

G02F 1/1334 (2006.01)

G02F 1/1343 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200510097050.7

[45] 授权公告日 2008 年 3 月 12 日

[11] 授权公告号 CN 100374924C

[22] 申请日 2005.12.30

[21] 申请号 200510097050.7

[30] 优先权

[32] 2005.2.3 [33] JP [31] 2005-028204

[73] 专利权人 精工爱普生株式会社

地址 日本东京

[72] 发明人 小泽欣也

[56] 参考文献

CN1503030A 2004.6.9

US2005/0083462A1 2005.4.21

US2005/0190329A1 2005.9.1

CN1664662A 2005.9.7

US2005/0140895A1 2005.6.30

审查员 曾毅

[74] 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司

代理人 李香兰

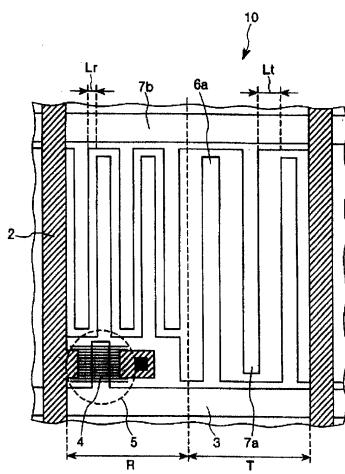
权利要求书 2 页 说明书 17 页 附图 6 页

[54] 发明名称

液晶显示装置及电子设备

[57] 摘要

本发明提供一种无论在明亮的环境下还是在暗的环境下都能发挥优异的可视性，可靠性优异的半透射反射型的液晶显示装置及具有该液晶显示装置的电子设备。本发明的液晶显示装置，是在相互对置的一对基板之间夹持液晶层，在 1 个像素区域内具有进行透射显示的透射显示区域和进行反射显示的反射显示区域的半透射型的液晶显示装置，其特征在于：液晶层由根据电场的强度变化折射率的假各向同性液晶材料构成，该假各向同性液晶材料在非外加电场时在光学上为各向同性且在外加电场时在光学上为非各向同性，并且，反射显示区域上的电场的强度小于透射显示区域上的电场的强度。



1. 一种液晶显示装置，是在相互对置的一对基板之间夹持液晶层，在1个像素区域内具有进行透射显示的透射显示区域和进行反射显示的反射显示区域的半透射型的液晶显示装置，其特征在于：

所述液晶层由根据电场的强度变化折射率的假各向同性液晶材料构成，该假各向同性液晶材料，在非外加电场时在光学上为各向同性，且在外加电场时在光学上为非各向同性；

所述反射显示区域上的电场的强度小于所述透射显示区域上的电场的强度。

2. 如权利要求1所述的液晶显示装置，其中：与所述基板的面方向大致平行地外加电场。

3. 如权利要求1或2所述的液晶显示装置，其中：

在所述一对基板中的一方的基板上设置有多个电极；

所述透射显示区域上的电极间距离与所述反射显示区域上的电极间距离不同。

4. 如权利要求3所述的液晶显示装置，其中：所述液晶层上的相位差 $\triangle nd$ 大致为 $\lambda / 2$ ，在将所述反射显示区域上的电极间距离设定为 L_r ，将所述透射显示区域上的电极间距离设定为 L_t 时，满足 $L_r < L_t$ 的关系。

5. 如权利要求3所述的液晶显示装置，其中：所述液晶层上的相位差 $\triangle nd$ 大致为 $\lambda / 4$ ，在将所述反射显示区域上的电极间距离设定为 L_r ，将所述透射显示区域上的电极间距离设定为 L_t 时，满足 $L_r < L_t$ 的关系。

6. 如权利要求1、2、4、5中任何一项所述的液晶显示装置，其中：所述基板具有与所述液晶相对置的一侧的面大致平坦的表面形状。

7. 如权利要求1、2、4、5中任何一项所述的液晶显示装置，其中：所述假各向同性液晶材料，由包含低分子量液晶材料和高分子网络的复合系液晶组合物构成，

所述高分子网络通过聚合非液晶性的单体而形成，并形成在所述低分子量液晶材料的构成分子间。

8. 如权利要求7所述的液晶显示装置，其中：所述低分子量液晶材料，

能够在胆甾醇相和各向同性相之间发现蓝色相。

9. 如权利要求8所述的液晶显示装置，其中：所述非液晶性的单体是作为侧链具有烷基的丙烯酸酯系单体。

10. 一种电子设备，其特征在于：具备权利要求1~9中任何一项所述的液晶显示装置。

液晶显示装置及电子设备

技术领域

本发明涉及液晶显示装置及电子设备。

背景技术

以往，提出了一种液晶显示装置（半透明型液晶显示装置），其在明亮的场所，与通常的反射型的液晶显示装置同样利用外光，在暗的场所，利用内部的光源能够可视显示的液晶显示装置（半透明型液晶显示装置）。如此的液晶显示装置，其目的在于，采用兼备反射型和透射型的显示方式，通过根据周围的亮度切换反射显示或透射显示中的任何一种显示方式，降低电力消耗，同时即使在周围暗时也能够进行明亮的显示。

要用半透射反射型的液晶显示装置高效率地进行反射显示和透射显示，优选采用例如专利文献 1 所示的多隙结构。

下面，说明具有以往的多隙结构的半透射反射型的液晶显示装置。

该液晶显示装置 100，如图 8 所示，具备液晶单元 110 和背光灯 120（照明装置）。液晶单元 110 对置地配置有下基板 130 和上基板 140，在它们之间形成液晶层 160。然后，在液晶单元 110 的背面侧（下基板 130 的外面侧）配置背光灯 120。

在由玻璃或塑料等透光性材料构成的下基板 130 的内侧面上形成具有反射率高的金属膜的半透射反射层 180。在半透射反射层 180 上，按每个像素设置用于使从背光灯 120 射出的光透射的开口部 180a，半透射反射层 180 的形成区域中的实际上存在金属膜的部分构成显示区域 R，不存在金属膜的开口部 180a 构成透射显示区域 T。

此外，在下基板 130 的内侧面上设置由反射显示用的滤色片 150R 和透射显示用的滤色片 150T 构成的滤色层 150（150R、150T）。反射显示用的滤色片 150R 设在相当于反射显示区域 R 的半透射反射层 180 上，透射

显示用的滤色片 150T 设在相当于透射显示区域 T 的半透射反射层 180 的开口部 180a 上。

在与该滤色层 150 上的与反射显示区域 R 对应的位置依次叠层树脂层等台阶部 210 和相位差层 200。

相位差层 200，是使入射在液晶单元 110 的可视光偏移 100~200nm 范围的相位的层，对于可视光具有作为 1/4 波长板的功能。该相位差层 200，例如以通过光聚合液晶性单体而形成的高分子液晶构成。

台阶部 210 由丙烯酸树脂等绝缘材料构成，以相对于液晶层 160 突出的方式设置。该台阶部 210 具有液晶层厚度的大致 1/2 的厚度，具有作为相对于显示区域 T 减小在反射显示区域 R 的液晶层厚度的液晶层厚度调整层的功能。即，通过在反射显示区域 R 上设置如此的台阶部 210，能够使透射显示时的光路长度和反射显示时的光路长度大致相等。

此外，在下基板 130 上以覆盖这些相位差层 200、台阶部 210、滤色层 150 的方式，形成由 ITO 等透明导电性材料构成的像素电极 230，另外，以覆盖该像素电极 230 的方式叠层由聚酰亚胺等构成的取向膜 240。此外，在下基板 130 的外面侧设置下偏光板 280。

另外，在由玻璃或塑料等透光性材料构成的上基板 140 的内侧面依次叠层由 ITO 等透明导电性材料构成的共通电极 320、由聚酰亚胺等构成的取向膜 330。此外，在上基板 140 的外面侧设置上偏光板 360。

如此，在上述的以往的多隙结构中，在一像素内具有透射显示区域 T 和反射显示区域 R，在其边界部分用树脂层等形成台阶部 21。

但是，因具有上述的树脂层（台阶部），存在以下的问题。即，如果设置上述的树脂层，通常，在台阶部上形成倾斜面。在此如的倾斜面上，不能高效率地进行光的反射。此外，由于在与倾斜面对应的部位上连续地变化光路长度，因此从最佳地使射出的光（反射光、透射光）的强度一致的观点考虑，不优选此方式，此外，存在发生光的干涉，射出的光的强度下降，或反射（或透射）余下的光，容易降低对比度的问题。此外，也考虑以不形成倾斜面的方式设置树脂层，但在此种情况下，由于图中 E 所示的角部的角度变小（90° 以下），所以相位差层 200、像素电极 230、取向膜 240 等的粘接性显著降低，作为液晶显示装置整体的可靠性、耐久性也

降低的问题。

此外，上述的树脂层成为静区（无信号区），也不利于谋求装置的薄型化。此外，出现在边界部分的台阶部液晶的取向混乱，光学特性下降的问题。

此外，在以往的半透明反射型液晶显示装置中，还存在视场角窄的问题。

专利文献 1：特开 2004-219553 号公报

发明内容

本发明提供一种无论在明亮的环境下还是在暗的环境下都能发挥优异的可视性，可靠性优异的半透射反射型的液晶显示装置及具有该液晶显示装置的电子设备。

上述目的，可通过以下所述的本发明实现。

本发明的液晶显示装置，是在相互对置的一对基板之间夹持液晶层，在 1 个像素区域内具有进行透射显示的透射显示区域和进行反射显示的反射显示区域的半透射型的液晶显示装置，其特征在于：

所述液晶层由通过电场的强度变化折射率的假各向同性液晶材料构成，该假各向同性液晶材料，在非施加电场时在光学上为各向同性，且在施加电场时在光学上为非各向同性；

所述反射显示区域上的电场的强度小于所述透射显示区域上的电场的强度。

由此，能够提供一种无论在明亮的环境下还是在暗的环境下都能发挥优异的可视性，可靠性优异的半透射反射型的液晶显示装置。

在本发明的液晶显示装置中，优选：以与所述基板的面方向大致平行地施加电场的方式构成。

由此，能够提供一种无论从何处看可视性都好（视场角宽）的半透射反射型的液晶显示装置。

在本发明的液晶显示装置中，优选，在所述一对基板中的一方上设置多个电极；所述透射显示区域上的电极间距离与所述反射显示区域上的电极间距离不同。

由此，能够容易且确实地将透射显示区域和反射显示区域上的电场的尺寸设定成不同的。

在本发明的液晶显示装置中，优选，所述液晶层上的相位差 Δnd 大致为 $\lambda / 2$ ，在将所述反射显示区域上的电极间距离设定为 L_r ，将所述透射显示区域上的电极间距离设定为 L_t 时，满足 $L_r < L_t$ 的关系。

由此，能够使反射显示区域上的相位的偏移和透射显示区域上的相位的偏移大致相等。

在本发明的液晶显示装置中，优选：所述液晶层上的相位差 Δnd 大致为 $\lambda / 4$ ，在将所述反射显示区域上的电极间距离设定为 L_r ，将所述透射显示区域上的电极间距离设定为 L_t 时，满足 $L_r < L_t$ 的关系。

由此，能够使反射显示区域上的相位的偏移和透射显示区域上的相位的偏移大致相等。

在本发明的液晶显示装置中，优选：所述基板，具有与所述液晶相对置的一侧的面为大致平坦的表面形状。

由此，能够更加提高光的利用效率，能够进行可视性更优异的显示，同时能够谋求进一步提高液晶显示装置的可靠性（耐久性）。

在本发明的液晶显示装置中，优选，所述假各向同性液晶材料，由包含低分子量液晶材料、和通过聚合非液晶性的单体而形成并形成在所述低分子量液晶材料的构成分子间的高分子网络的复合系液晶组合物构成。

由此，尤其能够提高液晶的响应速度。

在本发明的液晶显示装置中，优选，所述低分子量液晶材料，能够在胆甾醇相和各向同性相的之间发现蓝色相。

由此，能够更加提高液晶的响应速度。

在本发明的液晶显示装置中，优选，所述非液晶性的单体是作为侧链具有烷基的丙烯酸酯系单体。

由此，能够形成连续性高的高分子网络，能够使发现蓝色相的温度范围更宽。

本发明的电子设备，其特征在于：具备本发明的液晶显示装置。

由此，能够提供具备无论在明亮的环境下还是在暗的环境下都能发挥优异的可视性的、可靠性优异的半透射反射型的液晶显示装置（显示部）

的电子设备。

附图说明

图 1 是模式表示本发明的液晶显示装置的一例电极构成的俯视图。

图 2 是模式表示本发明的一例液晶显示装置的俯视图及剖面图。

图 3 是模式表示本发明的另一例液晶显示装置的俯视图及剖面图。

图 4 是模式表示假各向同性液晶材料的分子结构的图示。

图 5 是表示具有本发明的液晶显示装置的一例电子设备的图示。

图 6 是表示具有本发明的液晶显示装置的另一例电子设备的图示。

图 7 是表示具有本发明的液晶显示装置的又一例电子设备的图示。

图 8 是模式表示以往的多隙方式的一例液晶显示装置的剖面图。

图中：1—液晶显示装置，2—TFT 阵列基板，2—数据线，3—栅极线，4—栅电极，5—TFT（薄膜晶体管），6—第 1 电极，6a—电极指（像素电极），7—第 2 电极，7a—电极指（共通电极），7b—共通电极线，10—TFT 阵列基板，11—基板主体，12—绝缘层，13—反射膜，12a—凹凸形状，14—树脂层，16—相位差板，17—偏光板，20—对置基板，21—基板主体，22—滤色片，24—相位差板，25—偏光板，30—液晶层，40—背光灯，BM—黑矩阵，F—电场，1000—便携电话主体，1001—液晶显示部，1100—手表主体，1101—液晶显示部，1200—信息处理装置，1202—输入部，1204—信息处理装置，1206—液晶显示部，100—液晶显示装置，110—液晶单元，120—背光灯，130—下基板，140—上基板，160—液晶层半透射反射层，180a—开口部，150（150R、150T）—滤色层，210—台阶部，200—相位差层，230—像素电极，240—取向膜，280—下偏光板，320—共通电极，330—取向膜，360—上偏光板，E—角部，T—透射显示区域，R—反射显示区域。

具体实施方式

下面，参照附图详细说明本发明的液晶显示装置及电子设备的优选实施方式。

[液晶显示装置]

图1是表示本实施方式的液晶显示装置的TFT阵列基板的电极构成的俯视图，图2是模式表示本实施方式的一例液晶显示装置的图示，图2(a)是表示本实施方式的液晶显示装置具备的滤色层的平面结构的平面模式图，图2(b)是与图2(a)的俯视图中的红色的滤色层对应的部分的剖面模式图，图3是模式表示本发明的另一例液晶显示装置的俯视图及剖面图，图3(a)是表示本实施方式的液晶显示装置具备的滤色层的平面结构的平面模式图，图3(b)是与图3(a)的俯视图中的红色滤色层对应的部分的剖面模式图。另外，在图1～图3中，放大表示1个像素区域，同时为了便于理解图面，重点表示特定的部位，适宜使各构成要素的膜厚度或尺寸的比率等不同。

本实施方式的液晶显示装置，是作为开关元件采用薄膜晶体管(Thin Film Transistor，以下缩写为TFT)的有源矩阵型的液晶显示装置的例子。

液晶显示装置1，如图2所示，在TFT阵列基板10和与之对置配置的对置基板20之间夹持例如由后面详述的假各向同性液晶材料等构成的液晶层30。在TFT阵列基板10上，采用相对于基板产生面内方向(与基板的面方向平行的方向)的电场(横电场)，通过用该横电场变化液晶材料的取向状态具有光开关功能的平面切换(In-Plane Switching，以下缩写为“IPS”。)方式的电极构成。

在IPS方式中，由于如果施加电压，液晶材料的取向状态向与基板平行的方向变化，所以除广视场角外，根据所看方向的色调变化或从白到黑的全灰度的色调变化少，能够得到宽的视场角(例如，上下左右170度左右)，能够显示自然的图像。

图1表示TFT阵列基板10上的电极构成。相互交叉地矩阵状设置向图中纵向延伸存在的多个数据线2、和向图中横向延伸存在的多个栅极线3。数据线2具有向各列的像素传递图像信号的功能，栅极线3具有依次使各行的像素的TFT接通的功能。在图中各像素的左下角的部分，朝像素的内侧分支栅极线3，形成栅电极4，构成像素开关用的TFT5。

各像素的TFT的源极及漏极的一方的端子连接在数据线2上，另一方的端子连接在第1电极6上。该第1电极6具有向图中纵向延伸存在的多根电极指(像素电极)6a，连接在TFT5的漏极端子上。

然后，设置具有向图1中纵向延伸存在的多根电极指（共通电极）7a的梳齿状的第2电极7。第2电极7的电极指7a，平面地配置在第1电极的电极指6a之间的位置上。然后，将各电极指7a连接在共通电极线7b上。第2电极7在各像素间相互连接，形成在显示区域整体上保持固定电位的构成。即，第1电极6（电极指6a）是像素电极，第2电极7（电极指7a）是共通电极。而且，数据线2、栅极线3、第1电极（电极指6a）、第2电极7（电极指7a、共通电极线7b）、TFT5都设在TFT阵列基板10上。

另外，由数据线2和栅极线3围住的区域构成本实施方式的液晶显示装置的一像素。

如图2(a)所示，在该像素区域内，与一像素区域对应地配置3原色中的一着色层，用3个像素区域(D1、D2、D3)形成包括各着色层22B(蓝色)、22G(绿色)、22R(红色)的像素。

TFT阵列基板10，形成在由石英、玻璃等透明性材料构成的基板主体11的表面上，经由由树脂材料等构成的绝缘层12，部分地形成由铝等反射率高的金属材料构成的反射膜13的构成。反射膜13的形成区域成为反射显示区域R，反射膜20的非形成区域成为透射显示区域T。如此，液晶显示装置1，是能够进行反射显示及透射显示的半透射反射型的液晶显示装置。

形成在基板主体11上的绝缘层12，在其表面具备凹凸形状12a，反射膜13的表面与该凹凸形状12a对应地具有凹凸部。由于通过如此的凹凸部散射反射光，所以能够防止从外部的照入，能够得到广视场角的显示。在凹凸形状12a上再覆盖树脂层14。

然后，在TFT阵列基板10的表面上，作为像素电极，形成由铟锡氧化物(Indium Tin Oxide，以下缩写为ITO)等透明导电性材料构成的第1电极6及第2电极7。

另外，在本实施方式中，分别叠层设置反射膜13和像素电极，但在反射显示区域R上，作为像素电极也可以采用由金属材料构成的反射膜。

另一方面，在透射显示区域T上，在基板主体11上形成绝缘层12，在其表面上不形成反射膜13。即，在覆盖绝缘层12(凹凸形状12a)的树

脂层 14 上，作为像素电极，形成由透明导电材料构成第 1 电极 6 及第 2 电极 7。

如上所述，第 1 电极 6 及第 2 电极 7，分别具有多根电极指 6a、7a，第 1 电极 6 的电极指 6a 平面地配置在第 2 电极 7 的电极指 7a 的之间的位置上。

接着，对置基板 20 侧，在由玻璃或石英等透光性材料构成的基板主体 21 上（基板主体 21 的液晶层侧），具有设置滤色片 22（在图 2 (b) 中红色着色层 22R）的构成。此处，着色层 22R 的周边被黑矩阵 BM 围住，利用黑矩阵 BM 形成各像素区域 D1、D2、D3 的边界（参照图 2 (a)）。

此外，在 TFT 阵列基板 10 的外面侧（与夹持液晶层 30 的面不同的一侧），形成相位差板 16 及偏光板 17，在对置基板 20 的外面侧也形成相位差板 24 及偏光板 25，在基板内面侧（液晶层 30 侧）形成能入射圆偏光的构成，这些相位差板 16 及偏光板 17、相位差板 24 及偏光板 25，分别构成圆偏光板。

偏光板 17、25，形成只透射具有规定方向的偏光轴的直线偏光的构成，作为相位差板 16、24，采用 $\lambda / 4$ 相位差板。另外，在形成在 TFT 阵列基板 10 上的偏光板 17 的外侧设置作为透射显示用的光源的背光灯 40。

此处，构成本实施方式的液晶显示装置的各部的尺寸不特别限定，但例如，优选一像素的间距为 150~200nm 的范围，优选单元间隙为 48~64nm 的范围。

此外，第 1 电极 6 的各电极指 6a 及第 2 电极 7 的各电极指 7a 的宽度，优选在 20~40nm 的范围。

具体是，优选一像素的间距为 150nm 左右，第 1 电极 6 的各电极指 6a、第 2 电极 7 的各电极指 7a 的根数在 3~4 根。此外，优选第 1 电极 6 的各电极指 6a 及第 2 电极 7 的各电极指 7a 的宽度为 20nm 左右。

在所述的液晶显示装置 1 中，采用在 TFT 基板 10 上，在同一面内配置第 1 电极 6 和第 2 电极 7 的 IPS 方式的电极构成。因此，液晶被在第 1 电极 6 (6a) 和第 2 电极 7 (7a) 发生的横电场 F 驱动。

可是，在多隙方式的液晶显示装置上，由于通过反射显示区域上的液晶层的光的相位差和通过透射显示区域上的液晶层的光的相位差不同，所

以存在产生相位偏移，光的利用效率降低的问题。

此处，例如在将液晶层的厚度规定为 d 、将液晶的折射率各向异性规定为 Δn 时，光的相位差（延迟）用它们的积 $\Delta n \cdot d$ 表示。

作为消除在透射显示区域的相位差和在反射显示区域的相位差的偏移的手段，只要使液晶层的厚度 d 、液晶的折射率各向异性 Δn 的至少任何一方在透射显示区域和反射显示区域不同就可以。

但是，在采用通常的液晶材料的情况下，难在透射显示区域和反射显示区域较大地改变液晶的折射率各向异性 Δn 。如果更详细地说明，在通常的液晶材料中，在外加电场时，由于液晶分子严重受周围的其它液晶分子的取向状态的影响，自身的朝向也变化，所以难在透射显示区域和反射显示区域较大地改变液晶的折射率各向异性 Δn 。

因此，在以往的多隙结构的液晶显示装置中，通过变化液晶层的厚度 d ，容易比反射显示区域上的液晶层的层厚大大地设定透射显示区域上的液晶层的层厚。具体是，在所述上基板和所述下基板的所述反射层的之间，设置用于在所述透射显示区域和所述反射显示区域调整所述液晶层的厚度的液晶层厚调整层。但是，通过设置液晶层厚调制层，出现光的利用效率降低，液晶显示装置的光学特性降低的问题。此外，由于该液晶层厚调制层成为静区，在谋求装置的薄型化方面也不利。

在以往的液晶材料中，即使外加电场，液晶分子的朝向也变化，通过螺旋状排列，能够变化从液晶单元内的一方向看时的折射率，但材料本身的折射率不变化。相反，在本发明所用的假各向同性液晶材料中，通过外加电场，能够具有光学上的各向异性，能够使材料本身的折射率变化。而且，在本发明所用的假各向同性液晶材料中，在外加电场时，能够不伴随材料本身的微小的取向行为、移动地变化折射率。

另外，由于该折射率的变化量依赖于电场的尺寸，所以通过改变电场的尺寸，能够改变液晶的折射率各向异性 Δn 。因此，在本发明中，通过将各区域（反射显示区域和透射显示区域）的电场的尺寸设定成不同的，能够使各区域的液晶材料的折射率的尺寸不同。

如上所述，在本发明中，不需要设置树脂层，能够将与基板（TFT 阵列基板、对置基板）的液晶层对置的一侧的面形成平坦的表面形状。由此，

能够更加提高光的利用效率，能够进行可视性更优异的显示，同时能够谋求液晶显示装置的可靠性（耐久性）的进一步提高。与基板（TFT阵列基板、对置基板）的液晶层对置的一面侧的单元厚度，优选在 $20\mu m$ 以下，更优选在 $10\mu m$ 以下。由此，能够更加显著地发挥所述的效果。

而且，在本实施方式中，对于横电场方式，通过将电极间的距离（第1电极6的电极指6a和第2电极7的电极指7a的距离），形成在透射显示区域和反射显示区域不同的距离，能够容易且确实地将在透射显示区域和反射显示区域的电场的尺寸，设定成不同的尺寸。

如此，在将反射显示部上的电极间距离（图中的Lr）、和透射显示部上的电极间距离（图中的Lt）设定成不同的时，其差的绝对值，优选为 $0\sim20\mu m$ ，更优选 $0\sim10\mu m$ ，最优选 $0\sim5\mu m$ 。

此外，所述相位差板，优选，对透射光施加大致 $1/4$ 波长的相位的偏移，透射显示区域上的液晶层的层厚是反射显示区域上的液晶层的层厚的2倍，在将外加选择电压时、外加非选择电压时的任何一方的液晶层的相位差的偏移，在反射显示区域大致设定为0、在透射显示区域大致设定为0，同时将另一方上的液晶层的相位的偏移设定成，在反射显示区域大致为 $1/4$ 波长、在透射显示区域大致为 $1/2$ 波长。

此处，所谓“ $1/4$ 波长的相位的偏移”，意思是在光学各向异性体（例如液晶或相位差板）入射直线偏光时射出光成为圆偏光，所谓“ $1/2$ 波长的相位的偏移”，意思是射出光成为具有与入射光的直线偏光的方向正交的方向的直线偏光，所谓“0相位的偏移”或“无相位的偏移”，意思是射出光成为具有与入射光的方向平行的方向的直线偏光，

具体是，在将液晶层的 Δnd 设定为 $\lambda/2$ 时，使反射显示部上的液晶层的 Δn 大于透射显示部上的液晶层的 Δn 。即，在将反射显示部上的电极间距离设定为Lr、将透射显示部上的电极间距离设定为Lt时，设定为 $Lr < Lt$ 。在图1及图2中，表示设定为 $Lr < Lt$ 时的情况。由此，反射显示部上的电场的尺寸，大于透射显示部上的电场的尺寸，能够使反射显示部上的液晶层的 Δn 大于透射显示部上的液晶层的 Δn 。在此种情况下，Lr优选为 $2\sim10\mu m$ ，更优选为 $2\sim5\mu m$ 。此外，Lt优选为 $4\sim20\mu m$ ，更优选为 $4\sim10\mu m$ 。

在将液晶层的 Δn_d 设定为 $\lambda / 4$ 时，使反射显示部上的液晶层的 Δn 小于透射显示部上的液晶层的 Δn 。即，如图 3 所示，在将反射显示部上的电极间距离 L_r 及透射显示部上的电极间距离 L_t ，设定为 $L_r > L_t$ 。由此，反射显示部上的电场的尺寸小于透射显示部上的电场的尺寸，能够使反射显示部上的液晶层的 Δn 小于透射显示部上的液晶层的 Δn 。在此种情况下， L_r 优选为 $4 \sim 20 \mu m$ ，更优选为 $4 \sim 10 \mu m$ 。此外， L_t 优选为 $2 \sim 10 \mu m$ ，更优选为 $2 \sim 5 \mu m$ 。

另外，在图 3 中，对于反射显示部上的电极间距离 L_r 及透射显示部上的电极间距离 L_t ，除形成 $L_r > L_t$ 以外，与图 2 相同。

根据如此的构成，能够通过反射显示和透射显示使上偏光板的透射时的偏光状态与同一方向的直线偏光大致一致，能够使反射显示区域上的相位的偏移和透射显示区域上的相位的偏移大致相等。由此，能够最大地提高光的利用效率，能够形成透射显示最明亮的构成。此外，能够得到对比度高的显示。另外，还能够充分确保反射显示的可视性。

如以上说明，在本发明的液晶显示装置中，采用通过外加电场显示各向异性的所谓假各向同性液晶材料，同时能够在透射显示区域和反射显示区域将电场的强度适宜设定成不同的。由此，能够有效地防止因具有多隙结构而发生的问题。

此外，在本发明的液晶显示装置中，由于采用假各向同性液晶材料，因此在制造中不需要形成取向膜，或实施研磨处理。由此，能够提高液晶显示装置的生产性，从而降低成本。

此外，在上述的液晶显示装置 1 中，由于采用横电场方式，因此能够得到无论从何处看可视性都良好的效果。

<假各向同性液晶材料>

接着，对构成液晶显示装置 1 的假各向同性液晶材料详细地进行说明。

图 4 是模式表示本发明能够采用的假各向同性液晶材料的分子结构的图示。

本发明所用的假各向同性液晶材料，在非外加电场时在光学上为各向同性，且在外加电场时在光学上为非各向同性，根据电场强度变化折射率。

如此的假各向同性液晶材料，如前所述，是与通常的液晶材料完全不

同的材料，尤其，在用于半透射型的液晶显示装置的时候，显示与通常的液晶材料完全不同点。即，在以往的液晶材料中，即使外加电场，也通过变化液晶分子的朝向，螺旋状排列，变化从液晶单元内的一方向看时的折射率，但材料本身的折射率不变化，而在本发明所用的假各向同性液晶材料中，通过外加电场，能够使其具有光学上的各向异性，能够使材料本身的折射率变化。而且，在本发明所用的假各向同性液晶材料中，在外加电场时，能够不伴随材料本身的取向举动、移动地，使折射率变化。

本发明所用的假各向同性液晶材料，只要是上述的材料怎样的都可以，但优选是由复合系液晶组成物构成的材料，该复合系液晶组成物包含低分子量液晶材料、和通过与交联剂一同聚合非液晶性的单体而形成的形成在所述低分子量液晶材料的构成分子间的高分子网络。由此，尤其能够提高液晶的响应速度。

在以下的说明中，以由如此的复合系液晶组成物构成的材料，说明假各向同性液晶材料。

上述的复合系液晶组成物（假各向同性液晶材料），一般，如图 4 所示，相对于分子横向方向的全方位，采取扭转排列，形成如图 4 (a) 所示的称为双重扭转筒体的基本结构。而且，双重扭转筒体 (b) 相互交叉，成为将图 4 (c) 的体心立方晶系作为单位晶格的超结构。在该结构中，分子不能连续地沿三维空间排列，伴随如图所示的周期性的线缺陷。如此的复合系液晶组合物（假各向同性液晶材料），在光学上为各向同性，但如果外加电压，就高速地成为各向异性，能够使来自一定方向的光通过或遮挡该光。

而且，在复合系液晶组合物中，具有通过聚合（与交联剂一同）与低分子量液晶材料的相溶性低的单体分子而形成的高分子网络。由此，能够扩大发现蓝色相的温度范围（例如，100℃以上的范围），同时尤其能够提高液晶的响应速度。

用于形成高分子网络的单体，是非液晶性的单体。此处，所谓非液晶性的单体，是能够利用光聚合或热聚合法聚合的单体，是指不具有熟知的呈液晶的棒状的分子结构（例如，在联苯或联苯·环己基等的末端带有烷基、氟基、氯等的分子结构）的单体，例如可列举在分子结构中含有丙烯

酰基、甲基丙烯酰基、乙烯基、环氧基、富马酸酯基、肉桂酰基等的聚合性基团的单体，但也不局限于此。

作为形成高分子网络所用的非液晶性单体，例如，可列举在分子结构中含有丙烯酰基或甲基丙烯酰基的丙烯酸酯系单体，尤其优选作为侧链具有烷基的分支结构的丙烯酸酯系单体。烷基，一般是碳数1~4的烷基，优选采用至少一单体单位具有1个由如此的烷基构成的侧链的单体。即使是具有非液晶性的分子结构的单体，在从不分支的单体形成高分子网络的情况下，发现蓝色相的温度范围的扩大效果相对减小。作为丙烯酸酯系单体，例如，可列举环己基丙烯酸酯系单体等，此外，作为以侧链具有烷基的丙烯酸酯系单体，例如，可列举2-乙基己基丙烯酸酯、1, 3, 3-三甲基己基丙烯酸酯等。

上述的单体，通过与交联剂一同供于聚合，能够形成高分子网络。该交联剂也可以是液晶性或非液晶性的化合物的任何一种，只要使用与所用的单体对应地结合该单体分子间，能形成具有网状结构的反应性部位的化合物就可以。例如，作为单体，在采用丙烯酸酯系单体的情况下，作为交联剂也能够使用液晶性的二丙烯酸酯系单体。但是，如果不采用交联剂，或交联剂的浓度过低，例如，有可能难充分扩大蓝色相的发现温度范围(温度幅度)。此外，高分子网络的浓度也重要，也需要采用足够扩宽蓝色相的发现温度幅度的量的单体和交联剂，形成连续性高的高分子网络。

构成复合系液晶组成物的低分子量液晶材料，不特别限定，但优选在胆甾醇相(手性向列相)和各向同性相之间发现蓝色相的。由此能够更加提高液晶的响应速度。如此的低分子液晶材料，含有联苯、联三苯、联苯·环己基等的分子结构，通过存在不对称原子，其本身具有手性(手性对称性)，或通过添加手性的物质(手性掺杂剂)，发现该胆甾醇相(手性向列相)，优选是从该胆甾醇相(手性向列相)上的螺旋的间距长度大致在500nm以下的中选择的。如此的液晶，在低温下发现胆甾醇相(手性向列相)，在比其高的高温下发现各向同性相，同时在胆甾醇相(手性向列相)和各向同性相之间的很窄的温度范围内发现蓝色。作为这些低分子量液晶材料，也可以混合使用多种。

本实施方式中使用的假各向同性液晶材料，由含有上述的低分子量液

晶材料和高分子网络的复合系液晶组成物（高分子网络 / 低分子量液晶材料）构成。

如此的复合系液晶组成物，例如，能够按以下获得。即，能够通过在低分子量液晶材料中分散单体和交联剂，在保持蓝色相的温度下进行聚合反应得到。

保持蓝色相，能够通过利用偏光显微镜的观察及反射光谱的测定确认。即，如果出现蓝色光，利用偏光显微镜在蓝色相中观察特征的蓝色及黄绿色的 platelets（小板状组织），此外，能够在与黄绿色的 platelets 对应的大约 550nm 的波长，确认反射光谱。

聚合，例如，能够利用热聚合、光聚合等进行，但在是热聚合的情况下，保持蓝色相的温度和聚合温度（加热温度）重合的范围有界限，此外，由于有利用加热变化高分子网络的形态的可能性，所以优选使用采用紫外光的光聚合。此外，在聚合时，为加快聚合速度，优选在低分子量液晶材料中，除单体和交联剂外，也分散聚合引发剂。作为光聚合引发剂，例如，可以使用乙酰苯系、二苯甲酮系、苯偶姻醚系、噻吨酮系等各种引发剂，具体能够采用 2, 2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮等。

如此，要制作由复合系液晶组成物构成的液晶材料（假各向同性液晶材料），如上所述，在适当的单元中注入在低分子量液晶材料中分散有单体和交联剂，以及根据需要分散有聚合引发剂或手性掺杂剂的混合溶液，按以下供于聚合反应。

首先，如上所述，通过偏光显微镜观察及 / 或反射光谱测定，确认通过使聚合前的试样（混合溶液）降温或升温，发现蓝色相。

接着，在确认（通过偏光显微镜观察及 / 或反射光谱测定）从发现蓝色相的温度升温或降温试样，减弱 platelets 的黄绿色的亮度的时刻，如果黄绿色的亮度变强，暂时停止紫外光照射。

然后，进一步降温或升温试样，在再次减弱 platelets 的黄绿色的亮度的温度下照射紫外光，如果 platelets 的黄绿色的亮度变强，暂时停止紫外光照射。

重复该操作，在发现蓝色相的温度（platelets 的黄绿色的亮度变强的温度）与低分子量液晶材料单独的系的蓝色相发现温度大致一致后，再照

射一定时间（例如，1小时）的紫外光，然后结束聚合。

以上的操作是采用光聚合的操作，但在采用热聚合的时候，同样通过偏光及 / 或反射光谱测定确认蓝色相，并且通过在进行聚合反应的温度下维持该系，能够进行聚合。

由通过以上的聚合反应得到的复合系液晶组成物构成的假各向同性液晶材料，在很宽的温度范围（温度幅度）呈现稳定的蓝色相。例如，在优选例即含有由具有烷基侧链的丙烯酸酯系单体形成的高分子网络的液晶材料中，能够夹隔室温（15~25℃）在60℃以上的温度幅度发现蓝色相。也能够利用前面所述的偏光显微镜观察和反射光谱测定，确认得到的液晶材料的蓝色相的发现。

如此得到的假各向同性液晶材料，在非外加电场时，在光学上是各向同性，但如果外加电压，在光学上高速地成为各向异性，能够使来自一定方向的光透射或遮挡该光。此外，响应速度为10~100μ秒。

[电子设备]

以下，说明具有上述实施方式的液晶显示装置的电子设备的例子。图5是表示一例便携电话的立体图。在图5中，符号1000表示便携电话主体，符号1001表示采用上述液晶显示装置的液晶显示部。

图6是表示一例手表型电子设备的立体图。在图6中，符号1100表示手表主体，符号1101表示采用上述液晶显示装置的液晶显示部。

图7是表示一例文字处理机、电脑等便携式信息处理装置的立体图。在图7中，符号1200表示信息处理装置，符号1202表示键盘等输入部，符号1204表示信息处理装置主体，符号1206表示采用上述液晶显示装置的液晶显示部。

图5~图7所示的电子设备，由于具有采用上述实施方式的液晶显示装置的液晶显示部，所以能够实现具有视场角宽、明亮、显示品质优异的显示部的电子设备。

以上基于优选的实施方式说明了本发明，但本发明并不局限于此。

例如，在所述的实施方式中，示出了半透射反射型的彩色液晶显示装置的例子，但本发明，不管黑白 / 彩色，都能适用。即，如上述实施方式，也不一定具备滤色片。

此外，在所述的实施方式中，列举了电连接第1电极和像素开关用的TFT的构成，但也不局限于此，也可以形成电连接第2电极和像素开关用的TFT的构成。

另外，关于第1电极及第2电极、数据线、栅极线等各构成要素的形状、尺寸、电极指的数量的具体的记载，也不局限于所述实施方式的例子，可以适宜进行设计变更。

此外，在所述的实施方式中，说明了外加横电场的构成，但是，例如，也可以是向与基板的面方向大致垂直的方向外加电场的构成。

此外，在所述的实施方式中，举例说明了在反射显示区域和透射显示区域，通过变化电极间的距离，使电场的强度不同时的情况，但本发明也不局限于此，例如，也可以在反射显示区域和透射显示区域，使外加的电压本身不同。

此外，在所述的实施方式中，说明了不具有取向膜的液晶显示装置，但是，例如，也可以在与电极对置的面侧设置取向膜。此外，也可以在电极和液晶层的之间设置用于防止电极和液晶材料的接触的层(钝化膜)等。通过形成上述的构成，能够形成液晶材料的耐久性特别优异的液晶显示装置，提高作为液晶显示装置整体的可靠性。作为构成如此的膜的材料，例如，可举例氧化硅(SiO、SiO₂等)等。

[实施例]

<液晶材料的制作>

作为光聚合性单体，采用非液晶性的2-乙基己基丙烯酸酯(2EHA)(Aldrich公司制造)、己基丙烯酸酯(HA)(Aldrich公司制造)、及1,3,3-三甲基己基丙烯酸酯(TMHA)(Aldrich公司制造)、以及液晶性的6-(4'-氰基联苯-4基-氧)己基丙烯酸酯(6CBA)。作为交联剂，采用液晶性二丙烯酸酯单体(RM257)(Merck公司制造)，作为光聚合引发剂，采用2,2-二甲氧基-2-苯基苯乙酮(Aldrich公司制造)。作为低分子量液晶材料，采用按等摩尔混合氟系向列混合液晶JC-1041XX(7)(チッソ社制造)及氟基联苯系向列混合液晶4-氟基-4'-戊基联苯(5CB)(Aldrich公司制造)的，作为手性掺杂剂，采用ZLI-4572(9)(Merck公司制造)。

以各向同性状态，将按规定的组成调制上述构成成分得到的混合溶

液，注入无取向、单元厚 $14 \mu\text{m}$ 的分层型单元中。用交叉尼科尔棱镜下的偏光显微镜观察注入各试样的单元，按照所述的方法确认保持 BP 的状态，同时通过 1 小时以上照射从金属卤化物灯得到的照射强度 $1.5\text{mW} \cdot \text{cm}^{-2}$ 的紫外光，进行光聚合。

(实施例 1)

采用按上述得到的假各向同性液晶材料，制作与图 2 所示的液晶显示装置相同的多隙结构的液晶显示装置。

此时，液晶层的相位差设定在 $\Delta nd = 270\text{nm}$ ($\lambda / 2$)。将偏光板的吸收轴规定为从透明电极的纵向起呈 45° 的方向。此外，电极指幅度为 $2 \mu\text{m}$ ，透射显示部上的电极间距离规定为 $10 \mu\text{m}$ ，反射显示部上的电极间距离规定为 $5 \mu\text{m}$ 。

然后，一边对该液晶显示装置外加电压到 $0 \sim 5\text{V}$ ，一边测定透射显示区域上的透射率及反射显示区域上的反射率。其结果表明，无外加电压时的透射率、反射率都达到 30% 左右，在透射显示时及反射显示时双方都得到良好的明亮显示。此外，在反射显示中，得知，通过外加 2.5V 左右的电压，反射率小于 5%，能够充分确保现在市场所要求以上的对比度。

(实施例 2)

采用按上述得到的假各向同性液晶材料，制作与图 3 所示的液晶显示装置相同的多隙结构的液晶显示装置。

此时，液晶层的相位差设定在 $\Delta nd = 140\text{nm}$ ($\lambda / 4$)。与透明电极的纵向平行地设置偏光板的吸收轴。相位差板设置在从纵向起 15° 。此外，电极指幅度为 $2 \mu\text{m}$ ，透射显示部上的电极间距离规定为 $4 \mu\text{m}$ ，反射显示部上的电极间距离规定为 $8 \mu\text{m}$ 。

然后，一边对该液晶显示装置外加电压到 $0 \sim 5\text{V}$ ，一边测定透射显示区域上的透射率及反射显示区域上的反射率。其结果表明，无外加电压时的透射率、反射率都达到 30% 左右，在透射显示时及反射显示时双方都得到良好的明亮显示。此外，在反射显示中，得知，通过外加 2.5V 左右的电压，反射率小于 5%，能够充分确保现在市场所要求以上的对比度。

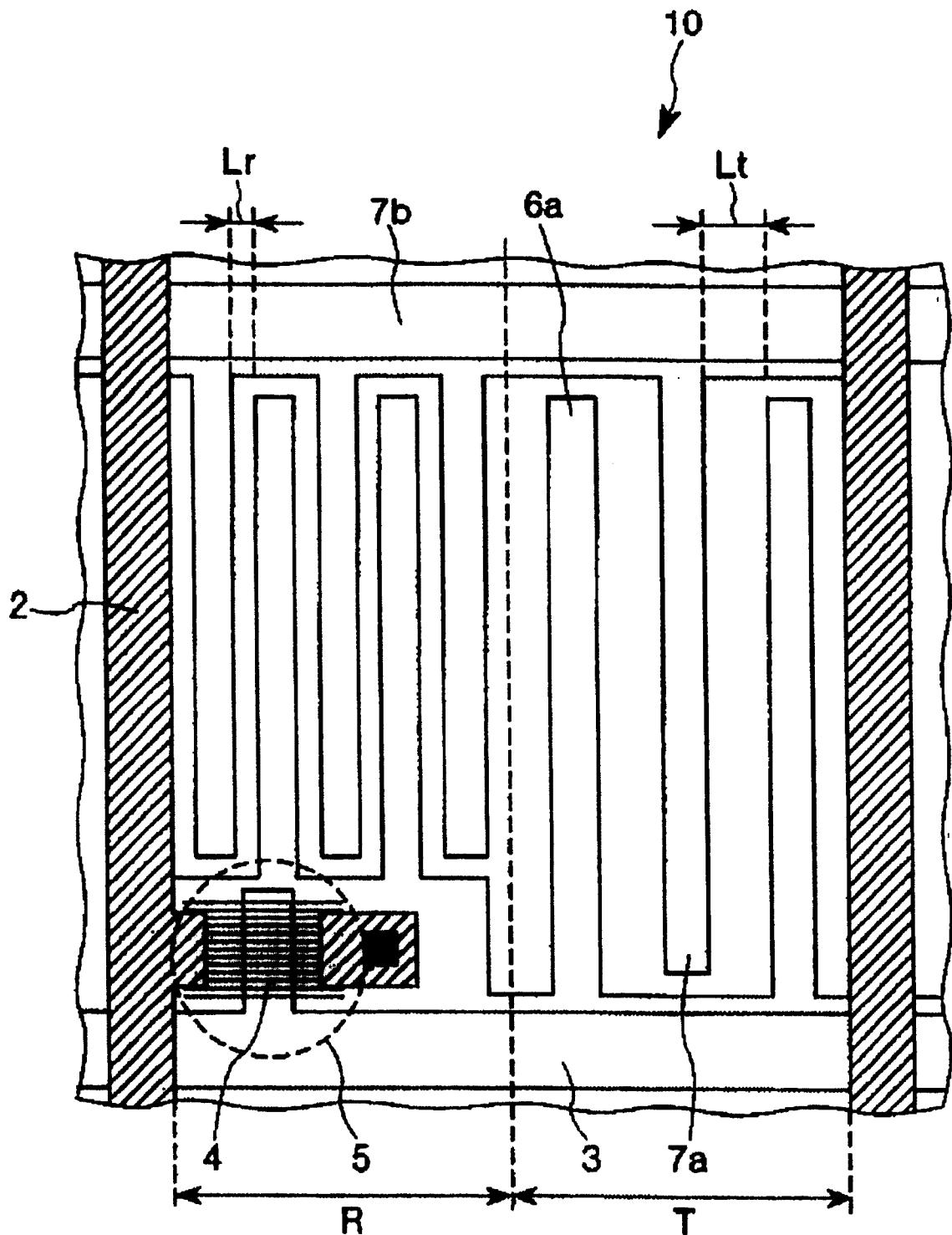


图 1

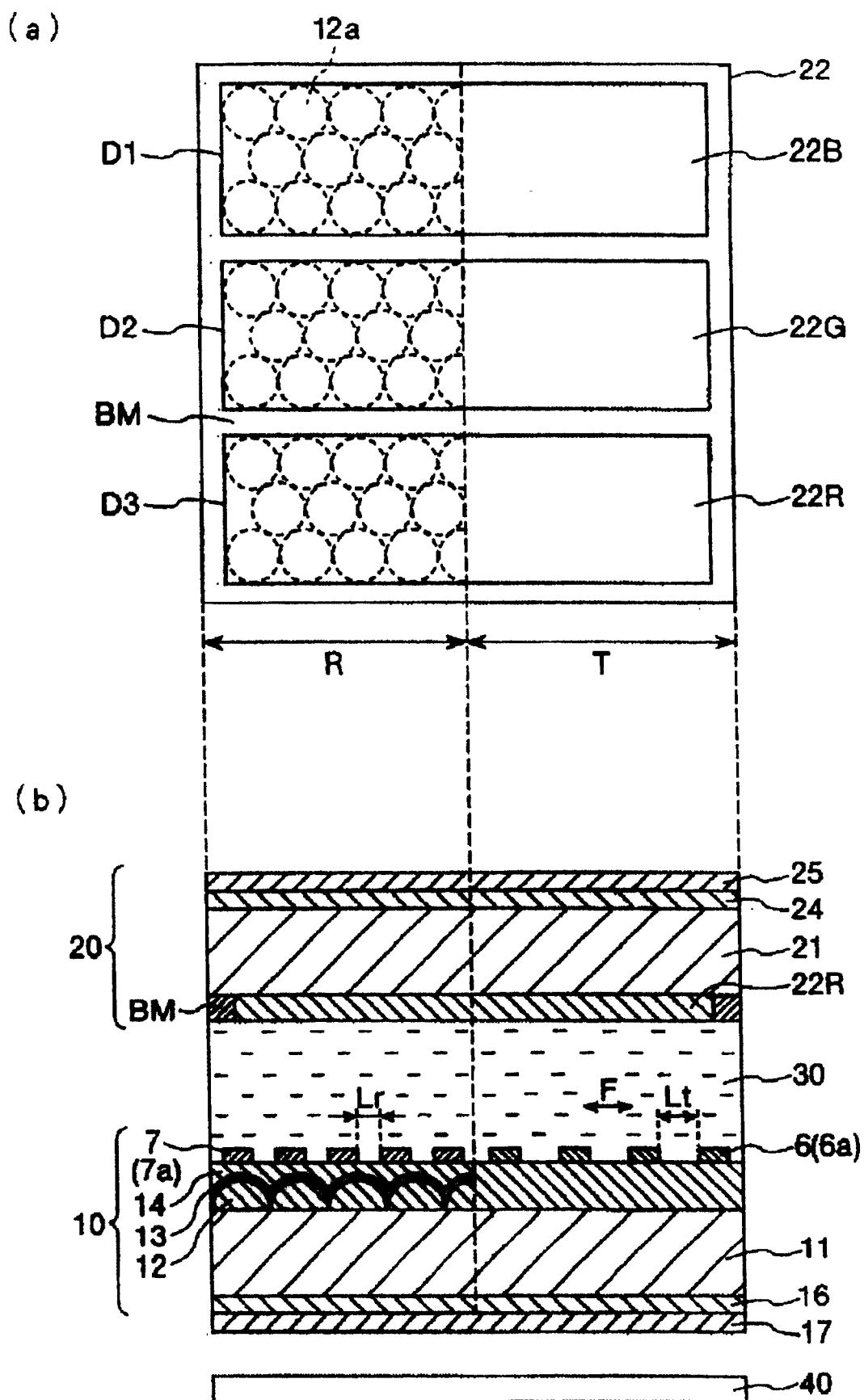


图 2

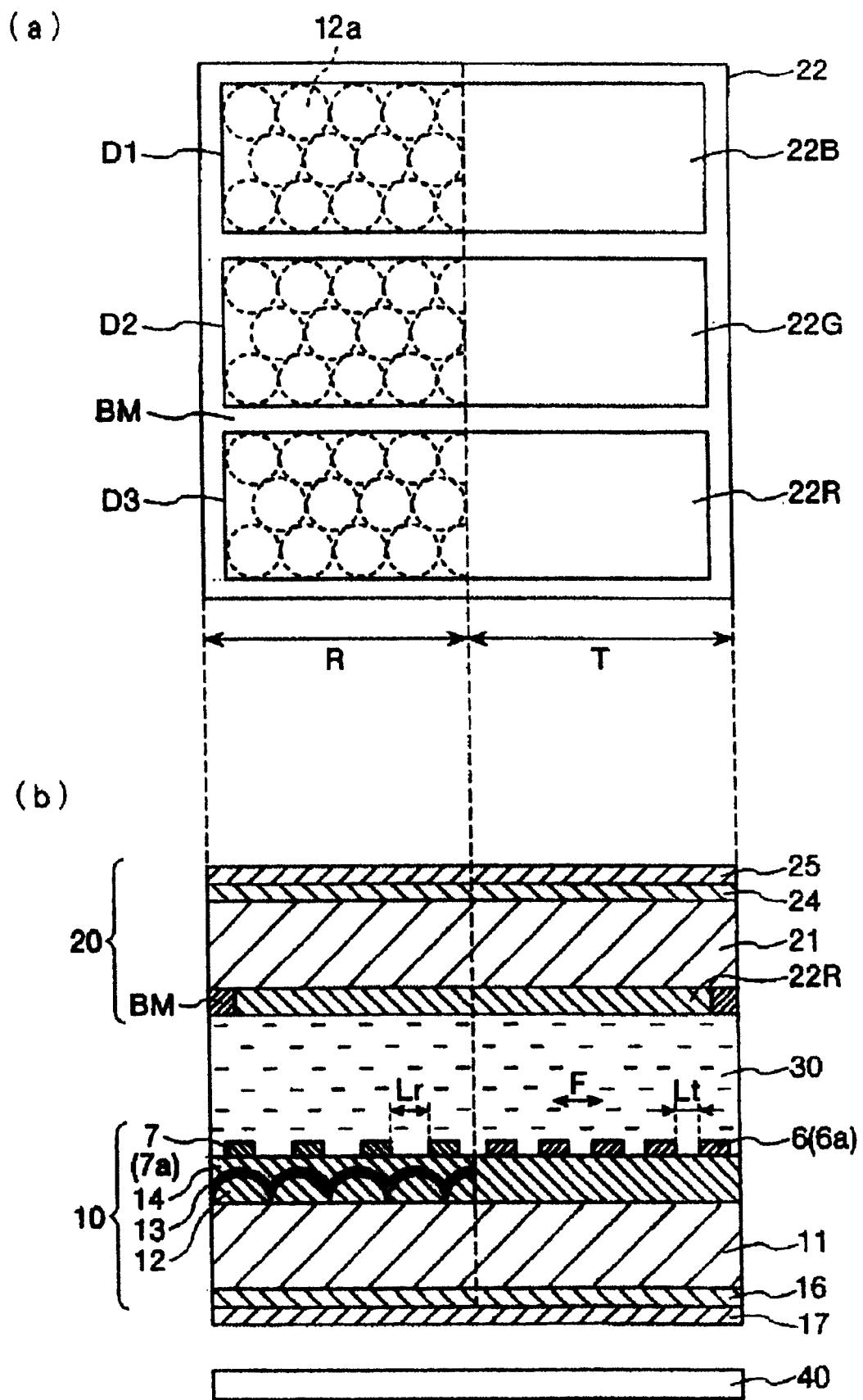


图 3

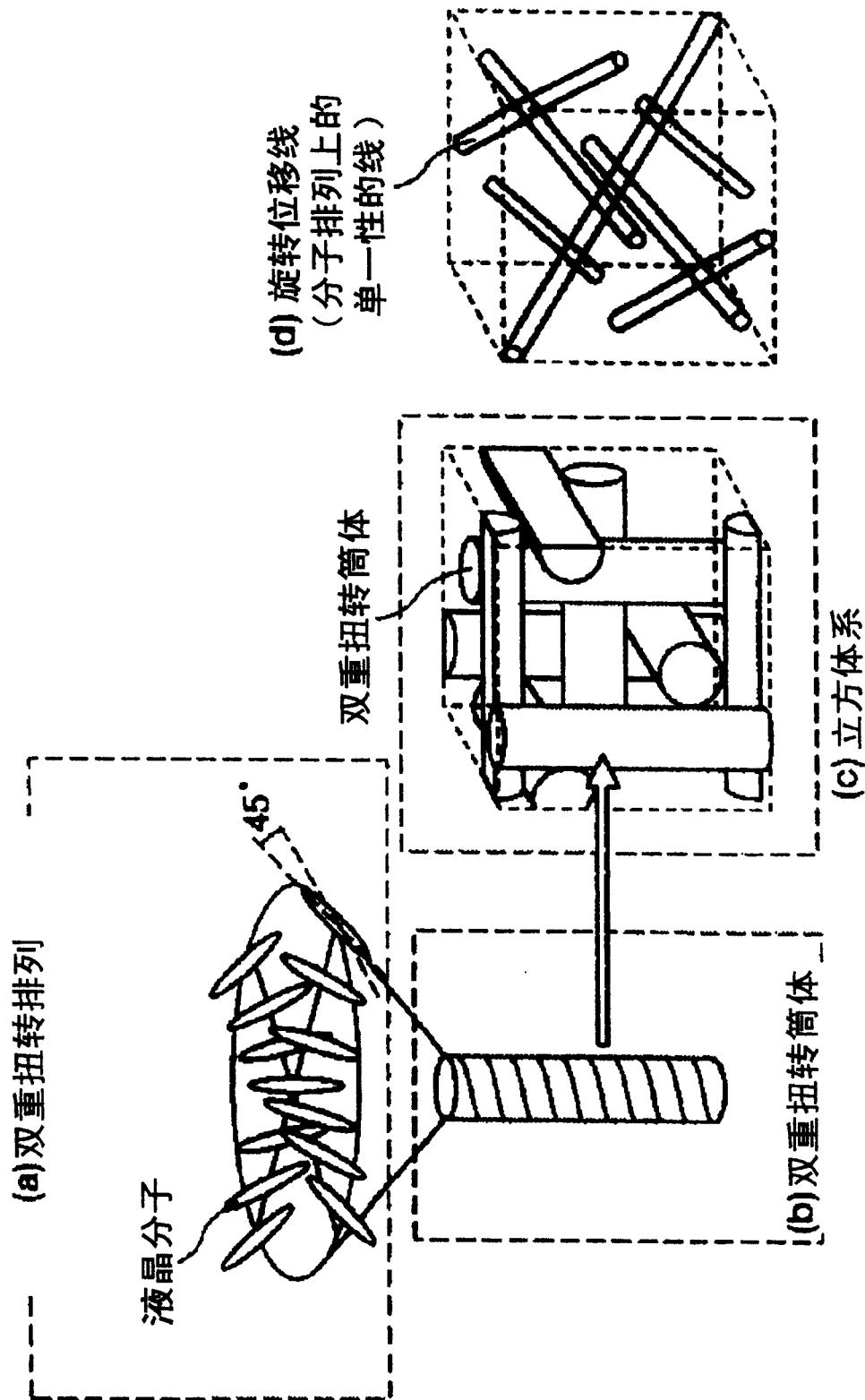


图 4

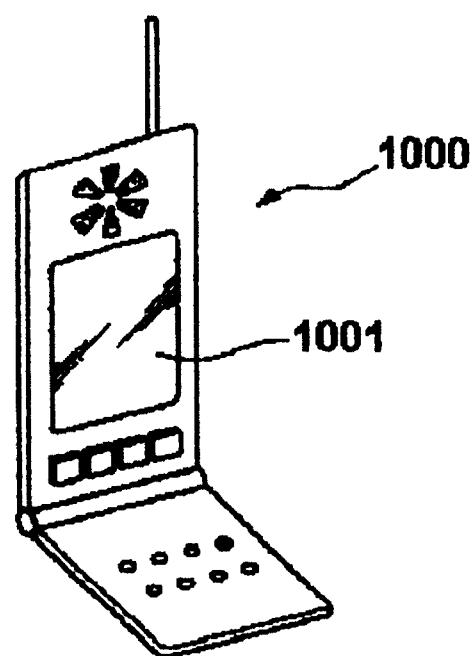


图 5

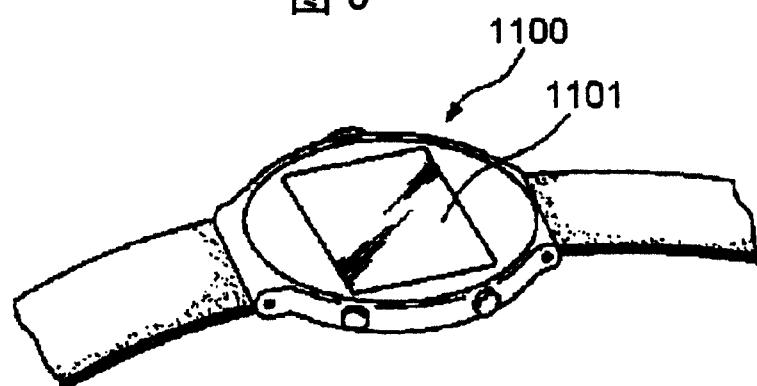


图 6

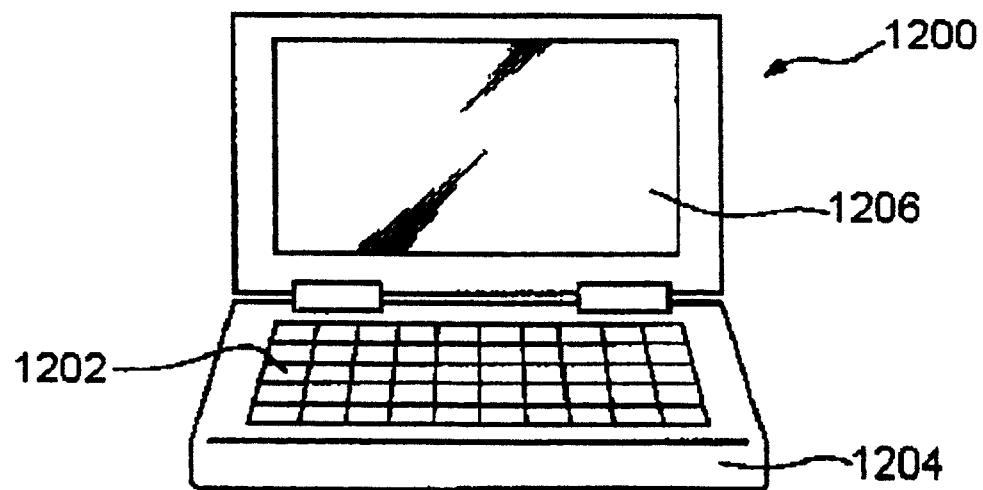


图 7

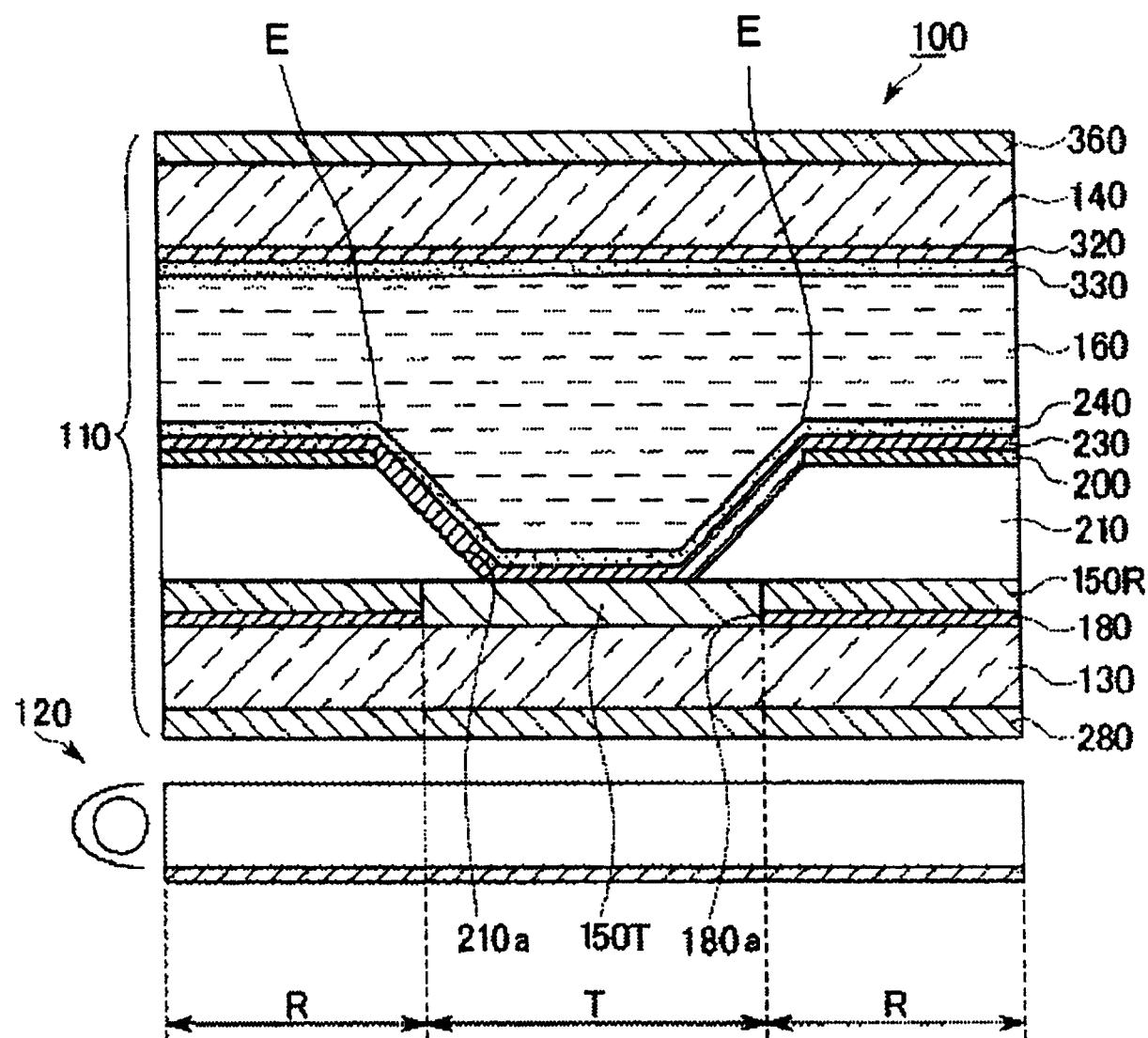


图 8