



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105683822 B

(45)授权公告日 2019.10.01

(21)申请号 201480056464.2

(22)申请日 2014.09.22

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105683822 A

(43)申请公布日 2016.06.15

(30)优先权数据
13004971.1 2013.10.17 EP

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2016.04.14

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/EP2014/002564 2014.09.22

(87)PCT国际申请的公布数据
W02015/055274 DE 2015.04.23

(73)专利权人 默克专利股份有限公司
地址 德国达姆施塔特

(72)发明人 M·容格 A·拜尔 U·帕特瓦尔

(74)专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038

代理人 陈晰

(51)Int.Cl.
G02F 1/00(2006.01)
C09K 19/60(2006.01)
C09K 19/02(2006.01)
E06B 9/24(2006.01)

(56)对比文件
WO 2013060406 A1,2013.05.02,
CN 1672086 A,2005.09.21,
WO 2013020629 A1,2013.02.14,
WO 2013097919 A1,2013.07.04,
JP H05289064 A,1993.11.05,

审查员 张铭颖

权利要求书2页 说明书33页 附图1页

(54)发明名称

用于调节光进入的装置

(57)摘要

本申请涉及用于调节光进入室的装置,其包括具有特定设计的可切换层,所述可切换层含有扭转向列型液晶介质和二色性化合物。

1. 用于调节光进入室的装置,包括含有液晶介质的可切换层S,所述液晶介质含有至少一种二色性化合物和一种或多种手性化合物,并具有在70℃至170℃的温度范围内的清亮点,

其中,所述层S的厚度d和所述层S的液晶介质的光学各向异性 Δn 适用:

$$d < 0.9 \mu\text{m} / \Delta n$$

和

$$d > 0.2 \mu\text{m} / \Delta n$$

并且其中,在未施加电压的所述装置的切换状态下或者在施加电压的所述装置的切换状态下,所述层S的液晶介质的分子处于扭转向列状态;

其中所述装置不包括偏振器。

2. 根据权利要求1所述的装置,特征在于,正好有一个称为O1的取向层与所述可切换层S的一侧相邻,和正好有一个称为O2的其他取向层与所述可切换层S的相对侧相邻。

3. 根据权利要求2所述的装置,特征在于,所述取向层O1和O2以这样的方式设计,使得它们各自在所述层S的相邻区域中导致液晶介质的不同取向的分子取向轴。

4. 根据权利要求2所述的装置,特征在于,所述取向层O1和O2的摩擦方向包括30至270°的角度。

5. 根据权利要求2至4的任一项所述的装置,特征在于,取向层O1和O2导致与所述取向层相邻的所述层S的液晶介质的分子的沿面排列。

6. 根据权利要求2至4的任一项所述的装置,特征在于,取向层O1和O2在其与所述层S相邻的表面上具有经摩擦的聚酰亚胺。

7. 根据权利要求2至4的任一项所述的装置,特征在于,在未施加电压的状态下在沿面取向的情况下,所述层S的液晶介质的分子取向轴与所述取向层O1或O2的平面成1°至10°的角度。

8. 根据权利要求2至4的任一项所述的装置,特征在于,在未施加电压的状态下在垂面取向的情况下,所述层S的液晶介质的分子的取向轴与所述取向层O1或O2的平面成89°至80°的角度。

9. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置,特征在于,所述层S具有2至12 μm 的厚度。

10. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置,特征在于,所述层S具有至少30%的亮状态的透光率 $\tau_{\text{亮}}$,按照欧洲标准EN410式(1)计算。

11. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置,特征在于,所述层S包括至少两种不同的二色性化合物。

12. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置,特征在于,在其所有切换状态下,当透视时,其是无色的。

13. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置,特征在于,至少一种二色性化合物选自偶氮化合物、蒽醌、次甲基化合物、偶氮甲碱化合物、部花青化合物、萘醌、四嗪、二萘嵌苯、三萘嵌二苯、四萘嵌三苯、高级萘嵌苯、方酸菁、苯并噻二唑、二酮吡咯并吡咯和吡咯亚甲基。

14. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置,特征在于,在未施加电压的所述装置的切换状态下,所述液晶介质的分子为扭转向列状态和沿面取向;而在施加电压的所述装置的切换状态下为非扭转向列状态和垂面取向。

15. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置, 特征在于, 在扭转向列状态下, 所述层S的液晶介质的分子取向轴在整个层厚度上看去的扭转在 100° 和 260° 之间。

16. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置, 特征在于, 在扭转向列状态下, 所述层S的液晶介质的分子的取向轴在整个层厚度上看去的扭转在 320° 和三个完整旋转之间。

17. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置, 特征在于, 所述液晶介质的介电各向异性 $\Delta\epsilon$ 为大于3或小于-3。

18. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置, 特征在于, 所述液晶介质包含总浓度为0.01至3重量%的一种或多种手性化合物。

19. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置, 特征在于, 其包括用于将光能转换成电能的装置。

20. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置, 特征在于, 其包括一个或多个具有防反射设计的玻璃层。

21. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置, 特征在于, 其具有至少 0.05m^2 的面积范围。

22. 根据权利要求1至4的任一项所述的装置, 特征在于, 其适合于均匀调节光通过表面进入室。

23. 包括根据权利要求1至22的任一项的装置的窗户。

24. 根据权利要求1至21的任一项的装置的用途, 用于均匀调节通过透光表面进入室的光通路。

用于调节光进入的装置

[0001] 本申请涉及用于调节光进入室的装置,其包括含有液晶介质和二色性化合物的可切换层,其中在所述装置的至少一种切换状态下,所述液晶介质处于扭转向列状态。

[0002] 对于本发明的目的,术语“光”是指特别地在UV-A、VIS和NIR 区域中的电磁辐射。特别地,它被用来指通常在窗户中使用的材料(例如玻璃)在可以忽略的程度上被吸收或者根本不被吸收的波长的光。根据通常使用的定义,UV-A区域意指320至380nm的波长,VIS区域意指380nm至780nm的波长,和NIR区域意指780nm至2000nm的波长。

[0003] 对于本申请的目的,术语“液晶介质”是指在特定条件下具有液晶性质的材料。根据本发明的液晶介质一般包含至少一种化合物,其分子具有延长的形状,即在一个空间方向(纵轴)显著长于其他两个空间方向。

[0004] 对于本申请的目的,“二色性化合物”是用来表示光吸收化合物,其中吸收性质取决于所述化合物相对于所述光的偏振方向的取向。根据本申请的二色性化合物通常具有延长的形状,即该化合物在一个空间方向(纵轴)显著长于其它两个空间方向。

[0005] “扭转向列状态”是指这样的状态,其中液晶介质的分子的取向轴在每种情况下在平面内彼此平行,其中所述平面与可切换层的平面平行;但相对于相邻平面的分子的取向轴扭转一定角度。一个平面中的取向轴相对于另一个平面中的取向轴的相对扭转,是与这些平面与可切换层平行的轴上的距离成正比,也就是说取向轴描述了一个螺旋,其螺旋轴垂直于可切换层的平面。图2描述了扭转向列状态,在以下部分更详细地解释。

[0006] 在用于调节光进入室(可切换窗户、智能窗)的装置领域中,过去已经提出许多不同的技术解决方案。

[0007] 一种可能的解决方案是使用可切换层,其包括扭转向列态的液晶介质与一种或多种二色性化合物的混合物。通过施加电压,在这些可切换层中可以实现二色性化合物的分子空间取向的变化,从而导致通过可切换层的透光率的变化。相应的装置例如描述在WO 2009/141295 中。可替代地,这种类型的透光率变化也可以在未施加电压下通过温度诱导的液晶介质的各向同性态向液晶态的转变来实现,例如在US 2010/0259698中所描述的。

[0008] 有趣的是在这方面提供用于调节光进入室的装置,其具有最大可能的能量调节能力,即当切换时在它们的光透光率方面具有最大可能的差异。所述差异也被称为切换范围或范围。最大可能的切换范围使得装置能够有效地调节进入室的能量,由此例如调节这个室的温度。此外,有趣的是装置具有尽可能简单的设计,特别是具有尽可能少的层。更进一步地,该装置应需要最低可能的用于切换操作的电压,即能量有效地操作。更进一步地,该装置应含有最小可能量的液晶介质。

[0009] 在本发明的范围内,现已发现,上述技术目的可以通过提供用于调节光进入的装置来实现,所述装置具有新的结构并具有扭转向列液晶介质。出乎意料地,与在可切换层中具有非扭转向列液晶介质的装置相比,这种类型的装置具有显著更大的切换范围。

[0010] 因此,本发明涉及用于调节光进入室的装置,所述装置包含含有液晶介质的可切换层S,所述液晶介质含有至少一种二色性化合物,

[0011] 其中所述层S的厚度d和所述层S的液晶介质的光学各向异性 Δn 适用:

[0012] $d < 2\mu\text{m} / \Delta n$

[0013] 并且其中,在未施加电压的所述装置的切换状态下或者在施加电压的所述装置的切换状态下,层S的液晶介质的分子处于扭转向列状态。

[0014] 这里光学各向异性是在20℃下和589nm处测定,如“MerckLiquid Crystals, Physical Properties of Liquid Crystals”,Status Nov. 1997,Merck KGaA,德国中所示。

[0015] 以下优选层S的厚度d和层S的液晶介质的光学各向异性 Δn 适用:

[0016] $d < 1\mu\text{m} / \Delta n$ 。

[0017] 以下特别优选适用:

[0018] $d < 0.9\mu\text{m} / \Delta n$ 和 $d > 0.2\mu\text{m} / \Delta n$ 。

[0019] 该装置优选包括一个或更多、特别优选两个取向层,其被布置为直接于可切换层S相邻。根据本发明优选地,正好有一个称为O1的取向层与可切换层S的一侧相邻,和正好有一个称为O2的其他取向层与可切换层S的相对侧相邻。

[0020] 取向层优选导致与取向层相邻的层S的液晶介质的分子的沿面排列。然而,根据本发明的一个替代实施方式,也可以这种方式设计,使得它们导致与所述取向层相邻的层S的液晶介质的分子的垂直排列。

[0021] 此外,取向层优选导致在与沿着取向层的摩擦方向各取向层的界面处,层S的液晶介质的分子取向。优选以这样的方式来设计取向层 O1和O2,使得它们各自导致液晶介质的分子的取向轴,在层S的相邻区域中不同的取向。这导致液晶介质的分子的扭转。

[0022] 优选取向层O1和O2的摩擦方向包括30至270°的角度,特别优选100°至260°的角度,非常特别优选160至255°的角度,和最优选230至250°的角度。

[0023] 取向层优选是聚酰亚胺层。取向层特别优选在它们与层S相邻的表面上具有摩擦的聚酰亚胺。以本领域技术人员已知的某种方式摩擦的聚酰亚胺导致液晶介质的化合物在摩擦方向上的优先取向,如果所述化合物与取向层成平面。此外,通过用偏振光曝光操作所获得的聚合物可被用作取向层,用于实现液晶介质的化合物的优选方向(光配向)。

[0024] 对于旨在影响所述液晶介质的分子垂直排列的取向层,相应的实施方式是本领域技术人员所公知的。

[0025] 进一步优选地,在未施加电压的状态下在平面取向的情况下,液晶介质的分子相对于取向层不完全成平面,而是具有轻微的预倾斜角。在未施加电压的状态下在平面取向的情况下,层S的液晶介质的分子的取向轴相对于取向层O1或O2的平面优选包括1°至10°的角度,特别优选2°到9°的角度,和非常特别优选3°至8°的角度。这可以通过取向层的适当设计来实现。用于此目的方法是本领域技术人员已知的,例如对于商购聚酰亚胺原料,根据经验方法和/或制造商信息通过适当选择固化时间和固化温度。选择在优选范围内的预倾斜角使得当透视时能够实现特别均匀的装置外观,并且也可以避免发生光学干涉。

[0026] 对于在未施加电压的状态下液晶介质的分子垂面取向的另一种情况下,优选所述分子的取向轴不完全垂直于取向层O1或O2的平面,而是与其包括略不同于90°的角度。在这种情况下取向轴与取向层O1 或O2的平面包括的角度优选为89°至80°,特别优选88°至81°,非常特别优选87°至82°。

[0027] 进一步优选地,在根据本发明的装置中层S被布置在两个基底层之间,或者被它们

所包围。所述基底层例如可以由玻璃或聚合物组成,特别是玻璃、PET、PEN、PVB或PMMA。

[0028] 优选地,装置的特征在于,它不包括基于聚合物的偏振器,特别优选不包括固体材料相的偏振器,和非常特别优选不包括任何偏振器。

[0029] 然而,根据一个替代实施方式,该装置还可以包括一个或多个偏振器。这些优选是线性偏振器。如果存在一个或多个偏振器,则它们优选与层S平行设置。

[0030] 如果正好存在一个偏振器,则其吸收方向优选垂直于在层S具有偏振器的一侧上根据本发明装置的液晶介质的液晶化合物的优选取向。

[0031] 在根据本发明的装置中,可以采用既吸收又反射的偏振器。优选的使用薄光学膜形式的偏振器。在根据本发明的装置中可以使用的反射偏振器的实例是DRPF(漫反射偏振膜,3M)、DBEF(双亮度增强膜,3M)、DBR(层状聚合物分布式布拉格反射器,如US 7,038,745和US 6,099,758中所述)和APF膜(高级偏振膜,3M,参见Technical Digest SID 2006, 45.1、US 2011/0043732和US 7023602)。此外,可以采用基于线栅的偏振器(WGP,线栅偏振器),其反射红外光或VIS光。可以在根据本发明的装置中使用的吸收性偏振器的实例是Itos XP38 偏振膜和Nitto Denko GU-1220DUN偏振膜。可以根据本发明使用的圆形偏振器的实例是APNCP37-035-STD偏振器(美国偏振器)。再一个实例是CP42偏振器(ITOS)。

[0032] 优选根据本发明的装置正好具有一个可切换层。

[0033] 层S优选具有2至12 μm 的厚度,特别优选3至10 μm ,和非常特别优选4至8 μm 。这实现特别大范围内的透光率。

[0034] 层S优选具有至少30%、优选至少35%、特别优选至少40%和非常特别优选至少50%的亮状态的透光率 $\tau_{\text{亮}}$,按照欧洲标准EN410 式(1)计算。可切换层的亮状态的透光率 $\tau_{\text{亮}}$ 以%表示。它是从所述装置的亮状态中可切换层的光透射率基于作为基准的具有不含染料的可切换层的装置的比例计算。它是根据欧洲标准EN 410式(1)从光谱透射测定(测定上釉的发光和太阳能特性),考虑到标准光源的相对光谱分布和标准观测的光谱响应因子。

[0035] 优选所述装置的特征在于,层S包括至少两种不同的二色性化合物,优选正好2、3、4、5或6种不同的二色性化合物,特别优选正好 2、3或4种不同的二色性化合物。

[0036] 进一步优选至少一种所述二色性化合物是发光的,优选荧光的。

[0037] 这里荧光用于表示,通过吸收具有特定波长的光化合物处于电子激发态,其中该化合物随后转化成基态,伴随发射光。所发射的光优选具有比吸收的光更长的波长。此外,从激发态到基态的转化优选是自旋允许的,即,发生时所述自旋不改变。荧光化合物的激发态的寿命进一步优选小于 10^{-5}s ,特别优选小于 10^{-6}s ,非常特别优选在 10^{-9} 和 10^{-7}s 之间。

[0038] 液晶介质中二色性化合物的吸收光谱优选以这种方式彼此补充,使得对于眼睛产生该装置的黑颜色印象。当透视时,该装置特别优选在其所有切换状态都是无色的,其中灰色或黑色印象同样被视为无色的。

[0039] 液晶介质的两种或更多种二色性化合物优选覆盖大部分可见光谱。这优选通过至少一种吸收红光的二色性化合物、至少一种吸收绿到黄光的二色性化合物和至少一种吸收蓝光的二色性化合物来实现。

[0040] 可以制备对于眼睛来说显示黑色或灰色的二色性化合物的混合物的精确方式对于本领域技术人员来说是已知的,并描述于例如 Manfred Richter, Einführung in die Farbmatrik[Introduction to Colorimetry], 2nd Edition, 1981, ISBN 3-11-008209-8,

Verlag Walter de Gruyter&Co中。

[0041] 二色性化合物进一步优选主要吸收在UV-VIS-NIR区域的光,即在波长范围从320至2000nm。这里UV光、VIS光和NIR光如上所定义。该二色性化合物特别优选具有从400至1300nm范围的吸收最大值。

[0042] 所有二色性化合物总共在液晶介质中的比例优选总计为0.01至 10重量%,特别优选0.1至7重量%,非常特别优选0.2至7重量%。单个二色性化合物的比例优选为0.01至10重量%,优选0.05至7 重量%,和非常特别优选0.1至7重量%。

[0043] 在液晶介质中二色性化合物的精确的优选比例取决于层S的厚度。在液晶层中二色性化合物的比例和所述层厚度的乘积特别优选8 至40% (单位:重量* μm),特别优选10至35% (单位:重量* μm)。

[0044] 二色性化合物进一步优选选自B.Bahadur,Liquid Crystals- Applications and Uses,Vol.3,1992,World Scientific Publishing,Section 11.2.1中所示的化合物类,特别优选选自其中存在的表中给出的明确的化合物。

[0045] 优选至少一种二色性化合物、特别优选全部二色性化合物选自偶氮化合物、蒽醌、次甲基化合物、偶氮甲碱化合物、部花青化合物、萘醌、四嗪、二萘嵌苯、三萘嵌二苯(terylene)、四萘嵌三苯(quaternylene)、高级萘嵌苯(higher rylene)、方酸菁、苯并噻二唑、二酮吡咯并吡咯和亚甲基吡咯。

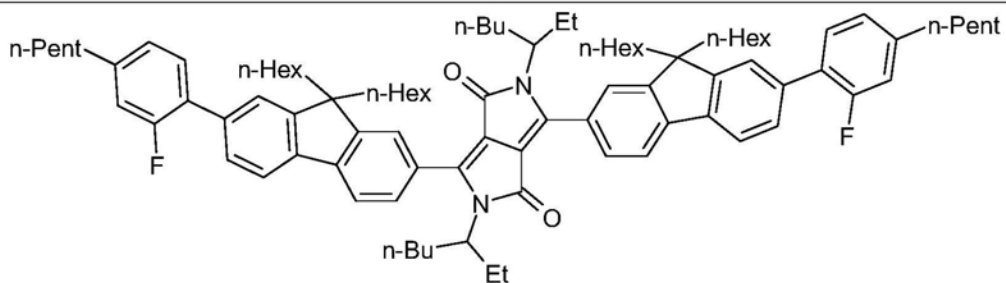
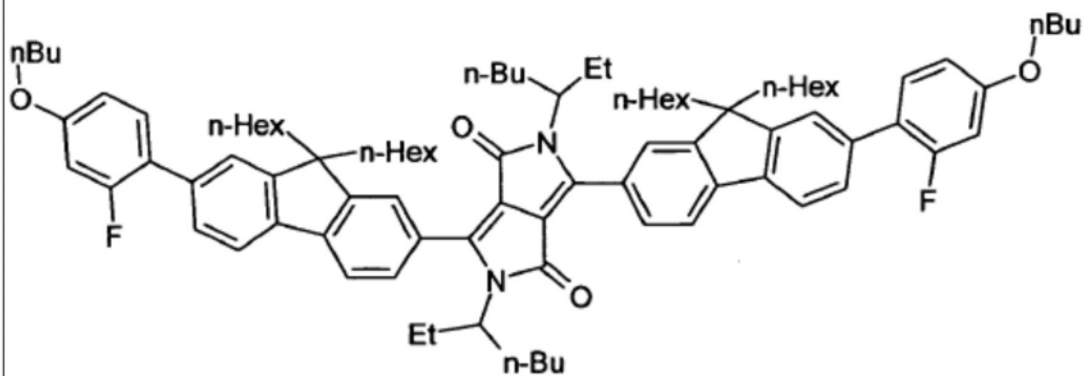
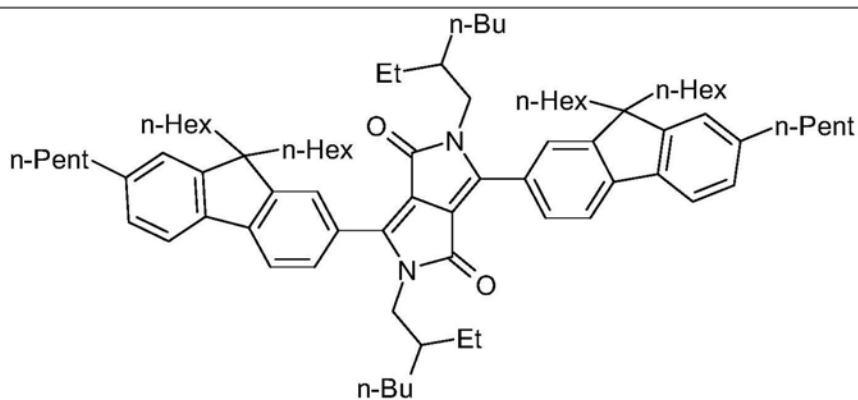
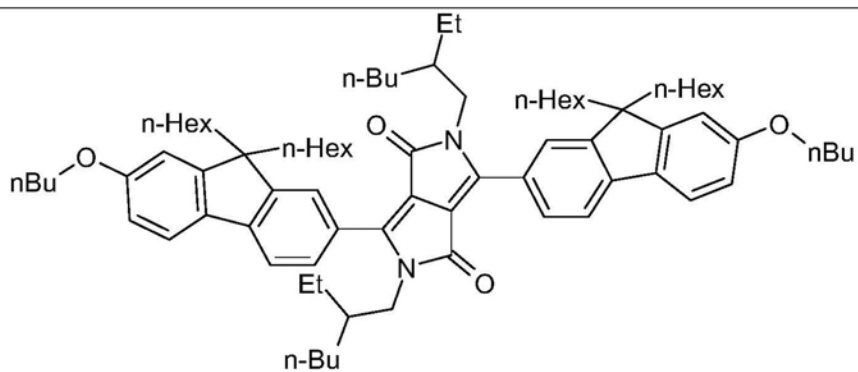
[0046] 蒽醌染料例如描述于EP 34832、EP 44893、EP 48583、EP 54217、EP 56492、EP 59036、GB 2065158、GB 2065695、GB 2081736、GB 2082196、GB 2094822、GB 2094825、JP-OS 55-123673、DE 3017877、DE 3040102、DE 3115147、DE 3115762、DE 3150803和DE 3201120中,萘醌染料例如描述于DE 3126108和DE 3202761中,偶氮染料例如描述于EP 43904、DE 3123519、W082/2054、GB 2079770、JP-OS 56-57850、JP-OS 56-104984、US 4308161、US 4308162、US 4340973、T.Uchida,C. Shishido,H.Seki and M.Wada: Mol.Cryst.Lig.Cryst.39,39-52 (1977),和H.Seki,C.Shishido,S.Yasui and T.Uchida: Jpn. J.Appl.Phys.21,191-192 (1982)中,和二萘嵌苯在EP 60895、EP 68427和W0 82/1191中。

[0047] 非常特别优选的是苯并噻二唑染料,例如在JP 2008/268762、JP 2003/104976、W02004002970、X.Zhang等的J.Mater.Chem.2004, 14,1901-1904,X.Zhang等的J.Mater.Chem.,2006,16,736- 740和X.Li等的Org.Lett.2008,10,17,3785-3787中,和在尚未发表的申请EP 13002711.3中所公开的。进一步非常特别优选的是萘嵌苯染料,例如在EP 2166040、US 2011/0042651、EP 68427、EP 47027、EP 60895、DE 3110960和EP 698649中所公开的。进一步非常特别优选的是二酮吡咯并吡咯,例如在尚未发表的申请EP 13005918.1中所公开的。

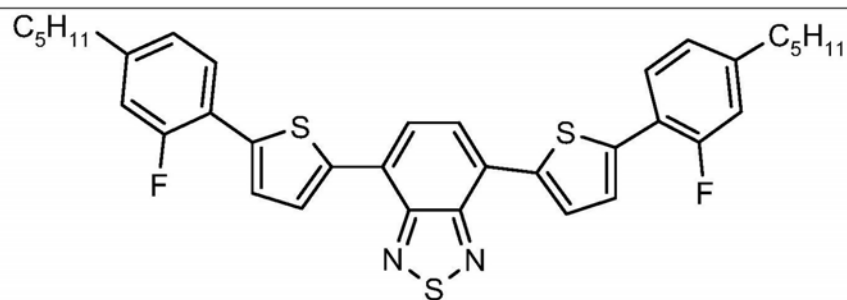
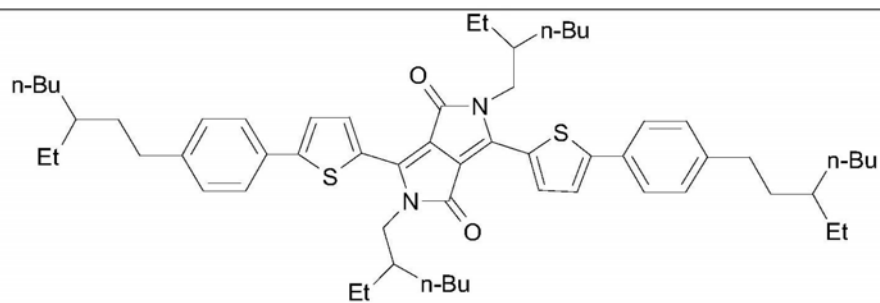
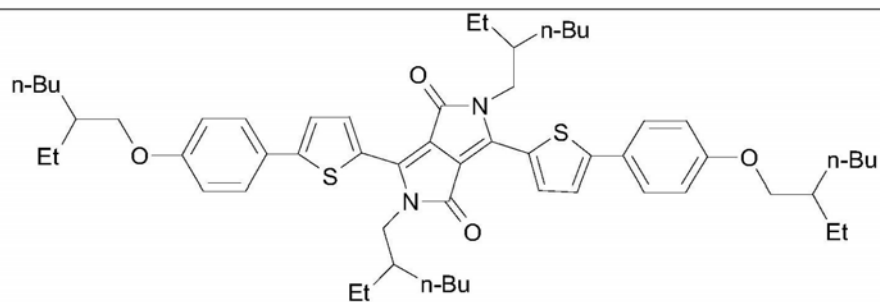
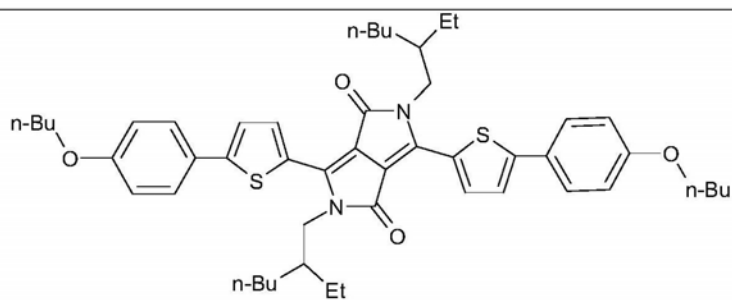
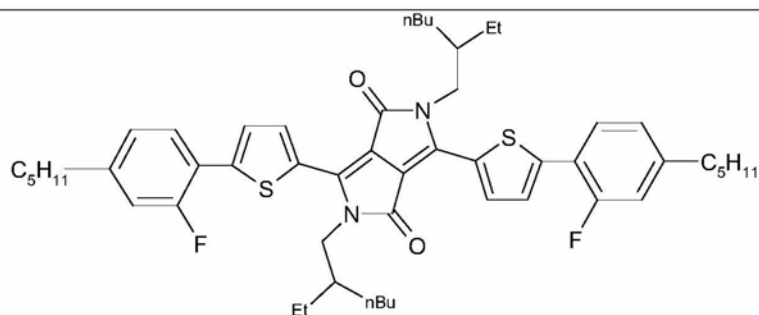
[0048] 根据一个优选的实施方式,所述液晶介质只包含选自苯并噻二唑染料、偶氮染料、二酮吡咯并吡咯染料及萘嵌苯染料的二色性化合物。

[0049] 可存在于液晶介质中的优选二色性化合物的实例示于下表中:

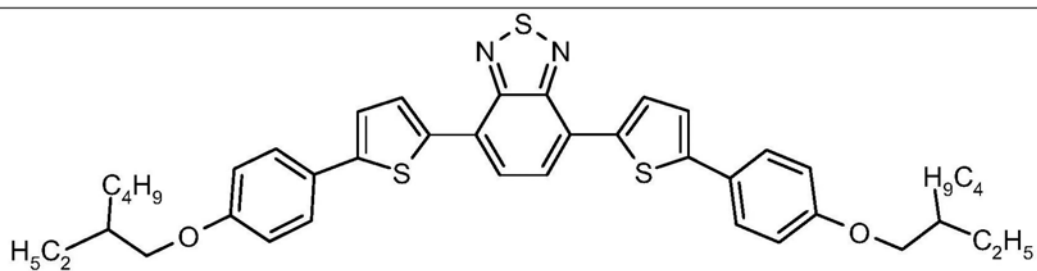
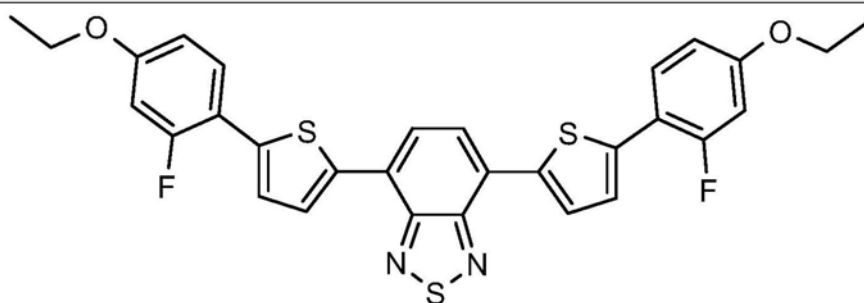
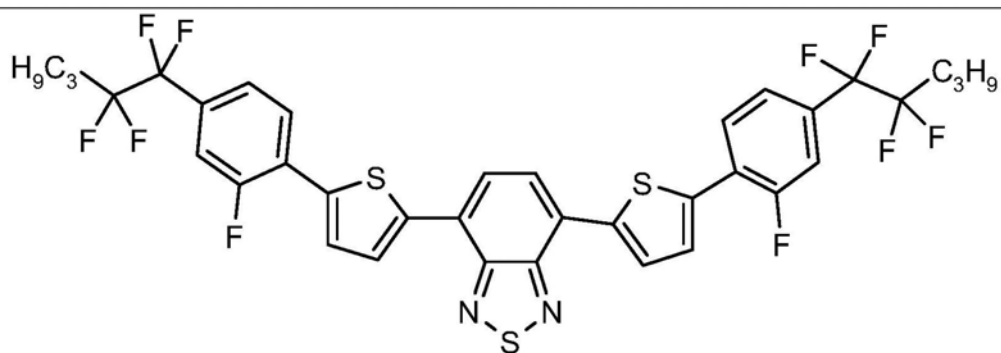
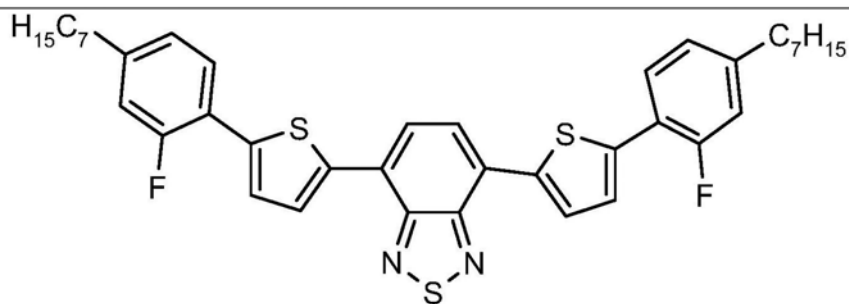
[0050]



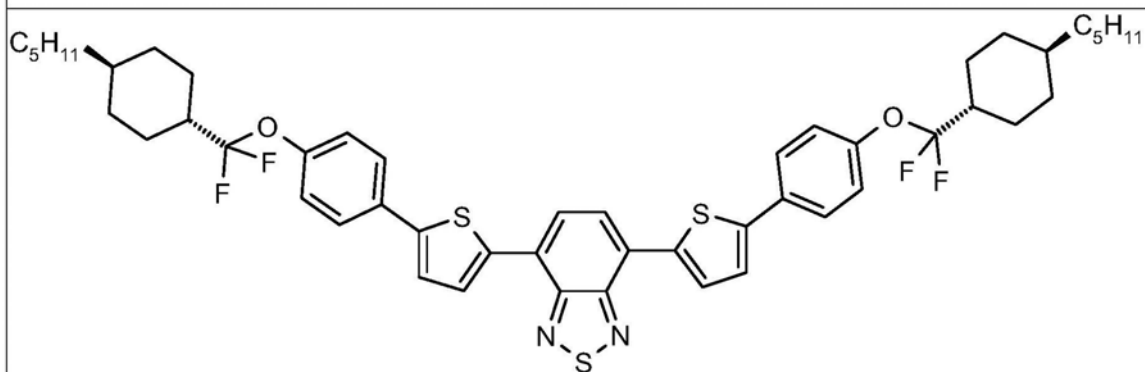
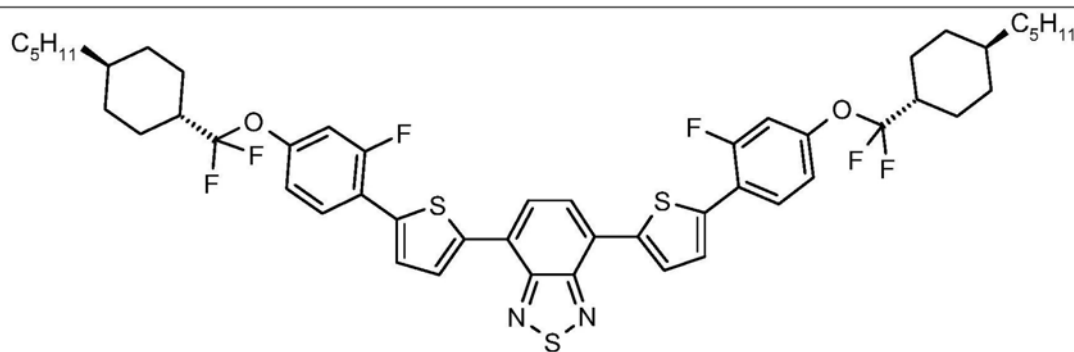
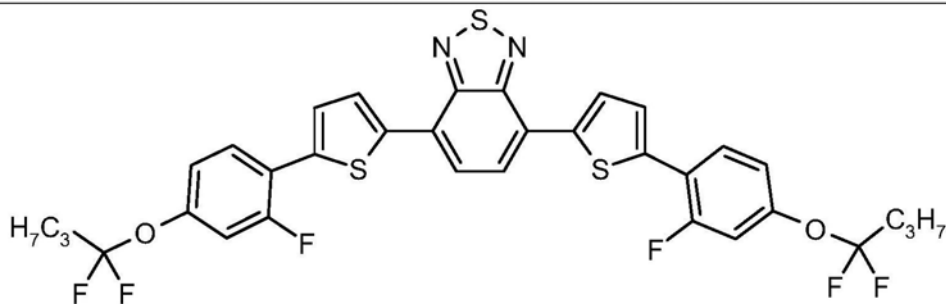
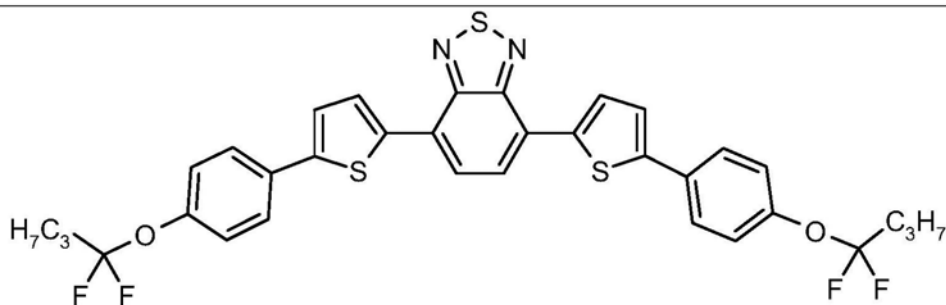
[0051]



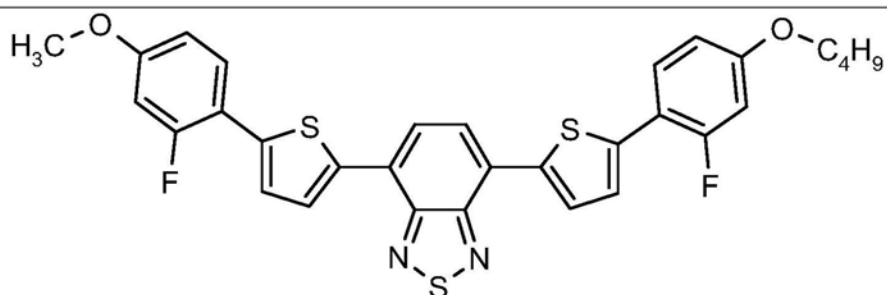
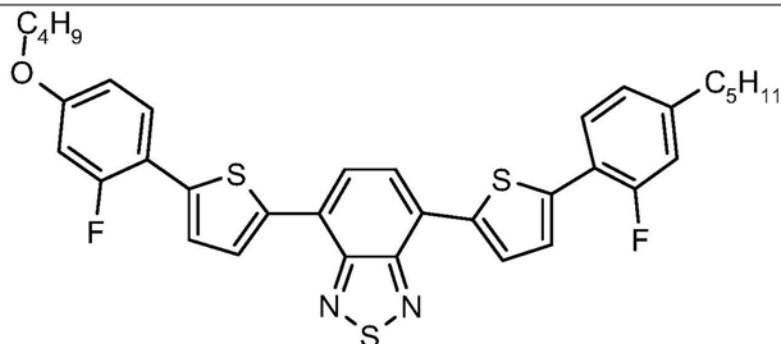
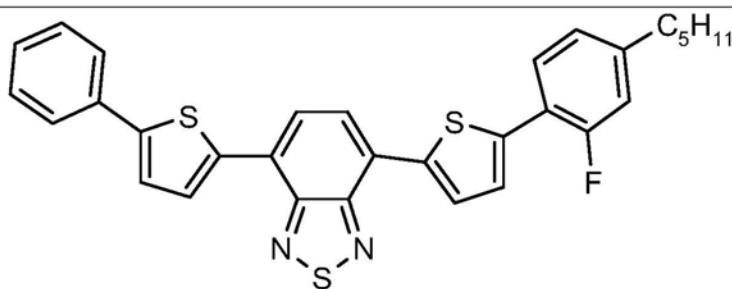
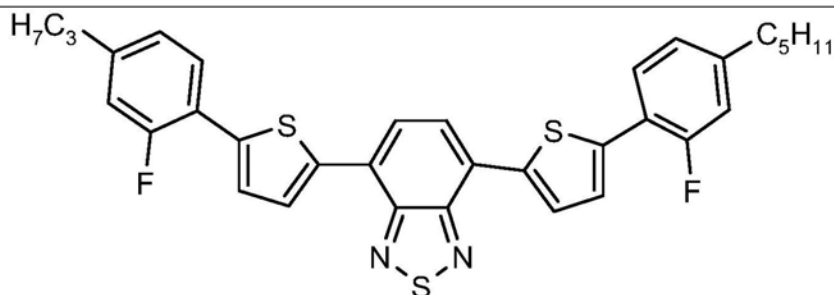
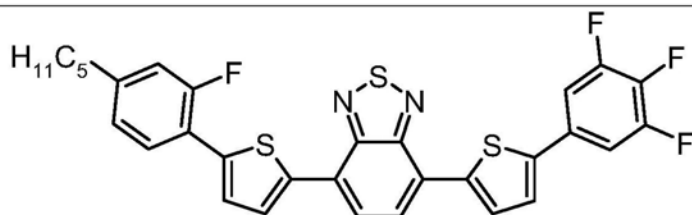
[0052]



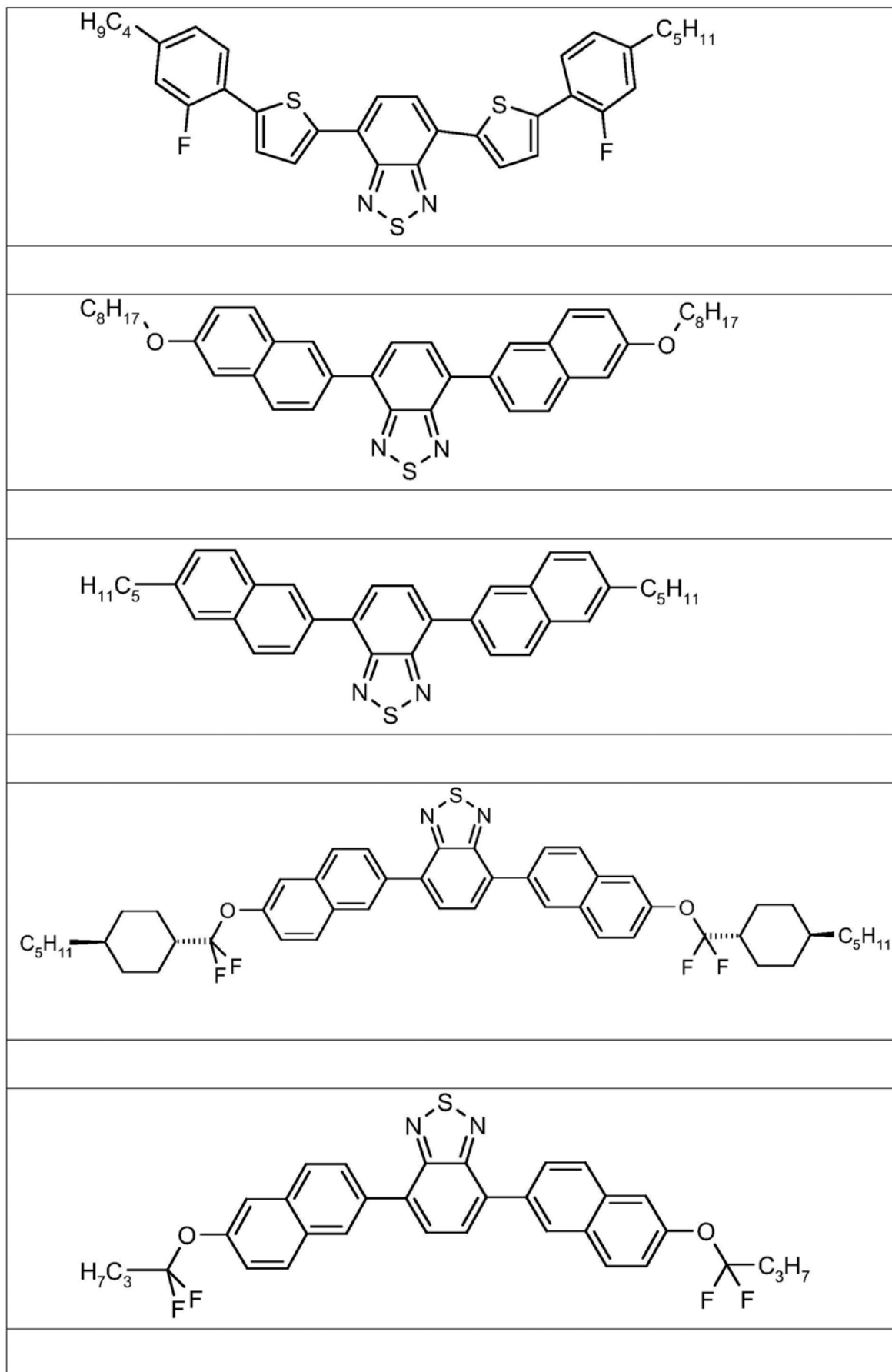
[0053]



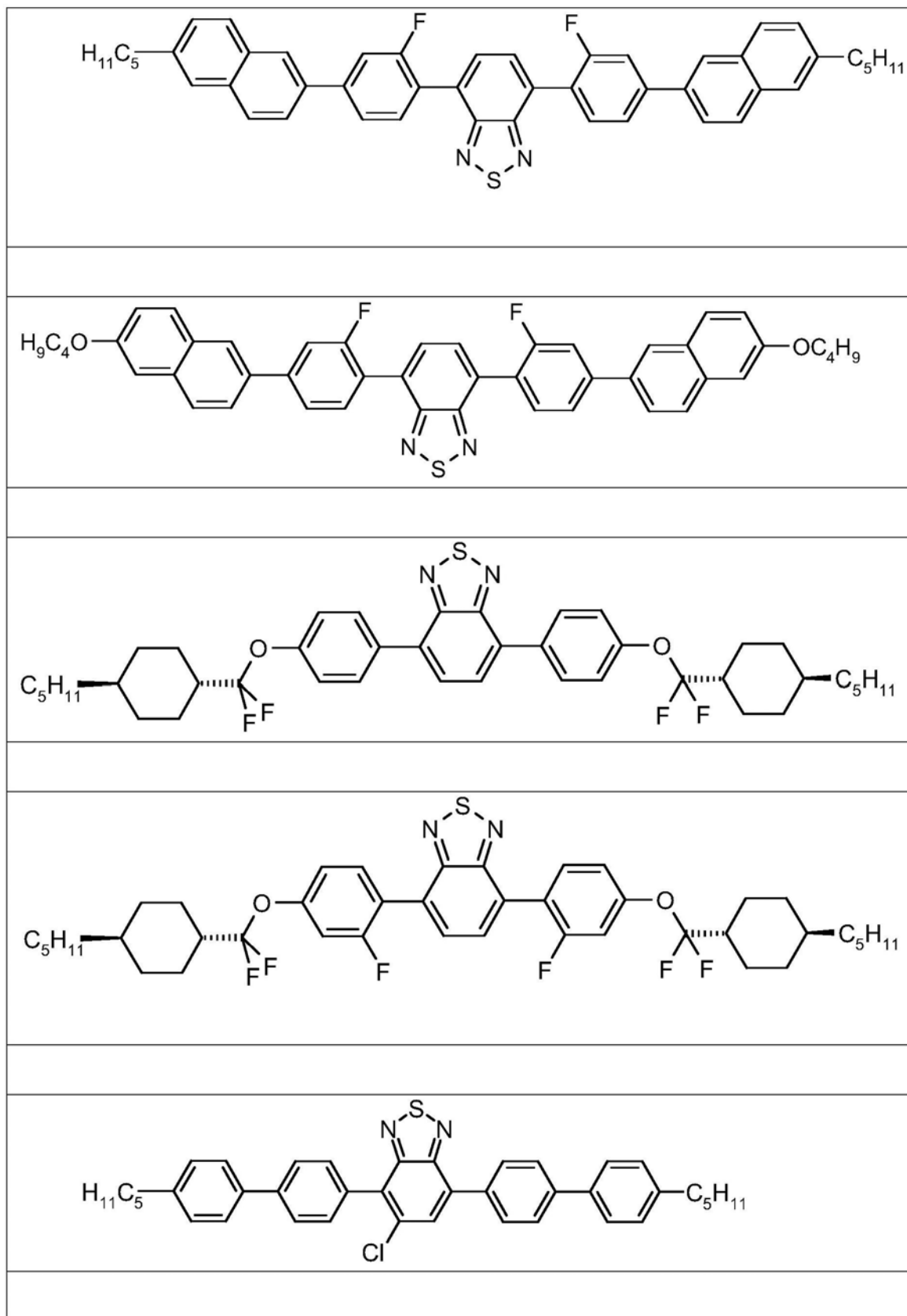
[0054]



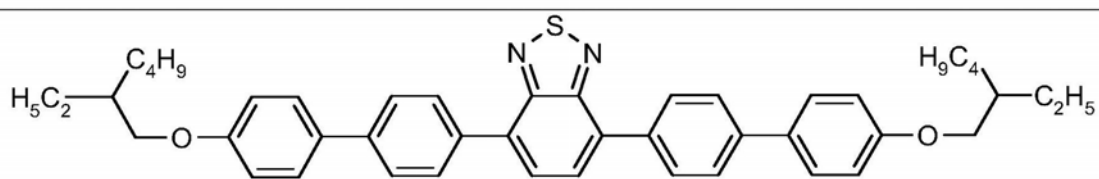
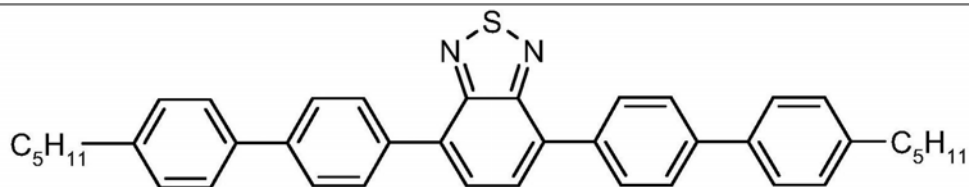
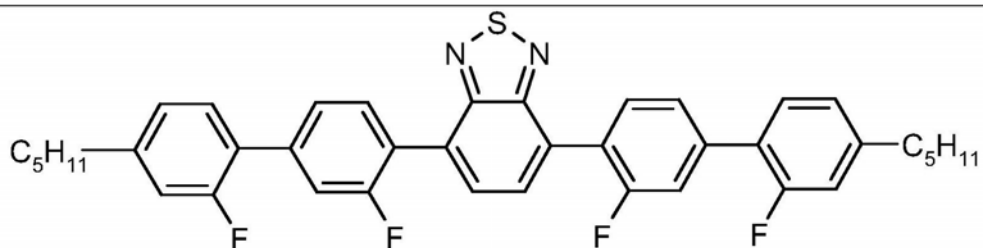
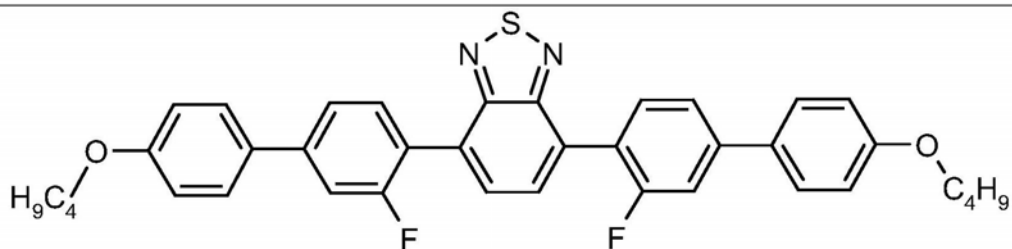
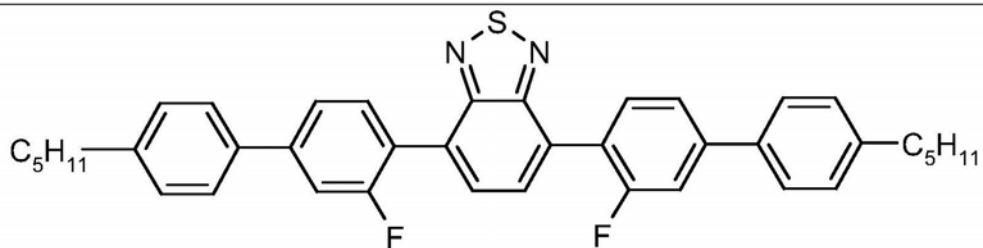
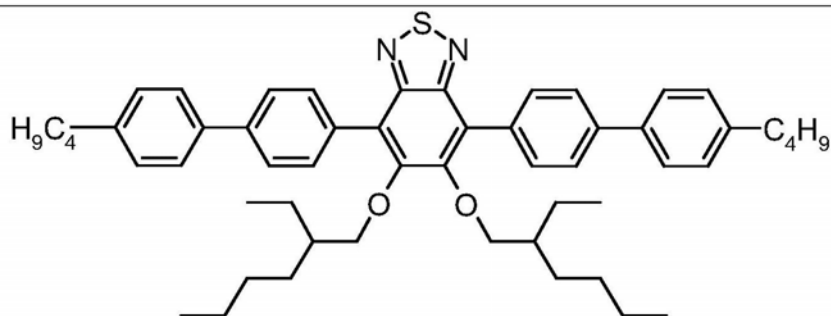
[0055]



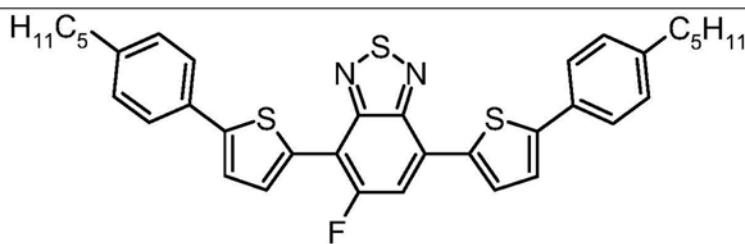
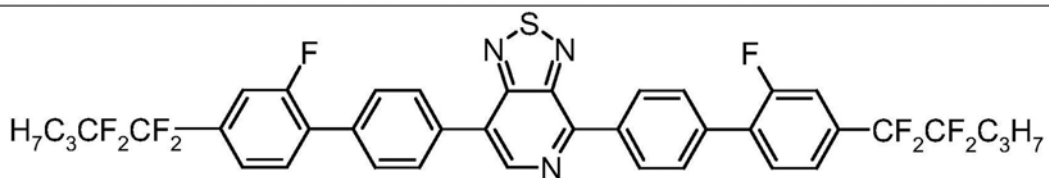
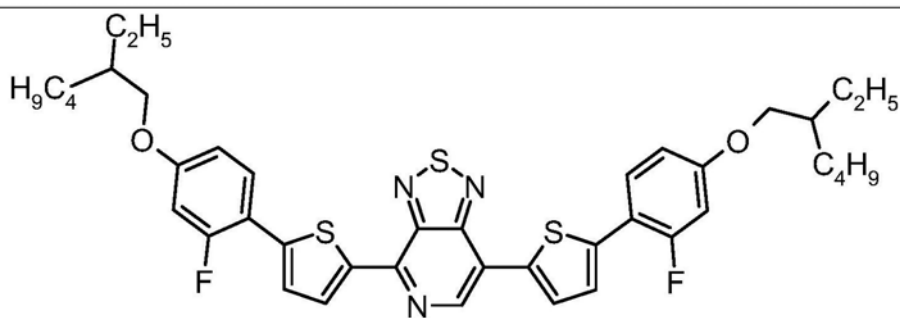
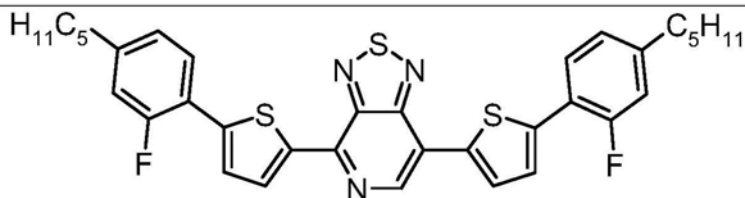
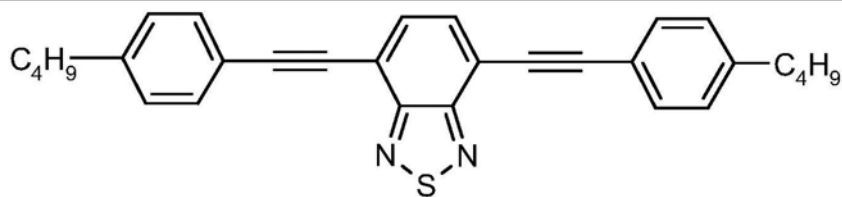
[0056]



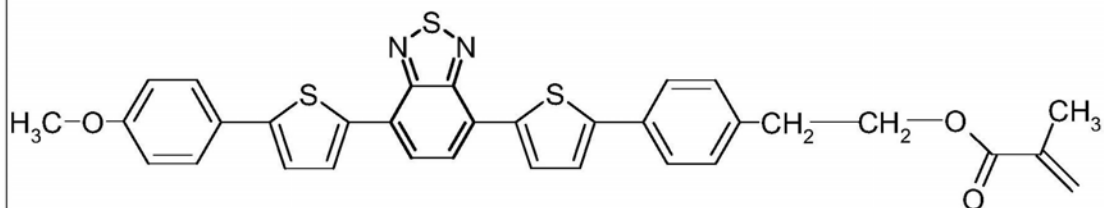
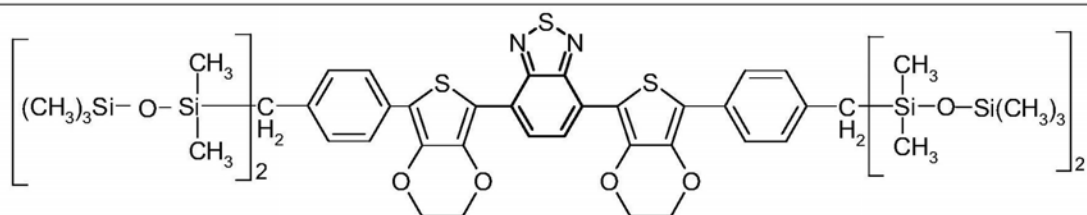
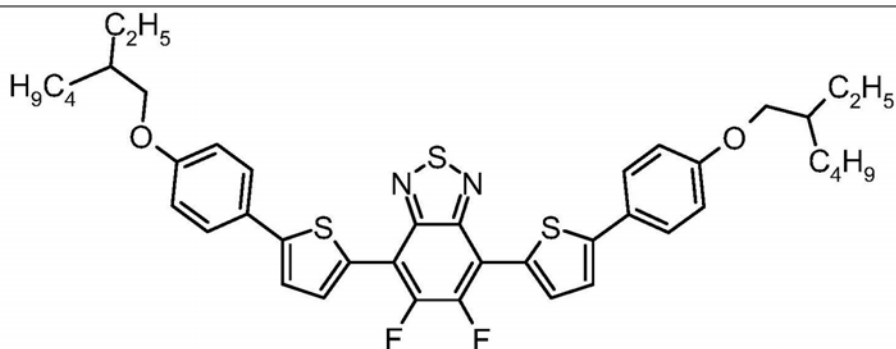
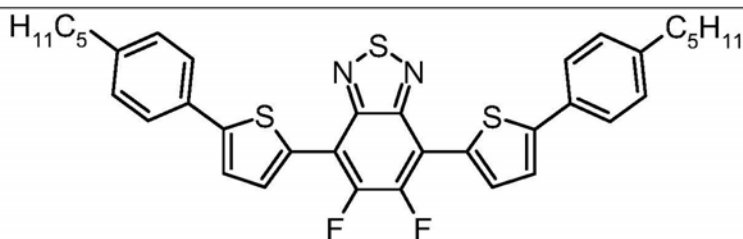
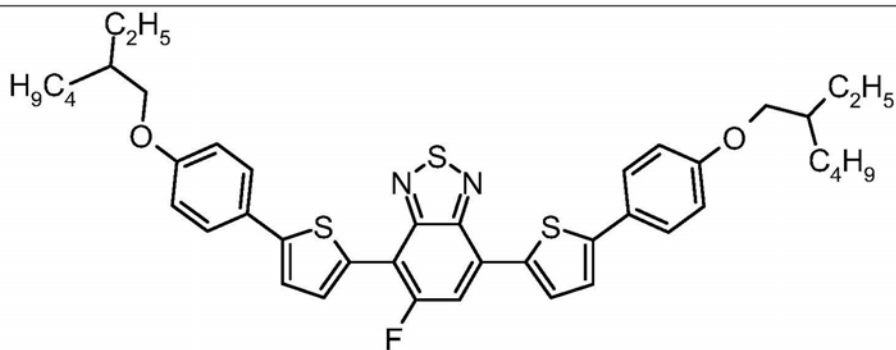
[0057]



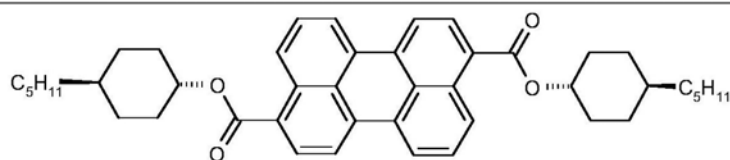
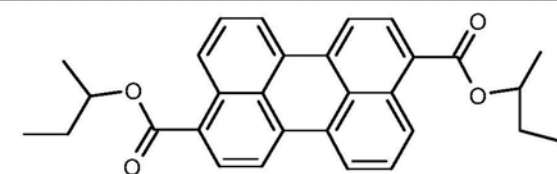
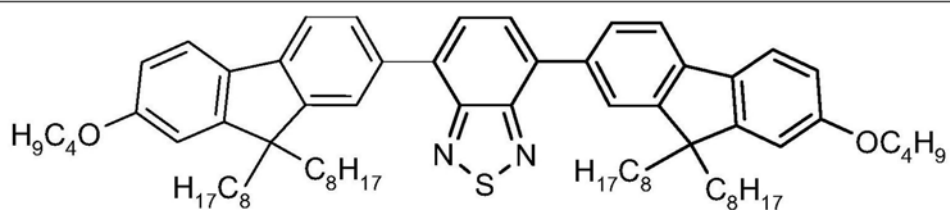
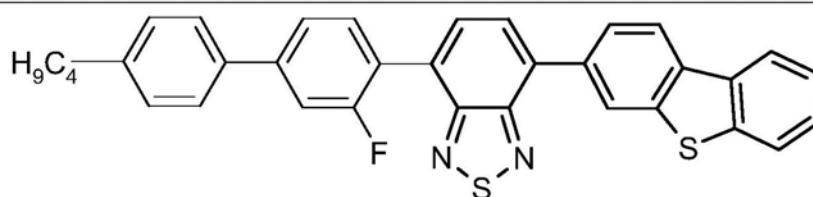
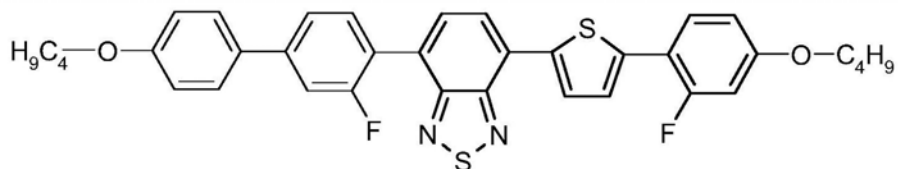
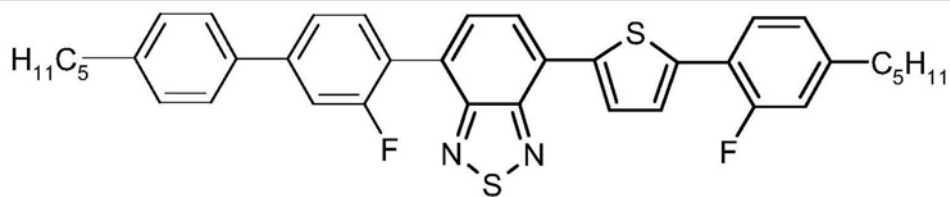
[0058]



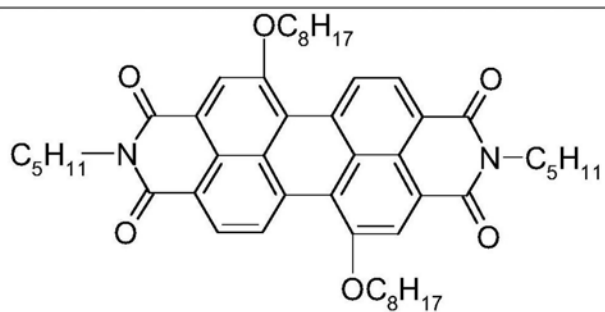
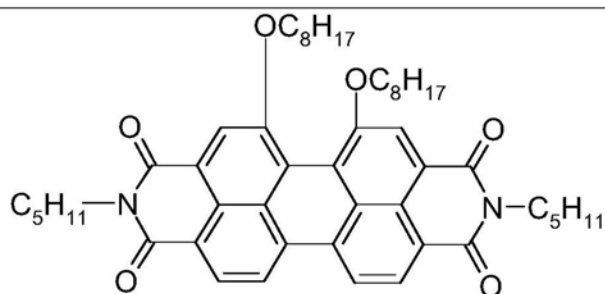
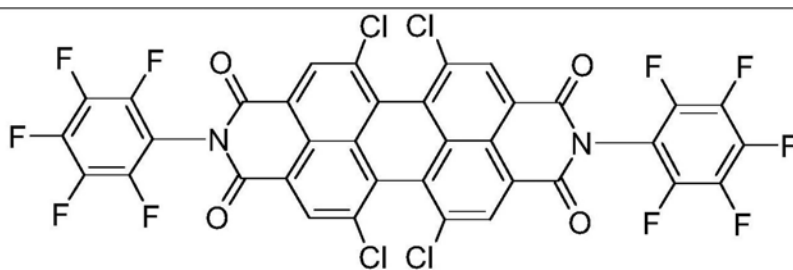
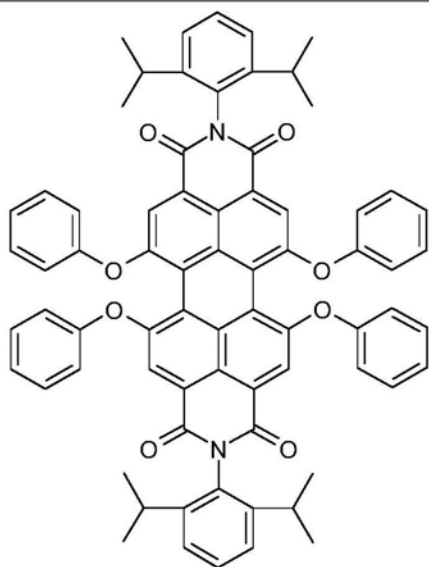
[0059]



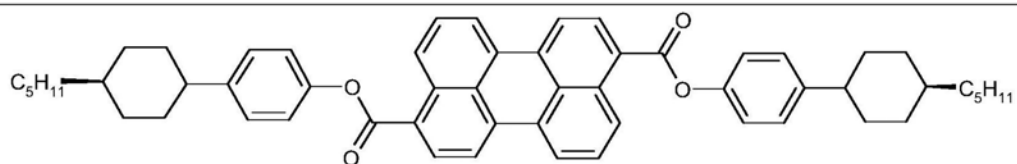
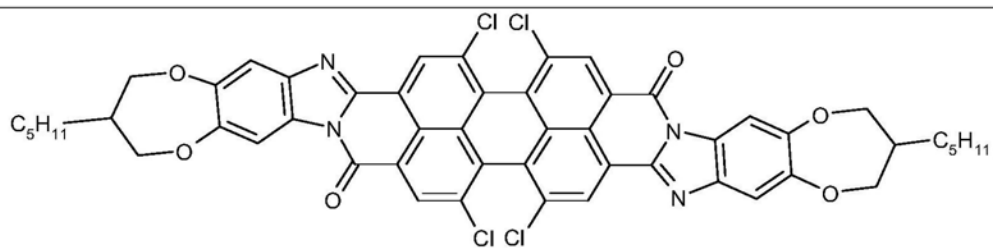
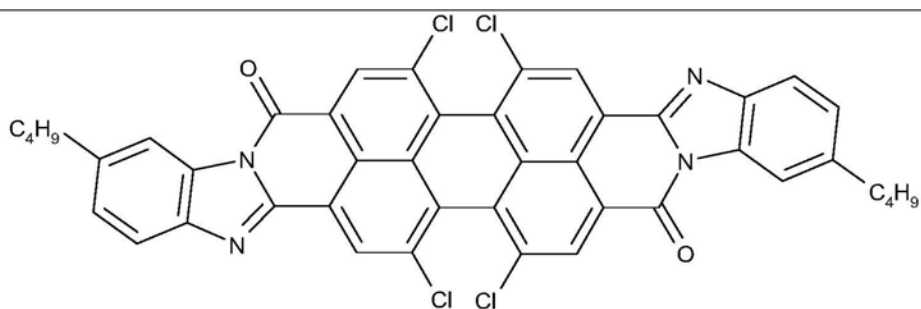
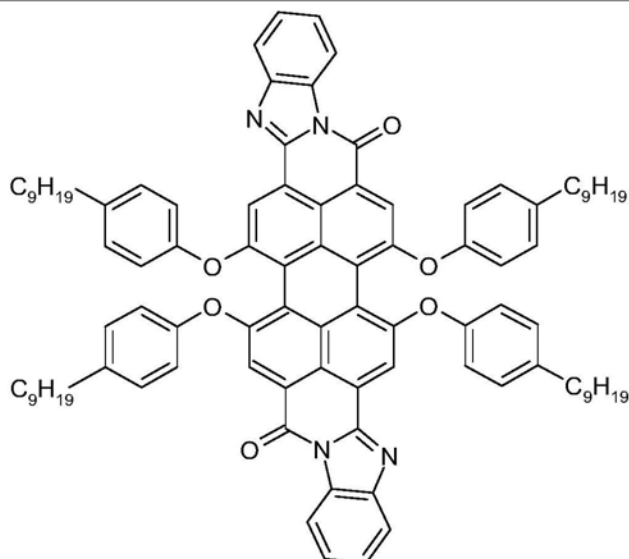
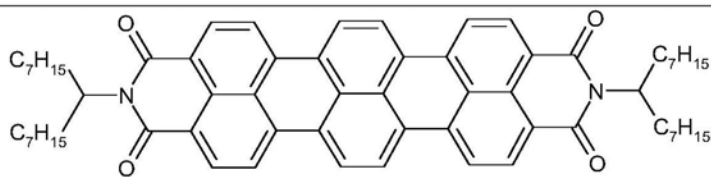
[0060]



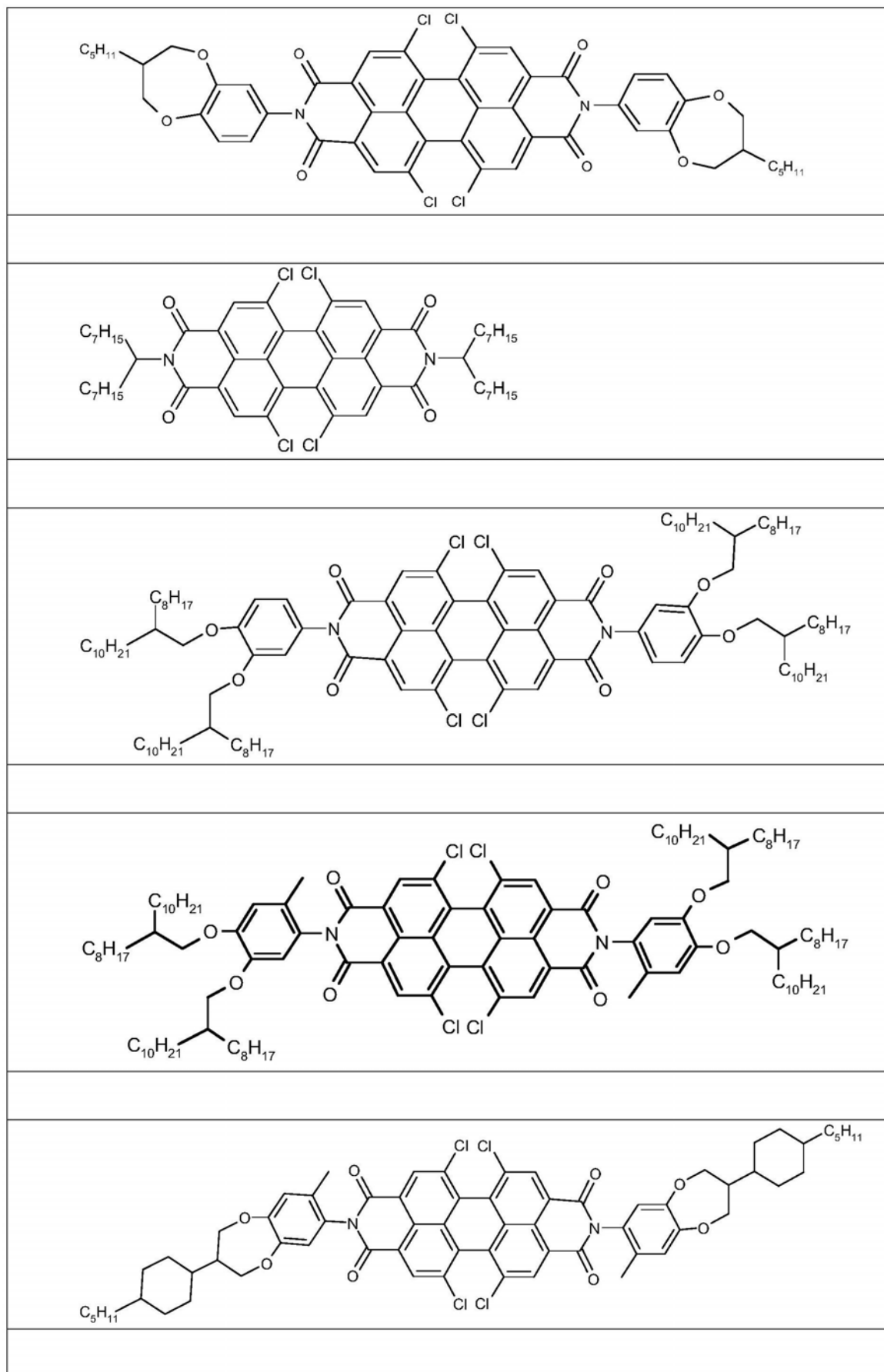
[0061]



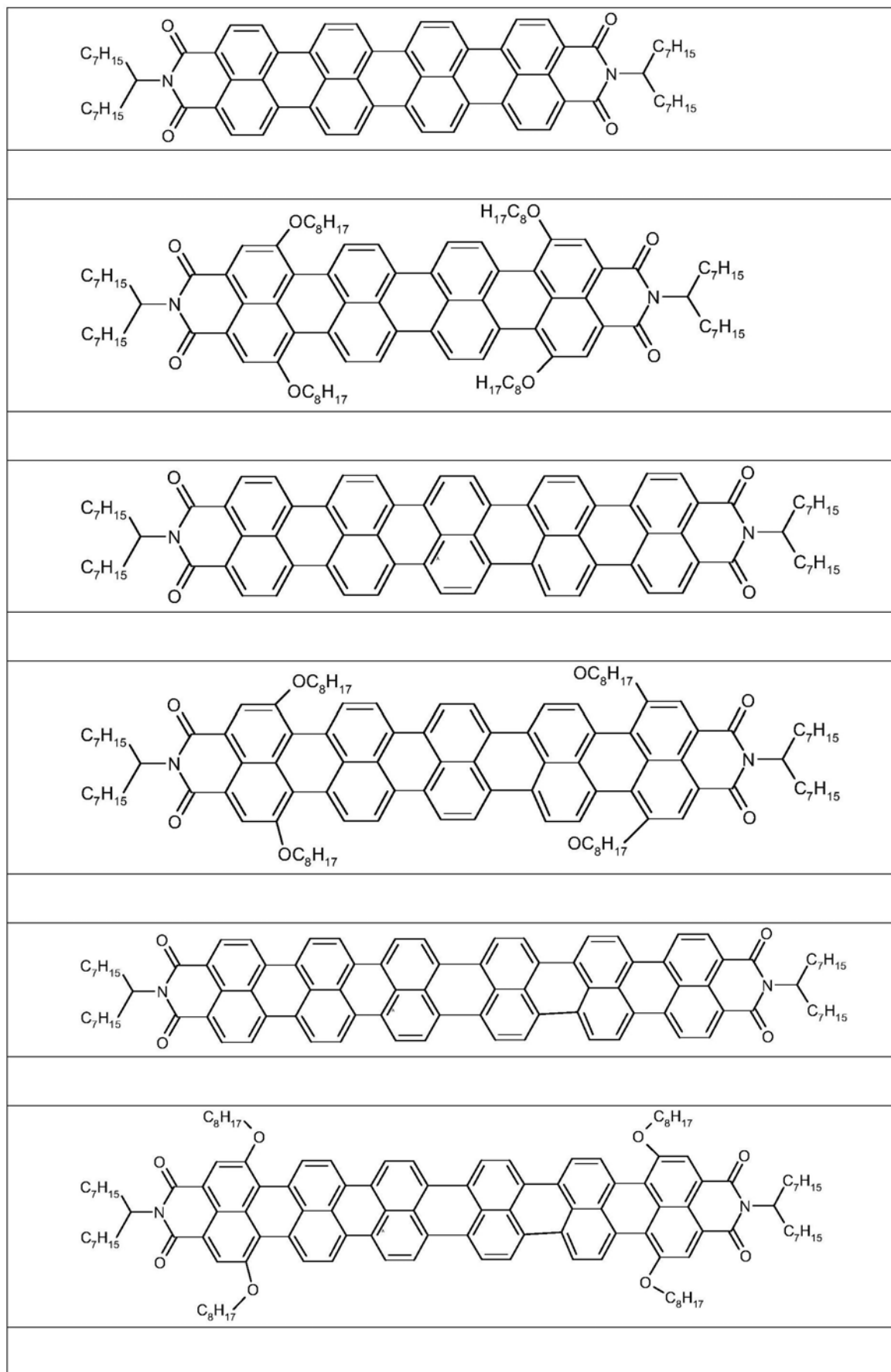
[0062]



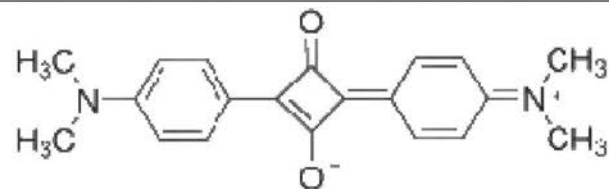
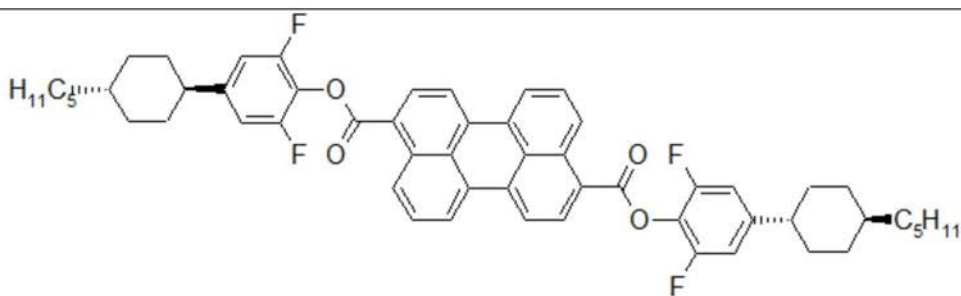
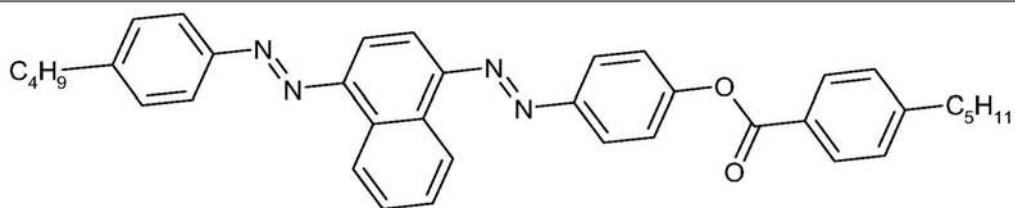
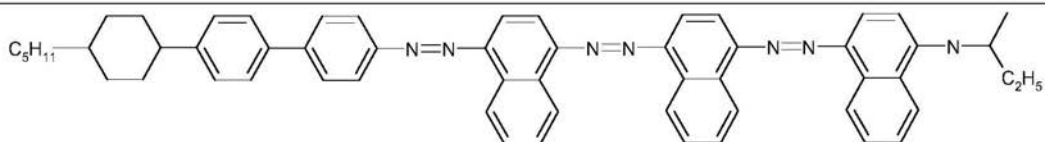
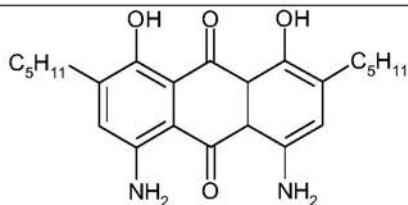
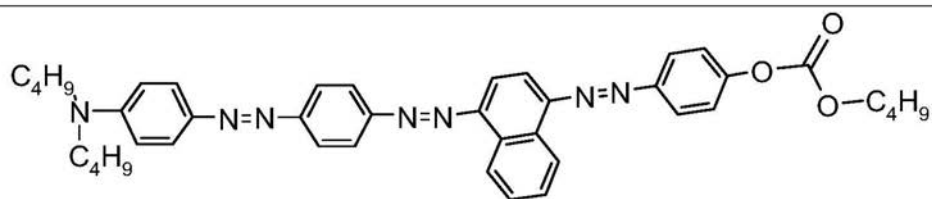
[0063]



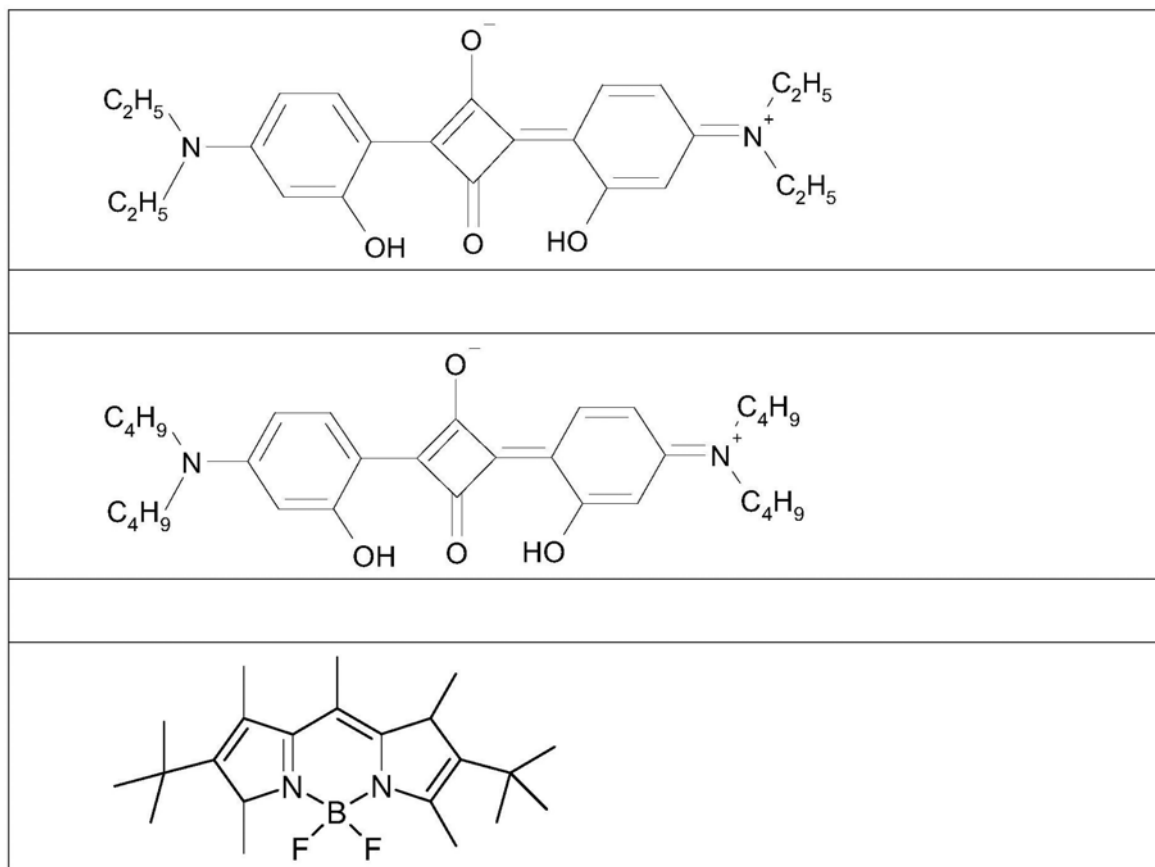
[0064]



[0065]



[0066]



[0067] 装置的可切换层S包含液晶介质。

[0068] 液晶介质优选在装置的工作温度下是向列型液晶。特别优选在装置的工作温度上下 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 范围是向列型液晶的,非常特别优选在 $\pm 30^{\circ}\text{C}$ 范围内。

[0069] 根据本发明,无论在未施加电压的情况下在装置的切换状态下还是在施加电压的情况下在装置的切换状态下,该液晶介质的分子都是扭转向列状态。在这种状态下,分子进一步优选是沿面排列。

[0070] 液晶介质的分子优选在在未施加电压的情况下在该装置的切换状态下处于扭转向列状态并且是沿面取向。在这种情况下,进一步优选液晶介质的分子是在施加电压下的非扭转向列状态并且为垂面取向。

[0071] 根据一个替代的实施方式,在未施加电压的情况下在装置的切换状态下,液晶介质的分子是非扭转向列状态和垂面取向。在这种情况下,进一步优选液晶介质的分子为在施加电压下的情况下扭转向列状态和沿面取向。

[0072] 在扭转向列状态下,在整个层厚度上看去,层S的液晶介质的分子取向轴的扭转,优选小于一个完整的旋转,特别优选在 30° 和 270° 之间,非常特别优选在 100° 和 260° 之间,甚至更优选为 160° 和 255° 之间,最优选 230° 和 250° 之间。

[0073] 这给出了进一步增加的切换范围,特别是如果装置还具有切换层 S 的小厚度d,优选切换层S的厚度d符合式

[0074] $d < 2\mu\text{m} / \Delta n$,

[0075] 其中, Δn 是切换层S的液晶介质的光学各向异性。

[0076] 液晶介质的分子取向轴的这种扭转的实例示于图2中(参见以下部分的解释)。

[0077] 根据本发明的一种替代实施方式,其在某些条件下是优选的,在扭转向列状态下,在整个层厚度上看去,层S的液晶介质的分子取向轴的扭转在 270° 和五个完整旋转(1800°)之间,优选在 320° 和三个完整旋转(1080°)之间,特别优选为 340° 和 740° 之间,和非常特别优选在 360° 和 720° 之间。这样的实施方式是特别优选的,如果在两个基本状态“开”和“关”之间没有中间状态,而是仅提及两个基本状态。

[0078] 此外,液晶介质优选具有清亮点,优选从向列型液晶态至各向同性态的转变在 70°C 至 170°C 的温度范围,优选 90°C 至 160°C ,特别优选从 95°C 至 150°C ,和非常特别优选从 105°C 至 140°C 。

[0079] 液晶介质的介电各向异性 $\Delta\epsilon$ 进一步优选大于3,特别优选大于 7,和非常特别优选大于8。

[0080] 根据一个替代的同样优选的实施方式,液晶介质的介电各向异性小于-3,特别优选小于-7,非常特别优选小于-8。

[0081] 液晶介质进一步优选含有3至30种不同的化合物,优选8至20 种,特别优选10至18种不同的化合物。

[0082] 液晶介质进一步优选具有0.01至0.3的光学各向异性 (Δn),特别优选0.04至0.27。

[0083] 液晶介质进一步优选具有大于 $10^{10}\text{ohm}\cdot\text{cm}$ 的比电阻。

[0084] 可作为液晶介质的组分的化合物是本领域技术人员已知的,并且可以自由地选择。

[0085] 进一步优选液晶性介质包含至少一种具有基于1,4-亚苯基和 1,4-亚环己基结构单元的化合物。特别优选液晶介质包含至少一种含有2、3或4个、特别优选3或4个基于1,4-亚苯基和1,4-亚环己基结构单元的化合物。

[0086] 液晶性介质可以包含一种或多种手性化合物。那么它们优选以 0.01至3重量%的总浓度存在,特别优选0.05至1重量%。为了获得高扭转值,手性化合物的总浓度也可以选择高于3重量%,优选最多10重量%的最大值。在液晶介质中使用手性掺杂剂能够使所述扭转的方向设置为所谓的右手或左手螺旋。

[0087] 也可以使用两种或更多种不同的手性掺杂剂的组合。这使得装置的温度稳定性得到改善。

[0088] 根据本发明可能的实施方式,手性掺杂剂也具有光吸收性质,即是染料。

[0089] 优选选择手性化合物使得它诱导符合下列式的液晶介质的分子的螺旋高度p,其中d是层S的厚度:

[0090] $0.1 < d/p < 0.75$, 优选

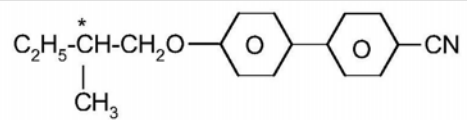
[0091] $0.3 < d/p < 0.65$, 特别优选

[0092] $0.4 < d/p < 0.55$ 。

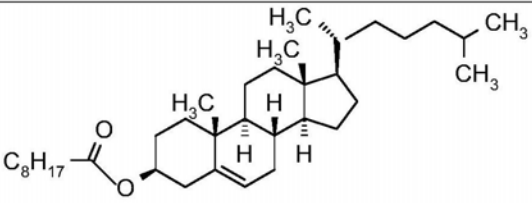
[0093] 特别优选商d/p的值匹配层S的液晶介质的分子取向轴的扭转。特别地,优选对于0.1至0.7的d/p值选择 180° 的扭转,对于0.23 至0.73的d/p值选择 220° 的扭转,对于0.28至0.78的d/p值选择 240° 的扭转,和对于0.33至0.77的d/p值选择 270° 的扭转。对于扭转的中间值应进行相应的插值。

[0094] 在根据本发明的装置中使用的优选的手性化合物是下表中所示的化合物：

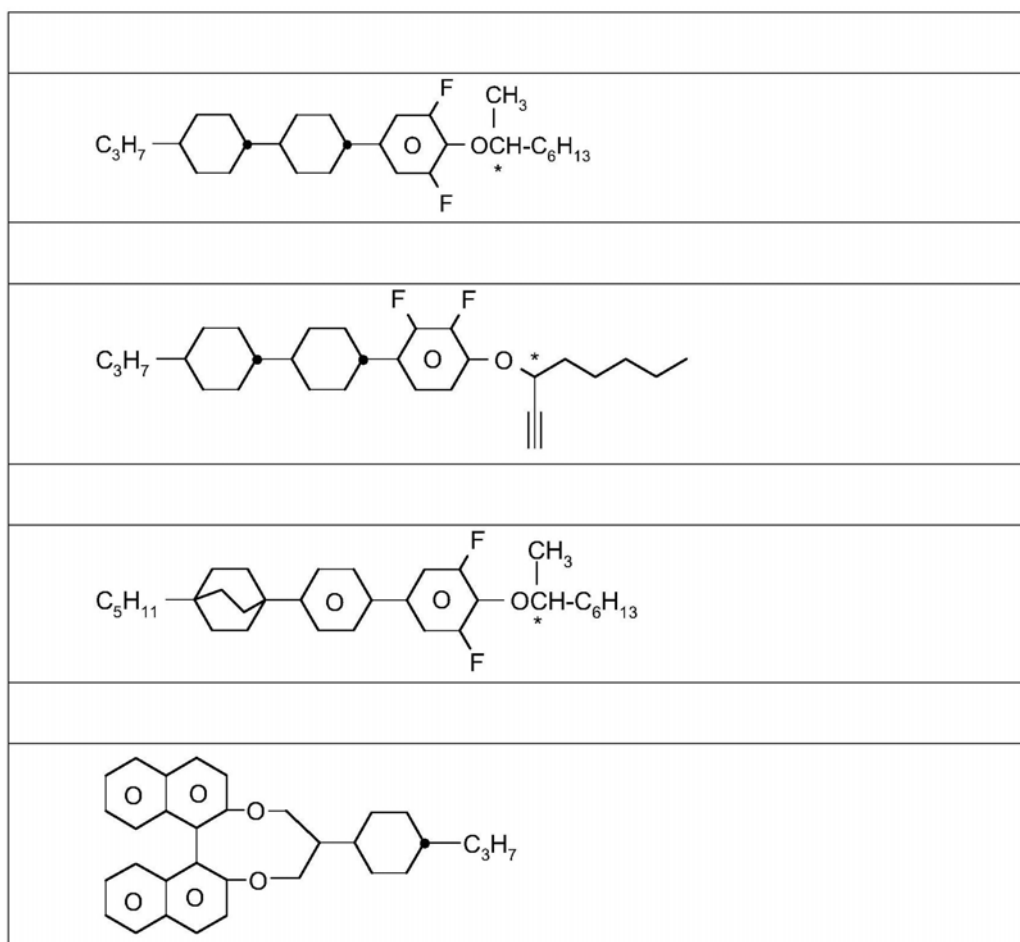
[0095]



[0096]

$\text{C}_2\text{H}_5-\overset{*}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\text{CH}_2-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CN}$
$\text{C}_6\text{H}_{13}-\overset{*}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_5\text{H}_{11}$
$\text{C}_6\text{H}_{13}\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\overset{*}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\text{C}_6\text{H}_{13}$
$\text{C}_3\text{H}_7-\text{C}_6\text{H}_{10}-\text{C}_6\text{H}_{10}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{CH}_2-\overset{*}{\underset{\text{CH}_3}{\text{CH}}}-\text{C}_2\text{H}_5$
$\text{C}_5\text{H}_{11}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\overset{*}{\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}}}-\text{C}_6\text{H}_5$
$\text{C}_8\text{H}_{17}\text{O}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}(=\text{O})-\text{O}-\overset{*}{\underset{\text{C}_2\text{H}_5}{\text{CH}}}-\text{C}_6\text{H}_5$

$\text{C}_5\text{H}_{11}-\text{C}_6\text{H}_{10}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{COO}-\text{C}^*(\text{C}_6\text{H}_5)_2-\text{OCO}-\text{C}_6\text{H}_4-\text{C}_6\text{H}_{10}-\text{C}_5\text{H}_{11}$

[0097]



[0098] 液晶介质优选包含一种或多种稳定剂。稳定剂的总浓度优选为整个混合物的0.00001-10重量%，特别优选0.0001-1重量%。

[0099] 装置优选具有用于通过电压使层S的液晶介质的分子取向的装置。其优选具有两个或更多安装在层S的两侧上的电极。电极优选由ITO或薄的、优选透明的金属和/或金属氧化物层(例如对于该用途本领域技术人员已知的银或替代材料)组成。该电极优选设置有电连接。电源优选由电池、可再充电电池、超级电容器提供或由外部电源提供。

[0100] 根据本发明的装置优选具有以下层顺序,其中所述层优选直接彼此相邻(也参见图1):

[0101] 1) 基底层,优选玻璃层或聚合物层

[0102] 2) 导电层,优选ITO层

[0103] 3) 取向层01

[0104] 4) 可切换层S

[0105] 5) 取向层02

[0106] 6) 导电层,优选ITO层

[0107] 7) 基底层,优选玻璃层或聚合物层。

[0108] 这里不排除装置包括另外的层。

[0109] 根据一个优选的实施方式,根据本发明的装置的特征在于,它自身产生所有用于切换所述切换层S本身所需的全部能量。因而装置优选是自主的,并且不需要任何外部提供的能量。为此目的,它优选包括用于将光能转换成电能的装置,特别优选太阳能电池。

[0110] 在本发明的一个优选实施方式中,用于将光能转换成电能的装置是电连接到用于根据本发明的装置的电切换的单元。通过太阳能电池供能可以直接或间接地通过电池或可再充电电池或在其他储能单元之间发生。太阳能电池优选施加到装置的外部或装置的内部,例如在 WO 2009/141295中所公开的。优选的是使用太阳能电池,其在漫射光的情况下特别有效,和透明的太阳能电池。优选的是使用太阳能电池,其在漫射光的情况下特别有效,和透明的太阳能电池。例如,在根据本发明的装置中可以使用硅太阳能电池或有机太阳能电池。

[0111] 根据本发明的装置还优选包括光导系统,其将来自可切换层S的光传导至将光能转换成电能或热能的单元。光导系统优选按照WO 2009/141295中所述构成。光导系统收集和集中打击该装置的光。它优选收集和集中由包含液晶介质的可切换层S中的荧光二色性化合物发出的光。光导系统与用于将光能转换成电能的装置(优选太阳能电池)接触,以使所收集的光以浓缩形式打击该装置。

[0112] 光导系统优选通过全内部反射传导光。优选该装置的特征在于,所述光导系统具有至少一个波长选择镜,其优选选自一个或多个胆甾醇型液晶层。

[0113] 优选地根据本发明的装置的特征在于,它包括一个或多个具有防反射设计的玻璃层。防反射涂层的生产是通过薄膜技术的涂布方法进行。这些包括:例如物理气相沉积,如热蒸发或溅射沉积。防反射措施可以由单层系统或由多层系统来实现。

[0114] 优选地,根据本发明的装置的特征在于,它具有两个或更多个玻璃层;和特征在于,除了可切换层S之外,该装置的层总体根据标准EN410的光反射度 ρ_v 小于35%,优选小于30%,特别优选小于25%,非常特别优选小于20%。

[0115] 除了可切换层S之外,该装置的层总体根据标准EN410的光反射度 ρ_v 特别优选如上所述,并且该装置包括三个或更多个玻璃层。

[0116] 装置的光反射度 ρ_v 是通过使用分光光度计测量层排列的光谱反射度,和通过根据标准EN410式(4)从其计算参数 ρ_v 而测定,考虑到标准光源的相对光谱分布和标准观察者的亮度灵敏度的光谱度。

[0117] 根据本发明的装置可用于任何期望的室,特别是对于与环境仅具有有限的空气交换和具有透光边界面(通过所述边界面能量输入可以以光能的形式从所述外部发生)的室。该装置优选安装在透光面上或在建筑物、容器、车辆或其他基本上封闭的空间的开口中。该装置特别优选用于通过透光的面(所述面是透光的)例如通过窗户区域经受强日照的室。

[0118] 根据本发明的装置优选地适合于均匀调节光通过面进入室。这里均匀表示通过面进入的光在相对大的面积是相等强度。面积优选为至少 0.01m^2 ,特别优选至少 0.1m^2 ,非常特别优选至少 0.5m^2 ,并且最优选至少 1m^2 。均匀,即甚至表示被图案化以区分它或分成域(像素化的),如在显示装置中使用的光学切换装置的情况。在该定义中忽略与均匀性轻微的偏差,特别是如果它们是由缺陷引起的。

[0119] 本发明还涉及根据本发明的装置用于均匀调节光通过光透射面进入室的用途。

[0120] 根据本发明的装置还可另外地用于审美室设计,例如通过产生光与颜色效果。它也可以用于产生信号。例如,包括根据本发明的装置的门和壁构件可以由不透明(例如灰色或彩色状态)切换成透明状态。该装置还可包括白色或彩色全区域背光,其亮度可以调制,或黄色全区域背光,其色彩可以通过蓝色客体/主体显示的方式调制。进一步的审美效果可

以通过从侧面入射的光源如白色或彩色LED结合根据本发明的装置而产生。根据本发明的装置的一个或两个玻璃侧也可以设置有粗糙化或结构化的玻璃,用于光的耦合输出或用于产生光效果。

[0121] 在一个优选的实施方式中,根据本发明的装置是窗户的一部分,特别优选具有多窗格绝缘玻璃的窗户。这里装置的一个或两个光学基层可以表示窗户的窗格。

[0122] 包括装置的窗户优选包括总共三个或更多个玻璃窗格。在此优选装置被布置在窗户的两块玻璃窗格之间。

[0123] 根据一个优选的实施方式,装置被应用在多窗格绝缘玻璃的内部或这种类型玻璃的外部。通常优选的是在朝向内部空间的窗格的侧面上使用,或在多窗格绝缘玻璃的情况下在两块玻璃窗格之间的空隙中。然而,其它布置也是可以设想的,并在某些情况下是优选的。在此,本领域技术人员能够根据装置的耐久性以及与清洁窗格和与设备反应性随温度变化相关的光学和美学视角和实际视角,权衡某些布置的优点和缺点。

[0124] 特别优选的是窗户的第一玻璃窗格是通过装置的玻璃窗格形成的布置,以使包括所述装置的窗户的层顺序如下:

[0125] 1) 玻璃层,

[0126] 2) 导电层,优选ITO层

[0127] 3) 取向层,

[0128] 4) 可切换层S

[0129] 5) 取向层,

[0130] 6) 导电层,优选ITO层

[0131] 7) 玻璃层,

[0132] 8) 玻璃层,

[0133] 其中自由空间存在于玻璃层7)和8)之间,其可以被填充例如绝缘气体如稀有气体。

[0134] 窗户优选以这样的方式布置,使得层1)与层8)的外部相邻,而层8)与所述内部相邻。然而,反向布置也是可能的,且在一定条件下是优选的。

[0135] 上述层顺序可以补充其他层,例如,另外的玻璃层或保护层,例如防止UV辐射、NIR辐射、VIS辐射和/或物理损伤。

[0136] 包括根据本发明的装置的窗户可以通过改造根据现有技术现有的窗户或通过完整的新的生产来获得。

[0137] 优选装置的特征在于,它具有至少 0.05m^2 ,优选至少 0.1m^2 ,特别优选至少 0.5m^2 ,非常特别优选至少 0.8m^2 的面积。

[0138] 装置代表可切换装置。这里装置的切换意指装置的光透射率的变化。根据本发明可以利用此来调节通过装置的光通路。装置优选是可电切换的。

[0139] 在电切换的情况下,切换操作通过液晶介质的分子由于施加电压的取向而发生。由此所述至少一种二色性化合物同样地取向,导致所述装置的光透射率的差异。

[0140] 在一个优选的实施方式中,在此装置从具有高吸收的状态,即低透光率,其在没有电压下存在,通过施加电压切换成具有较低吸收的状态,即更高的透光率。

[0141] 液晶介质优选在两种状态下都是向列型的。优选地,在未施加电压的状态下的特

征在于,液晶介质的分子和由此的二色性化合物,平行于装置的表面取向(沿面取向)。这优选是通过相应地选择取向层来实现。优选地,在电压下的状态的特征在于,液晶介质的分子和由此的二色性化合物垂直于该装置的表面。优选地,在施加电压的状态下,层S的液晶介质的分子的至少主要部分是垂直于层S的平面取向。

[0142] 在一个替代实施方式中,这同样是可能的并且在某些情况下优选的,该装置从具有低吸收的状态,即高透光率,其是在没有电压下存在通过施加电压切换成具有更高吸收的状态,即低透光率。

[0143] 该液晶介质优选在两种状态下都是向列型的。在未施加电压的状态下优选的特征在于,液晶介质的分子和由此的二色性化合物垂直于装置的表面取向(垂面取向)。这优选是通过相应地选择取向层来实现。在电压下优选的状态的特征在于,该液晶介质的分子和由此的二色性化合物平行于该装置的表面。优选地,在施加电压的状态下,层 S 的液晶介质的分子的至少主要部分是平行于层S的平面取向。

附图说明

[0144] 图1示出了根据本发明的装置优选的层顺序。在此,一个接一个直接彼此相邻排列的基底层(1),导电层(2),取向层01(3a),可切换层S(4),取向层02(3b),另外的导电层(2)和另一基底层(1)。

[0145] 图2示出取向层01(3a)和02(3b)的垂直视图。从观察者来看,02在01后面。箭头(5)表示取向层01的摩擦方向。箭头(6)表示取向层02的摩擦方向。符号(7)示出取向层01和02之间可切换层的液晶化合物的扭转。在目前的情况下,液晶化合物描述在取向层01和02之间具有 270° 的旋转角的左手螺旋,因为它们在与01的界面处平行于01的摩擦方向取向,并且在与02的界面处平行于02的摩擦方向取向。

[0146] 附图标记的描述

[0147] 1基底层,优选由玻璃或聚合物构成

[0148] 2导电层

[0149] 3a取向层01

[0150] 4可切换层S

[0151] 3b取向层02

[0152] 5取向层01中的摩擦方向

[0153] 6取向层02中的摩擦方向

[0154] 7可切换层的液晶化合物的扭转角(如果02在01后面,左手旋螺)

[0155] 工作实施例

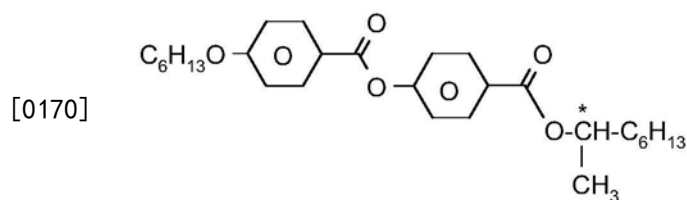
[0156] 在下文中,液晶化合物的结构由缩写(缩写)再现。这些缩写在W0 2012/052100(第63-89页)中明确提出并解释,以便参考所述公开的申请用于解释本申请中的缩写。

[0157] 所有物理性能均按照“Merck Liquid Crystals,Physical Properties of Liquid Crystals”,Status Nov.1997,Merck KGaA, Germany测定,并适用于 20°C 的温度。 Δn 的值是在589nm处测定。

[0158] A) 装置的生产

[0159] 生产根据本发明的装置E1至E7和对比装置V1至V6。

- [0160] 该装置具有以下层顺序：
- [0161] a) 玻璃层，由来自Corning的抛光1.1mm钠钙玻璃构成
- [0162] b) ITO层，200埃
- [0163] c) 由来自JSR的聚酰亚胺AL-1054构成取向层01，300埃，经摩擦的；或聚酰亚胺Nissan SE-3140，300埃，经摩擦的，
- [0164] d) 具有液晶介质的可切换层（在相应实施例的情况下，组成和厚度如下表示）
- [0165] e) 取向层02，按照c) 建立；以以下对层c) 的摩擦方向所示的角度摩擦
- [0166] f) 如b) 一样
- [0167] g) 如a) 一样
- [0168] ITO层相应地设置有触点，以进行电切换。
- [0169] 将以下掺杂剂



- [0171] 以不同的浓度添加到可切换层，取决于所期望的扭转。
- [0172] 使用以下计算得到掺杂剂以百分之重量的必要浓度：
- [0173] $C(\%) = 100 / (p * 11.94)$
- [0174] 其中，p应以 μm 输入，且p的值按照对于各层的不同厚度d和不同扭转角获得：
- [0175] $p = d / 0.10$ 对于 90° 扭转
- [0176] $p = d / 0.40$ 对于 180° 扭转
- [0177] $p = d / 0.48$ 对于 220° 扭转
- [0178] $p = d / 0.53$ 对于 240° 扭转
- [0179] $p = d / 0.57$ 对于 270° 扭转
- [0180] B) 使用的材料

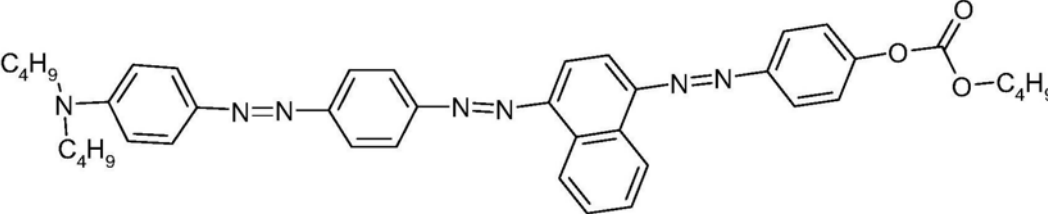
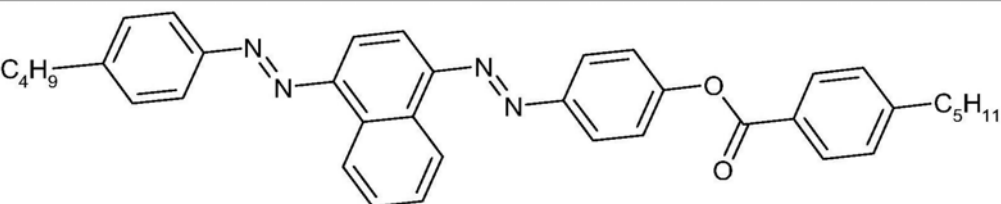
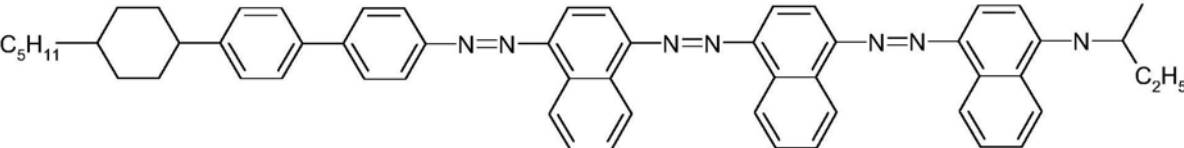
[0181]

表 1: 使用的液晶混合物

	H-1		H-2	
Δn	0.1342		0.0730	
组成	化合物	%	化合物	%
	CPG-3-F	5	CP-5-3	20
	CPG-5-F	5	CC-3-5	10
	CPU-3-F	15	CCU-2-F	12
	CPU-5-F	15	CCU-3-F	10
	CP-3-N	16	CCU-5-F	8
	CP-5-N	16	CCEG-3-F	10
	CCGU-3-F	7	CCEG-5-F	10
	CGPC-3-3	4	CCG-3-OT	10
	CGPC-5-3	4	CCG-5-OT	10
	CGPC-5-5	4		
	CCZPC-3-3	3		
	CCZPC-3-4	3		
	CCZPC-3-5	3		

[0182]

表 2: 使用的染料


D1

D2


[0183]

D3

[0184] C) 获得的结果

[0185] 在所有情况下,通过在电极之间施加电压,装置从暗状态切换为亮状态。在两个状态的每个下,透光率按照EN410标准式(1)来确定。

[0186] C-1) 实施例1

[0187] 在这两种情况下亮透光率 $\tau_{v亮}$ 为70%。

[0188]

	主体	染料的比例	总染料浓度(%重量* μm)	切换层的厚度 d (μm)	d * Δn (μm)	扭转(01 和 02 的摩擦方向之间的角度)	暗透光率 $\tau_{v暗}$
E1	H1	D1: D2: D3 1: 0.8: 2	19	5	0.67	240°	20.6%
V1	参见如上	参见如上	参见如上	25	3.36	0°	36.0%

[0189] 根据本发明的装置E1具有显著较低的暗透光率,因此对于相同的亮透光率,对比装置V1具有显著更大的范围。对比装置的特征是0°的扭转,和以 μm 计的d* Δn 的值大于2。

[0190] C-2) 实施例2

[0191] 在这两种情况下亮透光率 $\tau_{v亮}$ 为59.7%。

[0192]

	主体	染料的比例	总染料浓度(%重量* μm)	切换层的厚度 d (μm)	d * Δn (μm)	扭转(01 和 02 的摩擦方向之间的角度)	暗透光率 $\tau_{v暗}$
E2	H1	D1: D2: D3 1: 0.8: 2	28	5	0.67	240°	13.1%
V2	参见如上	参见如上	参见如上	25	3.36	0°	30.0%

[0193] 根据本发明的装置E2具有显著较低的暗透光率,因此对于相同的亮透光率,对比装置V2具有显著更大的范围。对比装置的特征是0°的扭转,和以 μm 计的d* Δn 的值大于2。

[0194] C-3) 实施例3

[0195] 在这两种情况下亮透光率 $\tau_{v亮}$ 为是79.3%。

[0196]

	主体	染料的比例	总染料浓度(%重量* μm)	切换层的厚度 d (μm)	d * Δn (μm)	扭转(01 和 02 的摩擦方向之间的角度)	暗透光率 $\tau_{v暗}$
--	----	-------	----------------------------	----------------------------	----------------------------------	------------------------	------------------

[0197]

E3	H1	D1: D2: D3 1: 0.8: 2	12.6	5	0.67	240°	31.2%
V3	参见如上	参见如上	参见如上	25	3.36	0°	42.8%

[0198] 根据本发明的装置E3具有显著较低的暗透光率,因此对于相同的亮透光率,对比装置V3具有显著更大的范围。对比装置的特征是0°的扭转,和以 μm 计的 $d * \Delta n$ 的值大于2。

[0199] C-4) 实施例4

[0200] 在这两种情况下亮透光率 $\tau_{\text{亮}}$ 为69.9%。

[0201]

	主体	染料	总染料浓度(%重量* μm)	切换层的厚度 d (μm)	$d * \Delta n$ (μm)	扭转(01 和 02 的摩擦方向之间的角度)	暗透光率 $\tau_{\text{暗}}$
E4	H1	D1	12.5	5	0.67	240°	24.8%
V4	参见如上	参见如上	参见如上	25	3.36	0°	38.0%

[0202] 根据本发明的装置E4具有显著较低的暗透光率,因此对于相同的亮透光率,对比装置V4具有显著更大的范围。对比装置的特征是0°的扭转,和以 μm 计的 $d * \Delta n$ 的值大于2。

[0203] C-5) 实施例5

[0204] 在所有情况下亮透光率 $\tau_{\text{亮}}$ 为71.0%。

[0205]

	主体	染料	总染料浓度(%重量* μm)	切换层的厚度 d (μm)	$d * \Delta n$ (μm)	扭转(01 和 02 的摩擦方向之间的角度)	暗透光率 $\tau_{\text{暗}}$
V5-1	H1	D1	12.0	24.19	3.25	0°	38.6%
V5-2	参见如上	参见如上	参见如上	5.94	0.81	0°	38.9%
V5-3	参见如上	参见如上	参见如上	3.00	0.40	0°	38.7%
V5-4	参见如上	参见如上	参见如上	24.19	3.25	240°	37.2%
E5-1	参见如上	参见如上	参见如上	5.94	0.81	240°	27.8%
E5-2	参见如上	参见如上	参见如上	3.00	0.40	240°	21.7%

[0206] 根据本发明的装置E5-1和E5-2具有显著较低的暗透光率,因此对于相同的亮透光率,对比装置V5-1至V5-4具有显著更大的范围。对比装置的特征是0°的扭转,和以 μm 计的 $d * \Delta n$ 的值大于2。

[0207] C-6) 实施例6

[0208] 在所有情况下亮透光率 $\tau_{\text{亮}}$ 为71.0%。

[0209]

	主体	染料	总染料浓度(%重量* μm)	切换层的厚度 d (μm)	$d * \Delta n$ (μm)	扭转(01 和 02 的摩擦方向之 间的角度)	暗透光 率 $T_{\text{暗}}$
V6-1	H1	D1	12.0	24.19	3.25	90°	38.6%
V6-2	参见如上	参见如上	参见如上	24.19	3.25	0°	38.6%
V6-3	参见如上	参见如上	参见如上	5.94	0.81	0°	38.9%
V6-4	参见如上	参见如上	参见如上	3.00	0.40	0°	38.7%
E6-1	参见如上	参见如上	参见如上	5.94	0.81	90°	38.2%
E6-2	参见如上	参见如上	参见如上	5.94	0.81	240°	27.8%
E6-3	参见如上	参见如上	参见如上	5.94	0.81	270°	26.4%
E6-4	参见如上	参见如上	参见如上	3.00	0.40	90°	29.4%
E6-5	参见如上	参见如上	参见如上	3.00	0.40	270°	20.7%

[0210] 根据本发明的装置E6-1至E6-5具有显著较低的暗透光率,因此,对于相同的亮透光率,比对比装置V6-1至V6-4具有显著更大的范围。对比装置的特征是0°的扭转,和以 μm 计的 $d * \Delta n$ 的值大于2。比较装置V6-2至V6-4的特征在于它们没有扭转。在根据本发明的装置的情况下, $d * \Delta n$ 计的值和扭转是变化的。这里显示特别是低 $d * \Delta n$ 值和高扭转的结合导致非常大的范围。

[0211] C-7) 实施例7

[0212] 在所有情况下在545nm处的亮透光率 $T_{\text{亮}}$ 为61.0%。

[0213]

	主体	染料	总染料浓度(%重量* μm)	切换层的厚度 d (μm)	$d * \Delta n$ (μm)	扭转(01 和 02 的摩擦方 向之间的角 度)	在 545 nm 处暗透光 率 $T_{\text{暗}}$
E7-1	H1	D1	12.0	5.94	0.81	240°	20%
E7-2	H2	参见如上	参见如上	5.94	0.44	240°	12%
E7-3	H1	参见如上	参见如上	5.94	0.81	270°	19%

[0214]

E7-4	H2	参见如上	参见如上	5.94	0.44	270°	12%
E7-5	H1	参见如上	参见如上	3.00	0.40	270°	12%
E7-6	H2	参见如上	参见如上	3.00	0.22	270°	10%

[0215] 根据本发明的装置E7-1至E7-6具有不同的主体混合物和不同的 $d * \Delta n$ 值。这里显示,实际上是值 $d * \Delta n$ 而不直接是可切换层的厚度影响对于暗透光率获得的值。

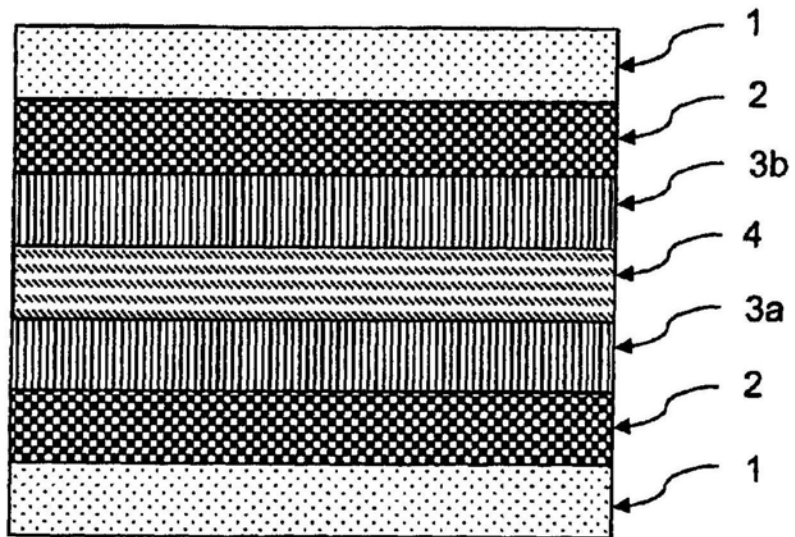


图1

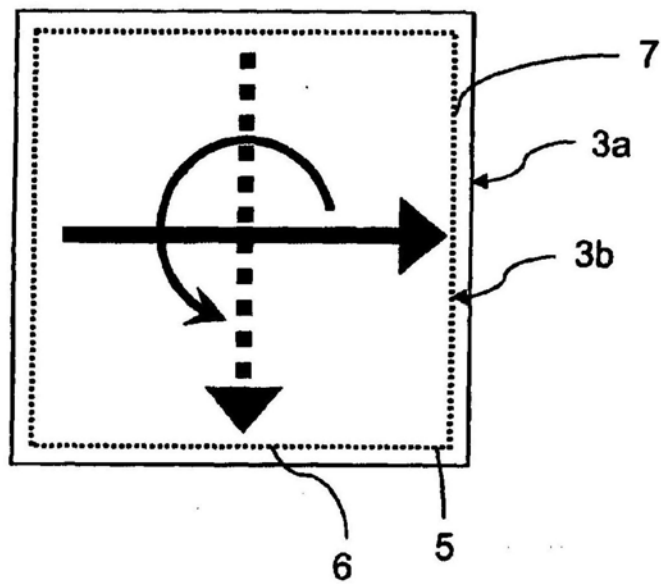


图2