



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101840077 B

(45) 授权公告日 2015. 09. 02

(21) 申请号 201010154236. 2

(22) 申请日 2006. 02. 16

(30) 优先权数据

05075376. 3 2005. 02. 16 EP

05075375. 5 2005. 02. 16 EP

(62) 分案原申请数据

200680005063. X 2006. 02. 16

(73) 专利权人 皇家飞利浦电子股份有限公司

地址 荷兰艾恩德霍芬

(72) 发明人 迈克尔·G·戴比杰

希斯·W·M·巴斯提安森

迪克·J·布罗尔

迈克尔·J·艾斯古奇

卡罗斯·桑切

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公

司 72001

代理人 刘鹏

(51) Int. Cl.

G02F 1/01(2006. 01)

H01L 31/055(2014. 01)

(56) 对比文件

US 6594062 B1, 2003. 07. 15, 说明书第 18 栏第 8-30 行、图 1G.

US 2002/0074035 A1, 2002. 06. 20, 说明书第 0015-0016 段、图 1.

Jay E. Stockley 等. fabry-perot etalon with polymer cholesteric liquid-crystal mirrors. 《OPTICS LETTERS》. 1999, 第 24 卷(第 1 期), 55.

审查员 陈雯菁

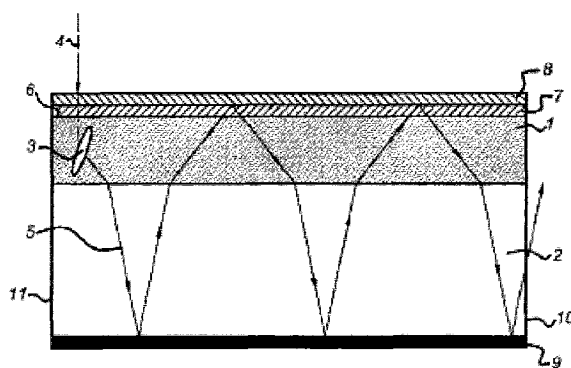
权利要求书3页 说明书22页 附图12页

(54) 发明名称

发光物体及其应用

(57) 摘要

本发明首先涉及一发光物体, 该发光物体包括: a. 包含光致发光材料的发光层或发光芯; 以及, b. 波长选择镜; 其中所述发光层或发光芯与所述波长选择镜光学耦合, 所述波长选择镜至少可透过 50% 的由所述光致发光材料吸收的光, 且至少可反射 50% 的由所述光致发光材料发射的辐射。由本发明得到的所述发光物体由于能够使所述光致发光材料在受到入射阳光的照射后、高效传输发射的辐射, 因而可有利地应用在发光太阳能聚光器系统中。本发明的另一方面涉及一光电器件, 该光电器件由包括上述发光物体的电磁辐射收集介质以及能够将光辐射转化为电能的光电池组成, 且该光电池与所述发光物体光学耦合。本发明的又一方面包括荧光激活显示器以及包含上述发光物体的房间照明系统。



1. 一种发光物体,包括:

- a. 包含光致发光材料的发光层或发光芯;
- b. 波长选择镜;以及
- c. 波导管;

其中所述发光层或发光芯与所述波长选择镜光学耦合,所述波长选择镜至少透过 50% 的由所述光致发光材料吸收的光,且至少反射 50% 的由所述光致发光材料发射的辐射,且其中所述波长选择镜包含手性向列型聚合物的胆甾醇层,所述胆甾醇层被置于所述发光层或发光芯之上,并且

其中所述光致发光材料被布置成由入射辐射激发并发射辐射,所述波导管被布置成允许所发射辐射进入并在该波导管内发生内反射并重定向以经过所述发光层或发光芯达到所述波长选择镜,以及所述波长选择镜被布置成将再进入到所述发光层或发光芯中的所发射辐射反射回所述波导管内,直到所发射辐射到达出口。

2. 根据权利要求 1 所述的发光物体,其中所述聚合波长选择镜包括一个或多个反射右手圆偏振光的胆甾醇层、或一个或多个反射左手圆偏振光的胆甾醇层、或同时包括一个或多个反射右手圆偏振光的胆甾醇层以及一个或多个反射左手圆偏振光的胆甾醇层。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的发光物体,其中所述发光物体包括反射右手圆偏振光的第一胆甾醇层以及反射左手圆偏振光的第二胆甾醇层。

4. 一发光物体,包括含有光致发光材料的发光层或发光芯、波长选择镜以及波导管,其中所述发光层或发光芯与所述波长选择镜光学耦合,所述波长选择性镜至少透过 50% 的由所述光致发光材料吸收的光,且至少反射 50% 的由所述光致发光材料发射的辐射,且其中所述波长选择镜包含聚合堆叠层,所述聚合堆叠层被置于所述发光层或发光芯之上,并且其中所述光致发光材料被布置成由入射辐射激发并发射辐射,所述波导管被布置成允许所发射辐射进入并在该波导管内发生内反射,直到到达出口,以及所述波长选择镜被布置成将再进入到所述发光层或发光芯中的所发射辐射反射回所述波导管内。

5. 根据权利要求 4 所述的发光物体,其中所述波长选择镜包括反射光的一个偏振的第一聚合堆叠层以及反射光的相对偏振的第二聚合堆叠层。

6. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述波长选择镜对于由所述光致发光材料发射的辐射的反射率超过相同镜对于由所述光致发光材料吸收的光辐射的反射率至少为 50%。

7. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述波长选择镜对于由所述光致发光材料发射的辐射的反射率超过相同镜对于由所述光致发光材料吸收的光辐射的反射率至少为 80%。

8. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述波长选择镜对于由所述光致发光材料吸收的光至少透过 60%。

9. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述波长选择镜对于由所述光致发光材料吸收的光至少透过 70%。

10. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述波长选择镜对于由所述光致发光材料发射的辐射至少反射 60%。

11. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述波长选择镜对于由所述光致发光材

料发射的辐射至少反射 70%。

12. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述波长选择镜包括一偏振选择镜,该偏振选择镜对于由所述光致发光材料吸收的光至少透过 50%,且对于具有适当偏振的圆或线偏振辐射至少反射 50%。

13. 根据权利要求 4 所述的发光物体,其中所述波长选择镜包括反射光的一个偏振的第一聚合堆叠层以及反射光的相对偏振的第二聚合堆叠层,且两聚合堆叠层均位于所述发光层的相同侧或位于所述发光芯外。

14. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述发光层或发光芯包含含有定向光致发光材料的阵列聚合物。

15. 根据权利要求 14 所述的发光物体,其中所述发光物体为光学叠层或光学纤维,所述发光物体包括光学耦合至所述发光层或发光芯的波导管,其中所述波导管的折射率 n_w 使 $n_w \geq n_o - 0.005$ 成立,其中 n_o 为所述阵列聚合物的寻常折射率。

16. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述发光物体主要对 400-500nm 和 / 或 600-700nm 范围内的光辐射是透明的。

17. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,该发光物体包括发光层和波导管,其中所述发光物体为光学叠层或光学纤维,所述发光物体与所述波导管光学耦合,所述发光物体包含含有定向光致发光材料的阵列聚合物,所述定向光致发光材料在所述阵列聚合物内固定不动,且所述阵列聚合物相对于所述发光物体的表面具有 10-90° 的预倾斜角。

18. 根据权利要求 17 所述的发光物体,其中所述定向光致发光材料在一平面电池中具有的二色性比至少为 2.0。

19. 根据权利要求 17 所述的发光物体,其中所述定向光致发光材料在一平面电池中具有的二色性比至少为 3.0。

20. 根据权利要求 17 所述的发光物体,其中所述定向光致发光材料在一平面电池中具有的二色性比至少为 5.0。

21. 根据权利要求 17 所述的发光物体,其中所述阵列聚合物具有 30-80° 的预倾斜角。

22. 根据权利要求 17 所述的发光物体,其中所述阵列聚合物具有 30-70° 的预倾斜角。

23. 根据权利要求 17 所述的发光物体,其中所述阵列聚合物具有为 40-70° 的预倾斜角。

24. 根据权利要求 17 所述的发光物体,其中所述阵列聚合物具有为 40-60° 的预倾斜角。

25. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述发光物体是包括发光层和波导管芯的光学纤维。

26. 根据权利要求 1 或 4 所述的发光物体,其中所述发光物体是包括发光芯和波导管的光学纤维。

27. 根据权利要求 17 所述的发光物体,其中所述波导管不包含荧光染料。

28. 根据权利要求 17 所述的发光物体,其中所述预倾斜角在 15-85° 的范围内。

29. 根据权利要求 17 所述的发光物体,其中所述预倾斜角在 30-60° 的范围内。

30. 一种光电器件,包括含有根据任一前述权利要求所述的发光物体的电磁辐射收集介质,以及能够将光辐射转化为电能且与所述发光物体光学耦合的光电池。

31. 一种包括根据权利要求 1-29 中任意一项所述的发光物体的房间照明系统。

32. 一种窗户,包括根据权利要求 1-29 中任意一项所述的发光物体,以及能够将光辐射转化为电能且与所述发光物体光学耦合的光电池。

发光物体及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一发光物体,具体涉及这样的发光物体在光学发光聚光器器件(例如发光太阳能聚光器器件)中的应用。

背景技术

[0002] 太阳能每单位瓦特的成本约比来自其它来源(包括煤、石油、风、生物和核子)的能源高 5-10 倍。为降低光电系统中太阳能发电的成本,希望能有效利用该系统中最昂贵的部分,即光电(太阳能电池)。这通常是通过使用大型光聚焦太阳能聚光器(抛物面形或槽形盘)实现的。这些器件存在一些缺点,包括投资成本高、维护成本高、外形笨重、以及当它经过天空时需要跟踪太阳。对于现有技术水平的评述,可参见 Swanson, Progress in Photovoltaics: Research and Applications 8, 93 (2000)。

[0003] 已作为研究课题的一其它方式是使用波导管收集光、并将光传输到小型光电。这些工作中的一些尝试使用全息方法 (US5877874) 或几何光学对光进行重定向(例如可参见 T. Uematsu et al Sol Energ Mater Sol C 67, 415 (2001) 和 US 4, 505, 264)。这些尝试相当不成功,尤其对于大的传输距离。这是因为效率低,或系统需要跟踪太阳,或系统复杂,不适合大规模生产或将其组合。

[0004] 已表明,发光太阳能聚光器 (luminescent solar concentrator, LSC) 已作为研究课题的另一方式,这主要是因为这些系统易于低成本制得,且因为这些系统无需进行太阳跟踪。LSC 基本上是由大块玻璃或聚合板、薄板、薄膜、纤维、条带、纺织品或掺杂有荧光染料分子的涂层组成的。这些染料可吸收照射在其上的阳光中的特定波长的光,并以较长的波长沿各个方向再次发射光。该光中的一部分是在支持式波导管的临界角度内发射的,且被全内反射和传输至光电。LSC 具有将较廉价的挠性材料结合使用的优点(尤其当使用塑料波导管时),且无需散热器或太阳跟踪系统。在 Earp et al, Sol Energ Mat Sol C 84, 411 (2004) 中描述了具有不同用途(房间照明)的样品系统。此时 LSC 系统尚未商用,这主要与其效率低有关。这一低的总效率源于发射光的高度再吸收(染料的有限斯托克斯位移)、将光低效耦合至波导管内、以及将光低效保持在波导管内。

[0005] 本发明旨在克服 LSC 系统的这些缺点,尤其通过提供方法、以提高将发射光保持在 LSC 系统内的效率。

发明内容

[0006] 本发明人已发现可使用以下物品实质上提高 LSC 系统的效率:(a) 包含光致发光材料的发光层或发光芯;并结合以 (b) 一个或多个波长选择镜,该波长选择镜对光致发光材料吸收的光很大程度上是透明的,且强烈反射由光致发光材料发射的光辐射。在一优选实施例中提供了包含发光层或发光芯的发光物体,该发光层或发光芯包含光致发光材料和波长选择镜。其中所述发光层或发光芯与所述波长选择镜光学耦合,所述波长选择性镜至少可透过 50% 的由所述光致发光材料吸收的光,且至少可反射 50% 的由所述光致发光材

料发射的辐射,且所述波长选择镜包含手性向列型聚合物的胆甾醇层。

[0007] 上述波长选择镜可适于作为分隔层,布置在发光层/发光芯与用于接收入射光辐射的表面之间的任何地方。因此,入射光将穿过波长选择镜,激活包含在下面发光层或发光芯中的光致发光材料。照射在波长选择镜上的由光致发光材料发射的光辐射将被反射,由此避免所述发射的辐射从 LSC 逸出的现象。结果使发射的辐射在 LSC 内高效聚集,从而提高了总效率。

[0008] 波长选择镜也可有利地应用在发光层的对侧,即在接收入射光一侧的相对一侧。因此,可确保发射的辐射被反射回发光层或波导管内。

[0009] 为实现本发明的优点,波长选择镜对于能够激发光致发光材料的辐射必须很大程度上是透明的,且同时所述镜必须能有效反射由所述光致发光材料发射的辐射。因此,本发明的发光物体中使用的一个或多个波长选择镜至少可透过 50% 的由所述光致发光材料吸收的光,且至少可反射 50% 的由相同光致发光材料发射的辐射。

[0010] 因此,本发明提供了包括发光层或发光芯的发光物体,且该发光层或发光芯包含光致发光材料;以及波长选择镜;其中所述发光层或发光芯与所述波长选择镜光学耦合,所述波长选择性镜至少可透过 50% 的由所述光致发光材料吸收的光,且至少可反射 50% 的由所述光致发光材料发射的辐射,且所述波长选择镜包含 (a) 聚合堆叠层和/或 (b) 手性向列型聚合物的胆甾醇层。

[0011] 在一特定实施例中,本发明提供了包括发光层或发光芯的发光物体,且该发光层或发光芯包含光致发光材料;以及波长选择镜;其中所述发光层或发光芯与所述波长选择镜光学耦合,所述波长选择性镜至少可透过 50% 的由所述光致发光材料吸收的光,且至少可反射 50% 的由所述光致发光材料发射的辐射,且所述波长选择镜包含手性向列型聚合物的胆甾醇层,优选包含反射右手圆偏振光的第一胆甾醇层以及反射左手偏振光的第二胆甾醇层。

[0012] 在又一特定实施例中,本发明提供了包括发光层或发光芯的发光物体,且该发光层或发光芯包含光致发光材料;以及波长选择镜;其中所述发光层或发光芯与所述波长选择镜光学耦合,所述波长选择性镜至少可透过 50% 的由所述光致发光材料吸收的光,且至少可反射 50% 的由所述光致发光材料发射的辐射,且所述波长选择镜包含聚合堆叠层,优选包含反射光的一个偏振的第一聚合堆叠层以及反射光的相对偏振的第二聚合堆叠层。

[0013] 可按照本发明有利地加以应用的波长选择镜的例子包括手性向列型聚合物的聚合堆叠和胆甾醇层。

[0014] 由本发明的一方面可知,本发明涉及一包含阵列聚合物的发光物体,且该阵列聚合物包含定向光致发光材料,所述阵列聚合物相对于所述物体的表面具有 10-90° 的预倾斜角。在一特定实施例中,本发明旨在提供包含发光层和波导管的发光物体,其中所述物体为光学叠层或光学纤维;所述发光物体与所述波导管光学耦合;所述发光物体包含阵列聚合物,且该阵列聚合物包含定向光致发光材料;所述定向光致发光材料在阵列聚合物内固定不动;且所述阵列聚合物的相对于所述物体的表面的预倾斜角为 10-89°,优选为 10-90°,更优选为 10-85°,进一步更优选为 15-85°,又更优选为 30-80°,更优选为 30-70°,再更优选为 40-70°。

[0015] 这一发光物体可用于将入射光转化为较长波长的光。当发射光以相对于所述物体

的表面相对小的角度幅射时（需使用相对高的预倾斜角），发射光可在平行于所述表面的平面内有效地传输到例如出口或光电器件。因此，本薄膜可在例如 LSC 中这样应用，无需独立的波导管。在这一具体情形中，可非常有利地使用具有大的斯托克斯位移和 / 或在吸收和发射光谱之间具有很少重叠的光致发光材料，以避免由重吸收现象导致的大的光损失。

[0016] 定义

[0017] 本文中使用的术语“发光 (luminescent)”是指材料在吸收光或其它足够的量子能的辐射之后发射光的能力。该术语包括萤光和磷光。

[0018] 本文中使用的术语“光 (light)”是指人眼可见或不可见的光辐射。

[0019] 术语“光辐射 (optical radiation)”是指在 100nm 至 2000nm 的波长范围内的电磁辐射。

[0020] 本文中使用的术语“光致发光 (photoluminescence)”是指由光吸收产生的发光。

[0021] 本文中使用的术语“光致发光材料 (photoluminescent material)”是指原子或分子，且包括能够光致发光的离子。术语“光致发光材料”也包括两种或更多种不同光致发光成分的组合，例如两个或更多个不同光致发光分子的组合。术语“光致发光材料”还包括客体 - 主体系统，该客体 - 主体系统包含萤光分子、萤光聚合物和 / 或共聚物。

[0022] 本文中使用的术语“反射 (reflective)”是指材料反射大部分的入射阳光和 / 或由光致发光材料发射的光。更具体地，术语“反射”是指所述材料至少反射所述光中的 50%，优选至少为 60%，更优选至少为 80%，且最优选至少为 90%。材料的反射率由垂直于反射表面的光入射确定。

[0023] 本文中使用的术语“透明 (transparent)”是指材料传输大部分的入射阳光和 / 或由光致发光材料发射的光。更具体地，术语“透明”是指所述材料至少传输所述光中的 50%，优选至少为 70%，更优选至少为 90%，且所述光是由垂直照射在曝露于所述入射光下的所述物体的表面上的光测得的。

[0024] 术语“聚合堆叠 (polymeric stack)”是指包含具有不同折射率的子层的多层薄膜，且该多层薄膜是以呈现出波长选择性的有机（聚合）材料为基础的，可选择结合以偏振选择性：例如可参见 US 6,157,490。

[0025] 本文中使用的术语“波长选择镜 (wavelength selective mirror)”是指对于特定波长是透明性的、而对于其它波长是反射性的镜子，可选择结合以偏振选择性。由文献中可知有多种这样的镜子。

[0026] 术语“手性向列型聚合物的胆甾醇层 (cholesteric layer of chiralnematic polymer)”是指包含聚合物的层，且该聚合物的液晶原基团主要沿与所述层的表面平行的方向排列，同时该聚合物中的分子沿预先指定的方向相互间相对旋转，且该旋转是由手性活性或非活性掺杂剂诱发的。特别地，术语“手性向列型聚合物的胆甾醇层”是指具有手性向列相的层，且该手性向列相呈现出手性。由于该相首先被观测为胆固醇的衍生物，因而时常被称为胆甾醇相。活性或非活性的手性分子（缺乏反对称性的分子）可形成这样的相。该相沿指向矢呈现出分子的扭转，且分子轴垂直于指向矢。相邻分子之间的有限扭转角是由这些分子的不对称排列造成的，由此得到较长范围的手性顺序。手性间距 (chiral pitch) 是指液晶原扭转整个 360° 所经过的距离（沿指向矢）。可通过调节温度或向 LC 液体中添加其它分子而改变间距。

[0027] 这些波长选择镜可以是波长调谐的（例如可参见 Katsis et al(1999) Chem. Mater. 11,1590）或带宽调谐的（例如可参见 Broer et al(1995) Nature 378,467）。

[0028] 本文中使用的术语“波导管 (waveguide)”是指对光透明、且将从入口来的光辐射限制至所需出口的光学部件。

[0029] 本文中使用的术语“透明波导管 (transparent waveguide)”是指波导管传输大部分的入射阳光和 / 或由光致发光材料发射的光。更具体地, 术语“透明波导管”是指所述波导管至少传输所述光中的 50%, 优选至少为 70%, 且所述光由垂直于所述波导管的入射光测得。

[0030] 本文中使用的术语“寻常折射率 (ordinary refractive index)”和“非寻常折射率 (extraordinary refractive index)”分别是指垂直于和平行于所述阵列聚合物的光轴的阵列聚合物的折射率。

[0031] 术语“波导管的折射率 (refractive index of the waveguide)”是指波导管在各向同性状态下的折射率。在特定情形下, 可使用定向波导管, 该定向波导管例如由于生产期间的流动而呈现出双折射。

[0032] 本文中使用的术语“聚合物层 (polymer layer)”包含薄板、条、带、纤维、条带、纺织品和绳形式的聚合材料。假设聚合物层内的阵列聚合物相对于上文定义的物体的表面沿一预倾斜角定向, 则本发明不局限于平面聚合物层, 且包括已接受弯曲、塑造或其它成形处理的聚合物层。

[0033] 本文中使用的与聚合物、光致发光材料或包含在这些聚合物或材料中的基团有关的术语“阵列、排列 (aligned)”和“定向 (oriented)”是同义词, 且表示具有特定空间定向的材料或基团在这些聚合物中占主导地位。

[0034] 术语“具有 10-90° 预倾斜角的阵列聚合物 (aligned polymer having a pretilt angle of 10-90°)”是指阵列聚合物的液晶原基团相对于所述发光物体的表面沿至少 10-90° 的预倾斜角定向。

[0035] 术语“液晶 (liquid crystal)”或“液晶原 (mesogen)”用于表示包含一个或多个（半）刚性杆形、香蕉形、平板形或圆盘形液晶原基团的材料或化合物, 即具有引起液晶相行为的能力的基团。具有杆形或平板形基团的液晶化合物在本技术领域中也称为“calamitic”液晶。具有圆盘形基团的液晶化合物在本技术领域中也称为“discotic”液晶。包含液晶原基团的化合物或材料不必必须呈现出其自身的液晶相。它们也有可能只在具有其它化合物的混合物中、或当液晶原化合物或材料或其混合物聚合时, 才显示出液晶相行为。

[0036] 为简单起见, 术语“液晶材料 (liquid crystal material)”以下同时用于指液晶材料和液晶原材料, 且术语“液晶原 (mesogen)”用于指材料的液晶原基团。包含液晶原基团的化合物或材料不必必须呈现出其自身的液晶相。它们也有可能只在一定的（聚合）层中, 例如在波导管上的涂层中（参见下文）, 才显示出液晶相行为。

[0037] 本文中使用的术语“液晶单体 (liquid crystalline monomer)”是指可经历聚合、并由此形成液晶聚合物主要结构的结构单元的材料。

[0038] 本文中使用的术语“活性液晶单体 (reactive liquid crystalline monomer)”是指含有活性基团的液晶单体, 且该液晶单体可聚合形成液晶聚合物或液晶聚合网络。

[0039] 本文中使用的术语“液晶聚合物 (liquid crystalline polymer)”是指处于介晶态的聚合物材料,且该聚合物材料具有长程取向序以及部分位置序或完全位置序 (IUPAC Recommendations 2001 ;Pure Appl. Chem. (2002) 74 (3), 493-509)。

[0040] 本文中使用的术语“二色性比 (dichroic ratio)”是指源于所述光致发光材料的偏振选择吸收的二色性比。

[0041] 该二色性比源于使用线偏振光的吸收测量,可用下面的等式表示:

$$[0042] \quad R = A_{//}/A$$

[0043] 在该等式中,R 为二色性比; $A_{//}$ 为样品的吸光率,且入射光的电场平行于阵列聚合物给出的排列方向; A 为样品的吸光率,且入射光的电场垂直于阵列聚合物给出的排列方向。光致发光材料的二色性比可由本技术领域中所众所周知的不同技术确定,且这些技术的适宜性取决于所述光致发光材料及其所处阵列聚合物的性质。

[0044] 短语“垂直排列光致发光聚合物涂层 (homeotropically aligned photoluminescent polymer coating)”是指含有光致发光材料的聚合涂层,其中预倾斜角为 90° 。

[0045] 排列的“预倾斜角 (pretilt angle)”这一术语是指与水平面例如上层表面构成的角度,且为本领域技术人员所熟知。

附图说明

[0046] 图 1 为包含发光层 1 和波导管 2 的光学叠层的截面图。该叠层还包含两个波长选择和偏振选择反射胆甾醇层 7 和 8,以及反射镜层 9。由箭头 4 表示的光辐射通过左手胆甾醇层 8 和右手胆甾醇层 7 进入所述叠层,并到达发光层 1。在发光层 1 内,已沿一预倾斜角排列的光致发光分子 3 被入射辐射 4 激发,并发射如箭头 5 表示的光辐射。发射辐射 5 的大部分进入到波导管 2 内,并在波导管 2 内发生内反射,直到到达出口 10 或 11。胆甾醇层 7 和 8 可确保极少有发射辐射 5 逸出所述叠层,这是因为这些波长选择镜 7 和 8 可一同有效反射再进入到发光层 1 中的发射辐射。镜层 9 将光辐射 4 和发射辐射 5 反射回波导管内。

[0047] 图 2 为光学叠层的截面图,且除镜层 9 被两个胆甾醇层 9a 和 9b 代替外,该光学叠层与图 1 中示出的光学叠层相同。通过应用胆甾醇层 7、8、9a 和 9b 的组合结构 (该组合结构对发射辐射 5 很大程度上反射,而对光辐射 12 透明,且光辐射 12 不被光致发光染料分子 3 吸收),可确保光辐射 12 行经整个叠层。这一特定的叠层可有利地用作窗玻璃,该窗玻璃选择性地聚集入射阳光的一部分,而允许另一部分穿过窗玻璃。如上所述,可使用更多或更少的层,而不只 9a 和 9b 两层。

[0048] 图 3 为包含发光层 1 和波导管 2 的光学叠层的截面图。该叠层还包括聚合堆叠层 7,且该聚合堆叠层 7 包含多个子层 7a 至 7k 以及反射镜层 9。由箭头 4 表示的光辐射通过聚合堆叠层 7 进入所述叠层,并到达发光层 1。在发光层 1 内,倾斜排列的光致发光分子 3 被入射辐射 4 激发,并发射如箭头 5 表示的光辐射。发射辐射 5 的大部分进入到波导管 2 内,并在波导管 2 内发生内反射,直到到达出口 10。聚合堆叠层 7 可确保极少有发射辐射 5 逸出所述光学叠层,这是因为波长选择镜 7 可有效反射再进入到发光层 1 中的发射辐射。镜层 9 将光辐射 4 和发射辐射 5 反射回波导管 2 内。包括出口 11 的光学叠层的三侧也具有反射镜涂层 9,且反射镜涂层 9 将光辐射 4 和发射辐射 5 反射回波导管 2 内。因此,来自

光学叠层的发射辐射的唯一有效出口是出口 10, 且出口 10 与光电池 13 光学耦合。

[0049] 图 4 为包含发光层 1 和波导管芯 2 的光学纤维的截面图。所述叠层还包括两波长选择和偏振选择反射胆甾醇层 7 和 8。由箭头 4 表示的光辐射通过左手胆甾醇层 8 和右手胆甾醇层 7 进入所述叠层, 并到达发光层 1。在发光层 1 内, 预倾斜排列的光致发光分子 3 被入射辐射 4 激发, 并发射如箭头 5 表示的光辐射。发射辐射 5 的大部分进入到波导管 2 内, 并在波导管 2 内发生内反射, 直到到达出口 10。胆甾醇层 7 和 8 可确保极少有发射辐射 5 逸出所述光学纤维, 这是因为这些波长选择镜 7 和 8 可一同有效反射再进入到发光层 1 中的发射辐射。

[0050] 图 5a 为包含发光芯 1 和波导管 2 的光学纤维的截面图。所述叠层还包括两波长选择和偏振选择反射胆甾醇层 7 和 8。由箭头 4 表示的光辐射通过左手胆甾醇层 8 和右手胆甾醇层 7 进入所述叠层, 并到达发光芯 1。在发光层 1 内, 预倾斜排列的光致发光分子 3 被入射辐射 4 激发, 并发射如箭头 5 表示的光辐射。发射辐射 5 的大部分进入到波导管 2 内, 并在波导管 2 内发生内反射, 直到到达出口 10。胆甾醇层 7 和 8 可确保极少有发射辐射 5 逸出所述光学纤维, 这是因为这些波长选择镜 7 和 8 可一同有效反射照射在波导管 2 的外壁上的发射辐射。

[0051] 图 5b 为包含发光芯 1 的光学纤维的截面图。所述叠层还包括波长选择和偏振选择反射胆甾醇层, 在这一实施例中为 7 和 8 两层。胆甾醇层 7 和 8 可确保极少有发射辐射 5 逸出所述光学纤维, 这是因为这些波长选择镜 7 和 8 可一同有效反射照射在发光芯 1 的外壁上的发射辐射。光致发光材料可被排列 (如图所示) 或可被各向同性排列 (也可参见下文)。

[0052] 图 6 为包含发光层 1 和波导管 2 的光学叠层的截面图。发光层 1 包含多个各向同性排列的光致发光染料分子 3。入射光辐射 4 进入发光层 1, 并在该处激发光致发光染料分子 3, 使染料分子 3 沿各个方向发射光辐射 5。如图 1 所示, 发射辐射中的相当一部分通过顶面 6 离开发光层 1, 由此降低所述叠层聚集入射辐射的功效。

[0053] 图 7 为光学叠层的截面图, 且除多个光致发光染料分子 3 已沿相对小的预倾斜角 α 排列外, 该光学叠层与图 6 中示出的光学叠层相同。光致发光染料分子 3 主要沿垂直于预倾斜排列的方向发射光辐射 5。如该图所示, 沿相对于发光层 1 与波导管 2 之间的界面 14 的相对大的角度发射辐射, 由此使所述辐射中的大部分耦合至波导管内。

[0054] 图 8 为光学叠层的截面图, 且除多个光致发光染料分子 3 已沿相对大的预倾斜角 α 排列外, 该光学叠层与图 6 中示出的光学叠层相同。光致发光染料分子 3 主要沿垂直于倾斜排列的方向发射光辐射 5。因此, 发射辐射 5 中的相当一部分将沿远高于反射角的角度照射在发光层 1 与波导管 2 之间的界面上, 这意谓着该辐射中的大部分将在发光层 1 与波导管 2 之间的界面 14 上发生反射。

[0055] 图 9 给出例 1 的结果。

[0056] 图 10 为本文中使用的测量装置的示意图。

[0057] 图 11 给出例 2 的结果。

[0058] 图 12 为本文中使用的测量装置的示意图。

[0059] 图 13a-13c 为本发明的若干普通实施例的示意图, 其中发光层 1 包括多个各向同性排列的光致发光染料分子 3。图 13a 为具有发光层 1 和波长选择镜的一般实施例的示意

图,且该波长选择镜包括波长选择镜 7(或 8);这一实施例优选包括胆甾醇层,以反射左手圆偏振光或右手圆偏振光。图 13b 为包括两选择镜层 7 和 8 的实施例的示意图,该实施例优选包括胆甾醇层,且该胆甾醇层优选分别反射左手圆偏振光和右手圆偏振光。图 13c 为具有若干波长选择镜 7(或 8)的实施例的示意图,所有层都对圆或线偏振光具有反射作用。优选地,这些层包括胆甾醇层,该胆甾醇层优选全部反射左手圆偏振光或右手圆偏振光;即一具有若干胆甾醇层的实施例,且每个胆甾醇层均反射左手圆偏振光或右手圆偏振光。正如本领域技术人员将清楚了解的,可能将这些实施例进行组合。虽未画出,但除发光层 1 外,还可具有波导管 2 以及一个或多个镜 9、9a、9b 或其它层,如图 1-5a、14a-e 和 16a-16c 所示。例如,图 1-ba、14a-e 和 16a-c 中的发光层 1 有可能包括多个各向同性排列的光致发光染料分子 3,而不是按示出的排列。这意谓着例如如图 1-5b、14a-e、15 和 16a-c 所示的实施例中的层 1 有可能包括各向同性排列的光致发光分子 3,而不是包括排列的光致发光分子 3。当未给出独立的波导管 2 时,光致发光分子优选各向同性排列;当波导管 2 呈各向同性或排列时,光致发光分子 3 有可能存在。

[0060] 图 14a-14e 为本发明器件的实施例的示意图,这些器件包括 LSC 和光电池 13。也可使用一个或多个胆甾醇层,而不是镜 9(也可参见图 5)。

[0061] 图 15 为本发明器件的实施例的示意图,且该器件包括若干(这里即 2 或更多)LSC 和光电池 13。可通过波导管(例如光学纤维)26 实现光学耦合。来自波导管 2 的辐射可由准直器 25 选择校准进入波导管 26 内。

[0062] 图 16a(不包括镜 9 或一个或多个胆甾醇层)和 16b 为图 1 和 14b 中变量的示意图(但也可用作其它实施例中的变量)。图 16c 为图 1 中另一变量的示意图(但也可用作其它实施例中的变量)。

[0063] 本文中的示意图不排除其它元件存在的可能,例如用于排列一个或多个胆甾醇层的排列层、或用于形成排列的排列聚合层的排列层,正如本领域技术人员将清楚了解的。

[0064] 此外,参见图 1-5a 和 14a-14e,由本发明也可得出这样的实施例,即其中的波导管 2 与发光层 1 的位置交换。例如参见图 1,这将得到具有以下顺序的堆叠:胆甾醇层 8、胆甾醇层 7、波导管 2、发光层 1、反射镜 9(可参见图 16a)。例如可参见图 14a,这将得到以下顺序的堆叠:胆甾醇层 8、胆甾醇层 7、波导管 2、排列层 20、发光层 1、反射镜 9(可参见图 16b)。这同样适用于本文中描述的和示意性示出的其它实施例。

具体实施方式

[0065] 在 DE 2737847 中也给出一发光太阳电池,该发光太阳电池包括含有荧光溶液的电池,也可使用含有气体(空气)的电池。然而,DE 2737847 中的 LSC 既不包括波导管也未公布在阵列聚合物内固定不动的定向光致发光材料,其中所述阵列聚合物相对于所述发光物体的表面具有 10-90° 的预倾斜角。此外,D1 描述了干涉滤光片的使用,但未描述将胆甾醇材料用作波长选择镜。因此,LSC,或更准确地,DE 2737847 中的发光物体不分别具有本文中描述的 LSC 和发光物体的优点。也可从 US2002/07035、EP0933655 和 US2004/0105617 了解发光层和波长选择层,但这些文件均未给出包含胆甾醇材料的发光层和波长选择镜。

[0066] 本发明首先涉及一发光物体,该发光物体包括:

[0067] a. 包含光致发光材料的发光层或发光芯;以及

[0068] b. 波长选择镜；

[0069] 其中所述发光层或发光芯与所述波长选择镜光学耦合，所述波长选择性镜至少可透过 50% 的由所述光致发光材料吸收的光，且至少可反射 50% 的由所述光致发光材料发射的辐射。

[0070] 本物体的主要方面为所述波长选择镜对于所述光致发光材料发射的辐射的反射率大体上超过相同的镜对于所述光致发光材料吸收的光辐射的反射率。对发射辐射的反射率优选超过吸收辐射的反射率至少 50%，更优选至少为 80%，最优选至少为 100%。

[0071] 为拥有所述波长选择镜的全部优点，所述镜应覆盖发光层一侧的至少 80% 或覆盖发光芯外表面的至少 80%。此外，首选使用相对薄的波长选择镜。典型地，所述波长选择镜的厚度不超过 100 μm ，优选不超过 20 μm 。上述镜的厚度通常将超过 5 μm 。应注意的是，本发明的波长选择镜可适于包括两或更多一同用作波长选择镜的层，例如聚合堆叠或胆甾醇层的组合。

[0072] 上述安排的效率取决于波长选择镜对光致发光材料吸收的光的透明度以及同一镜对发射辐射的反射率。优选地，假如实际上难以单独最优化两参数，则两参数均取最大值。可行的做法是提供一波长选择镜，该波长选择镜对于光致发光材料吸收的光的透明度至少为 60%，优选为 70%，更优选至少为 80%，且最优选至少为 90%。此外，可能的做法是提供一波长选择镜，该波长选择镜对于光致发光材料发射的辐射至少反射 60%，优选为 70%，更优选至少为 90%。

[0073] 本物体聚集由光致发光材料发射的辐射的效率关键取决于所述波长选择镜反射所述辐射的效率。典型地，波长选择镜对于光辐射呈现出的最高反射程度至少为 50%，优选至少为 60%，更优选至少为 70%，且该光辐射的波长在 500–2000nm 的范围内，优选在 600–2000nm 的范围内，且最优选在 630–1500nm 的范围内。

[0074] 同样地，且尤其当上述波长选择镜作为分隔层布置在发光层 / 发光芯与用于接收入射光辐射的表面之间的任何地方时，重要的是能够激发光致发光材料的高能辐射可被所述镜高效传输。因此，波长选择镜对于光辐射呈现出的最高透射程度至少为 60%，优选至少为 70%，且该光辐射的波长在 350–600nm 的范围内，优选在 250–700nm 的范围内，且更优选在 100–800nm 的范围内。

[0075] 因为由光致发光材料发射的辐射的波长将不可避免地超过由相同材料吸收的辐射的波长，最高反射率优选发生在一波长处，且该波长超过透射率极大值处的波长优选至少为 30nm，更优选至少为 50nm，进一步更优选至少为 100nm。

[0076] 本物体中使用的波长选择镜可有利地包括一聚合波长选择镜和 / 或一偏振选择镜。

[0077] 在一有利的实施例中，波长选择镜包括一偏振选择镜，该偏振选择镜对于光致发光材料吸收的光的透明度至少为 50%，优选至少为 60%，更优选至少为 70%，且对于具有适当偏振的圆或线偏振辐射（特别是对于由光致发光材料发射的圆或线偏振辐射）的反射程度至少为 50%，优选至少为 70%。这样的有利安排可通过应用包括聚合堆叠层和 / 或胆甾醇层的波长选择镜实现。

[0078] 本发光物体可有利地包括一波长选择镜，且该波长选择镜包含手性向列型聚合物的胆甾醇层。在一进一步更优选的实施例中，聚合波长选择镜包括反射右手圆偏振光的第

一胆甾醇层以及反射左手圆偏振光的第二胆甾醇层。在后一实施例中,适合将发光层夹在胆甾醇层与波导管之间,或将波导管夹在胆甾醇层与发光层之间。优选地,发光层夹在相邻的胆甾醇层与波导管之间。胆甾醇层能够有效反射圆偏振辐射的一狭窄频带。取决于胆甾醇层的螺旋形定向,该层将反射右圆偏振辐射或左圆偏振辐射。通过应用具有相对的螺旋形定向的两胆甾醇层,右圆偏振光和左圆偏振光都将被有效反射。

[0079] 本发光物体也可有利地包括一波长选择镜,且该波长选择镜包含手性向列型聚合物的一个或多个胆甾醇层。优选地,聚合波长选择镜包括一个或多个选自小组的层,且该小组由反射右手圆偏振光的胆甾醇层以及反射左手圆偏振光的胆甾醇层组成。在一实施例中,发光阵列聚合物层可夹在胆甾醇层与波导管之间,或波导管可夹在胆甾醇层与发光阵列聚合物层之间。优选地,发光阵列聚合物层夹在相邻的胆甾醇层与波导管之间。

[0080] 在特定的不同情形下,所述聚合波长选择镜包括一个或多个反射右手圆偏振光的胆甾醇层、或一个或多个反射左手圆偏振光的胆甾醇层、或同时包括一个或多个反射右手圆偏振光的胆甾醇层以及一个或多个反射左手圆偏振光的胆甾醇层。“简单”的右手两层系统和左手两层系统可例如只反射 75nm 带宽的光。有可能增宽频带,但这在本技术领域显得并不简单。根据本发明,可有利地更易于增宽波长频带,该波长带可通过以下方式被反射:在相互的顶部上形成连续的右手胆甾醇层,随后在相互的顶部上形成连续的左手胆甾醇层,或相反,或左手层与右手层的任何组合。也可想到对整个样品只使用胆甾醇的一个手性,即例如 2-5 左手层或 2-5 右手层。本发明不局限于 2 层系统。

[0081] 与向列材料混合的手性物质可引起螺旋形扭转,将材料转化成手性向列型材料,且手性向列型材料是胆甾醇材料的同义词。手性向列型材料的胆甾醇间距可在相当大的范围内相对轻易地改变。由手性物质引起的间距在第一近似中与使用的手性材料的浓度成反比。这一关系的比例常数被称为手性物质的螺旋形扭转能力 (helical twisting power, HTP),且可由以下等式确定:

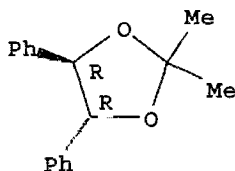
$$[0082] \quad \text{HTP} = 1/(c \cdot P)$$

[0083] 其中 c 为手性物质的浓度, P 为所引起的螺旋形间距。

[0084] 能够引起螺旋形结构的光学活性化合物通常被称为“手性掺杂剂”。许多手性掺杂剂已可以合成,且其中的典型例子包括由以下结构表示的化合物:

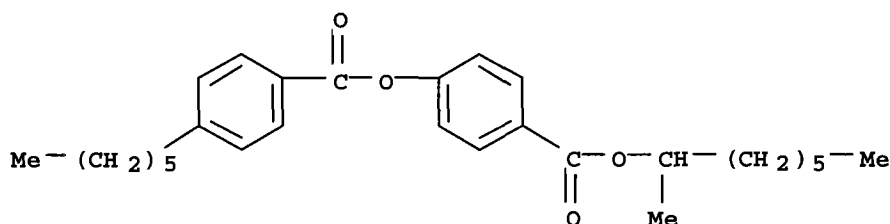
[0085] 2,2-二甲基-4,5-二苯基-1,3-二氧戊环

[0086]



[0087] ZLI 811, 安息香酸, 4-己基-, 4-[[[(1-甲基庚基)氧基]羰基]苯酯 (9CI)

[0088]



[0089] 胆甾醇层或胆甾醇层的组合有利地反射由发光层或发光芯发射的光辐射,且对波长范围为 100–600nm 的光辐射很大程度上是透明的,该波长范围优选为 250–700nm,最优选为 350–800nm。

[0090] 在另一实施例中,本发光物体还包括以聚合堆叠层形式存在的波长选择镜,且该聚合堆叠层可强烈反射由光致发光材料发射的辐射。更具体地,聚合偏振选择镜包括反射偏振光的一个平面的第一聚合堆叠层以及反射偏振光的相对平面的第二聚合堆叠层,其中发光层夹在聚合堆叠层与波导管之间,或波导管夹在聚合堆叠层与发光层之间。

[0091] 在一特定实施例中,提供一发光物体,其中所述波长选择镜包括反射光的一个偏振的第一聚合堆叠层以及反射光的相对偏振的第二聚合堆叠层,且两聚合堆叠层均位于发光层的相同侧或位于发光芯外。

[0092] 聚合堆叠层能够选择性地反射一定波长范围内的光辐射。聚合堆叠层也被称为多层反射体,且用于反射与传输之间的电磁光谱分区部分。聚合堆叠层典型地应用若干层,这些层在一光学堆叠内至少由两种不同的材料构成。不同材料沿堆叠的至少一个面内轴具有非常不同的折射率,可实质上反射在层间的界面处的光。可制备聚合堆叠层,以反射沿法线和 / 或入射斜角入射的光辐射。

[0093] 优选地,已设计在本发光物体中应用的聚合堆叠层,以反射 600nm 以上的光辐射,且该光辐射更优选为 700nm 以上,最优选为 800nm 以上。在一优选实施例中,发光层夹在聚合堆叠层与波导管之间。

[0094] 根据本发明的用作波长选择镜的聚合堆叠层可适合于采用在 US6,157,490 和 Weber, M. F. et al. Science 287,2451 中描述的方法制备,本文中将这些文章列为参考文章。

[0095] 根据本发明应用的光致发光材料典型地发射波长在 100nm 到 2500nm 范围内的光辐射。优选地,光致发光材料发射的辐射在 250–1500nm 范围内,更优选在 400–1000nm 范围内。对于许多应用,最适宜的光致发光材料具有宽的吸收范围,该吸收范围覆盖太阳光谱的大部分以及具有相当长波长的狭窄发射范围。因此,光致发光材料吸收入射的太阳辐射,并以另一波长发射辐射。本物体中使用的光致发光材料典型地具有一吸收曲线,该吸收曲线的吸收极大值低于 800nm,优选低于 700nm,且最优选低于 600nm。根据一特别优选的实施例,所述物体吸收 500nm 至 600nm 之间的光,且以较长的波长发射光。

[0096] 本发明人已发现,作为 LSC 系统中的一元件的本发光物体的效率可通过在其中使用包含阵列聚合物的发光层或发光芯而显著提高,且该阵列聚合物含有定向光致发光材料。聚合物的排列用于诱导光致发光材料的定向。

[0097] 由非排列的各向同性光致发光材料发射的辐射沿各个方向传播,且相对来说,首选与 LSC 系统垂直的发射方向,以实现垂直于 LSC 系统的平面的照明。换言之,所述光的大部分在波导模式外发射,且不在波导管内传输。光致发光材料在聚合物内的适合排列可确保由定向光致发光材料发射的光的大部分幅射进入到 LSC 系统的波导模式内。

[0098] 因此,当沿一相当大的预倾斜角排列时,将沿一角度发射辐射,由此使它非常有效地耦合至波导管内。可选地,当沿大的预倾斜角排列时,所述发射的辐射的相对大的部分将沿某一角度到达所述发光物体与空气间的界面,并保持在所述物体内部,且该角度大于全反射的临界角。因此,使用排列的光致发光材料有可能在 LSC 系统内包含比迄今可行的水平

高得多的发射光部分。结果,本发明有可能将 LSC 系统的工作效率提高超过 25%。

[0099] 因此,本发明的一优选实施例涉及一发光物体,其中所述发光层或发光芯包含阵列聚合物,且该阵列聚合物包含定向光致发光材料,且所述阵列聚合物具有 10-90° 的预倾斜角。

[0100] 当发射光是由所述光致发光材料以相对于所述物体的表面相对小的角度辐射时(需使用相对高的预倾斜角),发射光可在平行于所述表面的平面内有效地传输到例如出口或光电器件。因此,本薄膜可在例如 LSC 中这样应用,无需独立的波导管。在这一具体情形中,可非常有利地使用具有大的斯托克斯位移和 / 或在吸收和发射光谱之间具有很少重叠的光致发光材料,以避免由重吸收现象导致的大的光损失。

[0101] 在一实施例中提供了包含发光层和波导管的发光物体,其中所述物体为光学叠层或光学纤维;所述发光物体与所述波导管光学耦合;所述发光物体包含阵列聚合物,且该阵列聚合物包含定向光致发光材料;所述定向光致发光材料在阵列聚合物内固定不动;且所述阵列聚合物相对于所述物体的表面具有 10-90° 的预倾斜角。

[0102] 由于本发明极大提高了发射光传输(或内耦合)至波导管内的效率,由本发明得到的发光物体也可有利地与一(透明)波导管(无荧光染料)光学耦合,尤其当所述光致发光材料在 30-70° 范围内沿一预倾斜角定向时。本发光物体的光学耦合可适合于通过形成多层结构(例如光学叠层或多层光学纤维)而实现,其中所述发光物体作为分隔层粘结在波导管上。

[0103] 典型地,光致发光材料沿与阵列聚合物的液晶原基团大体上相同的方向排列在发光层 / 发光芯内。由于二色性光致发光材料可相对容易地定向在阵列聚合物的基体内,因而根据本发明尤其适合使用二色性光致发光材料,例如液晶聚合物。

[0104] 液晶原可以是活性的液晶原或非活性的液晶原。可由 Merck™ 得到适当的非活性液晶原的例子,例如如它们的产品文件夹 Licristal® LiquidCrystal Mixtures for Electro-Optic Displays(May 2002) 内所述的,且该文件夹中有关非活性液晶原的内容作为参考列于本文中。

[0105] 适当的活性液晶原的例子是那些含有丙烯酸、甲基丙烯酸、环氧、乙烯基醚、苯乙烯、巯基 / 烯类单体和 oxethane 基团的活性液晶原。例如在 W004/025337 中给出适当的例子,且其中有关活性液晶原(在 W004/025337 中被称为可聚合液晶原化合物和可聚合液晶材料)的内容被作为参考列于本文中。也可使用活性液晶原的混合物(Merck™ 活性液晶原,更明亮更清楚的传达)。

[0106] 也可使用活性液晶原和非活性液晶原的混合物。

[0107] 当使用混合物时,使用的所有液晶原均优选以排列状态位于最后的层中。

[0108] 在液晶聚合物情形下,可有利地将荧光材料结合和 / 或溶解在液晶活性单体中。这些单体易于在场(流动、磁、电、极化、机械牵引)或排列层(缓冲或非缓冲聚酰亚胺、线性光聚合性材料,等等)存在的条件下排列。产生的预倾斜角可由本领域技术人员轻易控制(例如可参见 Sinha et al (2001) Appl. Phys. Lett. 79, 2543)。在活性单体(混合物)适当排列之后,可进行热诱导或辐射诱导的液晶单体聚合。在特定情形下,可有利地添加适合的聚合引发剂。例如,在使用紫外线光进行聚合的情形下、可使用紫外线引发剂(例如可参见 Irgacure 184, Ciba Specialty Chemicals),以及在热聚合情形下、可使用适当的热引发

剂（例如可参见 2,2'-azobisisobutyronitrile(AIBN), Aldrich Chemicals)。

[0109] 有可能辨别一些类型的预倾斜定向。根据预倾斜定向的典型例子，液晶层中的液晶分子的指向矢在沿薄膜厚度方向的任何位置几乎都是相同的。提供定向也是可行的，其中指向矢在所述层的表面之一的附近通常平行于所述表面，且当接近所述层的相对表面时，指向矢会逐渐变化，呈现出垂直定向或与其相近的定向状态（斜展构型）。如本文所述，倾斜定向包括在预倾斜定向的范围内，且在该倾斜定向中、指向矢与指向矢向所述层的平面的投射之间的角度在沿所述层的厚度方向的任何点处都是恒定的；定向也包括在预倾斜定向的范围内，且在该定向中、所述角度沿所述层的厚度方向连续变化。

[0110] 在一优选实施例中，本发光物体至少包括一层含有定向光致发光材料的阵列聚合物，其中所述层的顶面与所述发光物体的顶面一致，或沿所述发光物体的顶面平行扩展。这样的发光物体可高效应用于聚集入射的光辐射中。

[0111] 本发光物体可包括一个或多个含有阵列聚合物和定向光致发光材料的层。使用一些这样的层具有以下优点：可对每层进行优化，以吸收光辐射的特定带宽，从而使整个薄膜能够吸收和聚集宽的光谱范围内的光辐射。使用一些这样的层也可使在每层中使用不同的聚合物，正如首选个别光致发光染料或取得特定倾斜排列的必要性所指示的。

[0112] 已可通过向阵列聚合物中掺杂定向光致发光材料的方式、将发光物体中使用的光致发光材料适当地混入阵列聚合物内。可选地，定向光致发光材料可与阵列聚合物通过共价键结合。还可根据本发明的另一适当的实施例可知，所述定向光致发光材料是所述阵列聚合物的液晶原基团。

[0113] 本物体中的定向光致发光材料可由单一的光致发光成分组成，或可包含混合的光致发光成分。可有利地使用光致发光成分的组合，且其中的每个成分可吸收不同波长的光辐射。因此，通过选择光致发光成分的适合组合，可确保本物体中含有的光致发光材料可吸收宽频带内的光辐射，例如太阳辐射光谱的大部分。当本物体包括多个层时，可有利地在不同层中使用不同的光致发光材料。因此，就聚光效率而言，可最优化本物体的性能。自然地，如果使用光致发光成分的组合，必须注意确保在光致发光成分的这一组合可发射和吸收辐射的波长之间极少或无重叠，或当存在大的重叠时，该组合应以级联方式使用，即由一光致发光成分发射的辐射以及由另一成分吸收的辐射将使后一成分发光。

[0114] 在本发明的发光物体中使用的定向光致发光材料所具有的二色性比优选至少为 2.0，更优选至少为 3.0，最优选至少为 5.0。在沿面取向中，二色性光致发光材料相对于其它一些线偏振方向、将实质上更高程度地吸收光辐射的某一线偏振方向。

[0115] 二色性光致发光材料尤其适合用于本发光物体中。根据一优选实施例，定向光致发光材料包括有机和 / 或聚合光致发光染料。如本文中使用的，术语“光致发光染料”是指一种其中的分子可自行着色的染料，因而该染料可吸收可见光谱以及可能紫外线光谱（100 纳米至 800 纳米的波长范围）中的光，但与标准染料形成对照的是，该染料将吸收的能量转化为主要在光谱的可见区段中发射的较长波长的荧光。光致发光染料应具有高的量子效率和好的稳定性，且高度提纯。染料通常以 10^{-1} 至 10^{-5} 摩尔的浓度存在。根据本发明可适于使用的有机光致发光染料的典型例子包括但不限于以下物质：取代吡喃（例如 DCM）、香豆素（例如香豆素 30）、若丹明（例如若丹明 B）、BASF® Lumogen™ 系列、二苯嵌苯衍生物、Exciton® LDS 系列、尼罗河蓝、尼罗河红、DODCI、恶嗪、嘧啶、‘styryl’ 系列

(Lambdachrome®)、二恶嗪、萘二甲酰亚胺、噻嗪和均二苯乙烯。

[0116] 本发明的主要方面是所述定向光致发光材料在阵列聚合物基体内固定不动。基于液晶聚合物且包含光致发光材料的物体可按几种方式排列。在液晶聚合物情形下,如先前讨论,经常首选排列活性液晶单体、并随后聚合单体。由于液晶单体易于定向(与大多数液晶聚合物形成对照),所以经常采用这一程序。

[0117] 物体表面通常具有诱导液晶单体/聚合物适当排列的定向层。一些可能的定向层为:

[0118] a. 通常使用聚酰亚胺排列层(缓冲、磨面或非缓冲、非磨面)产生按平面或垂直排列和/或具有特定预倾斜的排列液晶聚合物。典型例子为对于平面排列的 Optimer A1 1051, (ex JSR Micro) 和对于垂直排列的 1211 聚酰亚胺清漆(ex. Nissan Chemical):

[0119] b. 被称为线性光聚合性材料(linear photopolymerizable material, LPP)的材料可用作预倾斜明确的排列层(例如可参见 Staralign™, Vantico AG, Basel, CH) 其它用于液晶排列的技术包括:

[0120] a. 使用尖或钝的铁笔记录,斜向蒸发或 SiO₂ 溅射,无机物的斜角入射沉积, Langmuir-Blodgett 沉积铜酞菁染料掺杂聚甲基丙烯酸酯层,以及类金刚石碳薄膜层(例如可参见:Varghese et al (2004) Appl. Phys. Lett. 85, 230; Motohiro, T. and Taga, Y. (1990) Thin Solid Films 185, 137; Castellano, J. A. (1984) 4, 763; Robbie, K. et al (1999) Nature 399, 764, Lu, R. et al (1997) Phys. Lett. A 231, 449, Hwang, J-Y et al (2002) Jpn. J. Appl. Phys. 41, L654)。

[0121] b. 排列诱导表面活性剂,例如硅烷、高级醇(例如 n-十二烷醇)等,可用于进一步调节液晶的排列。

[0122] c. 通过向液晶聚合物中添加排列诱导掺杂剂。

[0123] d. 通过对所述物体施加机械牵引、流动、磁、电极化场。

[0124] e. 通过排列具有近晶 A 定向的聚合物,该排列是通过使所述物体经过加热的滚筒的上方而实现的。产生的剪切变形使液晶原基团取得定向。

[0125] f. 通过使用活性液晶原而排列液晶,且这些活性液晶原通过(适当)热处理、并随后开始液晶原的聚合反应而取得近晶 C 定向,从而使系统陷于近晶 C 定向。

[0126] 尤其适合制备包含预倾斜角为 30-80° 的阵列聚合物的发光物体的技术在以下文献中给出:Hwang, Z. and Rosenblatt, C. Appl. Phys. Lett. 86, 011908, Lu, M. Jpn. J. Appl. Phys. 43, 8156, Lee, F. K. et al Appl. Phys. Lett. 85, 5556, The Staralign™ linearly photopolymerizable polymer system (Vantico AG), Varghese, S. et al. Appl. Phys. Lett. 85, 230, and Sinha, G. P. et al. Appl. Phys. Lett. 79, 2543. 本文中将这些发表的文章列为参考文章。

[0127] 本发明的优点具体在发光聚合物体、尤其是平面物体中显得突出,在这些物体中阵列聚合物沿小于 85° 的预倾斜角排列,优选小于 80°。优选地,该预倾斜角为 10-89°,更优选为 10-85°,进一步更优选为 15-85°,更优选为 30-80°,优选在 30-70° 的范围内,更优选在 35-65° 的范围内,且最优选在 40-60° 的范围内。尤其当与波导管一同用于平面发光物体中时,可有利地使用沿 10-89° 范围内的一预倾斜角的阵列聚合物,更优选为 10-85°,进一步更优选为 15-85°,更优选在 30-80° 的范围内,优选在 30-70° 的范围内,

更优选在 35-65° 的范围内以及最优选在 40-60° 的范围内。使用这样的预倾斜角能够将发射辐射高效地耦合至波导管内。如本文上文所述,本发明的优点源自光致发光材料的排列。光致发光材料的排列是通过将光致发光材料固定在阵列聚合物基体内取得的。光致发光材料在这样的阵列聚合物基体内的主导定向与所述聚合物基体的排列一致。因此将可理解的是,光致发光材料的优选定向角度与上文所述的与阵列聚合物有关的定向角度相同。

[0128] 当本发光物体是非平面物体时,尤其是当所述物体是光学纤维时,在实施例中预倾斜角超过 50°、尤其是超过 70° 将是有利的。最优选地,当本物体是光学纤维时,预倾斜角将超过 80°。然而,在另一个更优选的实施例中,预倾斜角在 30-70° 的范围内,更优选在 35-65° 的范围内以及最优选在 40-60° 的范围内。

[0129] 光致发光材料在平面物体内的排列水平可根据有序度适当确定。有序度定义如下:

$$[0130] \quad S = (A_{//} - A) / (A_{//} + 2A)$$

[0131] 其中 $A_{//}$ 表示电矢平行于排列方向的光样品的吸收量,

[0132] A 表示电矢垂直于排列方向的光样品的吸收,以及 S 表示在固定的实验室框架下吸收矩的平均定向。参考文献:Van Gorp, M. And Levine, Y. K., J. Chem. Phys. 90, 4095 (1989).

[0133] 本物体中包含的光致发光材料呈现出的有序度优选至少为 0.5,更优选至少为 0.6,最优选至少为 0.7。

[0134] 本发光物体在例如 LSC 系统中的使用效能关键取决于发射光在相同物体内的(重)吸收程度。根据一特别优选的实施例,不连续阵列聚合物基体例如层内包含的光致发光材料的吸收极大值和发射极大值相差至少 30nm,优选至少为 50nm,更优选至少为 100nm。

[0135] 由本发明得到的发光物体的形状有利地为薄膜、层、纤维、条带或纺织品。这样的薄膜、层、纤维、条带或纺织品的厚度可随计划的用途而改变。典型地,所述厚度将在 0.1-500 μm 的范围内,优选在 5-50 μm 的范围内。

[0136] 发光物体有利地包括两或更多个含有定向光致发光材料的阵列聚合物的堆叠层。根据一具体的实施例,每个阵列聚合物层包含不同的光致发光材料。有利地,这些光致发光材料呈现出不同的吸收极大值。根据另一实施例,各个阵列聚合物层中的阵列聚合物的预倾斜角随层而变化。这一安排可进一步最优化将入射辐射转化为光致发光辐射并随后传输的效率,尤其经过单独的波导管。在又一实施例中,每个阵列聚合物层包含不同的阵列聚合物。尤其可有利地将不同阵列聚合物的堆叠层与每个阵列聚合物层中的不同光致发光材料组合使用和/或与呈现出不同预倾斜角的阵列聚合物层组合使用。

[0137] 本发明的发光物体可有利地使用在例如窗户上,尤其当这些窗户已耦合至光电器件或它们光学耦合至内部照明源。通过将本发光物体固定在这一扇窗户(或具有类似功能的建筑物构件)上,该窗户可有效地变为聚集由发光层发射的电磁辐射的波导管。正如下文将说明的,在这些应用中,非常希望发光物体对至少可见光光谱的一部分(例如跨越至少 100nm 带宽)是透明的,尤其是对光合作用所需的这部分可见光光谱。

[0138] 本发明的一尤其有利的实施例涉及以光学叠层或光学纤维形式存在的一发光物体,该发光物体包括光学耦合至所述发光层或发光芯的波导管,其中所述波导管的折射率 n_w 的取值可使 $n_w \geq n_o - 0.005$,且 n_o 为芯的所述发光层的寻常折射率。根据一进一步更优选

的实施例, $n_w \geq n_o$, 优选 $n_w > n_o$ 。这有利地改善了光在波导管中的禁闭情况, 并减少了从光中例如逃逸回发光层的现象。

[0139] 由本发明得到的光学叠层可适用于聚集入射的光辐射。照射在叠层上的辐射被发光层吸收和再次发射。这一再次发射的辐射被耦合至波导管内, 并通过内反射沿波导管被引导至出口表面。该再次发射的辐射可从出口表面出来, 使出口表面起到光源的作用。可选地, 再次发射的辐射可在出口表面耦合至诸如光电器件之类的器件内, 且该器件将把光辐射转化为另一种形式的能量。

[0140] 由本发明得到的光学纤维可由光辐射横向激发, 随后发射辐射将被传输至纤维的末端。由本发明得到的纤维可有利地用于聚集光辐射和 / 或传输光学信息。

[0141] 因为由本发明得到的光学叠层和纤维将响应入射的辐射而再次发射辐射, 这些叠层和纤维可适用于传输光学信息, 尤其是光学二进制信息。然而, 由于发射辐射与入射辐射的强度有关, 本光学叠层和纤维也可用于传输模拟信息。

[0142] 根据又一优选实施例, 波导管的折射率介于发光层 / 发光芯的寻常折射率和非寻常折射率之间。波导管的折射率典型地至少为 1.4。波导管的折射率优选在 1.4-1.8 的范围内, 更优选在 1.4-1.7 的范围内。使用具有高折射率 (尤其相对于发光薄膜的折射率) 的波导管可确保当发射辐射有效耦合至波导管内时、发光薄膜内发射辐射的光学路径缩短。为确保发射光有效耦合至波导管内, 更有利的做法是将发光层 (或发光芯) 的表面与波导管的表面相邻连接起来。阵列聚合物层与波导管可通过使用粘合剂适当地连接起来, 只要该粘合剂对于发射辐射很大程度上是透明的。

[0143] 光学叠层或纤维内的发光层的典型厚度为 0.1-500 μm , 优选为 5-50 μm 。波导管的典型厚度为 0.05-50mm, 优选为 0.1-10mm。当波导管构成本发明的光学纤维芯时, 上述范围适用于波导管的直径。

[0144] 本发明的光学叠层和纤维可适当地由挠性、弹性材料制得。这样得到的挠性叠层和纤维例如可被制成卷状物, 或可用于弯曲的表面上。本发明还包括相对刚性的纤维和叠层, 例如这是因为它们使用玻璃层或玻璃芯。

[0145] 本光学叠层和纤维可采用对本领域技术人员而言众所周知的许多不同的方式制得。叠层可采用如下方式制得: 首先形成一薄层 (薄膜), 例如波导管, 随后原位制备其它的层, 例如通过原位聚合或固的方式。可选地, 可分别预制各个层, 并随后组合成一单一的叠层, 对此可选择使用粘合剂和 / 或其它粘结技术。自然地, 也有可能组合使用这些技术。除在纤维情形下、制层工艺将从制备光学纤维的芯开始外, 可在本发明的光学纤维的制备中使用类似的方法。

[0146] 透明波导管的适合材料对于通过波导管传输的发射辐射很大程度上是透明的。适合材料包括透明聚合物、玻璃、透明陶瓷及其组合。所述波导管优选使用热固性或热塑性的透明聚合物制成。这些聚合物可以是 (半) 晶体或无定形的。合适的聚合物包括聚甲基丙烯酸甲酯、聚苯乙烯、聚碳酸酯、环烯共聚物、聚乙烯对苯二甲酸酯、聚醚砜、交联丙烯酸酯、环氧树脂、尿烷、硅橡胶以及这些聚合物的组合和共聚物。

[0147] 本发明的光学叠层可适于采取平板形状。然而, 由于光学叠层的功能在本质上并不取决于叠层的形式, 本发明也包括非平面形状。

[0148] 为阻止辐射从本发光物体中逸出, 可有利地使用对宽范围的光辐射具有反射作用

的镜,且所述镜位于所述物体的底面,即通过发光层的入射辐射以及由相同层发射的光辐射将被所述镜反射。更具体地,这一实施例提供了本文上文所述的一发光物体,且该发光物体的底面覆盖有一镜,该镜对 450-1200nm 波长的光至少可反射 80%,优选至少反射 90%。

[0149] 本发光物体的辐射损失可通过在所述物体的侧面上使用镜而进一步降低,且假定所述物体可传输辐射至例如一光电器件。因此,在一优选的实施例中,至少所述物体的一个侧面上覆盖有一镜,且该镜对于 450-1200nm 波长的光至少可反射 80%,优选至少可反射 90%。所述物体更优选至少有两个侧面上、以及最优选至少有三个侧面上覆盖有这样的镜。

[0150] 对于某些应用,如果本发光物体对于光辐射在一特定的波长范围内很大程度上是透明的,则将是有益的。根据一特别优选的实施例,所述发光物体主要对 400-500nm 和 / 或 600-700nm 范围内的光辐射是透明的。因此,所述发光物体而不是(代替)例如窗户或温室窗玻璃可适用于或作用于光合作用的可见光,该可见光将穿过所述发光物体,同时其它波长的光辐射可被相同的物体有效聚集和传输。根据一非常优选的实施例,所述发光物体主要对 400-500nm 和 600-700nm 范围内的光辐射是透明的。因此,本发明也包括温室,该温室包括一个或多个窗玻璃,且该窗玻璃如本文上文所述覆盖有对于 400-500nm 和 / 或 600-700nm 范围内的光辐射是透明的发光物体,并与能够将光辐射转化为电能的一个或多个光电池组合使用,且所述一个或多个光电池光学耦合至所述发光物体。

[0151] 本发明的又一实施例涉及包含电磁辐射收集介质的一光电器件,且该光电器件包括如本文上文所述的发光物体以及能够将光辐射转化为电能的光电池,且该光电池光学耦合至包括发光物体的波导管,且所述光电池优选排列在波导管的边缘、或靠近位于波导管层的顶部或底面上的所述波导管的边缘。

[0152] 本发明的另一实施例涉及上文所述的包括发光物体的一荧光激活显示器。

[0153] 本发明的又一实施例涉及包括上文所述的发光物体的一房间照明系统,其中该系统的布置方式可使入射的阳光通过所述发光物体转化为房间照明。

[0154] 本发明的另一方面涉及使用本文上文所述的发光物体聚集入射的光辐射。发光物体这一用途包括例如用作自支承式发光薄膜,该薄膜如本文上文所述包含发光层和波长选择镜。此外,所述用途还包括用作包含发光层或发光芯、波长选择镜和波导管的光学叠层或光学纤维。

[0155] 在一实施例中提供一 LSC 系统,该系统不具备在温室中使用时所需的不透明后表面(即例如如本文中所述,不具备后镜)。优选地,在另一不同情形下,植物未使用(用于生长)的波长区段的光谱通过光电效应被收集和转化成电能。在又一不同情形下,较长波长的光(即转化光)被收集并通过光管,且该光管用于以植物生长使用的波长再次照明植物。例如,LSC 系统可用于收集和转化通常不被植物使用的绿光,并把该光转化为红光(或当使用上转化材料时,转化为蓝光)。产生的红光可用于温室中的植物。

[0156] 在又一实施例中,根据本发明,LSC 作为纤维可被纺织在衣服或其它材料(衣服、睡袋、帐篷,等等)内或上,且成束的该纤维可照明光电或太阳电池,以用于发电(也可参见例如图 15)。本发明也旨在用于诸如衣服、睡袋、帐篷之类的产品上(例如使用约 0.005mm-10cm 的纤维,优选约 0.5mm-1.0cm)。根据本发明,具有光学导波管的以叠层或薄板形式存在的发光物体也可用于构造诸如帐篷侧线之类的物体,且可用于太阳电池的发电。本发明也旨在这样的物体。

[0157] 此外,例如诸如便携式电脑的罩盖、钢笔、手表、计算器的罩盖、珠宝、帽子、罩盖之类的小型消费品可包括由设计用于太阳电池发电的该材料制成的薄板或纤维。

[0158] 也有可能为视觉效果而直接使用光输出,而非用于发电(即上述的应用或物体中无太阳电池)。

[0159] 本发明的另一应用可以是例如用于发电或引起或增强道路标志或路面划线的视觉安全效果、可发电或具有视觉光效果的户外家具、可发电或具有视觉照明效果的透明或半透明或不透明的路旁声音障碍物,等等。

[0160] 在一特定实施例中包括地球外应用:用于推进太空船的“太阳帆”可装备由本发明提供的 LSC,用于 LSC 收集辐射照射下(且可选择同时接受太阳的直接照射)的 PV 电池的同时发电以及推进所述太空船。

[0161] 在图 14a-14e 中示出根据本发明得到的太阳电池和 LSC 的一些特定实施例。这些图与上文所示图 1 类似。当然其它构型也是可能的,像例如在图 2、3、4、5a、5b 以及 16a-16c 中所示的构型。这些示意图只是为了举例说明可能的结构:

[0162] a. 太阳电池 13 侧向布置,从而使来自波导管 2 的光聚集至太阳电池或光电池 13 内。

[0163] b. 太阳电池 13 布置在“底部”,例如截取可选择的镜层 9,从而使来自波导管 2 的光聚集至太阳电池或光电池 13 内。

[0164] c. 太阳电池 13 布置在“顶部”,例如截取可选择的胆甾醇层 7 和 8,从而使来自波导管 2 的光聚集至太阳电池或光电池 13 内。

[0165] d. 太阳电池 13 布置在“顶部”,例如截取可选择的胆甾醇层 7 和 8 以及发光层 1,从而使来自波导管 2 的光聚集至太阳电池或光电池 13 内。

[0166] e. 太阳电池 13 布置在“底部”,例如截取可选择的镜层 9 和波导管 2,从而使来自波导管 2 的光聚集至太阳电池或光电池 13 内。

[0167] 如上文所述,图 14a-14e 也示出可选择的排列层 20(例如 PI 层)。这样的排列层为本领域技术人员所熟知。

[0168] 在图 15 中示出另一实施例的示意图。这里包括发光层 1 和波导管 2 的若干太阳能聚光器用于向太阳电池 13 提供阳光。例如,LSC 可如图 1-8 所示。来自波导管 2 的光可经由波导管(纤维)26 传输至太阳电池 13。可选择地,在波导管 2 中聚集的光可由准直器 25 校准进入波导管 26 内。

[0169] 正如本领域技术人员将清楚了解的,图 14a-14e 中的示意性实施例确实也包括这样的实施例,即其中若干的太阳电池 13 被合并并在发光层 1 和波导管 2 的组合结构中。例如,当发光层 1 和波导管 2(以及可选择其它层,如上文所述)以平面叠层或实质上平的叠层形式存在时,波导管 2 叠层的一个或多个边缘的至少一部分可光学耦合至若干太阳电池或 PV 电池 13 中。因此,在一实施例中提供一窗户,该窗户包括由本发明得到的发光物体和一光电池(或超过一个,如本领域技术人员将清楚了解的),该光电池能够将光辐射转化为电能、且与所述发光物体光学耦合。

[0170] 此外,根据本发明包括发光层 1 和波导管 2 的 LSC 可耦合至超过 1 个的纤维 26 处,并可由此向超过一个的 PV 电池 13 提供光。

[0171] 在又一实施例中,包括发光层 1 和波导管 2 的 LSC 大体上是一塑料薄板,像一透明

的滑板,有或不具有粘合的底板。所述薄膜可包括排列或非排列的染料分子以及一优选的选择反射层(例如这可以是胆甾醇层 9a 和 / 或 9b)。之后这一薄膜可由最终用户安装在任何窗户上。预先布置在窗框内的将是光电器件。因此,该窗户将变成波导管 2,将光传输至该框下的太阳能电池 13。该薄膜可任意使用:即如果需要,可将它从窗户上剥落,以使天然日光重回房间内。

[0172] 在一实施例中,术语“光学耦合”也包括这样一些物体的光学耦合,即这些物体的表面不相邻,但这些物体之间存在距离。例如,光电池 13 优选靠近波导管 2,但在一实施例中,可以在其间存在一些间距。这样的空间可例如充满空气或形成真空,或甚至聚合物。聚合物例如可用于将 PV 电池附于波导管上,如在一实施例中,一高指数热固性塑料薄板可用于帮助光从波导管中出来、并将该光引入至 PV 内。例如,将一低折射率的聚合物置于底部上的金属镜与染料层或波导管之间似乎可提高系统的输出量。

[0173] 本发明也旨在提供这样的实施例,即其中的发光物体还在排列聚合层(含有排列光致发光材料)的邻接处包括一个或多个含有非定向光致发光材料的层。

[0174] 在一实施例中,所述发光物体还至少包括一波长选择和偏振选择反射胆甾醇层(如层 7 或 8 所示)。发光物体也可包括两或更多波长选择和偏振选择反射胆甾醇层(的堆叠)。例如,所述发光物体可包括一个右手胆甾醇层和一个左手胆甾醇层,但也可包括两个右手胆甾醇层,或右、右和左或右、左右手胆甾醇层的堆叠,将其作为波长选择层。这样的实施例在图 16c 中示意性示出,且一波长选择镜包括例如三个层 8 的堆叠(或全部为左手、或全部为右手(也可参见图 3)),而不是(以代替)分别包括右手和左手胆甾醇层 7 和 8。正如本领域技术人员将清楚了解的,这一实施例也可适用于其它实施例,例如如其它图示意性示出的那样。为举例,图 7 和 8 中的纤维也可包括一个或多个反射右手圆偏振光的胆甾醇层、或一个或多个反射左手圆偏振光的胆甾醇层、或同时包括一个或多个反射右手圆偏振光的胆甾醇层和一个或多个反射左手圆偏振光的胆甾醇层,而不是(以代替)层 7 和 8。

[0175] 如上所述,发光层 1 和波导管 2 的位置可交换(例如也可参见图 7 和 8),这在图 16a 和 16b 中示意性示出,这些是对图 1 和 14b 所作的改变,但也可用作其它实施例的改变方式。

[0176] 在这种情形下,只使用一个反射右手圆偏振光或左手圆偏振光的胆甾醇层,该胆甾醇层可如图 13a 所示作为顶层 7(或 8)(也可参见图 1-5b、14a-e、16a-b),也可作为底层 9(可参见图 2 中的实施例),或同时作为这样的顶层 7(或 8)和底层(9),且对发射辐射的反射率可至少小于 50%。至少为 25%可以是足够的,或至少为具有克分子极化度的光的 50%(分别对于右手圆偏振或左手圆偏振)。因此,在一特定实施例中提供一发光物体,该发光物体包括:

[0177] a. 包含光致发光材料的发光层或发光芯;以及

[0178] b. 波长选择镜;

[0179] 其中所述发光层或发光芯与所述波长选择镜光学耦合,所述波长选择性镜至少可透过 50%的由所述光致发光材料吸收的光,且至少可反射 25%的由所述光致发光材料反射的辐射,且所述波长选择镜包含手性向列型聚合物的胆甾醇层。

[0180] 特别地,提供一发光物体,该发光物体包括:其中所述聚合波长选择镜包括一个或

多个反射右手圆偏振光的胆甾醇层、或一个或多个反射左手圆偏振光的胆甾醇层、或同时包括一个或多个反射右手圆偏振光的胆甾醇层以及一个或多个反射左手圆偏振光的胆甾醇层。在权利要求、尤其是权利要求 3、7、11-27 中进一步描述的特定实施例也适用于这一实施例。

[0181] 在又一实施例中,本发明的发光物体也可包括上转换材料(即其吸收的光的波长短于其发射的光的材料),而不是(以代替)下转换光致发光材料(即其吸收的光的波长短于其发射的光,例如绿光至红光转化器),或不限于使用下转换光致发光材料。

[0182] 下面通过实施例进一步说明本发明。

[0183] 实施例

[0184] 实施例 1

[0185] 一洁净的具有聚酰亚胺排列层的玻璃衬底(Optimer A1 1051, ex JSRMicro),且所述聚酰亚胺排列层是在 2000rpm/s 的速度下、以 2500rpm/s² 的加速度旋转涂覆 45 秒制得的。之后将该衬底在 180℃ 下、在真空中加热 1.5 小时。使用天鹅绒布料对排列层进行磨面,以使所使用的胆甾醇液晶产生平面排列。

[0186] 将一各向同性染料掺杂的混合物应用于所述滑板的相对侧。该混合物是通过以下方式制备的:将重量百分比为 1% 的 Irgacure 184(ex CibaChemicals)和重量百分比为 1% 的 DCM(4-(二氰亚甲基)-2-甲基-6-(4-二甲氨基苯乙烯基)-4H-吡喃)(ex Aldrich Chemicals)与含有重量百分比为 75% 的双季戊四醇五丙烯酸酯(Aldrich)和重量百分比为 25% 的乙醇的溶液混合。一大约为 10m 厚的薄膜可通过旋转涂覆法以 4000 转/分的速度经 45 秒后形成(2500rpm/s 的升降速度)。样品是在 N₂气氛下、在室温中、经 10 分钟的紫外线(= 365nm)照射固化的。所述样品的吸收和发射光谱分别以实线和虚线的形式示于图 9 中。

[0187] 使用常规的溅射镀膜仪在染料层的顶部溅射上 120nm 的银镜(Emitech K575X 溅射镀膜仪,在 65mA 电流下溅射 2.5 分钟)。

[0188] 胆甾醇混合物可通过以下方式制得:将重量百分比为 3.9% 的右手手性掺杂剂 LC756(ex BASF)、重量百分比为 1% 的 Irgacure 184(ex CibaChemicals)、重量百分比为 1% 的表面活性剂、以及重量百分比为 94% 的溶解在二甲苯中的活性液晶主体 RM257(Merck)(重量百分比为 55% 的固体,重量百分比为 45% 的溶剂)混合。随后将混合物在 80℃ 下搅拌 3 小时。

[0189] 在 2000 转/分的速度下、以 2500rpm/s 的加速度、经 45 秒将胆甾醇混合物旋转涂覆在所述聚酰亚胺排列层上。在旋转涂覆后,将衬底在 80℃ 下加热约 1 分钟,以蒸发溶剂、并使表面活性剂改善手性向列型液晶的排列。之后,在室温下、在 N₂气氛中采用紫外线灯(峰值波长为 365nm)照射 10 分钟,以发生光聚作用。之后使用类似的工艺可轻易在所述表面上应用第二个左手胆甾醇。最后,将反射银涂料应用于所述波导管的三个边缘处,从而得到最终器件。

[0190] 使用重量百分比为 4.2% 和 4.5% 的右手手性掺杂剂 LC756 将上述工艺重复两次。图 9 示出含有重量百分比为 3.9% 的右手手性掺杂剂的胆甾醇层的传输光谱,且该胆甾醇层曝露于以三个入射角度入射的非偏振光下即 0°、20° 和 40°。含有重量百分比为 4.2% 或 4.5% 的手性掺杂剂的胆甾醇层的传输光谱除含有重量百分比为 4.2% 和 4.5% 的层的

反射频带发生在明显更短的波长处外,大体上是相同的。更准确地,重量百分比为 4.2% 的样品的法线光入射的反射频带蓝移约 32nm,重量百分比为 4.5% 的样品的反射频带蓝移约 83nm。

[0191] 可一同使用 Autronic DMS 703 (Melchers GmbH) 和 CCD-Spect-2 (CCD-Camera) 确定 LSC 样品的光输出。LSC 样品置于定制样品夹内,并暴露于位于约 11cm 远的一大致均匀的光源下。来自样品发射边缘小区域 (约 0.8cm^2) 的光输出可通过 -50 – 50 的角分布、按 1 度的步进间隔测得。总发射可通过将光谱对所有测得的波长 (350–800nm) 和所有角度求取积分而确定。沿所述样品边缘的长度方向进行的测量表明随位置极少变化,但对于这些实验,发射测量的位置是固定的。具有多层的单一样品的所有测量都是在同一天进行的。这一测量设置的大致情况示于图 10 中。

[0192]

样品	手性掺杂剂的使 用量	入射角		
		0°	20°	40°
A	重量百分比为 3.9%	17%	14%	11%
B	重量百分比为 4.2%	4%	0.6%	-8%
C	重量百分比为 4.5%	1%	-6%	-14%

[0193] 可清楚地看出,使用单一的胆甾醇层 (样品 A) 可将光输出至少提高 11–17%,且如果使用又一个胆甾醇层,可将左手层提高 20–35%。由样品 B 和 C 得到的结果降低,这是因为所述胆甾醇层的反射频带与所述光致发光材料的吸收峰部分一致,以及 / 或与所述光致发光材料的发射峰部分一致。

[0194] 这里,所述排列层用于排列所述胆甾醇层。

[0195] 重复进行这一实验,但使用聚甲基丙烯酸甲酯衬底、而不是玻璃衬底。一聚酰亚胺排列层 (Optimer A1 1051, ex JSR Micro) 在 2000rpm/s 的速度下、以 2500rpm/s^2 的加速度、经 45 秒旋转涂覆制得。之后将该衬底在 100°C 下、在空气中加热 1.5 小时。使用天鹅绒布料对排列层进行磨面,以使所使用的胆甾醇液晶产生平面排列。

[0196] 将一各向同性染料掺杂的混合物应用于所述滑板的相对侧。该混合物是通过以下方式制备的:将重量百分比为 1% 的 Irgacure 184 (ex CibaChemicals) 和重量百分比为 1% 的 DCM (4-(二氰亚甲基)-2-甲基-6-(4-二甲氨基苯乙烯基)-4H-吡喃) (ex Aldrich Chemicals) 与含有重量百分比为 75% 的双季戊四醇五丙烯酸酯 (Aldrich) 和重量百分比为 25% 的乙醇的溶液混合。一大约为 $10\mu\text{m}$ 厚的薄膜可通过旋转涂覆法以 4000 转 / 分的速度经 45 秒后形成 (2500 转 / 秒的升降速度)。样品是在 N_2 气氛下、在室温中、经 10 分钟的紫外线 ($= 365\text{nm}$) 照射固化的。

[0197] 使用常规的溅射镀膜仪在染料层的顶部溅射上 120nm 的银镜 (Emitech K575X 溅

射镀膜仪,在 65mA 电流下溅射 2.5 分钟)。

[0198] 胆甾醇混合物可通过以下方式制得:将重量百分比为 4.1% 的右手手性掺杂剂 LC756(ex BASF)、重量百分比为 1% 的 Irgacure 184(ex CibaChemicals)、重量百分比为 1% 的表面活性剂、以及重量百分比为 94% 的溶解在二甲苯中(重量百分比为 55% 的固体,重量百分比为 45% 的溶剂)的活性液晶主体 RM257(Merck) 混合。随后将混合物在 80℃ 下搅拌 3 小时。

[0199] 在 2000 转/分的速度下、以 2500rpm/s 的加速度、经 45 秒将胆甾醇混合物旋转涂覆在所述聚酰亚胺排列层上。在旋转涂覆后,将衬底在 80℃ 下加热约 1 分钟,以蒸发溶剂、并使表面活性剂改善手性向列型液晶的排列。之后,在室温下、在 N₂ 气氛中采用紫外线灯(峰值波长为 365nm)照射 10 分钟,以发生光聚作用。之后使用类似的工艺可轻易在所述表面上应用第二个左手胆甾醇。最后,将反射银涂料应用于所述波导管的三个边缘处,从而得到最终器件。

[0200] 可一同使用 Autronic DMS 703(Melchers GmbH) 和 CCD-Spect-2(CCD-Camera) 确定 LSC 样品的光输出。LSC 样品置于定制样品夹内,并曝露于位于约 11cm 远的一大致均匀的光源下。来自样品发射边缘小区域(约 0.8cm²)的光输出可通过 -70-70 的角分布、按 1 度的步进间隔测得。总发射可通过将光谱对所有测得的波长(350-800nm) 和所有角度求取积分而确定。对于这一实验,发射测量的位置是固定的。

[0201] 与裸染料层的积分光输出相比,具有单一右手胆甾醇的样品对于垂直于所述波导管表面的输入光的积分光输出显示出提高 34%。当随后覆盖以第二个左手胆甾醇时,对于垂直于波导管表面的输入光入射,可确定总的积分光输出比单从染料层得到的总的积分光输出高 53%。

[0202] 实施例 2

[0203] 将一垂直染料掺杂液晶混合物应用于一干净的 30mmx30mmx1mm 的载玻片上。该液晶混合物可通过以下方式制得:将重量百分比为 1% 的 Irgacure 184(ex Ciba Chemicals) 和重量百分比为 1% 的香豆素 30(exAldrich Chemicals) 与一溶液一同混合,该溶液中含有重量百分比为 50% 的 RMM77 单体和重量百分比为 50% 的二甲苯,且 RMM77 单体与二甲苯的重量比为 1 : 1。RMM77(Merck) 是一向列垂直活性液晶,其主要成分为液晶 RM82 和 RM257(均为 Merck) 以及垂直掺杂剂。将混合物在 80℃ 下搅拌 2 小时,直到蒸发完所有的乙醇。可通过将混合物置于预热的波导管(80℃) 上达 10 分钟而使二甲苯蒸发。在蒸发完二甲苯后,使用一 24 μm Meyer 杆制备湿的薄膜,从而制得一约 10 μm 厚的薄膜。该样品在室温下、在 N₂ 气氛中用紫外线(= 365nm) 固化 4 分钟,之后在 110℃ 下停留 4 分钟。

[0204] 可一同使用 Autronic DMS 703(Melchers GmbH) 和 CCD-Spect-2(CCD-Camera) 测量该样品的光输出。LSC 样品置于定制样品夹内,且曝露于一准直光源下。来自样品表面的光输出可通过 0-90 的角分布、按 1 度的间隔测得。确定峰值发射,并将其与来自各向同性样品表面的峰值发射作比较,且该样品的制备方式与上文描述的完全相同,但使用不包含垂直掺杂剂的 RM82 与 RM257 的混合物。结果是该垂直样品几乎将经过样品而损失的光的量减少一半,由此增加了导入波导管内的光的量。图 11 示出这一实验结果。在这一图中,从表面发射的光强度被作为两个样品的发射角的函数,且一个具有各向同性排列的染料(圆圈),另一个具有垂直排列的染料(三角形)。应注意的是,对于在这一实验中使用

的波导管,所有高于 33 的光都被全内反射困住,且由此而无法逸出所述表面。这里的波导管包括尺寸为 30x30x1mm(长 x 宽 x 高)的玻璃板。

[0205] 通过使用与实施例 1 中所述的银镜耦合的右手胆甾醇层和左手胆甾醇层,可实质上提高这一 LSC 的性能。

[0206] 实施例 3

[0207] 除使用液晶聚合物外,实施例 2 是重复性的,且该液晶聚合物通过使用在 Sinha et al in Appl. Phys. Lett. (2001), 79(16), 2543-2545 中描述的工艺、沿约 30° 的倾斜角排列。

[0208] 再次使用在例 1 中描述的方法测量 LSC 的效率。结果显示,该 LSC 的效率超过在例 1 和例 2 中描述的 LSC 的效率。认为这一极好的效率与增强发射辐射至波导管内的耦合有关。

[0209] 实施例 4

[0210] 通过以下方式同样实现染料分子的倾斜排列。使用两种聚酰亚胺制得一溶液:为垂直聚酰亚胺的 4%的 Nissan G1211、以及为平面聚酰亚胺的 96%的 Nissan G130。将这一溶液以 5000 转/分的速度、经 60 秒旋转涂覆在 30x30x1mm 的玻璃板上,并在 180°C 下在真空电炉中固化 90 分钟。使用天鹅绒布料对聚酰亚胺进行磨面。

[0211] 将一含有 1%二萘嵌苯基染料、1%光敏引发剂 Irg184(Ciba chemicals) 以及 98% RM257(Merck) 的混合物按 55 : 45 的重量百分比溶解在二甲苯中,并以 2000 转/分的速度、经 40 秒旋转涂覆在聚酰亚胺排列层上,再置于 80°C 的电热盘上蒸发溶剂。由这一工艺可制得倾斜角约 15° 的二萘嵌苯基染料。

[0212] 可一同使用 Autronic DMS 703(Melchers GmbH) 和 CCD-Spect-2(CCD-Camera) 确定 LSC 样品的光输出。LSC 样品置于定制样品夹内,并曝露于位于约 11cm 远的一大致均匀的光源下。来自样品发射边缘小区域(约 0.8cm²)的光输出可通过 -70-70° 的角分布、按 1 度的步进间隔测得。总发射可通过将光谱对所有测得的波长(350-800nm) 和所有角度求取积分而确定。对于这一实验,发射测量的位置是固定的。这一样品的总积分光输出比以相同方式制得的任意定向样品(不包括聚酰亚胺排列层)的输出高~10%。

[0213] 应注意的是,上述实施例举例说明而不限制本发明,且本领域技术人员将能够在不超出本申请权利要求书范围的情况下设计出许多可选择的实施例。在本权利要求书中,置于括弧内的任何参考标记均未旨在限制本权利。动词“包括、包含、含有(to comprise)”及其变化形式的使用并不排除存在未在权利要求中声明的元件或步骤的可能。在一元件前出现的冠词“一(a 或 an)”不排除存在多个这样的元件的可能。本发明可通过使用包括一些独特元件的硬件、以及适当编程的计算机而实施。在该器件的权利要求中列举出一些方式,其中的一些可通过硬件的同一个项目而体现出来。某些方式在相互不同的权利要求中被叙述这一纯粹的事实并不表明使用这些方式的组合不能获得突出的优势。

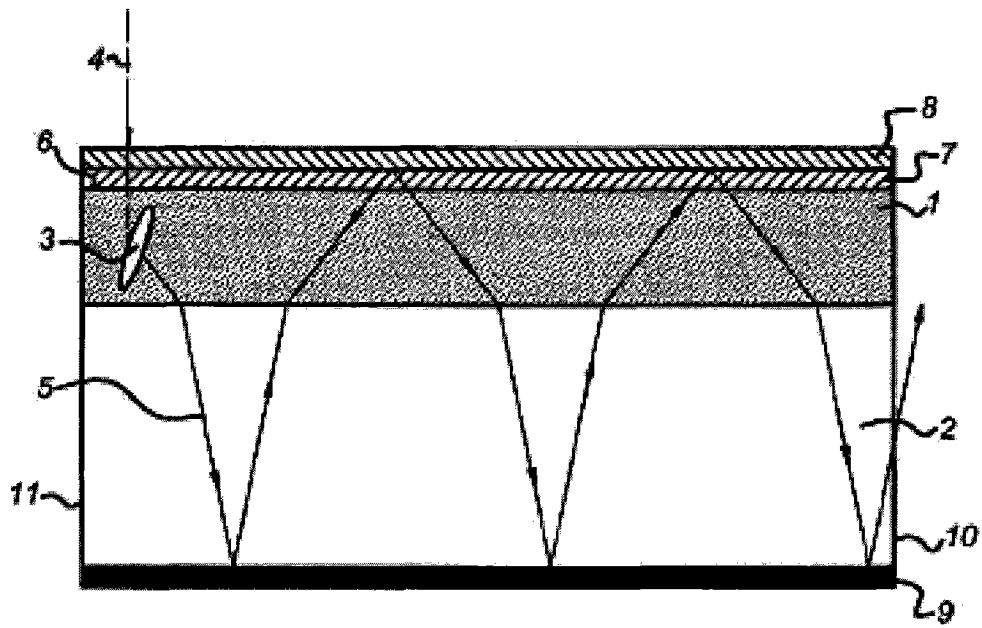


图 1

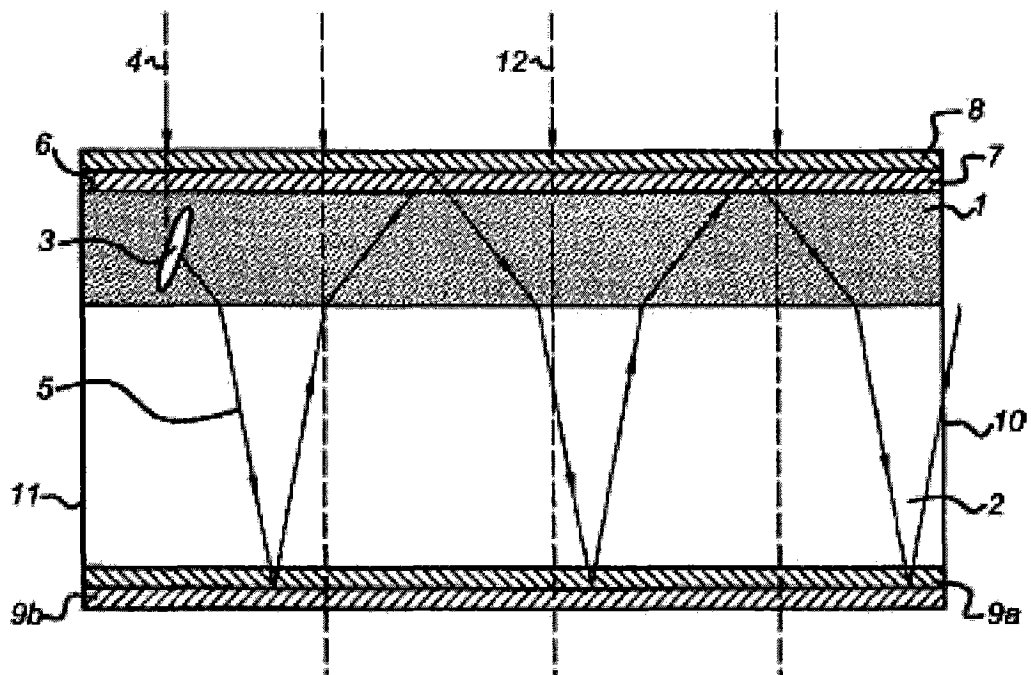


图 2

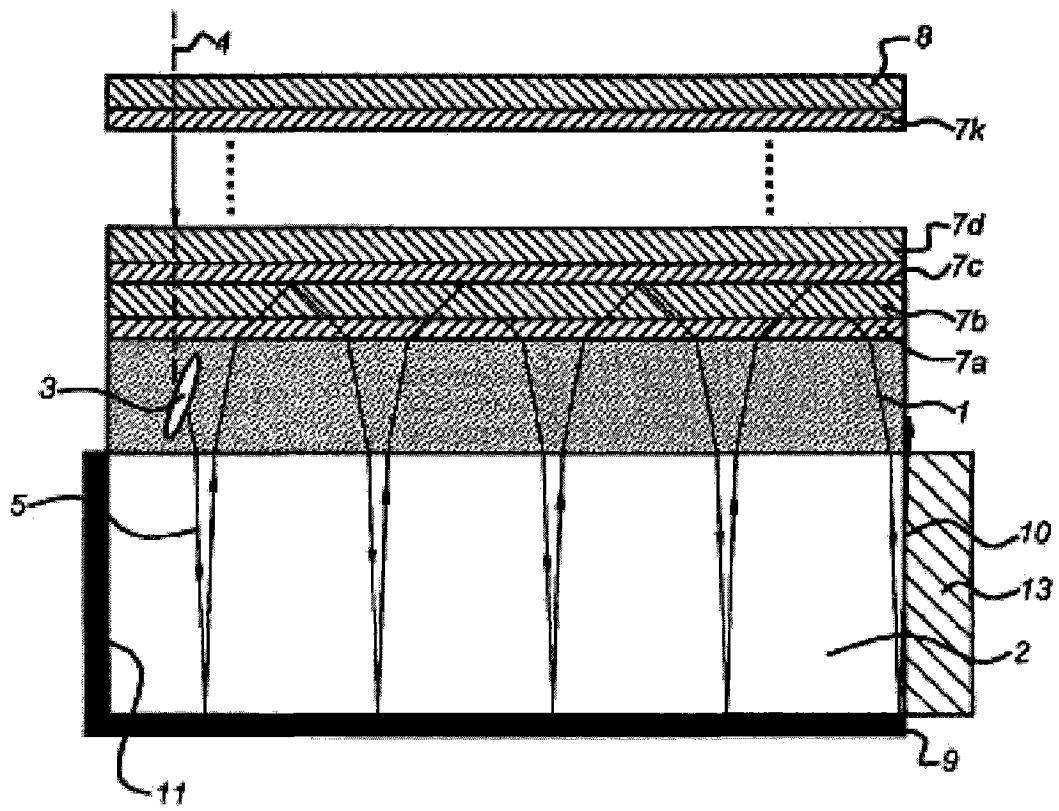


图 3

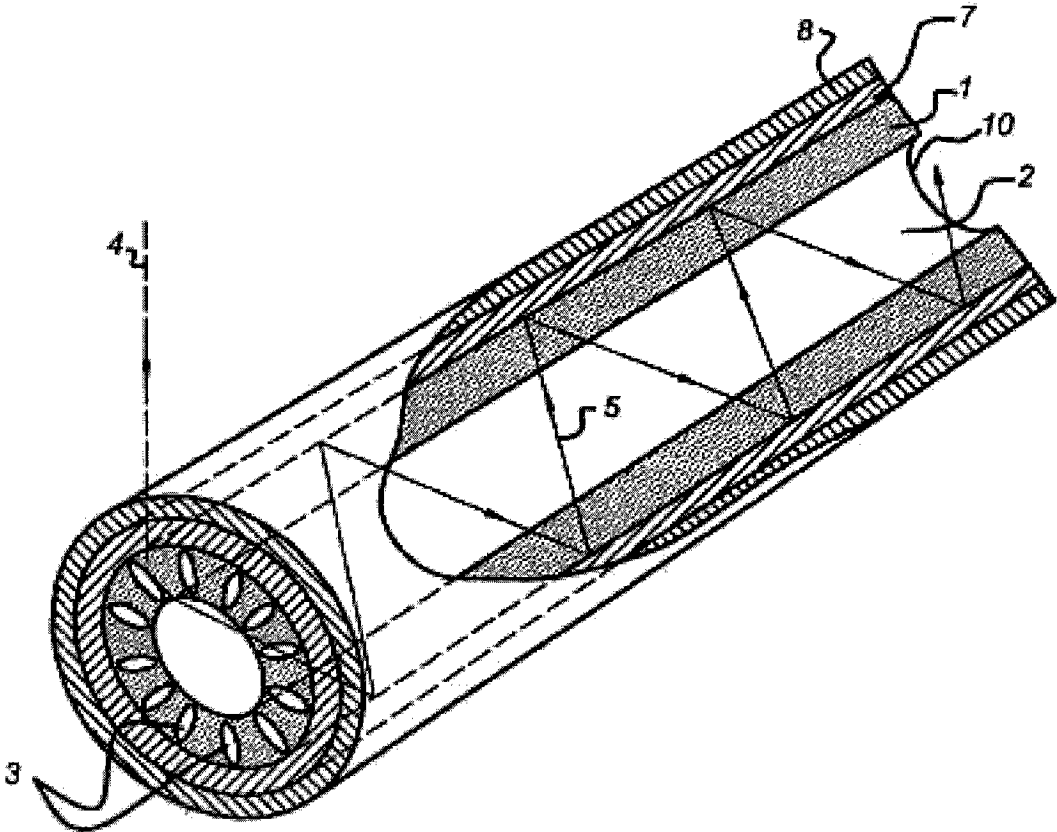


图 4

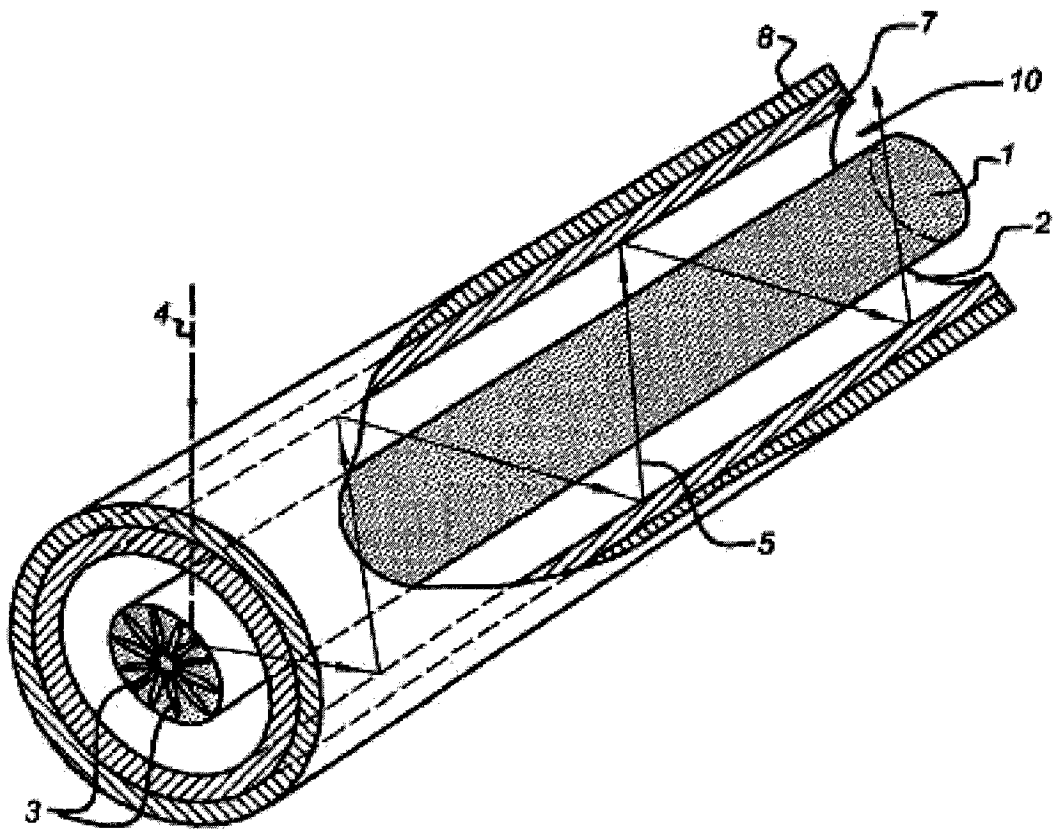


图 5a

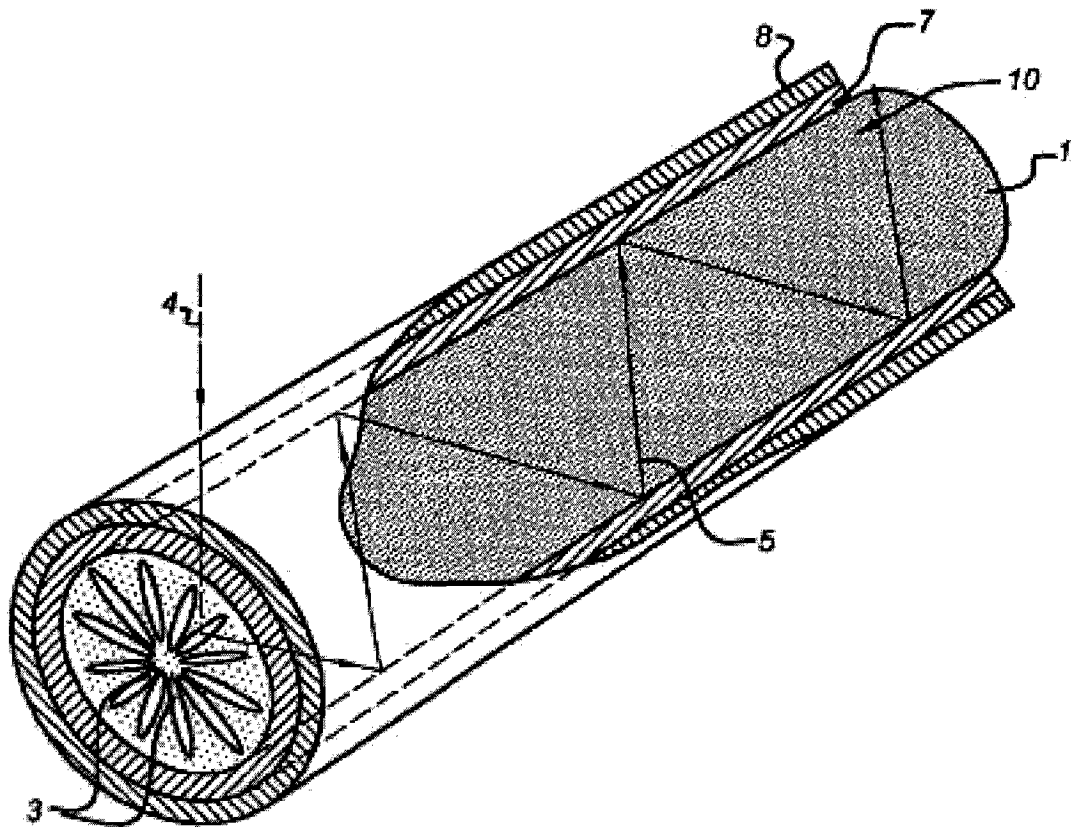


图 5b

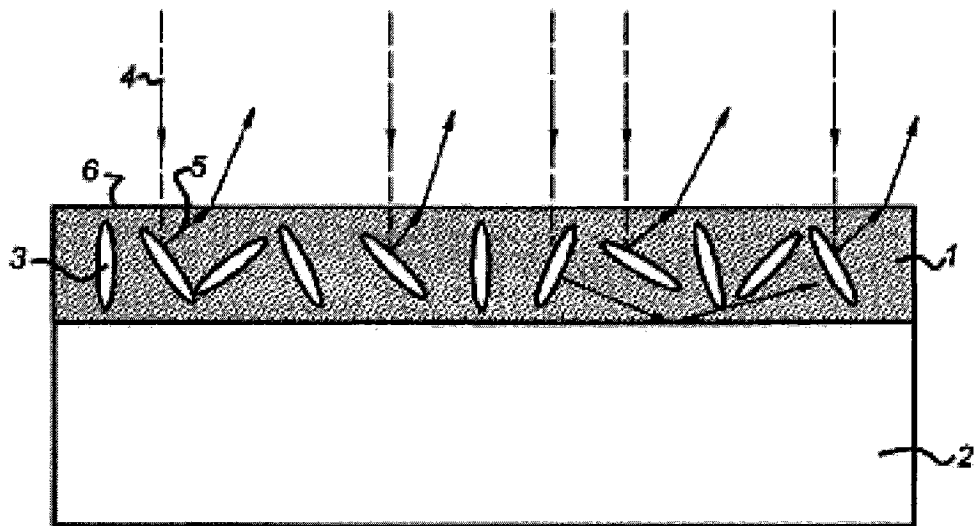


图 6

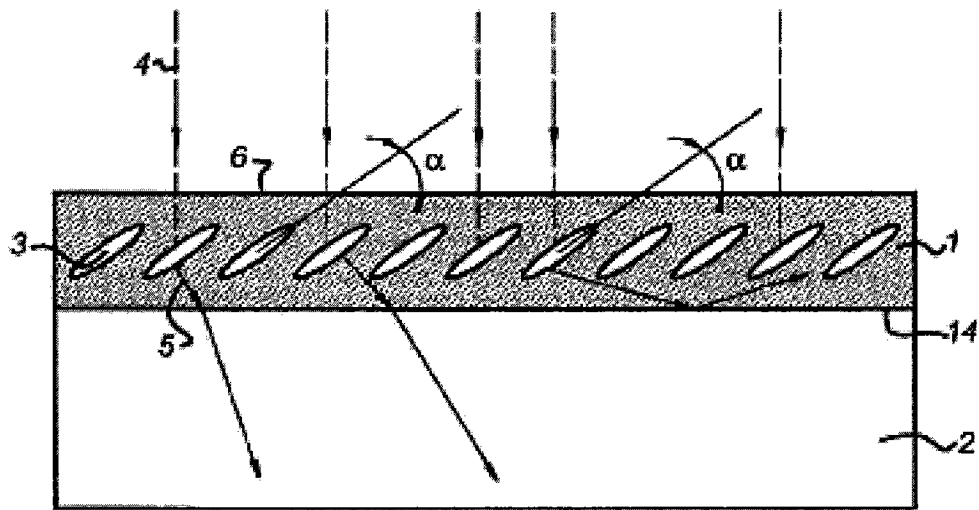


图 7

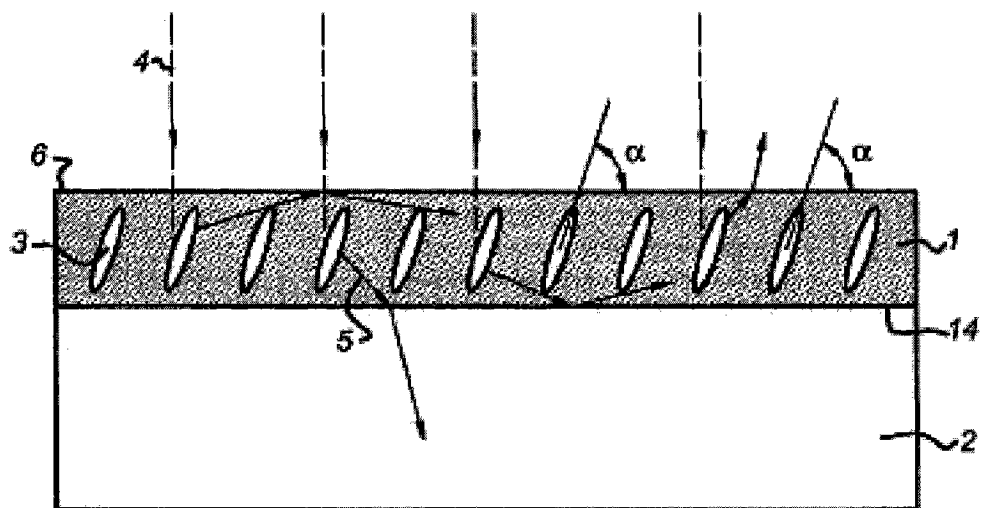


图 8

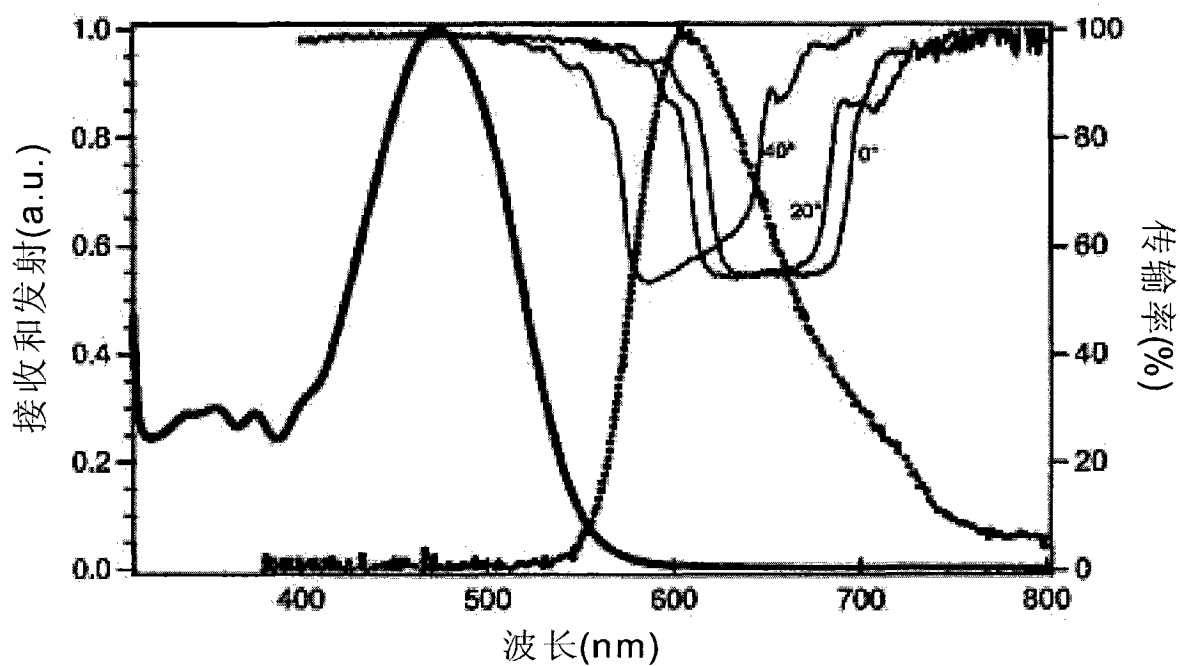


图 9

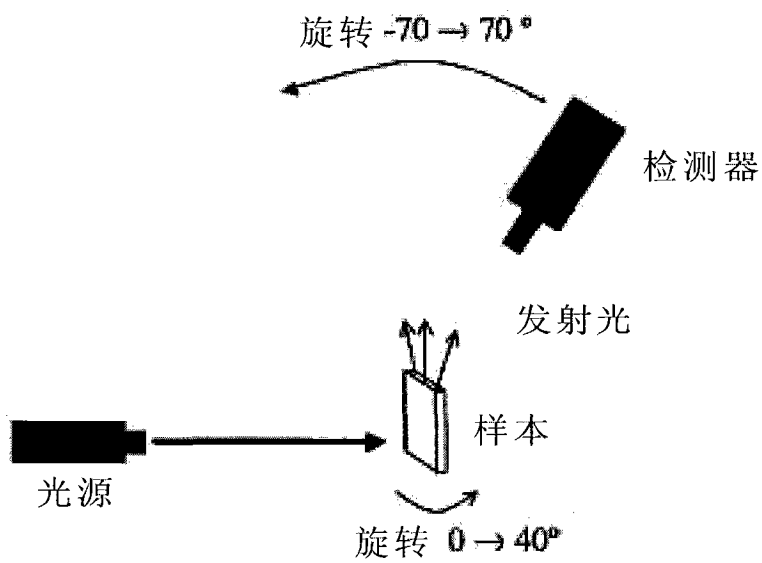


图 10

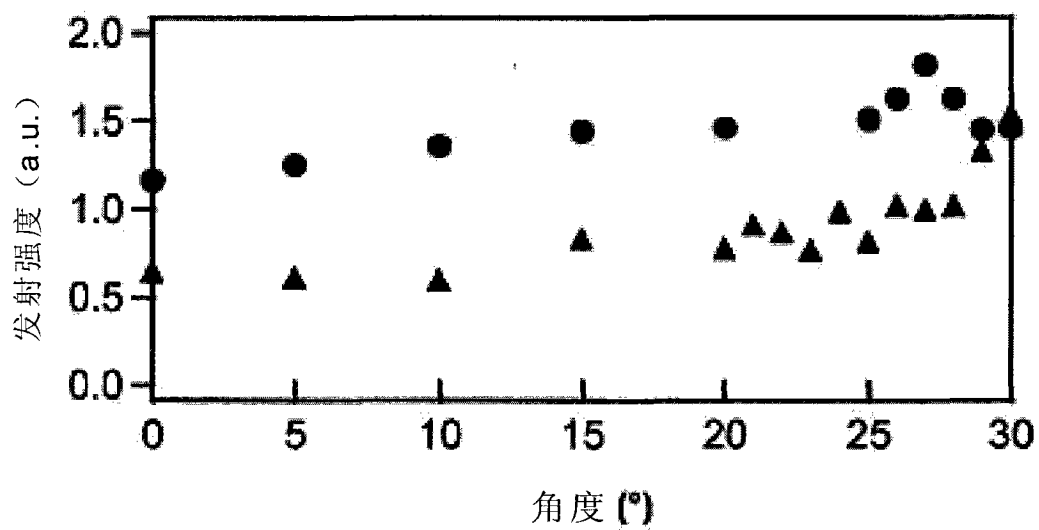


图 11

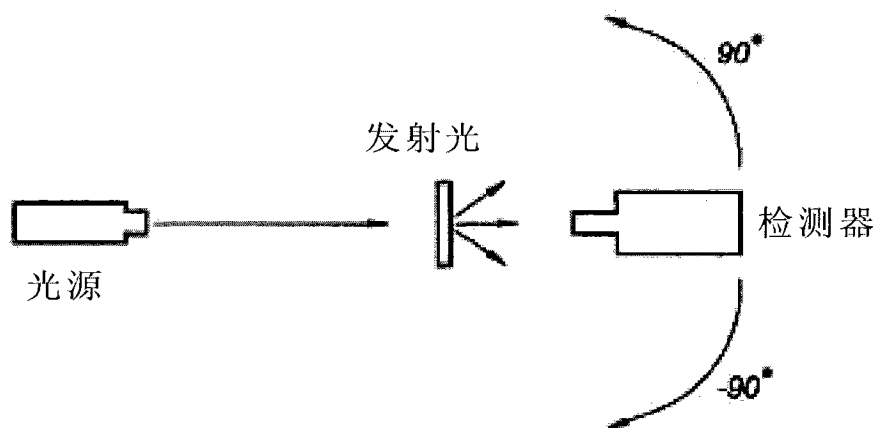


图 12

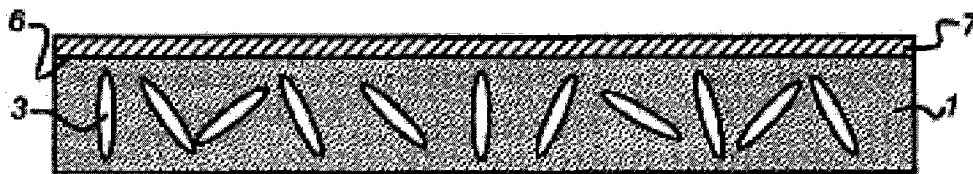


图 13a

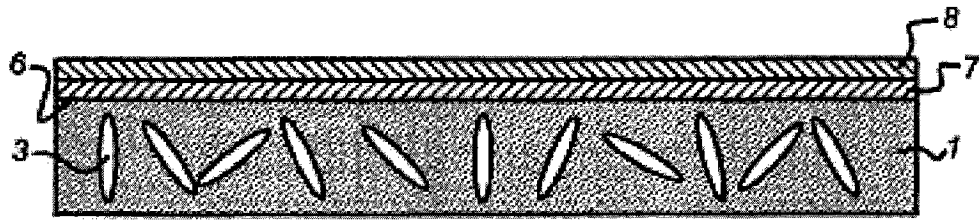


图 13b

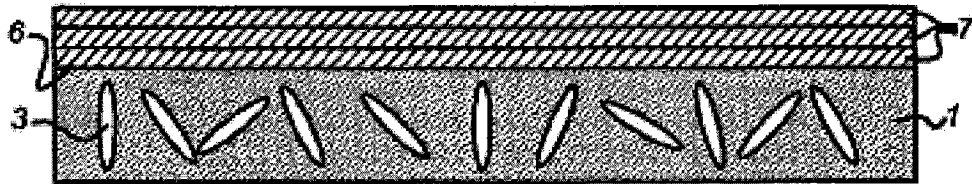


图 13c

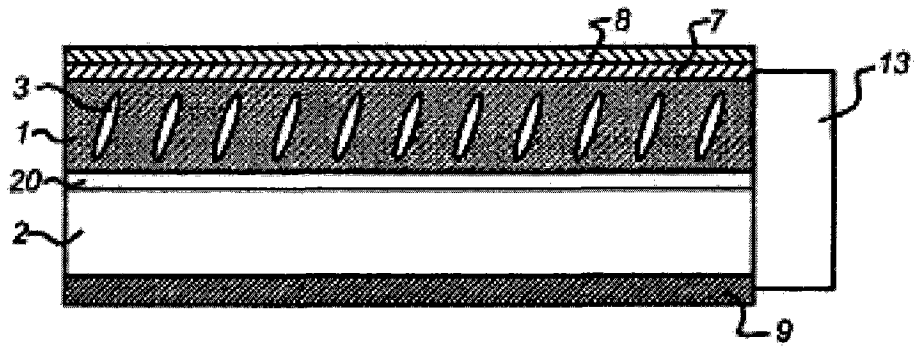


图 14a

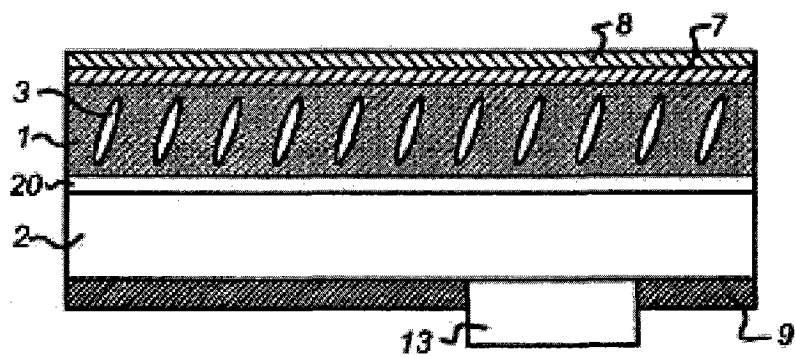


图 14b

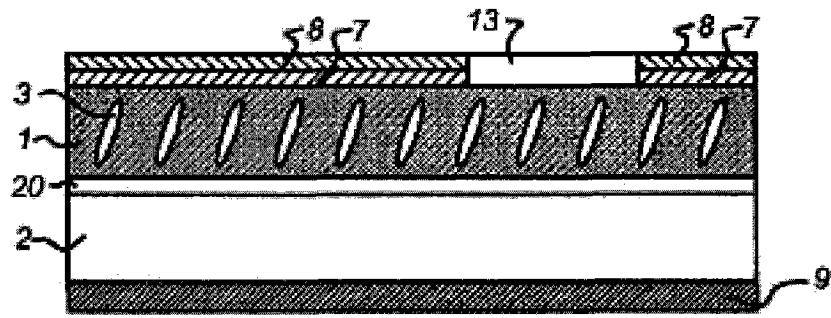


图 14c

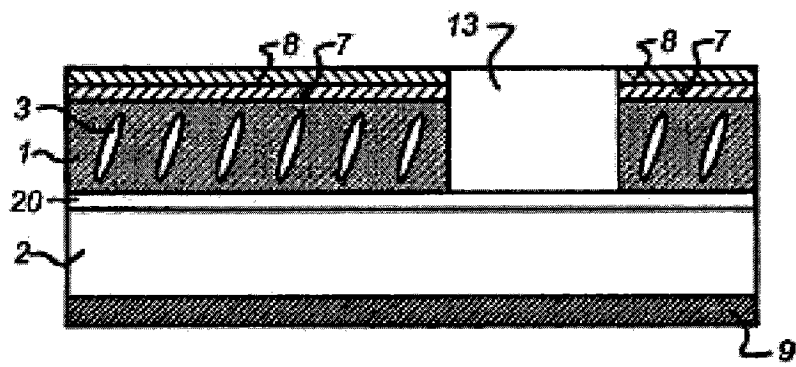


图 14d

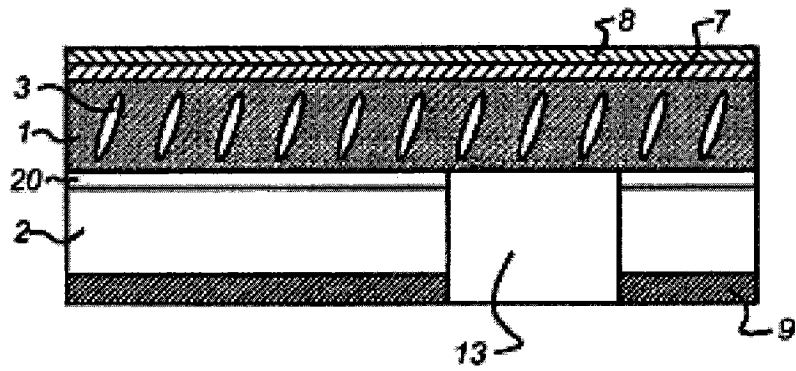


图 14e

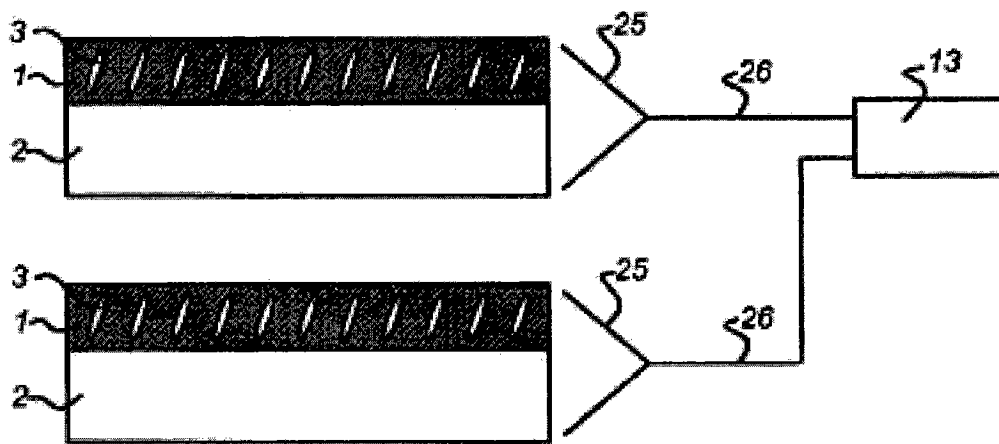


图 15

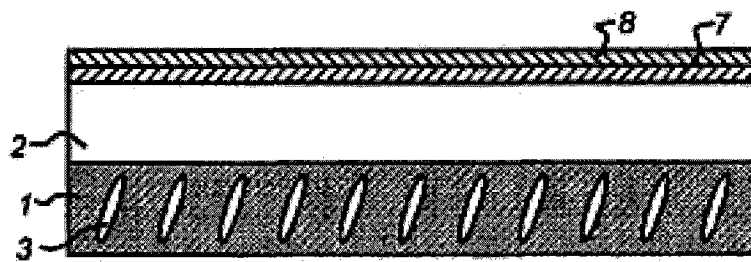


图 16a

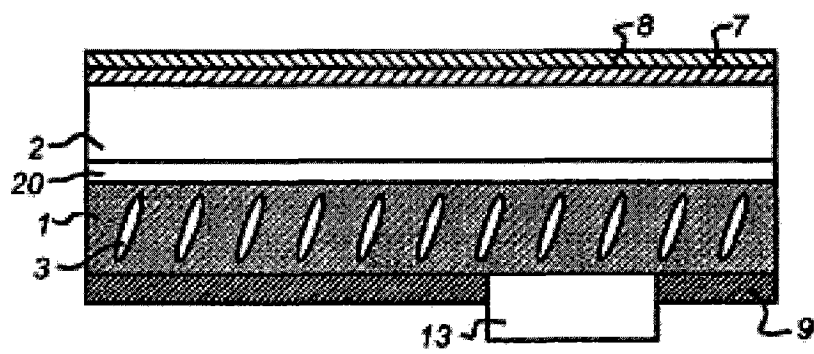


图 16b

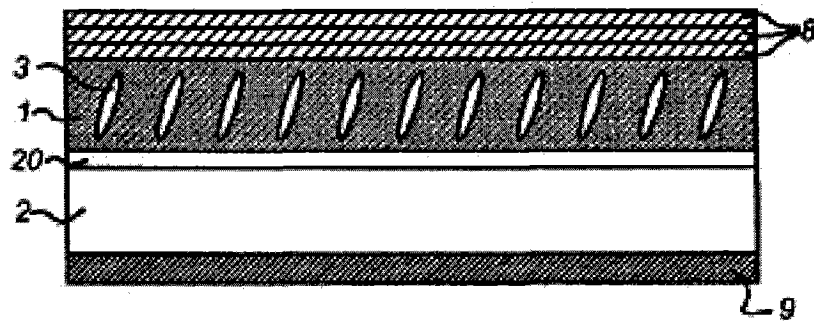


图 16c