



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 03804431.5

[43] 公开日 2005 年 7 月 13 日

[11] 公开号 CN 1639623A

[22] 申请日 2003.3.21 [21] 申请号 03804431.5

[30] 优先权

[32] 2002. 3. 22 [33] SE [31] 0200910 - 8

[86] 国际申请 PCT/SE2003/000477 2003. 3. 21

[87] 国际公布 WO2003/081326 英 2003. 10. 2

[85] 进入国家阶段日期 2004. 8. 23

[71] 申请人 艾克塞博公司

地址 瑞典哥德堡

[72] 发明人 L·科米托夫 B·赫尔吉

[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

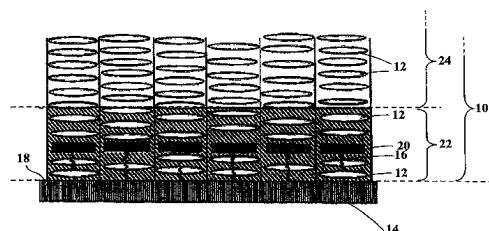
代理人 任宗华

权利要求书 5 页 说明书 25 页 附图 12 页

[54] 发明名称 液晶器件、制备液晶器件的方法及控制液晶器件的方法

[57] 摘要

本发明涉及一种液晶器件，包括液晶本体层(10)和因永久性附着于称为手性表面的至少一个表面而非均匀分布于本体层(10)的手性掺杂剂(20)。本发明还涉及用于生产以及用于控制液晶器件的方法。



1. 一种液晶器件，包括液晶本体层(10)和因永久性附着于称为手性表面的至少一个表面而非均匀分布于本体层(10)的手性掺杂剂(20)，所述手性掺杂剂(20)可溶于液晶本体层(10)。
2. 权利要求 1 的器件，其中在邻近所述手性表面的本体层(10)的亚体积(22)中，所述手性掺杂剂(20)诱导了一种或多种涉及手性的物理性质的局部改变。
3. 权利要求 1 的器件，其中在邻近所述手性表面的本体层(10)的亚体积(22)中，所述手性掺杂剂(20)诱导了一种或多种涉及手性的物理性质的局部改变，导致出现的具有非均匀分布的自发极化在所述手性表面最大，并且在远离所述手性表面(18)的方向上下降。
4. 权利要求 1 的器件，其中在所述亚体积(22)中，本体层(10)对于施加于本体层(10)的电场(E)的响应是铁电、反铁电、变电和顺电中的一种，或其任意组合。
5. 权利要求 1 的器件，其中未掺杂本体层(10)具有铁电、反铁电、变电和顺电中的一种电场响应，并且其中选择掺杂剂(20)，以增强所述电场响应。
6. 权利要求 1 的器件，还包括两个基底(14)，所述液晶本体层(10)限制于其中，所述手性表面(18)位于所述基底(14)中的一个上。
7. 权利要求 1 的器件，其中手性表面位于本体层(10)内。
8. 权利要求 1 的器件，其中所述液晶本体层(10)包括非手性液晶材料。
9. 权利要求 8 的器件，其中所述液晶本体层(10)包括非手性向列型液晶材料或非手性近晶液晶材料。
10. 权利要求 1 的器件，其中所述液晶本体层(10)包括手性液晶材料。
11. 权利要求 1 的器件，其中所述手性掺杂剂(20)包括光敏分子。

12. 权利要求 1 的器件，其中所述手性掺杂剂(20)是由聚合物材料、低聚物材料和单体材料中的至少一种制成的。

13. 权利要求 1 的器件，其中掺杂剂(20)包括有机材料。

14. 权利要求 1 的器件，其中掺杂剂(20)包括不具有液晶性质的材料。

15. 权利要求 1 的器件，其中掺杂剂(20)包括具有液晶性质的材料。

16. 权利要求 1 的器件，其中掺杂剂(20)化学附着于所述表面(18)。

17. 权利要求 1 的器件，其中本体层(10)具有表面指向矢，所述指向矢具有相对于所述手性表面(18)基本上平行或倾斜的优选取向。

18. 权利要求 1 的器件，其中本体层(10)包括的液晶材料使得未掺杂本体材料的表面指向矢的切换不是直接由电场可控制的。

19. 权利要求 1 的器件，还包括安排一个单独的定向层(32)，以在所述手性表面(18)上提供优选的分子取向。

20. 权利要求 19 的器件，其中所述单独的定向层(32)是非动态定向层(32)。

21. 权利要求 1 的器件，其中本体层(10)包括在所述本体层(10)中具有向列指向矢的扭转构型的向列型液晶材料。

22. 权利要求 1 的器件，其中本体层(10)包括在所述本体层(10)中具有向列指向矢的非扭转构型的向列型液晶材料。

23. 权利要求 1 的器件，其中本体层(10)包括在所述本体层(10)中具有向列指向矢的扭转构型的近晶液晶材料。

24. 权利要求 1 的器件，其中本体层(10)包括在所述本体层(10)中具有向列指向矢的非扭转构型的近晶液晶材料。

25. 权利要求 1 的器件，其中本体层(10)包括盘状型液晶材料。

26. 权利要求 1 的器件，其中本体层(10)被限制在位于本体层(10)第一侧上的所述手性表面(18)和位于本体层(10)相对侧上的非

动态表面定向层(32)之间。

27. 权利要求 1 的器件，其中除了首次提及的被称为第一手性表面(18)的手性表面(18)之外，还包括永久性附着了手性掺杂剂(20)的第二手性表面(18)，所述本体层(10)被限制在所述第一和第二手性表面(18)之间。

28. 权利要求 27 的器件，其中所述第一和第二手性表面(18)诱导了符号相反的自发极化($Ps>0$ 和 $Ps<0$)。

29. 权利要求 27 的器件，其中第一手性表面(18)包括具有第一手型性的手性材料，且第二手性表面(18)包括具有第二不同手型性的手性材料。

30. 权利要求 27 的器件，其中第一和第二手性表面(18)由具有不同扭转力的手性材料制成。

31. 权利要求 1 的器件，还包括装置(34,36)，用于将本体层(10)中指向矢的方向切换传递为光学可见的效果。

32. 一种用于生产液晶器件的方法，包括将手性掺杂剂(20)以永久性非均匀的方式分布于液晶本体层(10)的步骤，所述掺杂剂(20)可溶于液晶本体层(10)。

33. 权利要求 32 的方法，包括将掺杂剂永久性附着于称为手性表面的至少一个表面，以保持所述非均匀分布的步骤。

34. 权利要求 33 的方法，其中掺杂剂(20)永久性附着于限制本体层(10)边界的至少一个表面(18)。

35. 权利要求 33 的方法，其中掺杂剂(20)永久性附着于位于本体层(10)内的至少一个表面。

36. 权利要求 33 的方法，其中本体层(10)中的材料和掺杂剂(20)是这样选择的：在邻近所述手性表面(18)的本体层(10)的亚体积(22)中，手性掺杂剂(20)诱导了一种或多种涉及手性的物理性质的局部改变。

37. 权利要求 32 的方法，其中掺杂剂(20)沉积于至少一个限制基底的内表面(18)上。

38. 权利要求 32 的方法，其中掺杂剂(20)沉积于两个限制基底(14)的内表面(18)上。

39. 权利要求 33 的方法，其中所述手性表面是通过使用手性材料涂覆基底表面(18)而制成的。

40. 权利要求 33 的方法，还包括提供在其内表面上安排了非动态定向层(32)的限制基底(14)的步骤，其中所述手性表面是通过用所述手性材料涂覆定向层(32)而制成的。

41. 权利要求 33 的方法，包括施加光，诸如 UV 光，用以产生手性表面(18)聚合的步骤。

42. 权利要求 33 的方法，包括施加温度改变，用以产生手性表面(18)聚合的步骤。

43. 权利要求 32 的方法，包括以下提供所述掺杂剂(20)的分步骤：

 使用手性、可聚合且光敏的掺杂剂材料涂覆表面(18)；

 通过光照掺杂剂材料，使掺杂剂材料中的分子在优选方向上定向；以及

 将由此定向的掺杂剂材料进行聚合，以形成手性表面层。

44. 一种用于在液晶本体层(10)中产生一个或多个手性表面的方法，包括将光反应性手性单体溶于所述液晶本体层(10)，以及在所述本体层(10)中的一个或多个平面中将溶解的光反应性手性单体光活化的步骤。

45. 一种控制液晶本体层(10)的方法，包括使用可溶于液晶本体层(10)的手性掺杂剂(20)掺杂所述本体层(10)，用于在本体层(10)的至少一个亚区(22)中诱导电场响应性质局部增加的步骤，以及施加电场(E)，经所述亚区(22)间接控制本体层(10)的步骤。

46. 一种在液晶器件的液晶本体层(10)中实现面内切换的方法，包括以下步骤：提供至少一个手性表面层与所述本体层(10)接触，所述手性表面层在所述本体层(10)的有关的亚表面区域(20)中诱导了具有可通过电场控制并与所述本体层(10)相互作用的指向矢方

向的相，以及对所述亚表面区域(22)施加电场(E)，以产生在所述亚表面区域(22)中的方向改变以及本体层(10)中的面内本体切换(M1→M2)。

液晶器件、制备液晶器件的方法及 控制液晶器件的方法

技术领域

本发明涉及液晶领域。更具体地，本发明涉及一种液晶器件，该器件包括液晶本体层(bulk layer)和以非均匀分布的方式溶于该层的掺杂剂。本发明还涉及一种液晶器件的制备方法，所述液晶器件包括非均匀分布于液晶本体层的掺杂剂。本发明还涉及一种控制液晶器件的方法。

背景技术

目前作为电光学介质而广泛用于显示设备的液晶是具有各向异性物理特性的有机材料。液晶显示器的操作是基于由施加的电场引起的显示器中液晶光学外观的改变。

液晶显示器和设备的一个基本操作原理是通过施加与液晶偶合的介电各向异性的电场(介电偶合)切换液晶分子的取向。这样的偶合引起了施加电场的电光响应二次方程式，即场极性的独立。

具有实际重要性的另一操作原理是利用施加电场和存在于铁电液晶中的自发极化Ps之间的线性偶合。

存在大量其操作基于介电偶合的不同类型的LCD，尤其是动态散射显示器、应用垂直定向向列型液晶形变的显示器、Schadt-Helfrich 扭转向列型(TN)显示器、超扭转向列型(STN)显示器和面内切换(IPS)向列型显示器。

另一类LCD是基于施加电场和自发极化Ps之间的线性偶合操作的表面稳定的液晶(SSFLC)显示器。施加的电场还可以引起与电场线性偶合的自发极化。变形的螺旋铁电(DHF)液晶显示器和反铁电液晶(AFLC)显示器是基于该原理。

对于现代应用而言，LCD 应当具有若干重要特征，诸如对比度和亮度高、耗电量低、工作电压低、切换时间短、对比度、灰度色标和双稳性的视角依赖低等。LCD 应当是廉价、容易生产和加工的。没有一种现有技术的 LCD 是涉及所有这些重要特征而优化的。

在基于介电偶合操作的大多数常规的向列型液晶显示器中，电场通常是对液晶本体层施加的。这些显示器通常较慢，并且由于在分子初始取向和施加电场形成的平面中液晶分子的切换(所谓面外切换)，因而几乎全部有不令人满意的对比度的角度依赖。

还有一类具有面内切换的 LCD，其中的电场平行于液晶的本体层而取向。这些显示器显示出的图像对比度的角度依赖非常小，但亮度和切换时间不令人满意。

接下来，对基于施加电场和铁电液晶中自发极化之间的线性偶合操作的另一类 LCD - 近晶(smectic)液晶，尤其是铁电液晶及其在表面稳定的铁电液晶(SSFLC)显示器中的应用进行简要描述。

在近晶液晶中，分子在相邻的近晶层中排列。近晶相 A 和 C 是液晶材料的这些“层”相的两个最重要的代表。在近晶相 A 中，分子沿近晶层常态($\theta=0^\circ$)取向，而在近晶相 C 中，分子是以相对于近晶层通常约 20° 角倾斜的。此外，近晶液晶应当是非手性(例如 A 或 C)或手性(例如 A* 或 C*)的，术语“手性”是指不具有镜面对称。应当注意的是，术语“手性”不是指可能作为次极效应出现或不出现的螺旋状分子序的存在。

手性，即打碎的构成分子的镜面对称是在像近晶 C* 的倾斜近晶液晶中显示出铁电性，即自发极化 P_s 的先决条件。 P_s 是沿着近晶层的方向，即垂直于分子长轴指向的，并且与分子立体偶合。

铁电相显示出近晶液晶材料不仅是由手性分子构建的，而且非手性近晶主体材料还掺杂了手性掺杂剂。大多数市售铁电液晶材料是这样的混合物。在这些混合体系中，将所选非手性近晶 C 主体材料的宽温度范围和低粘度与由所选手性掺杂剂诱导的大极化结合起来要容易得多。这些材料参数的适当结合对于铁电液晶混合物是

至关重要的。

在近晶 C* 中，围绕顶角 $\beta=2\theta$ 的圆锥自由旋转的分子由于手性具有沿近晶层常态的螺旋轴而采用螺旋序。但是，Ps 是螺旋的，因而导致局部极化的自取消。因此，在近晶 C* 的本体中，将不存在肉眼可见的极化 (Ps=0)。但是，如果沿螺旋近晶 C* 本体的近晶层施加电场，那么电场将与平行于电场定向的永久偶极偶合。结果，电场将螺旋序持续展开，引发了近晶 C* 液晶本体的肉眼可见的极化。

有另一种方式清除螺旋分子序，以在近晶 C* 的本体中获得的自发极化 Ps。这是通过使用固体表面/液晶相互作用代替外电场而进行的。这被称为表面稳定的铁电液晶 (SSFLC)，根据这一概念，近晶 C* 本体以书架几何学的方式定向，即近晶层垂直于限定的表面。

在 SSFLC 显示器中，沿近晶层，即垂直于基底的外电场将切换近晶圆锥上两个位置之间的铁电液晶分子。这两个位置对应于不同场极性上的 Ps 方向。一个重要的特征在于，较之相当慢的介电偶合机理(切换不具有永久极化的结晶材料)，诸如常规的切换向列型液晶显示器，“flipp-flopp”机理(Goldstone 模式)要快得多。此外，对固体显示器基底进行适当的表面处理，SSFLC 显示器中的液晶分子的切换能够双稳定。在单独成分的 FLC 以及 FLC 混合物中，Ps 在这些材料的本体中存在均匀分布。

作为另一种 FLC，液晶材料可以处于所谓反铁电(AFLC)液晶相，这表示在不存在电场的情况下，在邻近近晶层中的分子具有相反的倾斜。在 AFLC 显示器中，当显示器置于设定为分别平行和垂直于近晶层的交叉极化器之间时，获得了暗态(dark state)。在这种排布下并且当未施加电场时，AFLC 显示器处于黑暗状态。在施加的电场下，-E 和+E 均给出相同的明亮状态。因此，AFLC 显示器表现出三种状态的切换行为。

表面稳定的 FLC 和 AFLC 显示器的缺点包括难以取向手性近晶相并保持其取向。FLC 显示器由于建立表面充电层因而还额外具

有图像保留的问题。这些显示器的耗电量也相对较高。另一个缺点是这些装置中的液晶层厚度必须在 $1\text{-}1.5\mu\text{m}$ 的数量级，以获得这些材料的展开状态。这种对于厚度的要求使得 FLC 和 AFLC 显示器的生产变得复杂、精密和昂贵。

在上述的显示器中，液晶层的所需定向是通过将固体表面进行像使用有机或无机层涂覆以及使用机械磨光的适当处理而实现的，在不存在外电场的情况下，初始的液晶定向是通过固体表面/液晶相互作用而定义的。

液晶分子在固体表面的取向经弹力传递至本体中的液晶分子。例如，靠近基底表面的液晶分子通常是垂直或平行于基底表面取向的，在液晶本体中产生了相同的分子定向。由于液晶是强双折射的，其定向中的任何变化将导致在适合的极化器之间所看到的其光学性能的特定改变。

在现有技术中，基本上有三种不同的通过在液晶中实现不同于初始定向的新分子取向而用于改变液晶的光学性能的技术。

1. 通过施加外电场再取向

首先，最广泛用于分子再取向的技术是对整个本体液晶层施加外电场。由于电场和某些液晶材料参数，诸如介电各向异性和自发极化，之间的直接偶合，如果液晶分子的初始定向不对应于电场与某些液晶材料参数的最小相互作用能，电场将直接在新的方向上取向液晶分子。但在某些情况下，接近固体表面的液晶分子由于上述的表面液晶相互作用而难以被电场取向，而更远离表面的“本体分子”相当自由，并因此容易被电场取向。

2. 通过光控指令表面取向

第二种已知用于取向液晶层分子的技术是将一个或两个限制定向表面设计为光控“指令表面”。所述光控指令表面在受到，例如 UV 光时，能够改变由表面施加在与表面接触的液晶分子上而产生的定向方向。

在 K. Ichimura 发表于 Chemical Reviews, 100, p.1847 (2000)

的综述中，大量文献已经描述了“光控指令表面”这一概念。更具体地说，将偶氮苯单层沉积在含有向列型液晶层的夹层盒的基底内表面上。偶氮苯分子在 UV 光的照射下，将其构象由“反式”改变为“顺式”。偶氮苯分子借助于三乙氧基甲硅烷基侧面固定在基底表面上。偶氮苯部分的反式异构体使向列型液晶垂直定向(液晶分子垂直于基底表面取向)，而顺式异构体给出了液晶分子的平行取向(平行于基底表面)。因此，定向层中由 UV 照射引起的分子构象改变将导致向列型液晶分子的定向改变。通过使用 VIS 光照射样品或通过简单地将其加热至各向同性状态，得到了初始定向的松弛。

使用光指令定向表面以在两种状态之间切换液晶定向的缺点在于速度慢。此外，光指令定向表面迄今显示出仅在向列型液晶器件中有效。另一个缺点在于由于 UV 光照射而发生的降解过程减少了具有光指令定向表面的器件的使用寿命。此外，使用光作为切换液晶定向的外部因素尤其对于液晶显示器而言是不适当的。

因此，将液晶显示器的性能选择为受外部电场而不是光的控制。电场直接与本体液晶偶合并改变定向，由此改变了液晶显示器的光学特征，诸如透光性、不同波长下的光吸收、光散射、双折射、旋光度、圆二色性等。

3. 通过电指令表面 ECS 再取向

第三种已知用于取向液晶分子的原理是使用所谓的电指令表面(ECS)。在公开的国际专利申请 WO00/03288 中描述了该原理。

速度更快的 ECS 原理主要用于控制铁电液晶聚合物层。如上所述，基于铁电液晶中的自发极化和垂直于限制底物施加的电场之间的线性偶合的 LCD 比基于介电偶合的 LCD 具有很多优点。更具体地说，铁电 LCD 更快，它们允许光轴的面内切换，同时图像对比度对视角的依赖更小，并且在合适的粘附条件下，铁电 LCD 可以实现双稳定切换。但是，正如以上所指出的，在显示器和器件中使用铁电液晶有若干缺点。

根据 ECS 原理，将单独的铁电液晶聚合物层沉积在将液晶本

体材料限制在常规夹层盒的玻璃基底的内表面上。铁电液晶聚合物层作为在相邻液晶本体材料上提供平面定向的动态定向层。更具体地说，当施加电场穿过盒 - 并因此穿过动态定向层 - 时，单独的铁电液晶聚合物层中的分子将切换。单独的聚合层中的这种分子切换随即经过单独定向层和本体层之间的分界上的弹力，被传递至本体体积中，由此导致本体体积分子的相对较快的面内切换。

ECS 原理似乎具有铁电液晶的全部优点，同时避免了其大部分的严重问题。但是，ECS 材料仍然应当符合多种要求，这使得 ECS 的制备无端地十分费力：

- ECS 层应当非常薄(100-200nm)。
- ECS 层优选应当以书架式的几何学方式很好地取向，即近晶层对于限定基底是常态的。
- 为了保持 ECS 层及其操作的完整，ECS 层的材料必须不溶于液晶本体材料。

根据液晶器件的上述所需性质，以及上述已知液晶显示器的不同缺点，本发明的总体目的在于完成一种改进的液晶器件、一种用于生产液晶器件的改进方法以及一种控制液晶器件的改进方法。本发明不仅涉及显示器，还可用于许多其它的液晶应用。

发明的描述

本发明的第一方面提供了一种液晶器件，包括液晶本体层和因永久性附着于至少一个表面(称为手性表面)而非均匀分布于本体层中的手性掺杂剂，所述手性掺杂剂溶于液晶本体层。

这与现有技术中具有单独的不溶性 ECS 层的方法形成了鲜明的对比。

本发明使得在邻近所述手性表面的本体层的限制体积(以下称为“亚体积”或“亚区”)中诱导一种或多种涉及手性的物理性质的局部改变(以下也称为手性作用)，尤其是一种或多种涉及手性的物理性质的局部增加成为可能。因此，手性作用的诱导改变或增加不是

在整个本体层体积，而仅仅是在一个或多个限制区域中发生，在本发明的大多数方案中，所述限制区域非常薄。考虑到每个所述亚区的位置接近相关的手性表面，所述亚区还可以称为“表面亚区”。

可以选择掺杂剂材料和液晶本体材料，使得在亚体积中诱导的手性作用的局部改变/增加引起在所述亚体积中自发极化的现象增加。所述诱导的自发极化的增加通常存在非均匀分布 - 在所述手性表面上最大，并且在远离所述手性表面的方向上降低。所述自发极化随即可以提供铁电特性，允许对外电场的直接电偶合。

此处使用的术语“可溶”是指掺杂剂能够溶于液晶本体层。

根据本发明，手性掺杂剂永久性地附着于表面。这应当解释为掺杂剂以防止它们在本体体积中自由移动的方式与表面结合。因此，由于不发生均匀分布，非均匀分布于本体体积中的掺杂剂是“永久性”的。这显然不同于通过施加的外电场，在液晶本体体积中暂时性复位掺杂剂的已知技术。

尽管掺杂剂是“永久附着”于表面的，它们仍然存在有限的可移动性，尤其是，例如在通过施加外电场切换的过程中，使掺杂剂分子在表面上再取向的移动性。

尽管不是均匀分布于本体层，仍然可以认为掺杂剂(局部)溶于本体层。

在本发明的范围内，器件可以存在单个手性表面，或者分别永久性附着有手性掺杂剂的两个或多个手性表面。更具体而言，器件可以包括两个或多个基本上类似的手性表面，或者两个或多个不同的手性表面，或者二者的组合。例如，两个手性表面可以导致符号不同的诱导的自发极化，它们可以存在不同的扭转力，不同的掺杂剂材料、不同的掺杂剂表面分布等。

当称为上述的“手性表面”时，术语“表面”应当认为不仅包括位于本体层上或者界定本体层边界的表面，还应当包括位于本体层内的表面或平面。因此，术语“表面”可以包括直接或间接经过掺杂剂材料，与本体层材料有接触的任何物理或几何学表面或平面。

在本体层限定在两个基底之间的实施方案中，手性表面可以安排在一个或两个基底上。作为替换的选择或者作为补充，一个或多个手性表面也可以位于本体层内，即距离本体层边界有距离。具有内手性层或平面的实施方案可以通过，例如下述激光活化的聚合方法而进行。

永久性附着于表面的掺杂剂材料或分子可以视为定义了“手性表面层”。所述“手性表面层”通常非常薄，例如 20-100Å。手性表面层的厚度(深入本体层)尤其可以以仅含一层掺杂剂分子的“单层”形成。

在上下文中，应当注意，考虑到为了获得目标效果，ECS 层优选应当非常薄，手性掺杂剂附着于表面的原理给出了“额外的效果”。例如，手性掺杂剂可以在所述表面上形成单层。

在本发明的器件中，溶于液晶本体层的掺杂剂由于永久性地附着于至少一个表面而非均匀地分布于本体体积中。但是，由于掺杂剂分布于整个所述表面，因此存在很多可能性。在一个优选的实施方案中，掺杂剂均匀地分布于整个层或每个层。但是，掺杂剂也可以在例如预定区域中，根据特定的或预定的图案分布于所述层。

作为仅用于阐述的例子，本体层可以包括非手性液晶材料，诸如非手性近晶 C 材料。在亚体积或亚区中，非手性近晶 C 被溶于非手性近晶 C 并永久性附着于手性表面的手性掺杂剂掺杂。掺杂剂在亚体积中的液晶本体材料中诱导手性，并因此改变了手性效果。诱导的手性随即可以在亚体积中出现自发极化，赋予该亚体积铁电性质。被掺杂亚区的实际体积以及存在手性和自发极化增加的体积可以略有不同，因为掺杂剂分子同样在距掺杂剂一定距离之外诱导了手性。在该说明性例子中，通过向器件(即向掺杂的亚区以及本体体积的其余部分)施加电场，由于对施加电场的直接铁电响应或偶合，掺杂剂可以被非常快地切换，因而造成区域中的分子出现铁电性质。因为表面亚区中的分子和本体体积的邻近分子之间的弹性偶合，这种快速的铁电切换随即将引起亚区域外本体分子的快速切

换。

在上述例子中，本体体积包括非手性液晶材料。但是，还可以使用初始手性的本体材料，在其非掺杂条件下，存在例如有限的自发极化。在该实施方案中，可以选择掺杂剂，以实现亚区中自发极化的变化，增加亚区中本体材料的(例如铁电)响应。据称初始手性能够将手性作用的诱导增加“偏斜(bias)”。

本体材料的电场响应 - 在掺杂亚区之内和之外 - 可以是铁电的、反铁电的、变电(flexoelectric)的和顺电的，或者其任意组合。未掺杂本体材料的电场响应还可以仅为介电的，即与电场非直接线性偶合。

至于本体层材料的初始手性，本体层可以包括非手性液晶材料，诸如非手性向列型液晶材料；手性液晶材料；或其组合。如果本体材料是非手性的，可以通过掺杂剂诱导手性。如果本体最初是手性的，可以通过掺杂剂诱导手性效果增加。

因此，在本发明的范围内，形成本体层的液晶材料是相当可观的。根据使用的电场，可以从以下的一种或多种材料中选择用于本体层的材料：在所述本体层中具有向列指向矢(director)的扭转或非扭转构型的向列型液晶材料；在所述本体层中具有向列指向矢的扭转或非扭转构型的近晶液晶材料；以及盘状型(discotic)液晶材料。

本体层可以存在具有基本上平行于所述手性表面的优选取向的表面指向矢。本体层尤其含有这样的液晶材料：本体层的所述表面指向矢的切换不是直接由施加电场可控制的。在该实施方案中，掺杂区域可以存在对施加电场的直接响应(首次切换)，而本体层的其余部分将响应弹性偶合(次极切换)。

器件还可以含有单独的定向层，用以在所述手性表面上提供优选的分子取向，例如非动态定向层。

手性掺杂剂可以包括光敏分子，在器件的生产过程中使用其光敏性形成附着有掺杂剂的手性表面。

手性掺杂剂可以由聚合物材料、低聚物材料和单体材料的至少

一种制成。

本发明的液晶器件在结构上可以以许多不同的方式实现。在仅有一个手性表面的实施方案中，本体层可以限制在一方面排布在本体层第一侧的单一手性表面和另一方面排布在本体层相对一侧的非动态表面定向层之间。非动态表面定向层将确立预定的优选方向，这可以根据预期的器件用途而选择。

本体层还可以限制在分别永久性附着有掺杂剂的两个掺杂剂表面中。但是，掺杂剂仍然是以永久方式非均匀分布于本体层中，即在手性表面上以高“浓度”存在。在所述双侧实施方案中，例如两个手性表面可以诱导符号相同或相反的自发极化($P_s > 0$ 和 $P_s < 0$)。第一手性表面可以包括存在第一手型性(handedness)的手性材料，而第二手性表面可以包括存在不同的第二手型性的手性材料。此外，多手性表面可以由具有不同扭转力的手性材料制成。

如上所述，两个手性层可以在以下方面互不相同：(i)自发极化的符号，(ii)手型性符号，和/或(iii)扭转力。对于一方面的手性层，以及另一方面的本体性质的考虑是相同的。因此，例如，在掺杂的亚区中，本体材料可以存在被掺杂剂抵消，甚至基本上消除的性质。

本发明的液晶器件可以包括诸如表面电极的装置，用于对手性表面的亚区施加电场。所述电场施加装置可以这样排布：电场施加到所述手性表面以及本体层。所述电场施加装置可以包括两个相交的电极组，用于产生矩阵寻址的器件，其中器件的各个象素可以含有用于产生有源寻址的薄膜晶体管(TFT)。

本发明的液晶显示器件可以包括用于将本体层中指向矢的方向切换传递为可监测效应的装置。例如，所述装置可以含有一个或多个以下成分：掺入本体层的起偏剂、阻滞剂、反射剂和染料及其组合。

在一个实施方案中，手性掺杂剂可以在向列型本体层的亚区中诱导具有垂直或平行于手性表面的螺旋轴的螺旋分子序。螺距梯度可以随器件变化。

根据本发明的另一方面，提供了一种用于生产液晶器件的方法，包括将手性掺杂剂以永久性非均匀的方式分布于液晶本体层的步骤，所述手性掺杂剂可溶于液晶本体层。

优选该方法包括将掺杂剂永久性附着于至少一个称为手性表面的表面，诸如限制表面(例如基底上的表面)或者内表面(例如在本体层中确定平面)或其组合的步骤。

本体层中的材料和掺杂剂可以这样选择：在邻近所述手性表面的本体层的亚体积和亚区中，手性掺杂剂诱导一种或多种涉及手性的物理性质局部变化，尤其是一种或多种涉及手性的物理性质手性效果的增加。

手性表面可以通过使用手性材料涂覆基底表面而制成。在一个实施方案中，手性表面可以排布在已经沉积在基底表面的定向层上。手性表面可以通过施加光和/或温度获得手性表面层的聚合而制成。

在一个实施方案中，可以通过以下分步骤提供掺杂剂：使用手性、可聚合且光敏的掺杂剂材料涂覆所述表面；通过光照掺杂剂材料，使掺杂剂材料中的分子在优选方向上定向；以及将这样定向的掺杂剂材料进行聚合，以形成手性表面层。

在应当产生一个或多个内部手性表面或平面的实施方案中，为了提供与手性诱导效果有关的亚区，可以将光反应性手性单体溶于液晶本体层。因此，溶解的光反应性手性单体随即在所述本体层中的一个或多个平面中光活化，用于产生所述内手性平面。为达到这一效果，可以使用掩模，或干扰图案。

本发明还提供了一种控制液晶本体层的方法，包括使用可溶于液晶本体层的手性掺杂剂掺杂液晶本体层，以在本体层的至少一个亚区中诱导局部的，优选电场响应性质的永久性增加的步骤，以及施加电场，以便经所述亚区间接控制本体层的步骤。

本发明尤其提供一种用于在液晶器件的液晶本体层中实现面内切换的方法，包括以下步骤：提供至少一个手性表面层与所述本

体液晶层接触，所述手性表面层在所述本体层的有关亚表面区域中诱导具有指向矢方向的相，所述指向矢方向是通过电场直接可控的，并与所述本体层相互作用；以及对所述亚表面区域施加电场，以在所述亚表面区域产生方向改变以及本体层中的面内本体切换。

因此，本发明使得液晶主体材料的一种或多种与手性有关的物理性质(以下也称为手性效果)，像自发极化、螺距、光活性等局部改变成为可能，因此可用于通过掺杂区域间接控制本体层。

在附带的权利要求中列出了本发明的上述和其它特征和实施方案。

附图的简述

现在参照附图，通过非限制性实施例充分阐述本发明，其中：

图 1 示意性描述了本发明的原理。

图 2A 示意性描述了在根据本发明液晶器件的单侧实施方案中的场活化分子再取向。

图 2B 描述了插入两个交叉极化器之间的图 2A 器件的操作。

图 3 是本发明液晶器件的双侧实施方案的横截面示意图。

图 4 是本发明液晶器件的单侧实施方案的横截面示意图。

图 5A 和 5B 是描述在本体层中具有内部手性平面的本发明实施方案的透视示意图。

图 6 是用于分析本发明液晶器件或液晶盒(cell)的电光响应的装置示意图。

图 7 和 8 描述了本发明实施方案的电光响应。

图 9A 和 9B 示意性描述了在本发明液晶器件的双侧实施方案中的场活化分子再取向。

图 10 描述了本发明实施方案的灰度等级的电光效应。

图 11 示意性描述了本发明液晶器件的双侧实施方案，其具有符号相反的诱导的自发极化。

图 12 示意性描述了存在梯度螺距的本发明实施方案。

图 13 示意性描述了图 12 中实施方案的操作。

图 14A 和 14B 示意性描述了制备手性层的例子。

图 15 示意性描述了存在树枝状手性分子的手性表面。

本发明实施方案的描述

图 1 示意性描述了本发明液晶器件的部分实施方案。含液晶本体分子 12 的本体层 10 被限制在两个相对的基底 14(图 1 中仅示意了其中一个)，诸如玻璃板之间。仅作为非限制性描述的例子，本体材料 12 可以是非手性近晶 C 材料。

如示意性描述，可溶于液晶本体层的手性掺杂剂 20 通过键或连接 16，例如化学键的方式永久性附着(结合)于基底 14。因此，尽管掺杂剂可溶于本体层，掺杂剂 20 也不会自由移出本体层 10 的其余部分(24)，而是保持附着于基底 14 的表面 18。但是，掺杂剂 20 仍然可以响应施加电场再取向。

手性掺杂剂 20 在接近基底 14 的本体层 10 的亚体积或亚区 22 中诱导了手性效应。该层亚区的厚度尤其取决于覆盖基底表面 18 的手性层的性质，但一般很薄。因此，器件将存在带有增强手性效应的本体层 10 的掺杂亚体积或亚区 22，以及手性效应为零或很低的基本上未掺杂的较大本体体积 24。

如图 1 所示，掺杂剂 20 的位置可以距表面 18 一定距离，该距离使得掺杂区中本体分子 12 接近基底 14 被定位。永久性附着了掺杂剂 20 的基底 14 的表面 18 可以被称为“手性表面”，这表明其带有附着于其上的掺杂剂。附着于表面的掺杂剂称为“手性表面层”。但应当注意，上述掺杂剂可以通过例如化学键而位于距表面的一定距离处。通常亚区既包括掺杂剂材料/分子，也包括一些本体层分子。

现在，在亚区 22 中诱导的手性效应是在该亚区 22 中诱导的自发极化 Ps。因此，将导致在亚区 22 中的液晶材料的铁电电光响应。

现在参照图 2A 描述含图 1 结构的器件的操作。当对整个液晶盒施加电场 E 时，铁电亚区 22 中的液晶分子的取向方向将由于区

域中自发极化 P_s 的出现，以及随即在铁电亚区 22 中的液晶材料和施加电场 E 之间的直接电偶合而改变。在图 2A 中，通过虚线 D0(在 $E = 0$ 时可能的初始方向)和实线 D2(切换方向； $E \neq 0$)在图 2 中示意了该分子取向的变化。这可以称作“初级切换”。

亚区 22 中液晶分子由 $D0 \rightarrow D2$ 的初级切换随即经弹力传入非手性近晶 C 液晶材料 12 的本体 24 中。

由于仅仅使两个基底 14 内表面 18 中的一个制成手性，亚区 22 中的分子切换 $D0 \rightarrow D2$ 将通过图 1A 示意的分子面内切换 $M1 \rightarrow M2$ (次极切换)而导致本体中电场诱导的扭转状态。根据本体液晶材料 12 的介电各向异性 $\Delta\epsilon$ 的符号，电场 E 和本体材料之间的介电偶合可以将该面内切换 $M1 \rightarrow M2$ 稳定($\Delta\epsilon < 0$)或去稳定($\Delta\epsilon > 0$)。

下面参照图 2B，描述仅有一个基底 14 被手性层 20 覆盖的图 2A 的液晶盒。

在该实施方案中，本体非手性近晶材料 12 具有约 45 度的分子倾斜。其它基底 14 的表面被聚酰亚胺覆盖，单向摩擦，产生非动态表面定向层 32。定向层 32 确立了位于该基底 14 上的本体分子 12' 的非动态表面定向方向 D3。对于 $E \neq 0$ 而言，定向方向 D3 与其它基底表面 14 上的分子(M1)的优选定向方向 D1 重合。应当注意的是，D1 表示铁电亚区的两个扭转状态中的一个。

在“关闭状态(off-state)”($E=0$)中，如图 2B 中的虚线分子所示，使用沿方向 M1(平行于 D1)的光轴均匀取向本体液晶材料 12。将液晶盒置于交叉极化器 34 和 36 之间，所述极化器沿光轴 M1 被极化器 36 上的传输方向取向。在该排布中，入射光将在其通过器件的过程中被衰减。但是，使用约 $5V/\mu m$ 的电场 E 在手性表面 18 的铁电亚区 22 中诱导直接快速的 90 度分子切换($D1 \rightarrow D2$)。该快速切换 $D1 \rightarrow D2$ 将随即在本体液晶材料中产生诱导的 90 度分子扭转 $M1 \rightarrow M2$ 。在该切换“开启(on-state)状态”中，器件发光。

通过极化器 34,36 其它适合的设置，“关闭状态”反而可以被制成透光的。

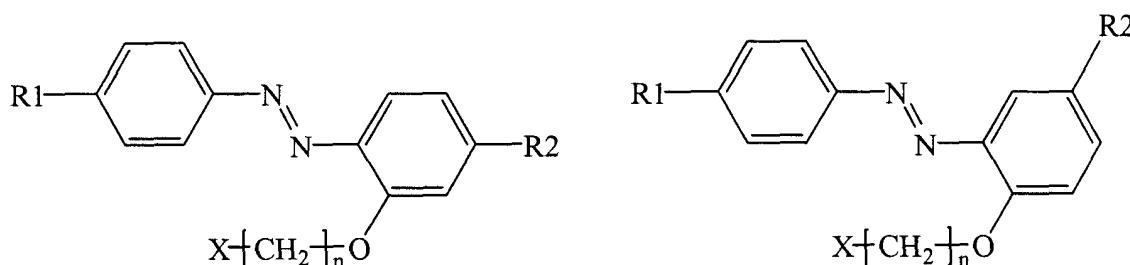
图 3 描述了包括两个手性固体基底 14，分别存在已经制成手性的内表面 18 的液晶器件或液晶盒的横截面。液晶盒包括(从顶部开始)以下组成：第一玻璃或塑料(聚合物)基底 14、第一透明导电 ITO(氧化铟锡)膜 30、第一无源(非动态)定向膜或层 32、手性分子 20 的第一相对薄层(优选非常薄)、液晶本体材料 12 的本体层 24、手性分子 20 的第二相对薄层、第二无源定向膜 32、第二透明导电 ITO(氧化铟锡)膜 30 以及第二玻璃或塑料基底 14。两个基底 14 通过间隙体 17 以预定距离固定。该距离可以是几微米级的。

图 3 中示意的液晶盒是本发明的双侧实施方案，其在本体层 24 的相对方向上包括手性分子 20 的两个薄膜。图 4 所示的液晶盒是单侧实施方案，即根据图 2A 和 2B 所示的实施方案，仅包括一个手性分子的薄膜层。

实施例 1(制备方法)

按照图 3 或 4 所述的用于制备手性表面层的一个实施方案中，首先用透明的导电 ITO 膜 30 覆盖玻璃或塑料基底 14 的内表面，并且随后使用定向层 32，例如薄 Au 膜覆盖，在正入射下蒸发。定向层 32 可以是无源定向层。

接着，用薄膜 20 覆盖定向层 32，在本实施例中，薄膜 20 包括含手性分子 20 的光敏有机材料。该手性材料可以是固定在邻位或间位的手性部分通过含硫基团附着于 Au 膜的侧面类型(side-on type)。有机手性材料 20 的分子结构如下：



R1 = 烷基或烷氧基，

R1 = 烷基或烷氧基，

R1 或 R2 是手性的，

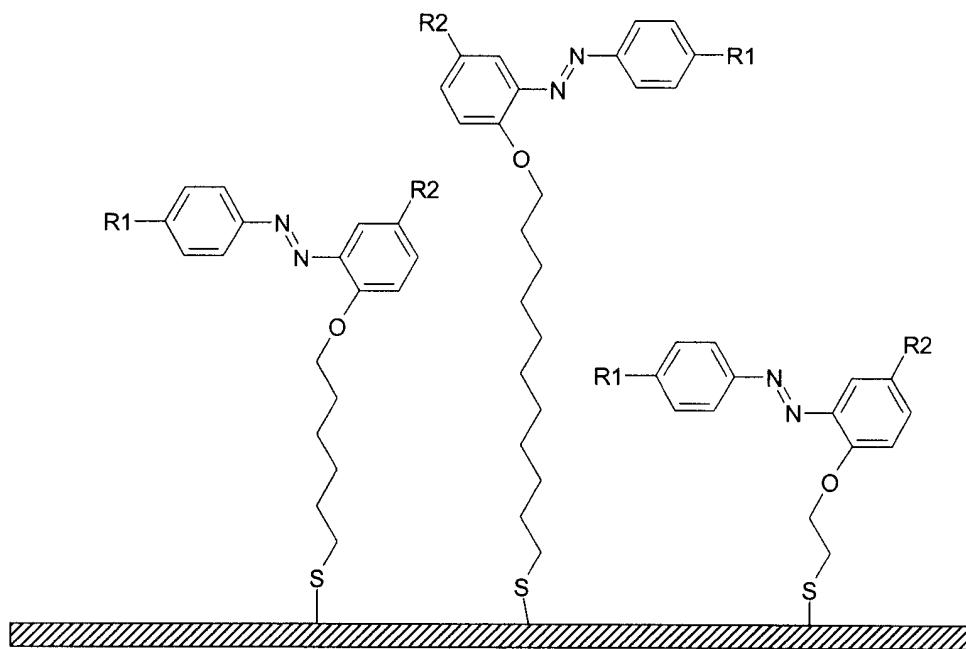
n = 2-20，

X = -SH、-S-R3、-S-S-R3。

将已经被光敏手性材料 20 的薄层覆盖的基底 14 暴露于线性极化的 UV 光，以获得手性分子 20 的单向平面的预定向。手性分子 20 的该定向通过弹力传递至接触的液晶本体分子 12。光活化的定向在施加本体层 10 之后以及之前发生。

实施例 2(制备方法)

在第二个实施例中，手性表面可以通过含与实施例 1 相同类型的手性分子混合物的有机材料的薄膜制备，但此时如下所示，它们具有不同长度的偶合基团：



偶合基团的长度将定义手性掺杂剂分子和表面之间的最大距离。但是，手性掺杂剂分子可以在朝向表面的方向上自由移动。

实施例 3(制备方法)

根据实施例 3，为了制备手性表面，形成例如图 4 所示的手性分子 20 的第一薄膜。使用磨光 SiO_x 膜的无源定向层 32 覆盖玻璃

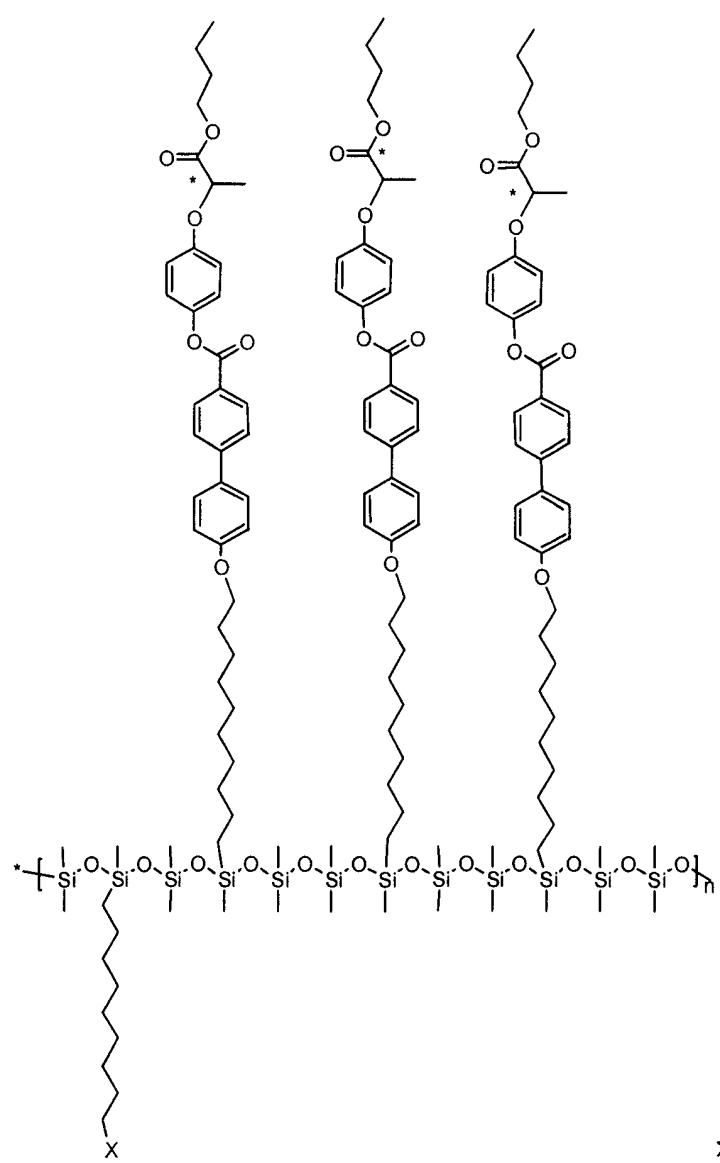
基底 14 上的透明导电 ITO 膜 30，例如在正入射下蒸发。正如人们所公知的，该无源定向层给出了大部分液晶材料的单向平面定向。同类的定向可以通过在相对于基底表面 18 的入射角 $\alpha \sim 60^\circ$ 下蒸发 SiO_x 膜 32 获得。随后，用实施例 1 中所述类型的光敏有机手性材料 20 的薄膜覆盖无源定向层 32。该材料的分子可以通过使用例如硅烷化反应，永久性附着于二氧化硅表面。

实施例 4(制备方法)

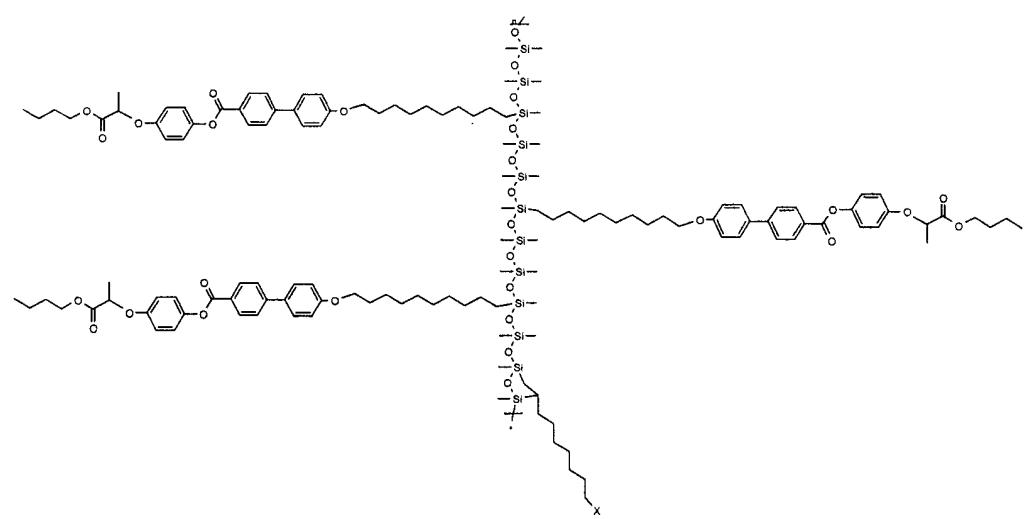
根据实施例 4，用 SiO_x 膜的无源定向层 32 覆盖基底 14 的透明导电 ITO 膜 30，在相对于基底表面 18 约等于例如 85° 的入射角下蒸发。正如已知的，该无源定向层 32 提供了大部分液晶材料的倾斜定向。随后，用实施例 1 中所述类型的光敏有机手性材料 20 的薄膜覆盖无源定向层 32，该薄膜永久性附着于二氧化硅表面。

实施例 5(制备方法)

根据实施例 5，接触表面 18 是通过沉积例如具有以下结构之一的手性侧链液晶聚合物而制成手性的：

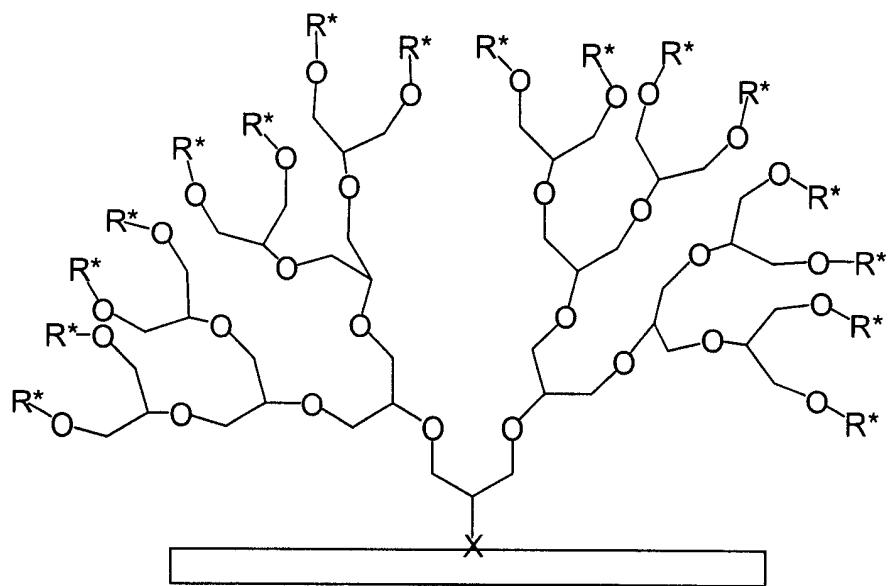


和



实施例 6(制备方法)

根据实施例 6, 形成手性表面的手性掺杂剂 20 是具有以下结构的树枝型:

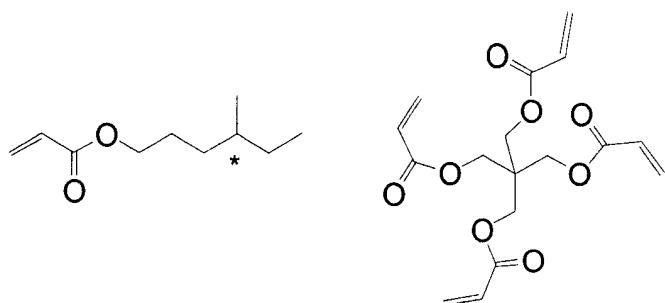


R^* =手性端基

树枝型分子通过含硫或硅的桥基永久性附着于无源定向层。图 15 示意性描述了通过树枝型分子 20 形成的手性层。

实施例 7A(制备方法)

根据实施例 7A, 手性掺杂剂 20 在液晶本体层 10 中的永久性非均匀分布是通过在液晶本体层 24 中内部形成至少一个手性平面而实现的。可以通过使用结构如下的光反应性手性单体和交联剂实现:



一开始, 将光反应性手性单体溶于本体液晶主体材料。随后,

用溶有手性单体的液晶本体材料 12 充满包括两个玻璃基底 14 的夹盒，所述玻璃基底 14 在其内侧 18 预涂覆了沉积有无源定向层 30 的 ITO 膜 32。随后，将含有本体 12 和溶解的手性单体的液晶盒曝光。光引发了光反应性手性单体分子的光聚合。光的波长通常在 UV 光谱，以促进光聚合反应。在所述光聚合反应中，聚合物与液晶主体 12 相分离。

通过运用上述机理，可以通过来自例如 Ar-激光器的双光束的干扰，或者通过掩模技术，在液晶本体 10 中实现相分离的手性聚合物 20 的良好限定平面(即表面)。

一个或多个手性平面 40 可以如图 5A 和 5B 所示，分别垂直或平行于固体基底 14 取向。二者的组合，以及在基底 14 上带有一个或多个手性亚表面层的内部手性平面 40 的组合也是可以的。

实施例 7B(制备方法)

根据实施例 7B，如图 14A 和 14B 所示，基底 14 被含官能团的聚合物的薄层 15 覆盖，所述官能团可以提供与手性掺杂剂或分子 20 的偶合。在掺杂剂 20 的附着之前(图 14A)，聚合物层 15 可以进行单向机械摩擦，以获得随即施加的掺杂剂分子 20 以及液晶本体材料 20 的优选定向方向。因此，所述聚合物层 15 可以起无源定向层的作用。

聚合物 15 的材料可以是光响应的，并因此可以通过使用极化的 UV 光照射实现光定向。此时，掺杂剂材料 20 可以在定向操作之前或之后施加。

例如，掺杂剂 20 可以是手性分子或手性聚合物或手性液晶聚合物的形式。

本体液晶的面内切换

以下提供几个实施例，阐述使用本发明的原理获得诱导的面内切换。

在以下实施例中使用的带手性表面的液晶器件包括两个平行的固体基底 14，形成了微米级的间隙，其内表面 18 被 ITO 电极覆

盖。一个或两个电极基底的内表面被手性薄膜 20 覆盖。实验性器件的结构如图 3 和 4 所示。

实验性液晶盒的电光响应通过图 6 所示的装置监测。

将样品 S 插入两个交叉的极化器 34,36(分析器和极化器)之间，其光轴相对于一个极化器的传输方向 22.5 度角取向，用于当通过发生器 38 向样品施加电场 E 时获得最大的光调变。如果需要，可以通过不同电压的倍增器 42 放大施加的电压。通过检测器 44 监测透射光强度 I。示波器 46 连接至电源 38 和光检测器 44，用于显示施加的电压和液晶盒 S 的相应电光响应。

实施例 8(单侧实施方案)

在实施例 8 中，器件的一个内表面预涂覆了实施例 1 的手性有机层。为了产生本体液晶层 10，用非手性液晶材料 20 Hoechst 908 充满器件，具有以下相次序：

C 10°C SmC 63°C SmA 64°C I

将液晶盒插入图 6 所示的介于交叉极化器 34,36 之间的设备中，其光轴在相对于一个极化器 22.5 度上取向。此时应当注意，充满这种液晶材料但没有手性层沉积在内基底表面上的“常规”已知的液晶盒会显示出仅对外加电场 E 的介电响应。但在一个内表面预涂覆有手性薄层的本发明液晶盒中，发现通过向盒间隙 3μm 的液晶盒施加约 $E=5V/\mu m$ 的电场，在近晶相中有明显的极化电光响应。

图 7 中描述了对本发明液晶盒的电光响应，清楚地表明响应是极性的。证实了通过简单地在 45 度下旋转样品 S，随即导致图 8 所示的光电响应的 180 度相移，样品 S 的光轴得以在样品的平面内切换。

实施例 9(切换圆形极化光的手型性)

在本实施例 9 中，公开了可用于切换圆形及极化光手型性的液晶器件的实施方案。图 9A 中示意性描述了该实施方案。与图 2B 所述的单侧实施方案相反，图 9A 中的实施方案在两个基底 14 上均存在掺杂剂材料 22 的手性表面。因此，在 LC 本体层的两侧均形成了

存在诱导的铁电性质的薄层。

在图 9A 中，以满足 $\lambda/4$ 波片条件的方式选择器件参数。选择本体非手性近晶液晶材料 20，以提供 45 度分子倾斜角。将器件插入交叉极化器 34,36 之间，如图所示，切换状态(D1/D2)在极化器 34,36 的传输方向周围对称分布。

电场 E 的应用将在铁电层 22 中提供快速(直接)切换，并经弹性偶合，在本体层 24 中提供相应的面内切换。由于排布了两个首次切换层 22，并且在该实施方案中这些切换方向相同，因此本体层中将基本上没有本体分子 12 的螺旋扭转。按照这种方式，可以实现圆形极化光手型性的快速切换。

如上所指出的，介电偶合可以将面内切换稳定($\Delta\epsilon<0$)或去稳定($\Delta\epsilon>0$)。

实施例 10(本体液晶的面内切换)

在该实施例 10 中，用相顺序如下的外消旋液晶混合物 WILC 48(Hoechst)充满根据实施例 1 制备的器件：

SmC 48°C SmA 57°C I

通过施加 $E \sim 4V/\mu m$ 的电场，在间隙 $3\mu m$ 的液晶盒中测得如上所示的 SmC 相中的同类极化电光响应。

实施例 11(双侧实施方案 - 非手性本体)

在图 9B 所示的实施例 11 中，液晶器件的两个基底 14 均预涂覆了实施例 1 的手性有机层 22。用非手性液晶材料 Hoechst 908 充满器件。

随后，将液晶盒插入交叉极化器 34,36 之间，其光轴 M1(对应于一个切换状态)平行于一个极化器的传输方向取向。施加电场 E 穿过液晶盒，在两个表面亚区 22 中产生如两个亚区 22 上的跃迁 D1→D2 所示的分子取向变化。在具有诱导手性的亚区 22 中，该表面分子的首次切换 D1→D2 将随即经过弹性力，在非手性本体分子 12 的本体层 10 的其余部分(24)中产生分子 12 的切换(次极切换)。通过最初的分子取向 M1(虚线)切换至新的方向 M2(实线)示意了这

种诱导的本体分子切换。本体光轴的诱导本体切换实际上是面内切换(如图 2B 所示)，例如从 M1 至 M2 的切换在平行于基底 14 的平面中发生。

通过向盒间隙约 $3\mu\text{m}$ 的液晶盒施加约 $E \sim 5\text{V}/\mu\text{m}$ 的电场，在近晶相中发现了上述极化响应。

实施例 12(双侧实施方案 - 手性本体)

在本实施例中，类似于实施例 11，两个基底均具有预涂覆了实施例 1 的手性有机薄层的内表面。

用自发极化 P_s 非常低的铁电液晶充满器件。此时，附着于基底表面的手性分子在亚表面区域中导致 P_s 的大小增加。在本实施方案中使用了最初有限的手性本体材料，施加的电场 E 也将与本体液晶材料直接偶合。由于手性被本体材料的最初手性“偏离”，手性表面上的切换将更为有效。

实施例 13(灰度等级)

本实施例描述了本发明如何能够用于实现灰度等级功能。根据图 2B 所示的实施方案制备液晶盒。通过盒基底相对于彼此的单向移位而实现的机械剪切导致表面亚区以及液晶本体中的分子预倾斜。如果预倾斜角等于近晶 C 相中的分子倾斜，那么可以达到透射光(灰度等级)的线性调制。本实施例中液晶盒的灰度等级能力如图 10 所示，其中 y 轴表示以任意单位表示的透射光的强度。

实施例 14(诱导的近晶 C*)

根据该实施例 14，用具有负介电各向异性($\Delta\epsilon < 0$)且在近晶 C 相下方的向列型液晶充满盒间隙。选择 $\Delta\epsilon < 0$ 的液晶材料，以通过介电偶合稳定液晶分子的平面定向。附着于盒基底 14 内表面 18 的手性分子 20 在表面亚区 22 中诱导了近晶 C* 相。诱导的近晶 C* 相是铁电的。

通过应用外电场，可以通过与电场的直接偶合切换表面亚区中分子的优选取向方向。表面亚区中分子的切换经过弹力传递至液晶本体中的分子。

实施例 15(双侧实施方案，电场诱导的扭转)

参照图 1，示意性地阐述了本发明液晶器件的实施方案，其中第一手性表面在与正自发极化($P_s > 0$)有关的表面亚区 22 中诱导了近晶 C*相，而第二手性表面在与负自发极化($P_s < 0$)有关的表面亚区 22 中诱导了近晶 C*相。两个表面亚区 22 中的分子倾斜均为 22.5 度。

用具有负介电各向异性($\Delta\epsilon < 0$)且在近晶 C 相下方的向列型液晶充满图 11 的器件。随后将器件置于平行极化器 34,36 之间，其光轴在相对于极化器传输方向 45 度($E = 0$)上取向。通过转换施加电场的符号，器件将由于两个表面亚区 22 中 P_s 符号相反而在传输非扭转状态和非传输(暗)扭转状态之间切换。

实施例 16(光诱导的 P_s 改变)

在实施例 16 中，参照实施例 14 制备器件。但此时，沉积在一个基底内表面上的手性层是含有光敏分子的混合物，所述光敏分子在光照下能够改变表面亚区中诱导的 P_s 的符号。

还可以提供一种装置，其中覆盖两个手性表面的手性有机材料是含有光敏分子的混合物，所述光敏分子在光照下能够改变表面亚区中诱导的 P_s 的符号。可以用例如非手性液晶材料 Hoechst 908 充满器件。使用 UV 光通过掩模照射液晶盒。通过施加电场，液晶盒光照区域中的盒光轴将在光保护盒区的相反方向上切换。

实施例 17(选择性反射)

参照图 12。此时，选择手性材料 20 以具有高扭转力。用显示 $\Delta\epsilon > 0$ 的向列型液晶混合物 E7(Merck)充满器件。如标号 50 所示，两个手性表面在相关的表面亚区 22 中诱导了螺距非常短的螺旋分子序。如标号 52 所示，该螺旋序穿透液晶材料 12 的本体 24，螺旋长度随着远离基底而连续增加。

因此，在液晶盒中，存在梯度螺距的螺旋分子序。通过使用该原理或效应，可以在非常宽的光谱中实现入射光的选择性反射。通过适当选择手性材料和盒间隙，可以由器件获得白光的有效选择性

反射，并因此显示白光。

现在，将器件置于吸收光的黑色背景上，通过液晶盒将看不到黑色背景。接着，穿过液晶盒施加的电场将沿电场，即垂直于基底 14 取向液晶分子，并且液晶盒将变得透明，可以看到黑色背景。因此，如图 13A 和 13B 所示(其中分别描述了光的选择性反射和光的吸收)处于“场开启(field-on)状态”的液晶盒将显示黑色，而在“场关闭(field-off)状态”下将是白色。

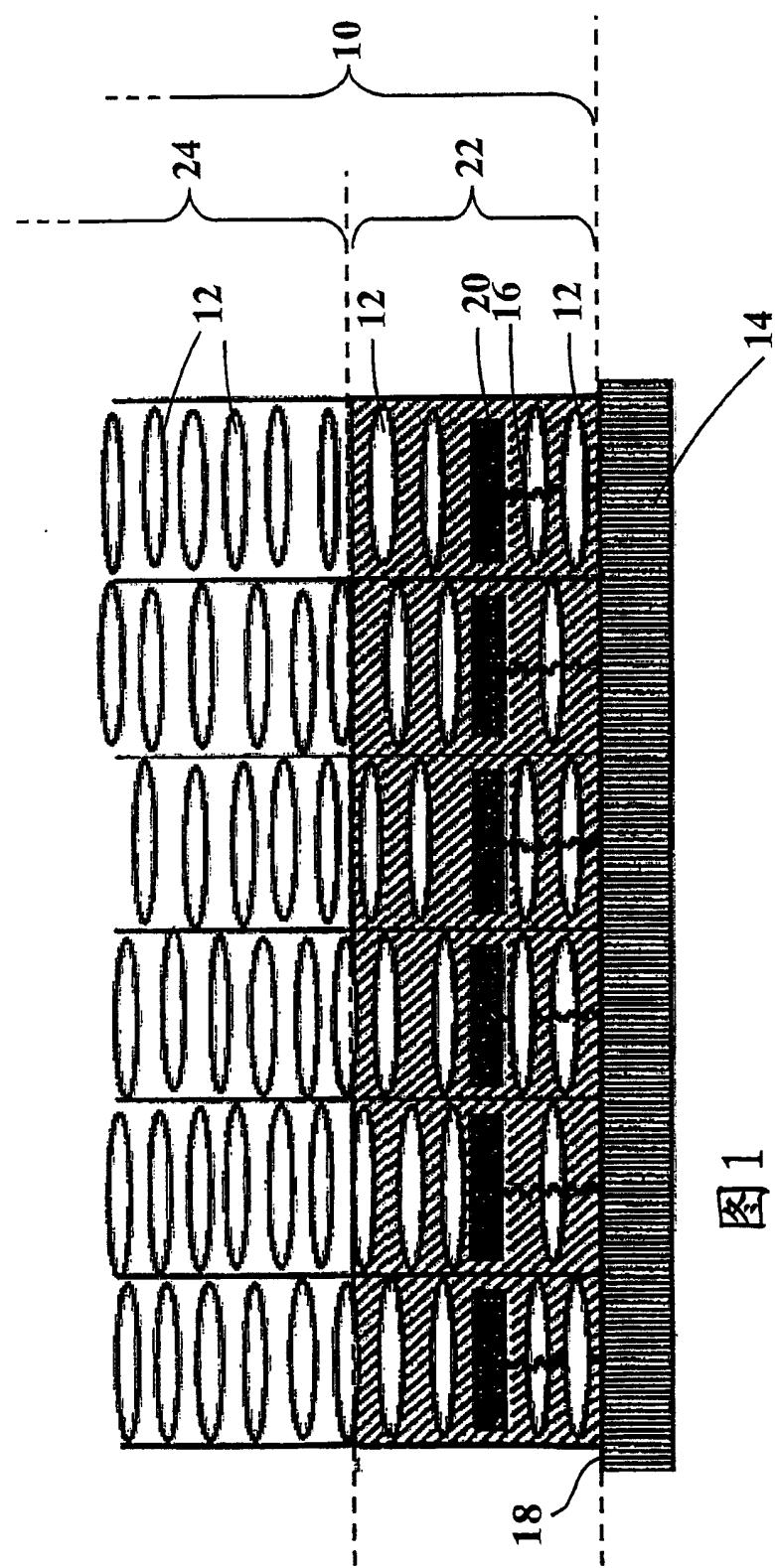


图 1

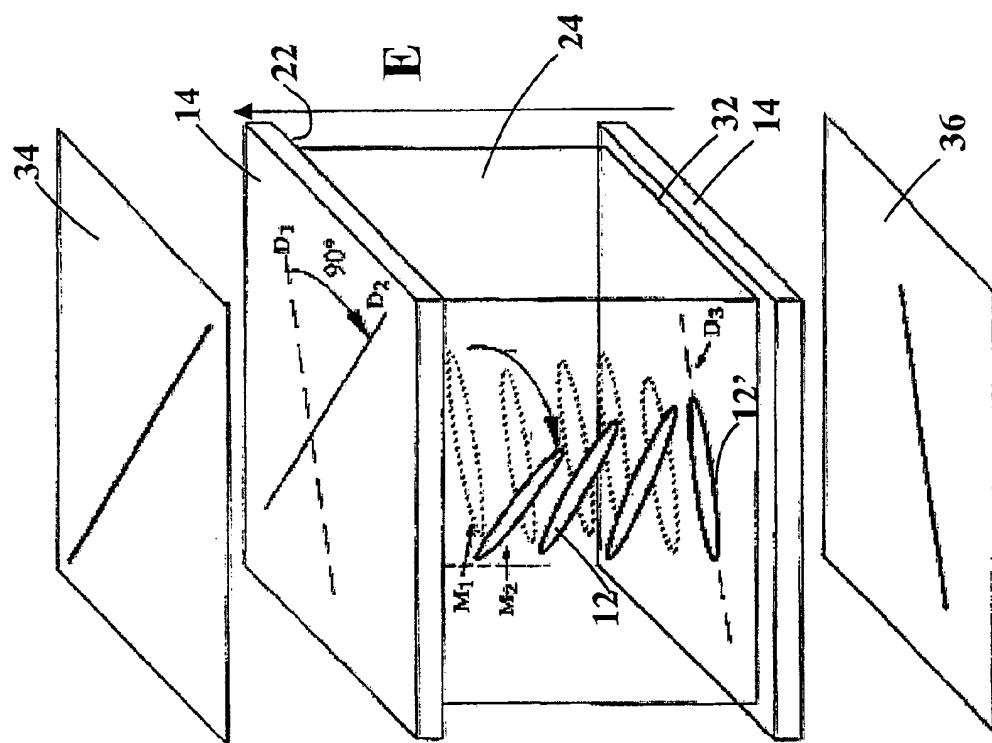


图 2B

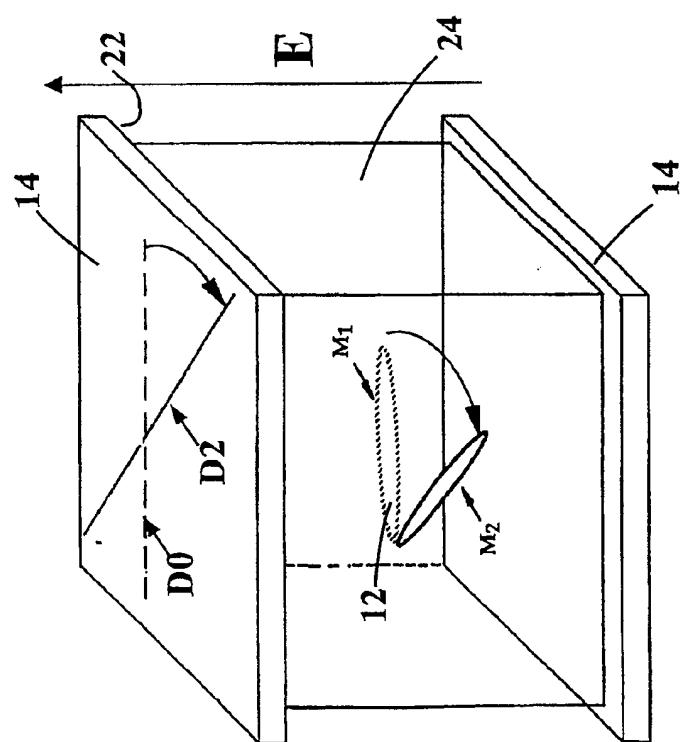
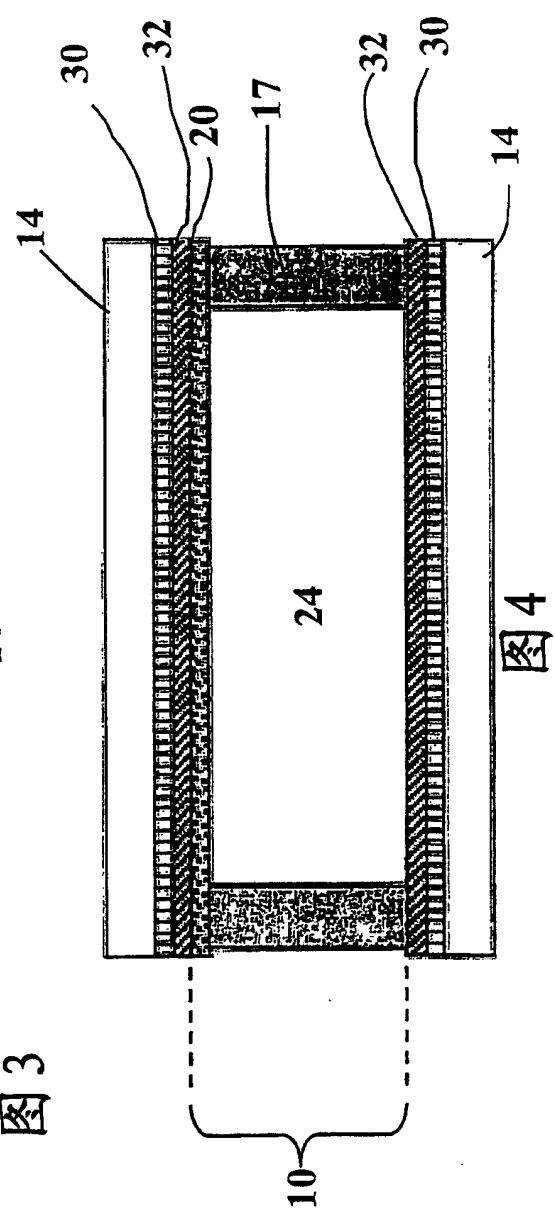
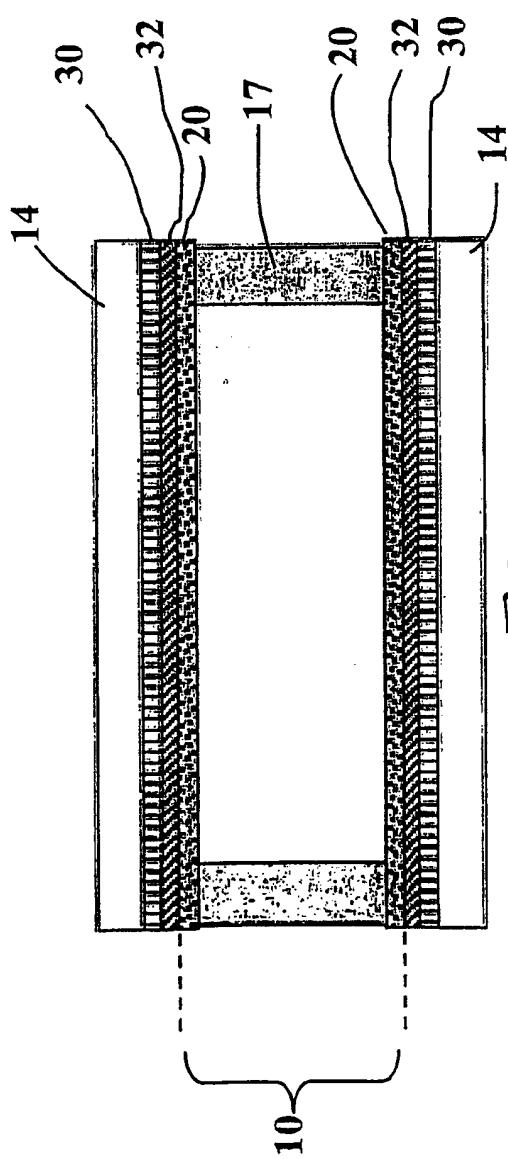


图 2A



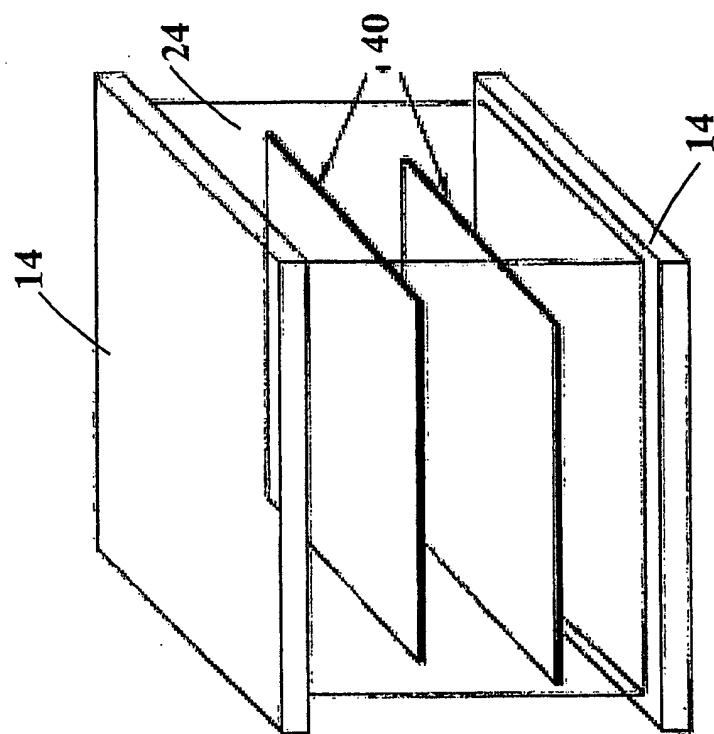


图 5B

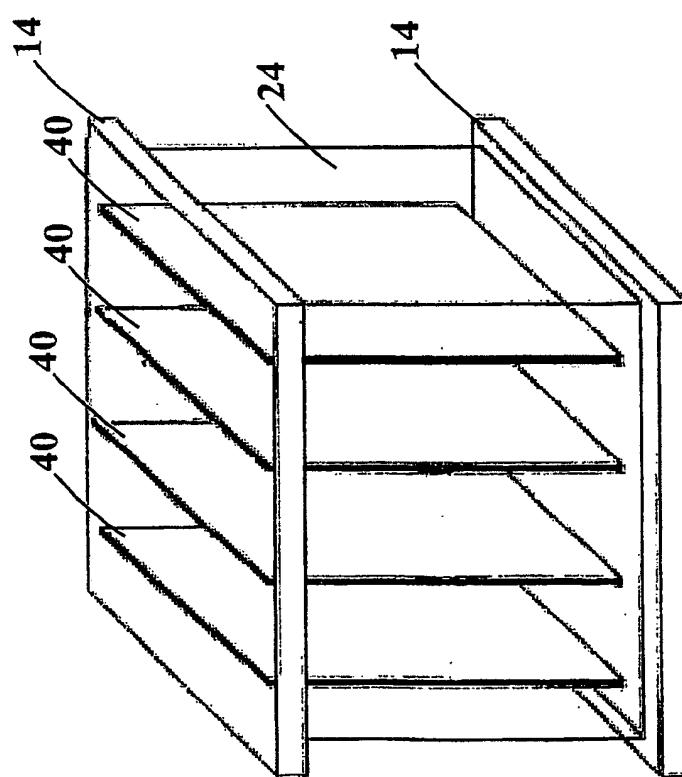
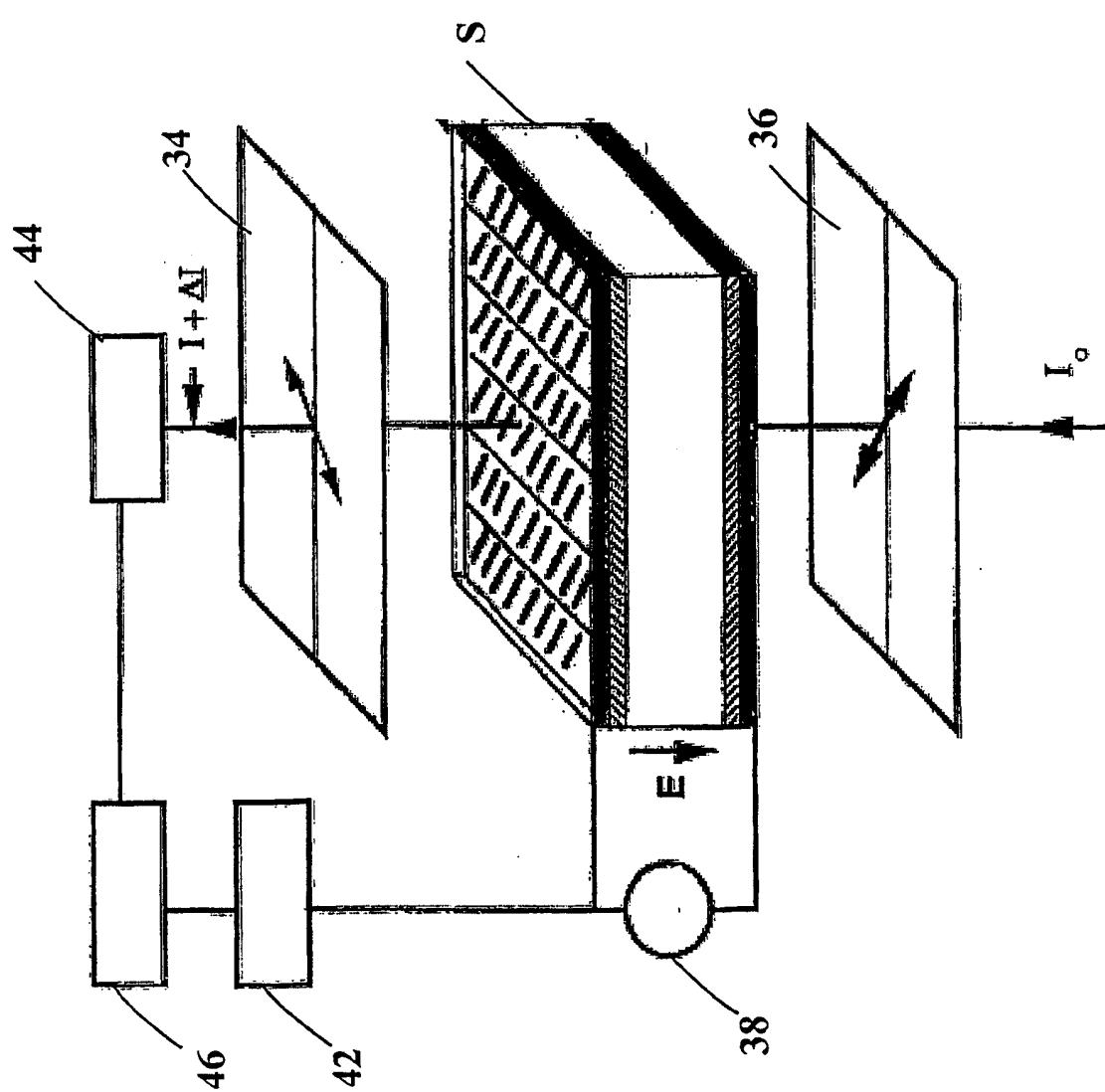


图 5A

图6



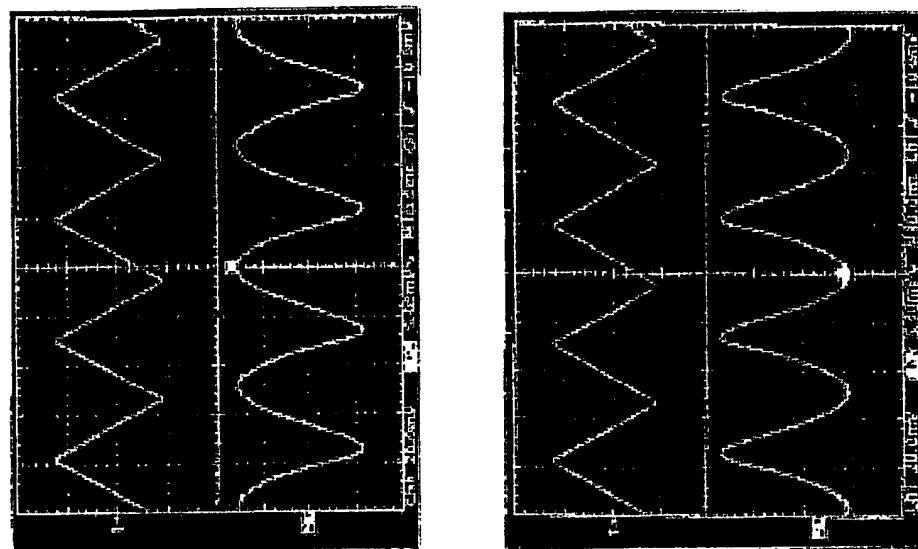


图 8

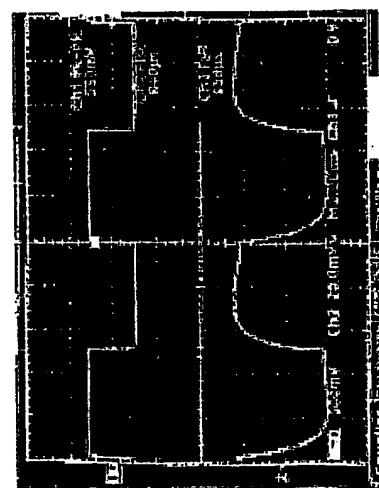
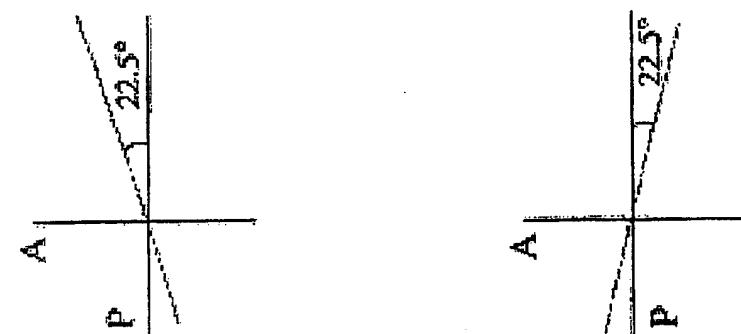


图 7

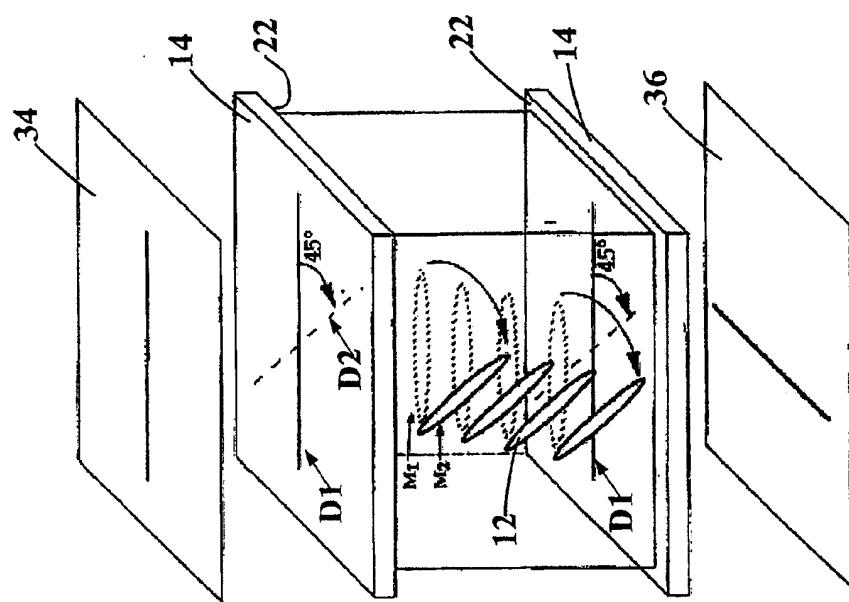


图 9B

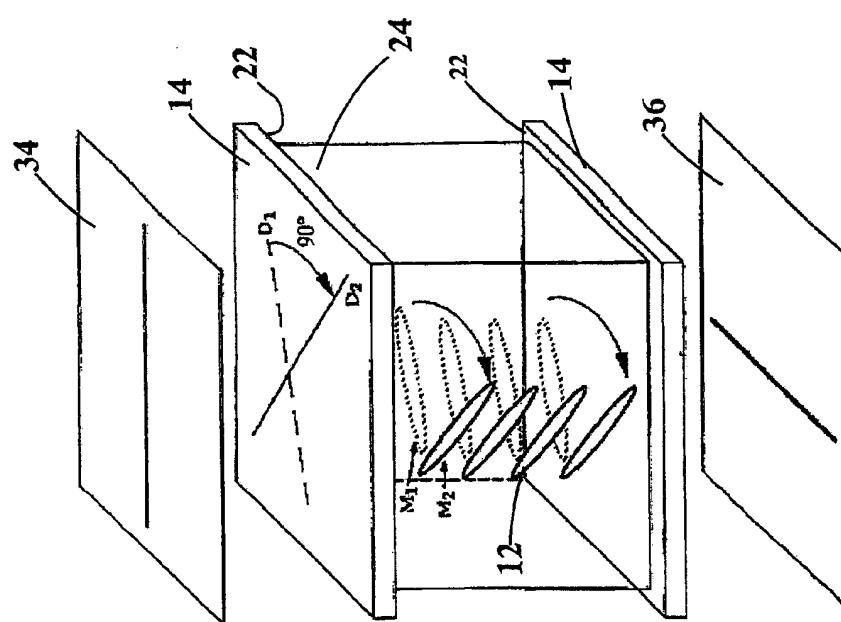


图 9A

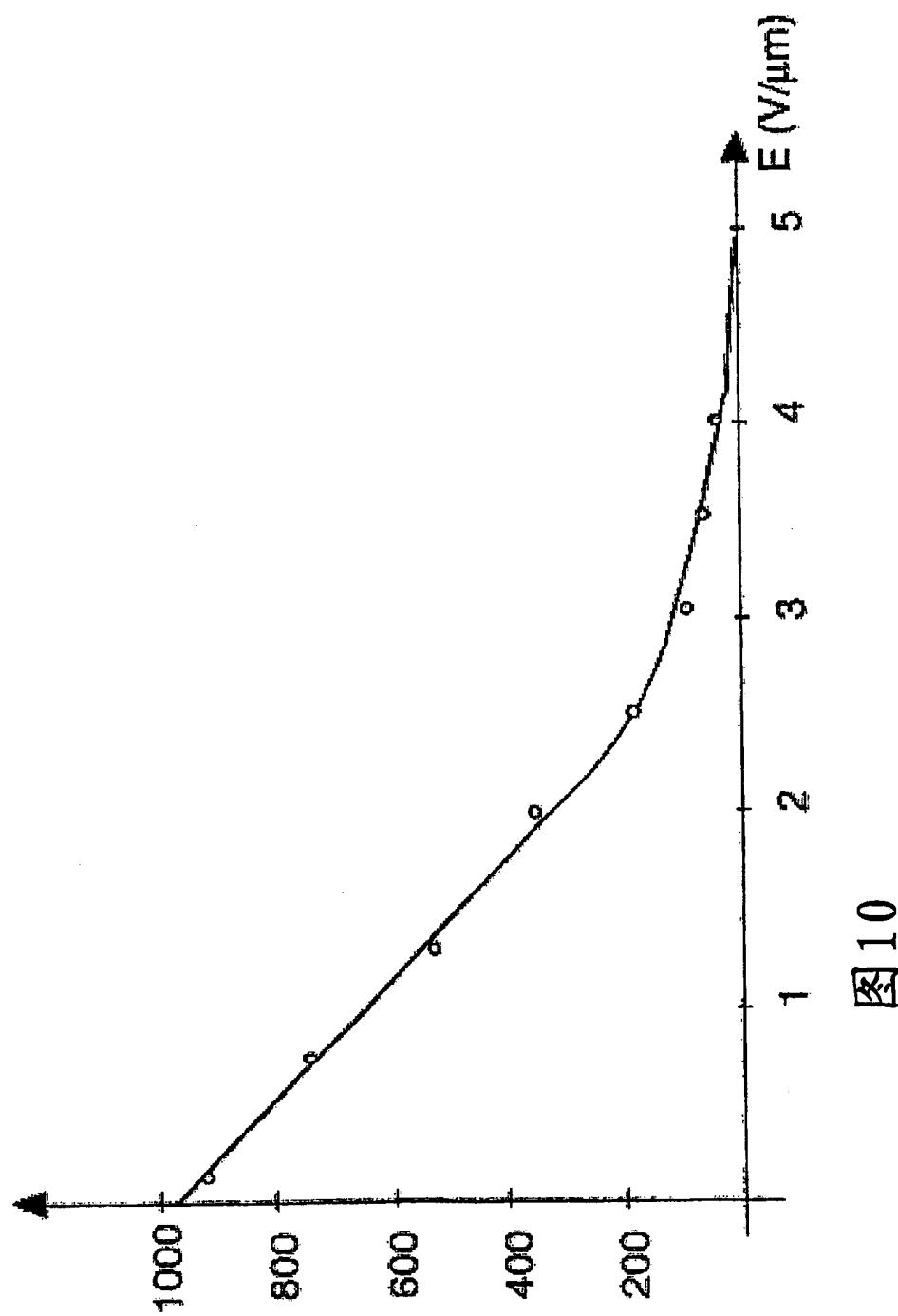
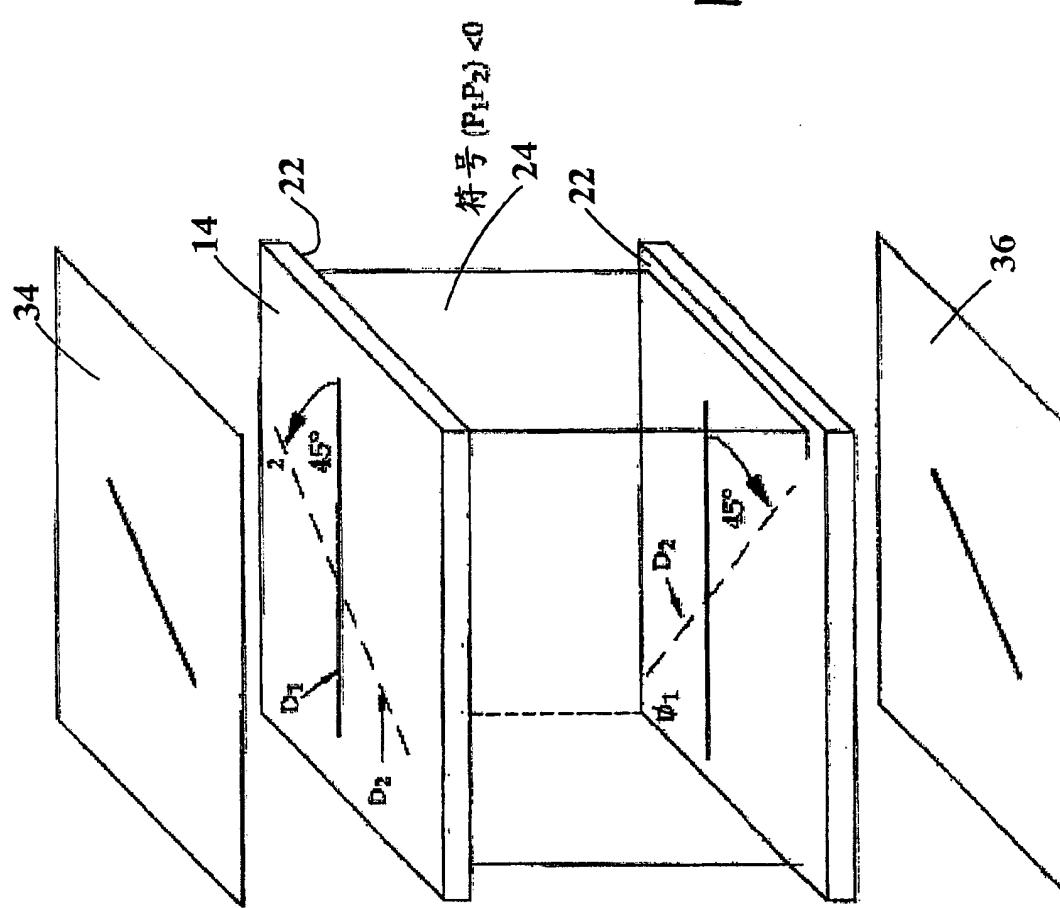


图 10

图 11



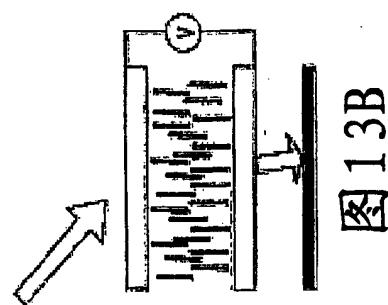


图 13B

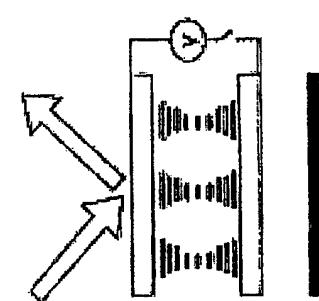


图 13A

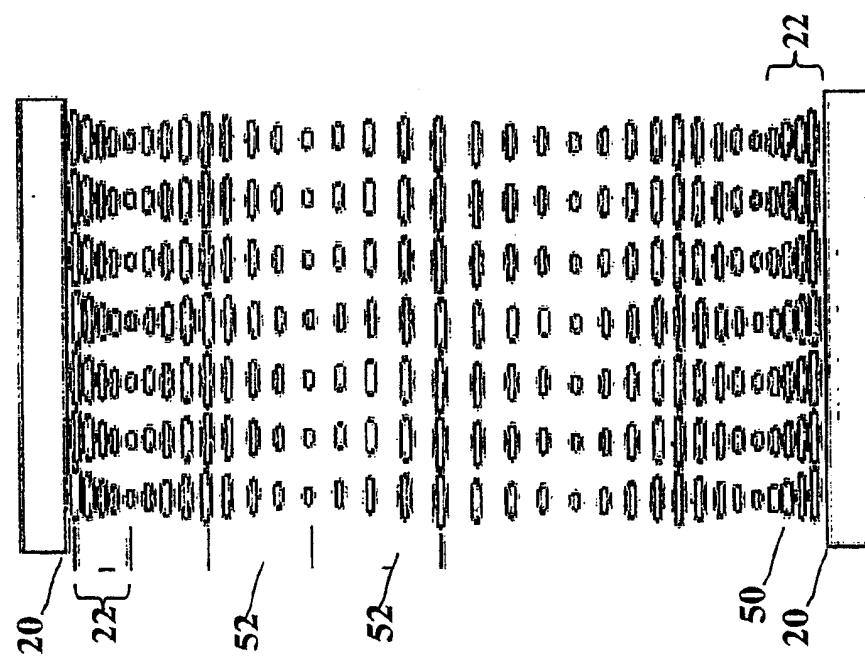


图 12

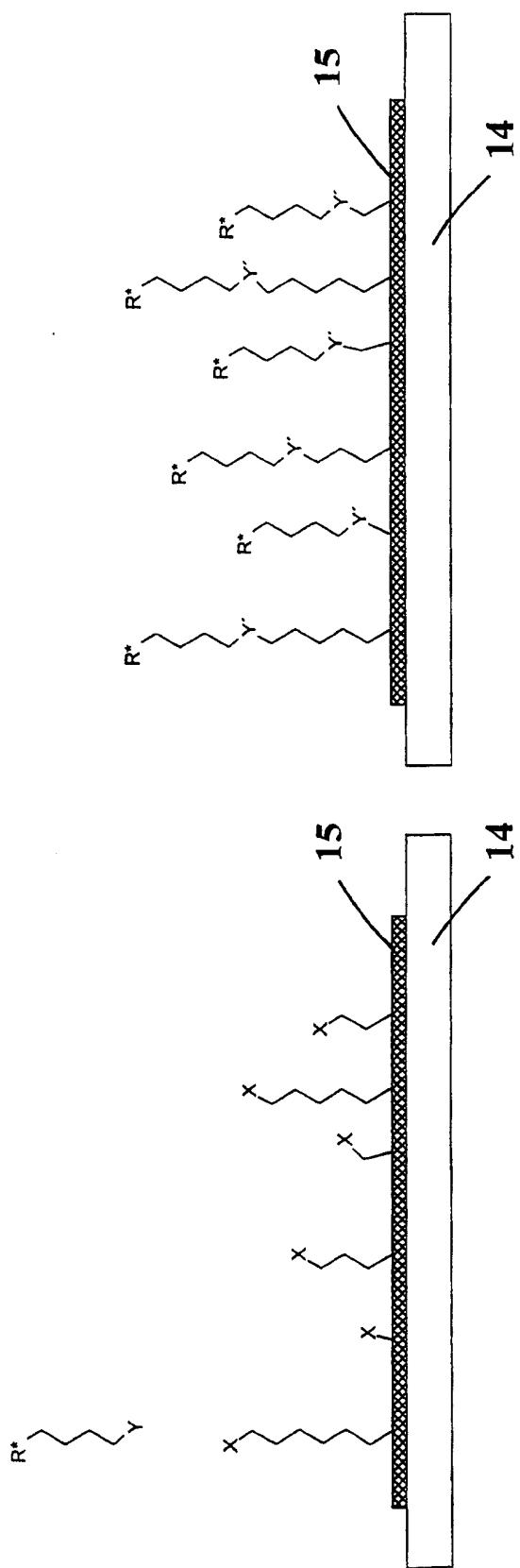


图 14A
图 14B

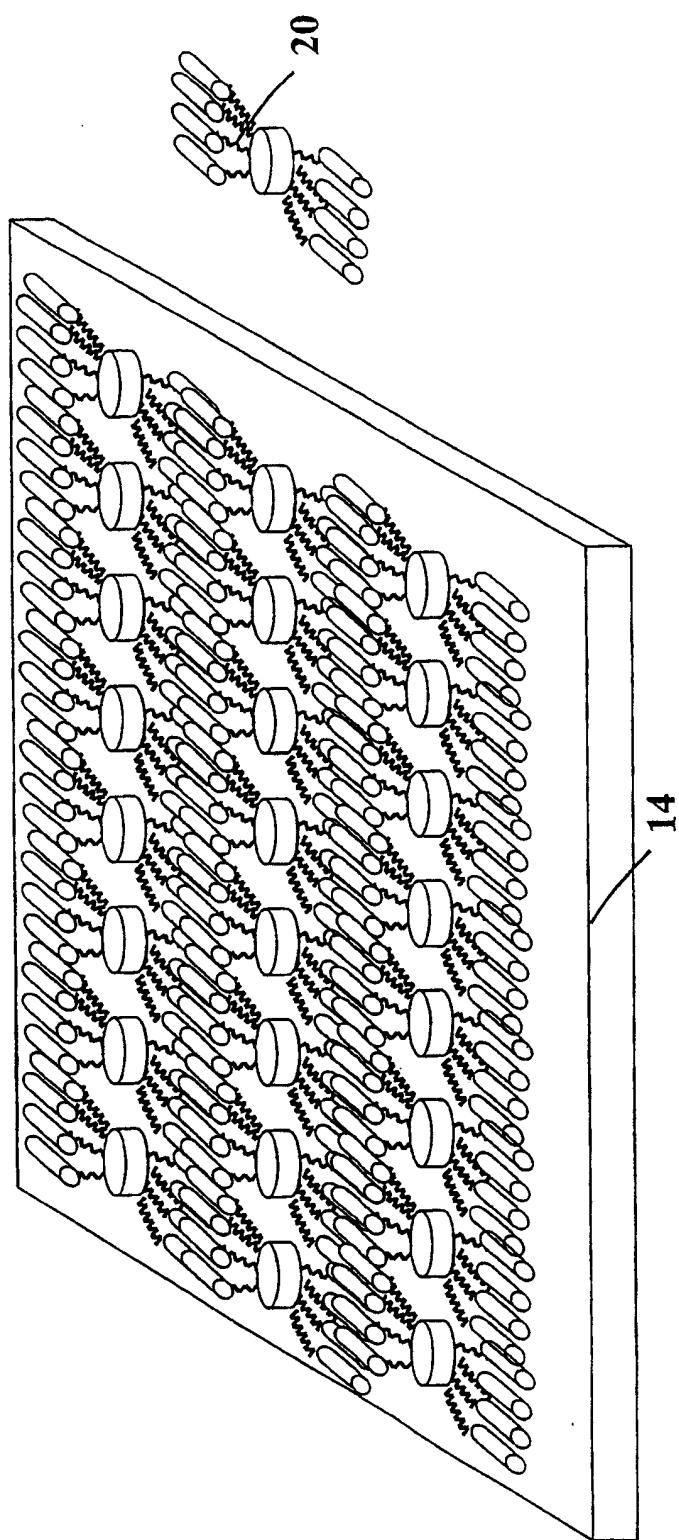


图 15