



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 102540544 B

(45)授权公告日 2016.08.10

(21)申请号 201110434888.6

(22)申请日 2011.12.22

(30)优先权数据

12/976,127 2010.12.22 US

(73)专利权人 光子动力学公司

地址 美国加利福尼亚州

(72)发明人 陈仙海

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理

有限责任公司 11204

代理人 王达佐 阴亮

(51)Int.Cl.

G02F 1/1334(2006.01)

G02F 1/1341(2006.01)

G02F 1/03(2006.01)

(56)对比文件

CN 101663454 A,2010.03.03,

CN 101663454 A,2010.03.03,

US 6203723 B1,2001.03.20,

CN 101430449 A,2009.05.13,

审查员 桑青

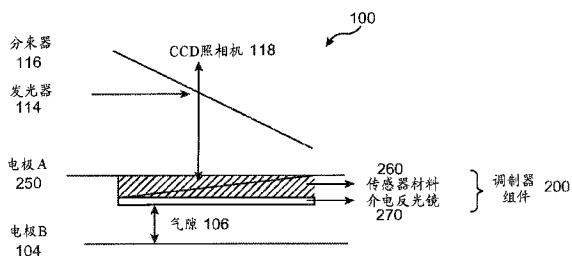
权利要求书3页 说明书12页 附图8页

(54)发明名称

封装的聚合物网络液晶材料、装置及应用

(57)摘要

聚合物网络液晶材料具有诸如刚性和硬度的改进的机械性能以及基本改进的电光性能。能够采用乳化法制备PNLC材料以便基本简化制备过程。能将每一LC微滴设置为具有基本上延展贯穿LC微滴的聚合物网络,且聚合物网络可以包含基本降低转换电压的材料,诸如可与液晶相互作用以便降低LC微滴的表面张力的氟化丙烯酸酯。PNLC材料可以包含与聚合物网络结合的界面层以便基本降低驱动电压。



1. 液晶传感器材料,其包含:

多个液晶微滴,每一微滴包含液晶材料和包含多个交联聚合物链的聚合物网络,其中所述聚合物网络设置为降低所述传感器材料的光传导电压;

聚合物基质,其位于所述多个液晶微滴的每一个的周围,以使所述多个液晶微滴的每一个位于所述聚合物基质之中,以及

位于所述聚合物基质和所述每一液晶微滴之间的界面层以便由所述界面层封装所述多个液晶微滴的每一个并由所述界面层抑制所述网络化的聚合物的结合,

其中所述包含所述多个交联聚合物链的聚合物网络延展至所述界面层并基本未与所述界面层固定,

其中包含所述多个交联聚合物链的所述聚合物网络从由所述每一微滴的第一侧面上的所述界面层的第一部分基本上通过所述每一微滴而延展至所述每一微滴的第二侧面上的所述界面层的第二部分,以及

其中所述包含所述多个交联聚合物链的聚合物网络包含氟化丙烯酸酯以降低与所述界面层接触的所述每一液晶微滴的表面张力和摩擦力。

2. 如权利要求1所述的液晶传感器材料,其中与没有聚合物网络相比,所述聚合物网络将所述多个液晶微滴的百分之五十光传导电压降低至少约25%。

3. 如权利要求2所述的液晶传感器材料,其中所述聚合物网络包含降低所述每一微滴的表面张力从而降低一定量的所述多个液晶微滴的百分之五十光传导电压的材料。

4. 如权利要求3所述的液晶传感器材料,其中所述多个交联聚合物链还包含具有脂肪族碳链的羧酸酯以降低所述每一液晶微滴的表面张力,所述脂肪族碳链包含一种或多种未取代的脂肪族碳链或者取代的脂肪族碳链。

5. 如权利要求4所述的液晶传感器材料,其中降低所述每一液晶微滴表面张力的取代的脂肪族碳链包含氟化脂肪族碳链以降低表面张力。

6. 如权利要求1所述的液晶传感器材料,其中所述每一微滴的所述聚合物网络包括包含丙烯酸酯的多个聚丙烯酸酯链。

7. 如权利要求1所述的液晶传感器材料,其中所述每一微滴的所述聚合物网络包含硅氧烷丙烯酸酯。

8. 如权利要求1所述的液晶传感器材料,其中所述包含所述每一微滴的多个交联聚合物链的聚合物网络与界面层的内表面仅通过弱分子间相互作用结合,而没有在所述内表面和所述多个交联聚合物链之间延展的真正的交联化学键。

9. 如权利要求1所述的液晶传感器材料,其中所述液晶材料的每一微滴的所述界面层包含具有内部疏水侧面和外部亲水侧面的双层,其中所述内部疏水侧面与所述聚合物网络接触而不固定并与液晶材料接触,从而基本降低所述多个液晶微滴的百分之五十光传导电压。

10. 如权利要求1所述的液晶传感器材料,其中所述聚合物网络包含自由基固化的单体或者可溶于所述液晶材料的聚合物,所述聚合物包含丙烯酸酯、二丙烯酸酯、多官能丙烯酸酯、硫醇-烯树脂、硅氧烷丙烯酸酯或者氟化丙烯酸酯中的一种或多种,并且其中所述液晶包含向列LC、铁电LC、蓝相LC, LC/二色性染料混合物、ChLC中的一种或多种,并且其中所述界面层包含二嵌段共聚物或者反应性界面活性剂中的一种或多种。

11. 如权利要求1所述的液晶传感器材料,其中所述聚合物基质包含聚乙烯醇(PVA)、水基胶乳、水基丙烯酸胶乳或者水基聚氨酯胶乳中的一种或多种,并且其中所述界面层包含二嵌段共聚物或者界面活性剂中的一种或多种。

12. 液晶传感器材料,其包含:

多个液晶微滴,所述每一微滴包含液晶材料和包含多个交联聚合物链的聚合物网络;

聚合物基质,其位于所述多个液晶微滴的每一个的周围以使所述多个液晶微滴的每一个位于所述聚合物基质中;以及

界面活性剂,其位于所述聚合物基质和所述每一液晶微滴之间从而由所述界面活性剂封装所述多个液晶微滴的每一个以形成界面层,以便由所述界面活性剂将所述聚合物网络与所述聚合物基质分离,

其中所述包含所述多个交联聚合物链的聚合物网络延展至所述界面层并基本未与所述界面层固定,

其中包含所述多个交联聚合物链的所述聚合物网络从由所述每一微滴的第一侧面上的所述界面层的第一部分基本上通过所述每一微滴而延展至所述每一微滴的第二侧面上的所述界面层的第二部分,以及

其中所述包含所述多个交联聚合物链的聚合物网络包含氟化丙烯酸酯以降低与所述界面层接触的所述每一液晶微滴的表面张力和摩擦力。

13. 制备传感器材料的方法,所述方法包括:

制备包含在水性液体中分散的多个液晶材料微滴的乳液,以及界面活性剂,所述微滴包含溶解在所述液晶材料中的预聚物,所述水性液体包含水基聚合物,以使所述界面活性剂封装所述多个微滴的每一个以形成界面层,其中所述界面活性剂和聚合物网络共同降低所述每一微滴的表面张力;

干燥所述乳液,以便水基聚合物形成位于所述多个微滴的每一个周围的聚合物基质;以及

固化所述干燥的乳液,以便当所述聚合物基质位于所述多个微滴的每一个周围时,所述预聚物在所述多个微滴的每一个内形成聚合物网络,

其中所述包含所述多个交联聚合物链的聚合物网络延展至所述界面层并基本未与所述界面层固定,

其中包含所述多个交联聚合物链的所述聚合物网络从由所述每一微滴的第一侧面上的所述界面层的第一部分基本上通过所述每一微滴而延展至所述每一微滴的第二侧面上的所述界面层的第二部分,以及

其中所述包含所述多个交联聚合物链的聚合物网络包含氟化丙烯酸酯以降低与所述界面层接触的所述每一液晶微滴的表面张力和摩擦力。

14. 如权利要求13所述的方法,其中与没有交联聚合物网络相比,所述聚合物网络将所述多个液晶微滴的百分之五十光传导电压降低至少约25%。

15. 如权利要求14所述的方法,其中所述聚合物网络降低所述多个微滴的每一个的表面张力从而降低一定量的所述多个液晶微滴的百分之五十光传导电压。

16. 如权利要求13所述的方法,其还包括使用所述液晶材料微滴的水性溶液的乳液层来涂覆表面。

17. 如权利要求13所述的方法, 其中将包含溶解的预聚物的液晶材料微滴暴露于包含水溶性聚合物的所述水性溶液。

18. 电光调制器组件, 其包括:

透明基板; 以及

由所述透明基板支撑的权利要求1所述的液晶传感器材料, 其中所述液晶传感器材料包含封装的聚合物网络。

封装的聚合物网络液晶材料、装置及应用

[0001] 相关申请的引用

[0002] 不适用

[0003] 与在联邦政府资助的研发下所产生的发明有关的权利的声明

[0004] 不适用

[0005] 参考在光盘上所提交的“序列表”、表格或计算机程序列表附件

[0006] 不适用

[0007] 发明背景

[0008] 本发明涉及用于电光应用用途的液晶材料。更具体地,本发明的很多实施方式涉及液晶/聚合物复合材料、制备方法和设备以及这类复合材料的应用。

[0009] 电压映像(voltage imaging)技术可以用于测定和检测平板薄膜晶体管(下文称“TFT”)陈列中的缺陷。根据该检测技术,模拟TFT阵列的性能,仿佛其被装配为TFT盒(TFT cell),随后使用电光(下文称为“EO”)的光调制器类检测器通过间接检测在该平板上的实际电压分布、或所谓的电压映像来检测TFT阵列的特性。

[0010] 最基本形式的电压映像光学系统(下文称为“VIOS”)包括EO调制器、成像物镜、电荷耦合装置(CCD)照相机或其它适合或类似的传感器以及影像处理器。该EO调制器的电光传感器是基于聚合物基质中的液晶(下文称为“LC”)微滴的光散射性质,例如聚合物基质(液晶/聚合物复合材料,或LC/聚合物)膜中的向列液晶微滴。在现有操作中,将EO调制器放置于TFT阵列的表面以上约5-75微米处,并且施加偏压贯穿EO调制器表面上的铟锡氧化物(下文称为“ITO”)层的透明电极。于是,EO调制器以电容性的方式与TFT阵列结合,以便通过液晶/聚合物复合层来感应与TFT阵列相关的电场。通过贯穿液晶/聚合物复合材料中的液晶(LC)材料的电场强度的变化来改变(即调制)透射经过LC/聚合物层的入射光强度。随后将该光反射出介电反射镜并通过CCD照相机等传感器来收集。提供可为诸如红外光或可见光的入射辐射的源以照射LC/聚合物膜和介电反射镜。

[0011] 由于元件与受检平板(PUT)极为接近,因此在正常使用中LC/聚合物调制器结构能够被不期望的微粒损坏,这能够大大缩短可用寿命。因此,调制器寿命改善是LC/聚合物调制器研发的主要目标之一。例如,第7,817,333号美国专利公开了改进的LC/聚合物调制器结构。然而,在不损失LC调制器的机械性能的前提下进一步改善转换电压是有益的。

[0012] 调制器灵敏度是LC调制器装置的另一个重要特性。改善的调制器灵敏度能够导致改进的测定能力,因此其为LC调制器开发的重要方面,尤其在LC/聚合物基质研发中。缺陷测定的灵敏度能被定义为透射光的变化与TFT阵列上缺陷像素和正常像素之间电压差的比值。另外,诸如用于笔记本电脑和手持设备的显示器的一些应用对功耗是敏感的,从而具有低于理想灵敏度且高于理想电压的现有显示器在至少一些情况下能够导致更高的功耗以及更短的电池寿命。

[0013] 本发明的相关工作表明于此有关的现有LC材料和现有制造检测方法可能达不到理想状态。例如,微粒污染能够损坏诸如电压映像系统和/或受检平板的检测设备。同样,检测设备灵敏度可能达不到理想状态。

[0014] 聚合物网络液晶(下文称为“PNLC”)能够为在液晶中稳定的聚合物(下文称为“PSLC”)形态,并且现有PNLC和PSLC材料在至少一些情况下可能不非常适用于电压映像系统。例如,这些现有材料可能缺少固有的机械强度和薄膜硬度,这是由于其聚合物的比例较低,例如在至少一些情况下小于10%。尽管已将界面聚合过程用于封装液晶和预聚物混合物,这类现有界面聚合过程稍显冗繁并在至少一些情况下能够提供不够理想的LC材料。例如,界面聚合过程能够产生高度交联的硬壳层,并且这类交联的壳层能够不期望地影响在该壳中所包含的液晶转换。

[0015] 虽然上述材料、设备和方法可以适用于某些应用,但在本领域中仍亟需改进的电光LC材料,更具体地为改进的电光LC材料和检测设备的灵敏度和寿命性能。

[0016] 发明概述

[0017] 本发明涉及在电光应用中使用的液晶材料。更特别地,本发明的多个实施方式涉及液晶/聚合物复合传感器材料、制备方法和设备以及这类复合传感器材料的应用。仅通过实例的方式,参考包含电压映像系统的实施方式来描述本发明的材料、方法和设备。本发明的材料、方法和设备能够与多种其它电光应用共同使用,例如平板显示器中所使用的液晶复合材料。

[0018] 本发明的实施方式提供了改进的聚合物网络液晶传感器材料,其具有诸如刚性和硬度的改进的机械性能,并且PNLC基本改进了电光性能。能够使用乳化法制备PNLC传感器材料以便基本简化制备过程。乳化法能够产生多个液晶材料微滴,其具有在1 μm 至约10 μm 范围内的适合的尺寸分布。水基封装过程能够与UV固化结合以便在多个液晶微滴内形成聚合物网络。在多个实施方式中,每一LC微滴设置为具有基本延展贯穿LC微滴的聚合物网络,并且该聚合物网络可以在微滴的外边界处接触界面材料或聚合物基质,而基本上不固定聚合物网络。多个液晶微滴的每一聚合物网络可以包含基本降低转换电压的材料,诸如氟化丙烯酸酯或者硅氧烷丙烯酸酯,其可以与液晶相互作用以便降低LC微滴的表面张力。封装的PNLC传感器材料可以包含与聚合物网络结合的界面层以便基本降低驱动电压。

[0019] 在多个实施方式中,电压映像光学系统包括由封装的PNLC材料组成电光调制器,并且具有显著改进的缺陷测定和灵敏度,而无诸如硬度下降的机械性能下降。封装的PNLC材料的调制器也能够较高的气隙处操作,同时具有符合要求的缺陷检测灵敏度,从而在与电压映像系统共同使用时基本提高调制器的寿命。在多个实施方式中,封装的PNLC调制器能够在TFT板上与大于100 μm 的气隙共同操作,并且能够实现缺陷的灵敏度约30%至约70%的改善。当在TFT板上的较高的气隙处操作时,封装的PNLC调制器基本具有更长的寿命,因为与受检平板相接触的可能性降低,而损伤是与微粒或者板上其它残留物有关。受检平板的损伤的可能性也降低。

[0020] 多个实施方式提供封装的PNLC材料的改进的制备方法。改进的乳化过程能够用于LC微滴的封装,以便能够将PNLC材料的多个组分结合。在干燥前将PNLC乳液的组分进行分布以便在液晶的微滴中溶解各个单体、预聚物和光引发剂的大部分,并且液晶微滴在乳化过程后能够基本上被界面化合物所包围。PNLC乳液的组分可以在乳液中形成以便在乳化和涂覆过程中提供络合PNLC结构。包含液晶、界面层和聚合物网络的乳液材料能够结合以便进一步降低聚合物基质中的LC微滴的转换电压。

[0021] PNLC材料可以包含多个具有结构的组分,对所述结构进行设置以便基本降低转换

电压以传导光。PNLC材料可以包含多个LC材料的微滴以便提供应答驱动电压的光传导,聚合物网络基本延展贯穿每一微滴以降低转换电压,并且聚合物基质基本在每一微滴周围延展以便提供机械刚性和硬度。PNLC传感器材料可进一步包含界面层以便降低传导电压。界面层可封装每一微滴以便基本降低转换电压,并且界面层可包含双层结构。聚合物基质可以包含足以提供足够刚性和硬度的聚合物量,例如聚合物基质与液晶的重量比为约20/80至约50/50。聚合物基质可以包含聚合物材料,诸如聚氨酯或者聚丙烯酸酯胶乳或者其组合物,以便提供机械稳定性和膜硬度。聚合物网络可以包含许多交联材料中的一种或多种,并且可以包含氟化组分或者硅氧烷丙烯酸酯组分或者其组合。聚合物网络能够提供改进的转换速率和提高的光散射以便改善对比度。

[0022] 在第一方面,实施方式提供了液晶传感器材料。液晶传感器材料包含多个液晶微滴和聚合物基质。每一微滴包含液晶材料和包含多个交联聚合物链的聚合物网络。将聚合物网络设置以降低传感器材料的液晶的光传导电压,以便能够使光以降低的电压透射过传感器材料。将聚合物基质放置在多个液晶微滴的每一个的周围以便使所述多个液晶微滴的每一个位于聚合物基质之中。

[0023] 在多个实施方式中,界面活性剂位于聚合物基质和所述每一液晶微滴之间从而使用界面活性剂封装所述多个液晶微滴的每一个,以便使用界面活性剂将聚合物网络与聚合物基质分离。

[0024] 在另一方面,实施方式提供了传感器材料的制备方法。制备乳液以使乳液包含在水性液体中分散的液晶材料的多个微滴。微滴包含在液晶材料中溶解的预聚物,并且水性液体材料包含水基聚合物,诸如水溶性聚合物或者水基胶乳或者其组合。干燥乳液以使水溶性聚合物或者水基胶乳形成位于多个微滴的每一个周围的聚合物基质。当聚合物基质位于所述多个微滴的每一个周围时,将干燥的乳液固化以使预聚物在多个微滴的每一个内形成聚合物网络。

[0025] 在另一方面,实施方式提供电光调制器组件。该组件包括透明基板、由透明基板支撑的液晶传感器材料。液晶传感器材料可以包含多个液晶微滴和聚合物基质,其中微滴包含液晶材料和包含多个交联聚合物链的聚合物网络。能将界面活性剂放置在聚合物基质和所述每一液晶微滴之间从而使用界面活性剂封装所述多个液晶微滴的每一个,以便使用界面活性剂将聚合物网络与聚合物基质分离。

[0026] 附图简述

[0027] 图1表示本发明实施方式的包括由LC/聚合物传感器材料组成的电光调制器的电压映像系统的示意图;

[0028] 图2A表示本发明实施方式的包含液晶传感器材料的电光调制器组件的示意图;

[0029] 图2B表示本发明实施方式的液晶材料传感器材料的示意图;

[0030] 图2C表示本发明实施方式的适于与聚合物网络共同使用的丙烯酸酯单体;

[0031] 图2D表示本发明实施方式的适于与聚合物网络共同使用的二丙烯酸酯预聚物;

[0032] 图2E表示本发明实施方式的适于与聚合物网络共同使用的三丙烯酸酯预聚物;

[0033] 图3A表示本发明实施方式的夹在两个ITO基板之间的LC/聚合物复合物的传导-偏压曲线的实例;

[0034] 图3B表示本发明实施方式的LC/聚合物复合调制器的具有操作点的传导-偏压曲

线的实例；

[0035] 图4A表示本发明实施方式的包含聚合物网络液晶材料的电光调制器组件的制造方法；

[0036] 图4B表示在干燥乳液后且在暴露于UV光之前的中间传感器材料；以及

[0037] 图5表示根据实施方式，检测的包含封装的PNLC的组件的电光性质，所述PNLC位于两个ITO聚酯薄膜之间。

[0038] 发明详述

[0039] 本发明的实施方式涉及电光应用中使用的液晶材料。更特别地，本发明的实施方式涉及液晶/聚合物复合材料、制备方法和设备以及这类复合材料的应用。仅通过实施方式的实例，参考电压映像系统来对材料、方法和设备进行描述。本发明实施方式的材料、方法和设备能够与多种其它电光应用共同使用，例如在平板显示器中使用的液晶复合材料。

[0040] 以下转让给光子动力学公司(Photon Dynamics Inc.)的专利描述使用这些材料的调制器组件和LC材料涂覆工艺：“Modulator Transfer Process and Assembly”，Michael A. Bryan，第6,151,153号美国专利(2000)；“Modulator Manufacturing Process and Device”，Michael A. Bryan，第6,211,991 B1号美国专利(2001)；“Method for Manufacturing PDLC-Based Electro-Optic Modulator Using Spin Coating”，Xianhai Chen，第6,866,887 B1号美国专利(2005)；“Scratch and Mar Resistant PDLC Modulator”，Xianhai Chen，第7,099,067 B2号美国专利(2006)；“Modulator with Improved Sensitivity and Lifetime”，Xianhai Chen，第7,817,333 B2号美国专利(2010)；上述各个引用的专利整体通过引用方式并入本文，并适于根据本文所描述的实施方式各种组合。

[0041] 如本文所用，UV光指紫外光。

[0042] 如本文所用，NCAP指向列曲线排列相。

[0043] 如本文所用，PDLC指聚合物分散液晶。

[0044] 如本文所用，ChLC指胆甾醇液晶。

[0045] 在多个实施方式中，转换电压对应于提供一定量的光传导的电压量。例如，百分之五十传导阈值(下文称为“V50”)对应于足以提供相当于约50%最大光传导量的光传导量的电压量，并且百分之九十传导阈值(下文称为“V90”)对应于足以提供相当于约90%最大光传导量的光传导量的电压量。

[0046] 本文所描述的液晶材料可以包含封装的PNLC并且能够采用多种方法使用且可以与诸如LC调制器的多种LC装置结合。该液晶材料可以包含封装的PNLC，其具有结合的界面活性剂和聚合物网络以便基本降低LC调制器的转换时间和驱动电压。本文所描述的LC材料非常适于在约0摄氏度至约60摄氏度的环境温度下使用。

[0047] 所述包含封装的PNLC的液晶材料可以包含适于与电光调制器组合的下述材料性能中的一种或多种：

[0048] 1. 低驱动电压。如本文所描述，由低驱动电压电光材料制成的调制器能够在AM-LCD TFT板上的高气隙处进行操作，同时仍保持良好的缺陷测定灵敏度。

[0049] 2. 基本刚性的机械性能。电光调制器能够由聚酯薄膜保护并且在使用中通过空气轴承而升起。在多个实施方式中，能够在调制器表面下提供气流以便升起调制器，而基本没

有材料变形或者性能衰退。例如,气流可以相当于每平方英寸约90磅的压力(下文称为“psi”)。

[0050] 3.低介电常数。低介电常数允许在TFT板和调制器之间的间隙。更低的介电常数提供调制器材料层上的提高的电压。低介电常数能够为约3至约7。

[0051] 4.快速切换以提供对施加于受检平板的电压变化的快速响应。

[0052] 本文所描述的液晶材料可以包含足够的聚合物以便LC材料能够为足够刚性的。通过封装PNLC(或PSLC),聚合物基质能够提供机械强度且电光性能能够基本改善。至少约25%的聚合物百分比能够足以提供用于调制器应用的LC材料的可接受的机械性能。

[0053] 图1示意性表示用于TFT检测且适于实施方式的组合的电压映像系统100的元件。电压映像系统的元件可以包含一个或多个如在第7,639,319号美国专利中描述的元件和/或市售电压映像系统的元件。电压映像系统100可以包含电光调制器组件200、发光器114、分束器116和CCD照相机118。电光调制器组件200能够包括透明电极250(电极A)、支撑透明电极250的透明基板220、聚合物网络液晶传感器材料260以及由塑料薄膜支撑的介电反射镜270,例如薄膜(pellicle)。透明电极250可以包含由铟锡氧化物(ITO)制成的薄膜,其对于可见光是透明的。液晶传感器材料260在电场中具有电光响应。电极B 104能够包含受检平板(PUT),例如TFT板。通过向透明电极250(电极A)施加电压并将电极B接地,能够得到传导-电压(T-V)曲线。对于TFT测试,当向调制器施加临近响应曲线中部的恒定电压时,能够依据CCD照相机118的光强度变化对施加在各个像素上的电压进行测定。有缺陷的像素将产生异常响应。

[0054] 在电极A和B之间施加的电压能够通过下述方程表达:

[0055] $V_{\text{偏压}} = V_{\text{传感器}} + V_{\text{薄膜}} + V_{\text{空气}}$

[0056] $= V_{\text{传感器}} [1 + (\epsilon_{\text{传感器}} \times d_{\text{薄膜}}) / (\epsilon_{\text{薄膜}} \times d_{\text{传感器}}) + (\epsilon_{\text{传感器}} \times d_{\text{空气}}) / d_{\text{传感器}}]$ [等式1]

[0057] $V_{\text{偏压}}$ 为在电极A和电极B之间施加的电压;

[0058] $V_{\text{传感器}}$ 为传感器材料所需的电压;

[0059] $V_{\text{薄膜}}$ 和 $V_{\text{空气}}$ 为贯穿薄膜和间隙的电压;

[0060] ϵ 为各个材料的介电常数;以及

[0061] d 为各个材料的厚度。

[0062] 对于固定的 $V_{\text{偏压}}$,电极间的气隙 $d_{\text{空气}}$ 为液晶传感器材料的固有操作电压($V_{\text{传感器}}$)的函数。在多个实施方式中,液晶传感器材料的固有转换电压对应于贯穿传感器材料的电压,在该电压下,通过传感器材料的光传导对贯穿传感器材料的电压变化具有最大灵敏度,如下参考图3A和3B更全面地阐述。在多个实施方式中,通过利用上述方程,贯穿电极的操作电压与LC材料的固有转换电压有关。通过提供具有降低的固有转换电压的材料,能够降低转换时间。

[0063] 图2A表示电光调制器组件200的示意图。调制器组件200包括传感器材料260。传感器材料260可以包含本文所描述的封装聚合物网络液晶材料。调制器组件可以包含抗反射涂膜210。调制器组件可以包含光学透明的支撑基板,诸如光学玻璃220。抗反射涂膜210能够沉积在光学玻璃220的上表面上。光学粘合剂230能够位于光学玻璃220的下表面上。聚酯膜240层包含延伸的聚对苯二甲酸乙二酯(PET),市售的如Mylar™,能够与具有粘合剂230的光学玻璃相结合。诸如ITO的光学透明电极250能够与聚酯膜240结合。封装聚合物网络液

晶传感器材料260能够与光学透明电极250结合。包含在诸如Mylar™的PET薄膜上沉积的介电反射镜层的介电薄膜反光镜270能够与封装聚合物网络液晶传感器材料的下表面结合。有机硬涂膜280能够附着于介电薄膜反光镜250。有机硬涂膜280可以包含第7,099,067号美国专利中描述的硬涂膜的组分。

[0064] 图2B表示包含实施方式的封装聚合物网络液晶传感器材料的传感器材料260的示意图。传感器材料260包含液晶材料262的多个微滴261。多个微滴的每一个可以包含基本延展贯穿微滴的聚合物网络264。界面层266能够封装多个微滴261的每一个。聚合物基质268能够位于多个微滴的周围以便包含和基质268在一起的多个微滴。界面层266可以包含与聚合物基质268结合的第一部分266A和与液晶微滴的表面结合的第二部分266B以便降低液晶微滴的表面张力。聚合物网络264可以包含多个交联的聚合物链。聚合物网络264能够从第一端264A基本上通过微滴而延展至第二端264B,以便降低转换电压。例如,聚合物网络264的第一端264A和第二端264B能够与界面层266结合,而基本不使聚合物网络264固定于界面层266。

[0065] 例如,液晶传感器材料260可以包含三种组分的一个或多个以便基本降低转换电压,例如V90或者V50。液晶材料262、聚合物网络264和界面层266可以各自包含一种或多种降低液晶微滴的表面张力并且降低相应的液晶微滴的转换电压的材料。例如,聚合物网络可以包含氟化丙烯酸酯或者硅氧烷丙烯酸酯或者其组合。界面层可包含一种或多种降低表面张力和转换电压的组分。液晶材料可以包含适于与聚合物网络和界面层进行组合的液晶材料以便提供降低的V90和相应的表面张力。

[0066] 例如,LC材料262的液晶可以包含一种或多种的向列LC、铁电LC、蓝相LC、LC/二色性染料混合物或者ChLC。对于二色性染料+LC体系,二色性染料能够在断开状态时吸收光并在导通状态时传导光,其将通过使用更高的光强度来改善对应于s-曲线斜率的光传导电压灵敏度。液晶材料能够基本为疏水性的,以便能够由乳液形成LC材料的微滴,并且预聚物和光引发剂能够基本溶解在LC微滴中。预聚物和光引发剂能够基本为疏水性的,以便乳液的液晶微滴包含大多数的光引发剂和预聚物混合物。

[0067] 聚合物基质材料268可以包含一个或多个诸如聚乙烯醇(PVA)的水基聚合物、诸如Neorez R-967(由NeoResins生产,其为DSM.的部门)的水基胶乳。聚合物基质材料的量可以对应于传感器材料的强度和刚性。例如,液晶材料与聚合物基质材料的重量比能够为约50/50至约80/20。提高的聚合物基质材料的量能够增加传感器材料的强度。

[0068] 聚合物网络264可以包含一种或多种材料以便基本降低微滴的液晶材料的转换电压。例如,聚合物网络可以包含降低所述每一微滴表面张力的材料以便降低光传导电压,诸如百分之五十光传导电压或者百分之九十光传导电压或者两者。聚合物网络可以包含多个交联的聚合物链。聚合物链可以包含具有脂肪族碳链的羧酸酯类以降低每一液晶微滴的转换电压和表面张力,所述脂肪族碳链包含一种或多种未取代的脂肪族碳链或者取代的脂肪族碳链。例如,取代的脂肪族碳链可以包含氟化脂肪族碳链以降低表面张力。聚合物链可以包含多个包含丙烯酸酯的聚丙烯酸酯链。可替代地或组合地,聚合物网络可以包含硅氧烷丙烯酸酯。例如,酯的脂肪链可以包含氟化脂肪链以降低转换电压,诸如氟化脂肪链丙烯酸酯。

[0069] 当不施加电压时,液晶材料262能够散射光,并且聚合物网络264能够提高液晶材

料的光散射以便改善对比度。

[0070] 包含多个交联聚合物链的聚合物网络能够与界面层266的内表面仅通过弱分子间相互作用结合,而没有在内表面和多个交联聚合物链之间延展的真正的交联化学键。本文所描述的预聚物和单体的聚丙烯酸酯可以与界面层266不形成交联化学键,以便能够抑制聚合物网络与界面层通过化学键的交联。

[0071] 图2C表示适于与聚合物网络共同使用的丙烯酸酯单体。

[0072] 图2D表示适于与聚合物网络共同使用的二丙烯酸酯预聚物。

[0073] 图2E表示适于与聚合物网络共同使用的三丙烯酸酯预聚物。

[0074] 例如,脂肪基R1至R5可以包含一种或多种烷基或者氟化烷基。与实施方式相关的研究表明氟化烷基能够基本降低转换电压并可以对LC材料微滴提供降低的表面张力以降低转换电压。

[0075] 可以以多种方式组合三种或更多种类型的丙烯酸酯预聚物以便提供具有降低的转换电压的聚合物网络,所述丙烯酸酯预聚物包括单丙烯酸酯、二丙烯酸酯和三丙烯酸酯、多官能丙烯酸酯或者其组合物。在多个实施方式中,在交联的聚合物网络和聚合物基质材料之间没有形成真正的化学连接。例如,聚合物网络能够与接触聚合物网络的界面层266一起形成,而没有从聚合物网络延展至界面层的真正的化学连接。例如,在没有界面层266的实施方式中,能够形成聚合物网络,而没有在聚合物网络和聚合物基质之间延展的真正的化学连接。可替代地或组合地,形成聚合物网络的一种或多种预聚物可以包含具有氟的取代的烷基以降低转换电压。

[0076] 丙烯酸酯预聚物能够溶解在LC材料中并至少部分地为疏水性的,以便丙烯酸酯预聚物基本溶解在LC材料中并基本不溶于每一微滴周围的水性材料中。

[0077] 光引发剂可以包含一种或多种已知的溶于LC材料的光引发剂以便使预聚物聚合并交联。适合的光引发剂的实例包括来自Ciba Specialty Chemicals的Irgacure系列和Darocur系列、来自BASF的Lucirin TPO和来自Sartomer的Escure系列等。

[0078] 界面层266包含界面活性剂材料。传感器材料可以包含约0%重量比至约10%重量比的界面活性剂,其能够在乳化过程中加入。界面活性剂能够与液晶和聚合物材料混合以便降低在LC微滴、聚合物网络和聚合物基质之间的固定和/或摩擦力。在多个实施方式中,界面活性剂材料可以包含非离子界面活性剂,诸如嵌段共聚物和/或可交联反应的表面活性剂。当试剂所包含的分子包括具有适合化学性质的两部分且在LC材料形成过程中存在足够数量的界面活性剂时,该界面活性剂能够形成界面层。界面活性剂的第一部分266A(例如界面活性剂分子的聚合物相容部分)能够位于聚合物基质周围,并且第二部分266B(例如界面活性剂分子的低表面张力部分)能够位于微滴周围并且与微滴接触以便降低LC材料的摩擦力和/或固定。界面活性剂的第一部分266A能够溶解在聚合物基质268中以便有效地使界面活性剂固定在聚合物基质内。界面层266对聚合物基质268的固定作用可以是物理的(对于嵌段共聚物)或者化学键合的(在反应性表面活性剂的情况下,通过交联)或者其组合。例如,界面层的固定作用能够在提高的温度下提供界面层的提高的稳定性。包含在界面层中的界面活性剂的第二部分266B所具有的化学组合物对LC分子和/或晶体表现出低表面张力和/或低摩擦力。能够由界面层降低LC分子、聚合物网络和聚合物基质之间的固定和/或摩擦力,因此,当施加的电场时,LC分子的排列取向(alignment orientation)和切换速度能

够在更快地发生且在更低的驱动电压下发生。

[0079] 表1界面活性剂的实例

[0080]

名称	描述	制造商
BYK-022	聚乙二醇中的疏水性固体和消泡聚硅氧烷的混合物	BYK Chemie
Fluorolink D10	$A-CF_2O(CF_2CF_2O)_m(CF_2O)_nCF_2-A$, $A=CH_2OH$, MW=1000	Solvay Solexis
Fluorolink D	$A-CF_2O(CF_2CF_2O)_m(CF_2O)_nCF_2-A$, $A=CH_2OH$, MW=500	Solvay Solexis
Surfynol DF-58	可在水性体系中使用的硅氧烷基控泡剂。产品具有强泡沫控制和脱气性能。	Air Products
Surfynol DF-62	醚修饰的聚硅氧烷基消泡剂, 其设计用于提供优异的强力消泡性且长时间保持抗泡性。	Air Products
Surfynol DF-574	由有机和有机修饰的硅氧烷组分配制的自乳化产品, 其在生产过程中有效去除夹带的空气和产生的泡沫。	Air Products

[0081]

名称	描述	制造商
Surfynol DF-695	硅氧烷乳液消泡剂, 其在水基制剂中提供初始的和持续的消泡性能。100%活性液体。	Air Products
Flexiwet NI-M100	部分氟化的醇, 其已经被乙氧基化	Innovative Chemical Technologies, Inc.
Flexiwet NI-55	非功能性的非离子(氟代)聚合物表面活性剂	Innovative Chemical Technologies, Inc.

[0082] 表1是可以与本发明实施方式的LC材料以及聚合物网络结合的界面活性剂的部分列举。界面活性剂可以与NCAP基材料结合, 以便提供聚合物网络液晶传感器材料。如本文实施例中所示, 例如通过加入低百分比的非离子界面活性剂与包含聚合物网络材料的乳液能够基本降低驱动电压。界面活性剂分子的低表面张力部分可以包含诸如Fluorolink D或Flexiwet的氟化化合物或者可以包含诸如Surfynol DF-62、BYK-022的硅氧烷共聚物或者聚合物-硅氧烷类。特别地, 反应性氟化化合物可以具有表1中所列出的化学结构, 并且, 硅氧烷可以具有反应性端基, 诸如-OH、-NH₂或者-COOH。在多个实施方式中, 这些材料在LC/聚合物相分离过程中向LC/聚合物界面移动。界面活性剂分子的其它部分可以通过如氢键、范德华力的机理与聚合物物理键合和/或当在聚合物基质中存在反应性基团时与聚合物化学键合。略微加热可以加速化学键合过程。

[0083] 使用交联的聚合物网络和诸如在表1中列出的那些界面活性剂表面活性剂, 聚合物网络液晶传感器材料能够表现出胶乳基NCAP和水溶性聚合物(诸如PVA)基NCAP的转换电压的改善。在多个实施方式中, 使用聚合物网络和具有消泡性质的界面活性剂能够使固有的转换电压灵敏度显著提高。例如, 与Surfynol DF系列化合物结合的聚合物网络能够基本降低胶乳基NCAP的操作电压。

[0084] 消泡剂是一类能够分散在水性介质中的表面活性剂, 并且界面层266的界面活性剂可以包含一种或多种消泡剂。在多个实施方式中, 消泡剂在水性介质中的溶解度很低, 且HLB(亲水-亲油平衡值)小于10。因为消泡剂在水中可以具有很低的溶解度, 所以消泡剂能

够形成小团簇。这些团簇的每一个能够包含具有第一部分和二部分的分子。如上所述,团簇分子的第一部分266A能够具有亲水性质且团簇分子的第二部分能够具有疏水性质。在多个实施方式中,团簇可以具有胶束形状,其具有向外朝向溶液的第一部分和向内朝向消泡剂团簇的其它分子的第二部分。在乳化过程中,团簇能够通过破坏许多空气气泡而抑制泡沫的形成。在乳化并脱气之后,团簇在具有聚合物网络材料、水基聚合物和水的LC微滴混合物内自由移动。在多个实施方式中,团簇能够向具有聚合物网络材料的LC微滴的表面迁移。当干燥乳液时,消泡剂能够在具有聚合物网络材料的LC微滴周围形成界面活性剂层266,以使界面层266位于具有聚合物网络材料的LC微滴和聚合物基质之间。在多个实施方式中,消泡剂分子的低表面张力端部分临近具有聚合物网络材料的LC微滴而分散以便形成界面层266的第二部分266B,并且固定消泡剂分子的固定端部分与聚合物基质变得紧密,从而形成界面层266的第一部分266A。

[0085] 表2PNLC材料的配方的实施例

[0086]

实施例	液晶 (重量%)	聚合物基质 (重量%)	聚合物网络 (重量%)				界面活性剂 (重量%)
			单丙烯 酸酯	二丙烯 酸酯	三丙烯 酸酯	氟化丙烯 酸酯	
1	57.4	28.7	2.4	0	1.2	1.2	9.2
2	58.6	29.3	2.4	0	1.2	1.2	7.0
3	59.5	29.8	1.8	0	0.9	0.9	7.1
4	59.5	29.8	1.8	1.2	0	0.6	7.1
5	59.5	29.8	1.8	0.6	0.6	0.6	7.1

[0087] 表2表示实施方式的PNLC基质乳液材料的配方。重量百分比是指当乳液干燥后配方重量,其基于成分的重量比。聚合物网络材料可以包含氟化丙烯酸酯化合物,并且界面活性剂可以包含一种或多种氟化材料或硅氧烷基材料。聚合物网络的氟化材料和/或硅氧烷基材料和界面活性剂可以基本降低液晶微滴的表面张力并且可以基本降低材料的转换电压。

[0088] 图3A表示用于包含聚合物网络264和界面层266的传感器材料的传导-偏压曲线304的实例。曲线302表示不含与本文所描述的聚合物网络结合的界面活性剂的LC/聚合物组合物材料的电压响应特性。为改进电光调制器性能,所以目的为将电压响应曲线转变至更陡的曲线304并且转变至更低的电压。在多个实施方式中,该电压响应特性能够在更低的操作电压下产生更高的灵敏度,并且也能够在相同的操作电压下获得更大的气隙。在一些实施方式中,电压响应特性在更低的操作电压和更大的气隙下获得更高的灵敏度。更高的灵敏度能够使缺陷检测得到改进。提高的气隙能够使调制器寿命更长。

[0089] 传导曲线的斜率反映了LC装置的灵敏度。如上所述,以传导曲线的斜率来表达的LC成像装置的灵敏度通常对应于每贯穿电极A和电极B所施加电压变化的传导变化百分比(%)。如在图3B中所示,将传导曲线的中点粗略地确定为电压 V_{+310} ,同时在TFT板上无电压并且在板和LC装置之间存在固定的缝隙尺寸。然后,向TFT板的像素施加电压 $+/-1/2 \Delta V$ 312的微小变化,并且检测传导变化。对于传导曲线302,向像素施加的电压 $+/-1/2 \Delta V$ 314的传导变化为 ΔI_1 314。对于更陡的传导曲线304,向像素施加相同的电压 $+/-1/2 \Delta V$ 312的传导变化为 ΔI_2 316,并且 ΔI_2 大于 ΔI_1 。因此,对于向像素施加的电压的相同变化,如果传导曲线更陡,则产生更大的信号(ΔI_2)。

[0090] 在TFT测试系统中,由CCD(图1中的118)所捕获的信号与调制器传导曲线的斜率成比例关系。根据方程1,如果提高气隙($d_{\text{空气}}$)以避免调制器损坏和/或改善寿命,则传导曲线变得更平(斜率降低)。在调制器上分布的电压将随气隙增大而降低。能够通过降低调制器中LC材料的固有转换电压来改善灵敏度,以便电压映像系统装置将具有降低的固有操作电压。

[0091] 在多个实施方式中,本文描述的电光LC材料的降低的固有转换电压能够用于提供提高的气隙,而基本不损失电压映像系统的灵敏度。气隙能够为至少约75微米,例如,约100微米或者更大。

[0092] 诸如NCAP或PDLC的液晶敏感材料的操作电压和灵敏度与以下相关:

[0093] 1. 液晶和聚合物基质的性质;

[0094] 2. 传感器材料中的液晶微滴的粒径分布;

[0095] 3. 聚合物网络材料的性质;以及

[0096] 4. 在聚合物基质和液晶间的界面性质。

[0097] 在多个实施方式中,图3A和3B中的曲线斜率受微滴粒径分布以及聚合物基质、界面层、聚合物网络和液晶间的界面性质影响。如果微滴具有均匀尺寸且如果LC微滴内的晶体相对于聚合物基质能够易于移动和/或转换,则能够产生更陡的斜率。图3A和3B中表示的曲线的电压变化能够受聚合物基质和液晶间的界面性质影响。如果LC相对于聚合物基质能够易于移动和/或转换,则曲线可以变化以降低电压。本发明的实施方式降低了聚合物基质和液晶之间的界面固定和/或摩擦力以便使T-V曲线斜率更陡,并且还使LC材料和电压映像系统的操作电压变化至更低范围。LC分子对聚合物基质的固定能够提高LC材料的固有操作电压。可替代地或组合地,聚合物网络对LC材料的固定可以略微提高LC材料的固有操作电压,例如,可以通过引入低表面张力聚合物网络材料来克服上述情况。摩擦力能够包含与分子对聚合物基质的静态摩擦相关的固定力,并且还可以包含与LC分子、聚合物基质和聚合物网络间的相对移动相关的动态摩擦力。因为摩擦力可以影响分子相对于周围聚合物基质移动的速率,所以降低的摩擦力可以提高LC分子的切换速率。因为需要提高电压以克服LC分子对聚合物基质或者聚合物网络的固定,所以提高的固定可以与LC复合材料的提高的固有操作电压相关。

[0098] 制造封装聚合物网络液晶的方法

[0099] 图4A表示封装聚合物网络液晶材料的制造方法400。

[0100] 通过步骤410将液晶与光引发剂和一种或多种UV可固化的预聚物或者单体混合以便形成混合物(下文称为“LC/单体/预聚物/单体/光引发剂混合物”)。例如,预聚物可以包含单丙烯酸酯、二丙烯酸酯、三丙烯酸酯或者其组合。UV可固化的预聚物或者单体的实例包括许多自由基可固化的化合物,例如丙烯酸酯、二丙烯酸酯和多官能丙烯酸酯、硫醇-烯树脂和氟化丙烯酸酯及本文所描述的这些化合物的混合物。

[0101] 能够使用许多液晶。实例包括向列LC、铁电LC、蓝相LC、LC/二色性染料混合物、ChLC等(对于二色性染料+LC体系,二色性染料在断开状态下吸收光且在导通状态下传导光,其能够通过使用更高的光强度来改善s-曲线的斜率(或灵敏度))。能够选择单体或者预聚物和光引发剂以便在固化前基本全部溶解在液晶中。

[0102] 通过步骤420提供水基聚合物,诸如一种或多种聚乙烯醇(PVA)或者水基胶乳。例

如如本文所述,水基胶乳可以包含丙烯酸酯胶乳或聚氨酯胶乳或者其组合。

[0103] 通过步骤430提供界面活性剂。例如如表1所示,界面活性剂可以包含表面活性剂、二嵌段共聚物或者消泡剂中的一种或多种。界面层材料的实例在第7,817,333号美国专利中描述,在通过引用并入本文,并且适用于如本文所描述的至少一些实施方式的组合。

[0104] 通过步骤440,将上述LC/UV可固化的聚合物和光引发剂混合物通过诸如水溶性聚合物或者水基胶乳聚合物的水基聚合物进行乳化。能够使用许多乳化方法。实例包括机械搅拌、掺和、微流控制、均质器等。能够将LC/单体/预聚物/光引发剂混合物的微滴尺寸控制在约1微米至约10微米。

[0105] 通过步骤450将乳液脱气。

[0106] 通过步骤460乳液涂覆在具有透明或半透明电极的基板上,所述电极例如铟锡氧化物(ITO,其允许对LC材料施加偏压)。能够使用许多湿涂覆法。实例包括缠绕棒(wire wound rod)、刮片、夹缝挤压模(slotdie)、挤出、旋转、喷洒、喷墨等。

[0107] 通过步骤470将涂覆的乳液干燥。在干燥后,将LC/预聚物/光引发剂混合物的微滴封装在聚合物基质268中。

[0108] 图4B表示干燥乳液后且在暴露于UV光之前的中间材料260I。中间材料260I包含封装在界面层266中的LC/预聚物/光引发剂混合物的多个微滴261和经干燥的聚合物基质268。

[0109] 通过步骤480,涂层与具有或不具有透明或半透明电极的另一基板层合。

[0110] 通过步骤490,将夹带的膜暴露于紫外光。例如,将UV可固化的单体或者预聚物或者其组合物固化和/或交联以便在图2B所示的微滴中形成聚合物网络。优选地,氟化单体或者其与未氟化单体的混合物能够用于形成基本延展贯穿LC微滴的网络壁以降低LC微滴的表面张力并进一步降低驱动电压。

[0111] 应当理解图4所示例的特定步骤提供了制造本发明实施方式的封装聚合物网络液晶材料的特定方法。也可以根据另外的实施方式进行其它顺序的步骤。例如,本发明的另外实施方式能以不同的顺序进行上文概述的步骤。而且,图4示例的单个步骤可以包括多个子步骤,这些子步骤可以以适合单个步骤的各种顺序来进行。此外,根据特定应用可对增加或删除其它步骤。本领域的一般技术人员将意识到多种变化、修改和替换方式。

[0112] 实验

[0113] 进行实验以确定根据方法400的实施方式制造的调制器200的传感器材料的硬度和光学转换。由方法400制造的传感器材料相比于具有相似聚合物百分比的无聚合物网络的封装液晶(NCAP或者PDLC),已经显著改进的电光性能,并且相比于无封装的现有聚合物网络材料,已经显著地改善硬度。

[0114] 根据方法400进行以下步骤以制造本文所述实施方式的具有传感器材料的调制器200。

[0115] 1.将丙烯酸酯预聚物与0.5-10重量%的光引发剂混合。丙烯酸酯预聚物的实例包括多种单丙烯酸酯、二丙烯酸酯、三丙烯酸酯、氟化丙烯酸酯及其混合物。能够使用多种自由基光引发剂。实例包括来自Ciba Specialty Chemicals的Irgacure系列和Darocur系列、来自BASF的Lucirin TPO、来自Sartomer的Escure系列及它们的组合等。作为实例,能够使用Darocur和TPO的混合物。

[0116] 2.将液晶与上述丙烯酸酯/光引发剂混合,其重量比为约99/1至90/10。

[0117] 3.将上述液晶、丙烯酸酯和光引发剂的混合物由诸如PVA的水溶性聚合物或者诸如Neorez R-967(由NeoResins制造,其为DSM的部门)的水基胶乳进行乳化,重量比为50/50至80/20。在乳化期间,能够加入高至10重量%的Surfynol界面活性剂。

[0118] 4.随后将上述NCAP乳液涂覆在具有ITO膜的基板上,使其干燥并与另一ITO基板层合。

[0119] 5.在UV光下将上述夹带的膜暴露约2分钟。能够使用波长为约365nm且强度为5-50mW/cm²的UV光。

[0120] 6.测定传导曲线。与微滴中无聚合物网络的NCAP相比,封装的PNLC在电极之间所需要的驱动电压至少低了25%。

[0121] 图5表示根据实施方式,检测的包含夹在两层ITO聚酯薄膜之间约24μm厚的封装PNLC的组件的电光性质。对于封装的PNLC与如第7,817,333号美国专利所描述的对比材料,将作为电压函数的光传导百分比表示为分离曲线。对比材料包含封装的液晶,其具有基本相同的成分(聚合物基质、液晶、界面化合物和相对应的比例)和微滴尺寸,但在微滴中不具有聚合物网络。通过提供例如约50%的聚合物网络,能够将驱动电压减少至少约25%。封装PNLC的V90为约16V且现有材料为约28V。封装PNLC和现有材料的V50(50%传导的电压)分别为约9V和约18V。

[0122] 因为转换电压对应于LC微滴所位于的局部电场强度,需要注意测定的膜厚度。通常,转换电压与厚度成比例,根据厚度能够将电压调节,例如标准化,从而比较具有不同厚度的LC材料膜。例如,12μm厚的膜的约15-20V的V90可以基本相当于24μm厚的膜的约30-40V的V90。因此,本文所描述的封装PNLC材料的24μm厚的膜的约15-20V的V90相当于12μm厚的膜的约7.5-10V的V90。

[0123] 通过使用上述制备的封装PNLC已装配了图2A的实施方式的电光调制器。调制器能够在TFT板上的大于100μm的缝隙处进行操作而不降低缺陷检测灵敏度。也能够更在更低的气隙处操作调制器,以基本改善灵敏度。例如,相比于第7,817,333号美国专利的由不含聚合物网络的液晶材料制成的调制器,在75μm气隙处观察到灵敏度提高30%以上。

[0124] 尽管通过实施例且为了理解上的清楚而详细地描述了示例性实施方式,但本领域的技术人员将意识到可以采用各种变型、改变和变化。因此,本发明的范围应当仅由所附权利要求所限定。

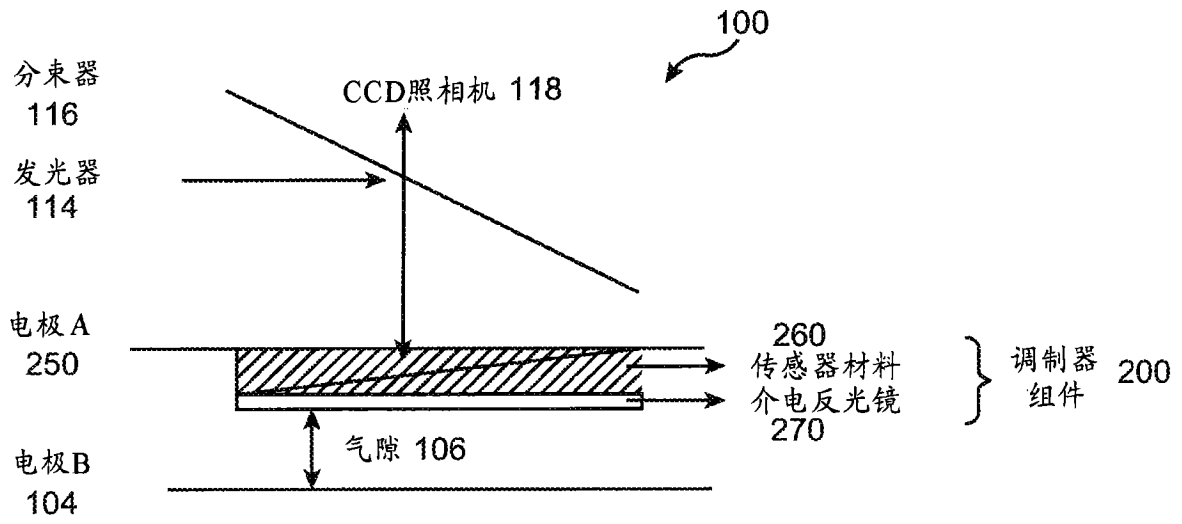


图1

200

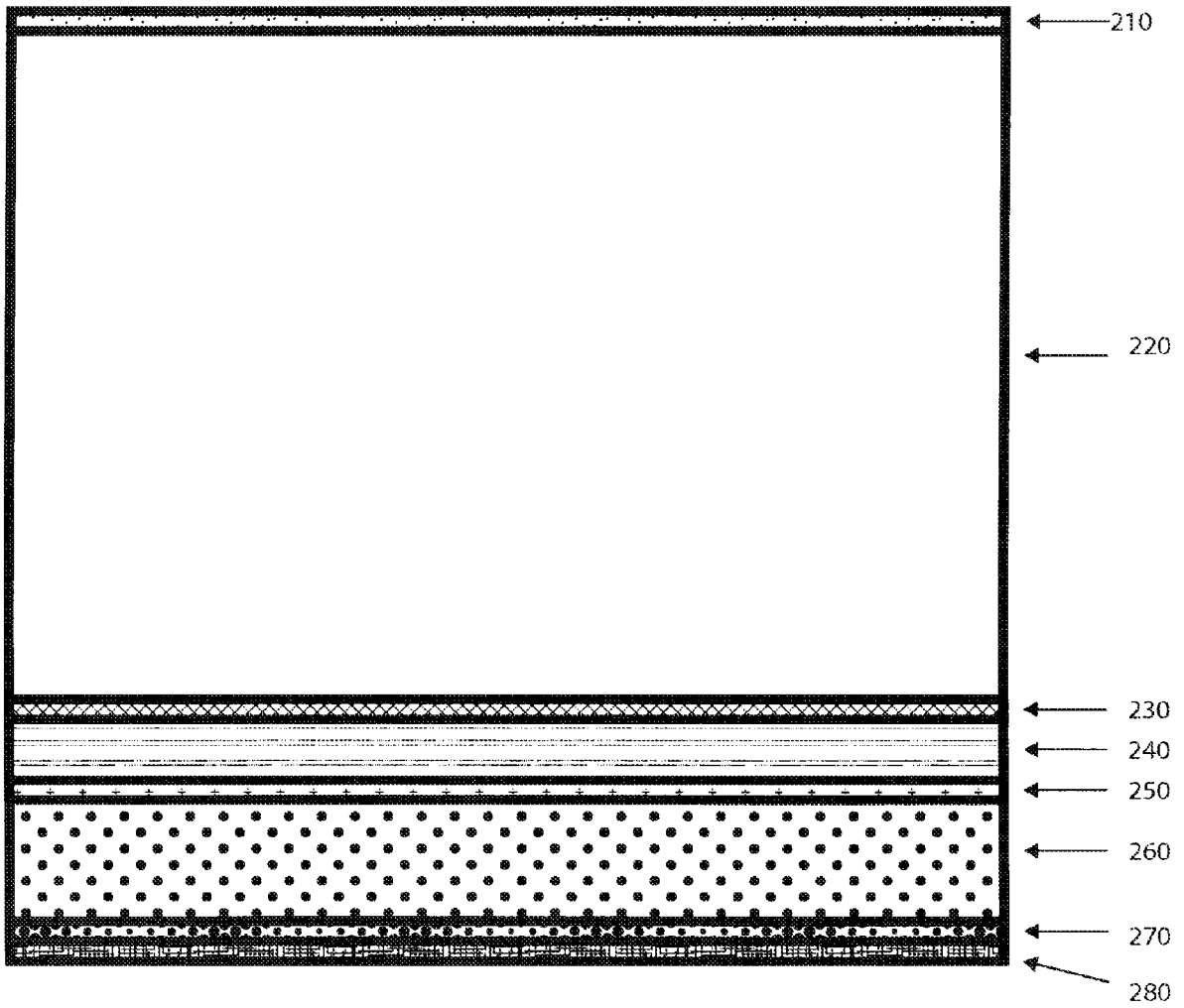


图2A

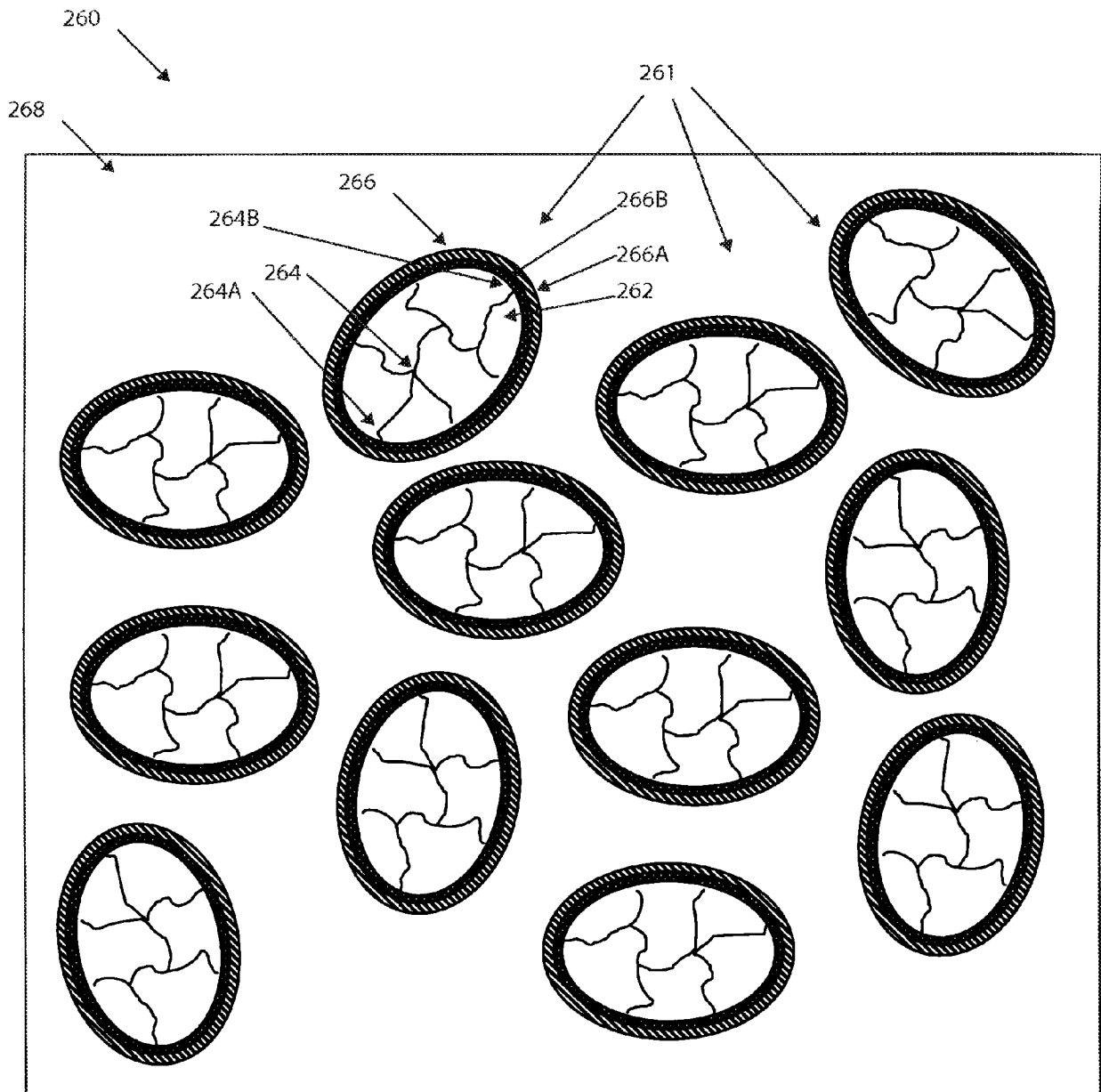


图2B

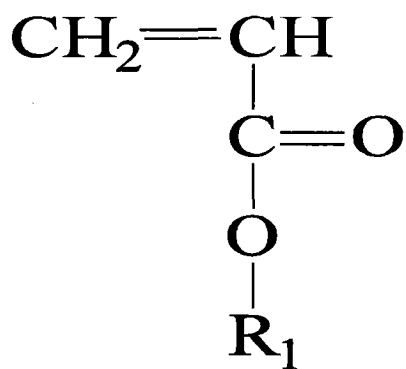


图2C

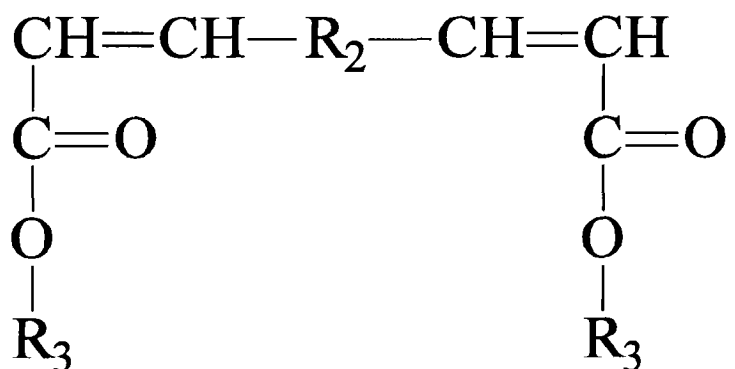


图2D

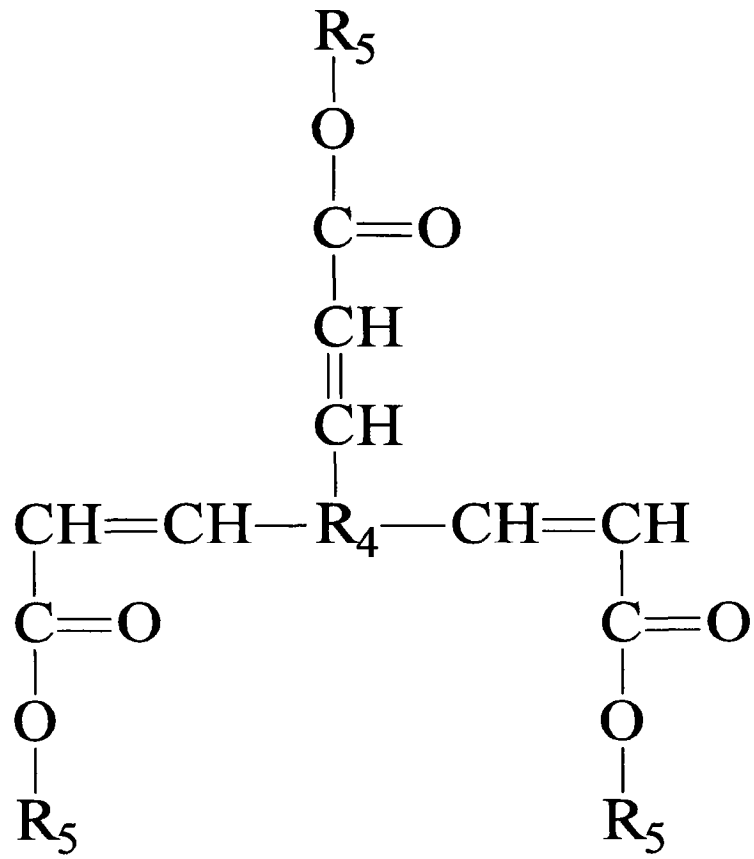


图2E

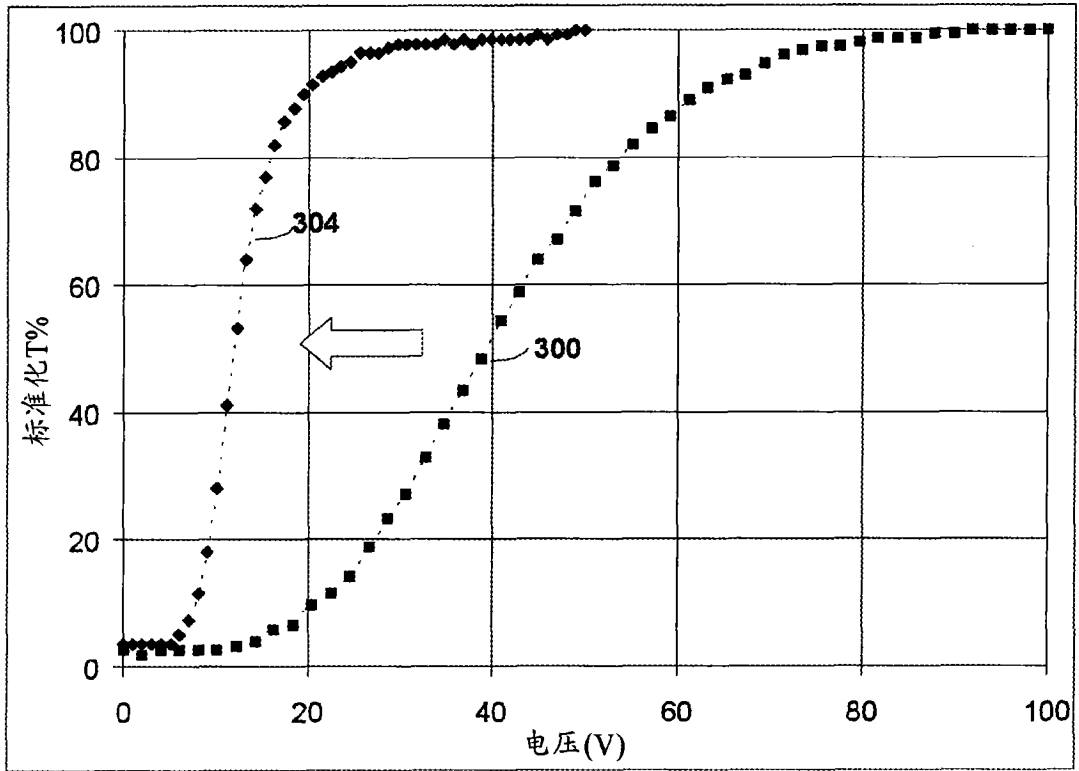


图3A

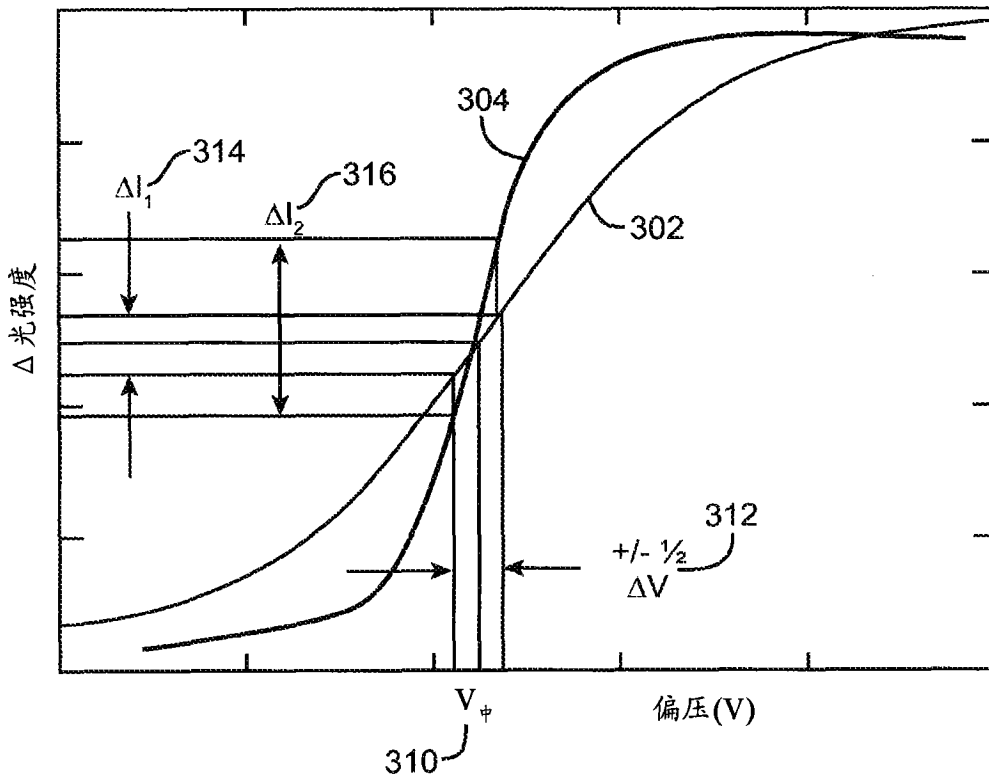


图3B

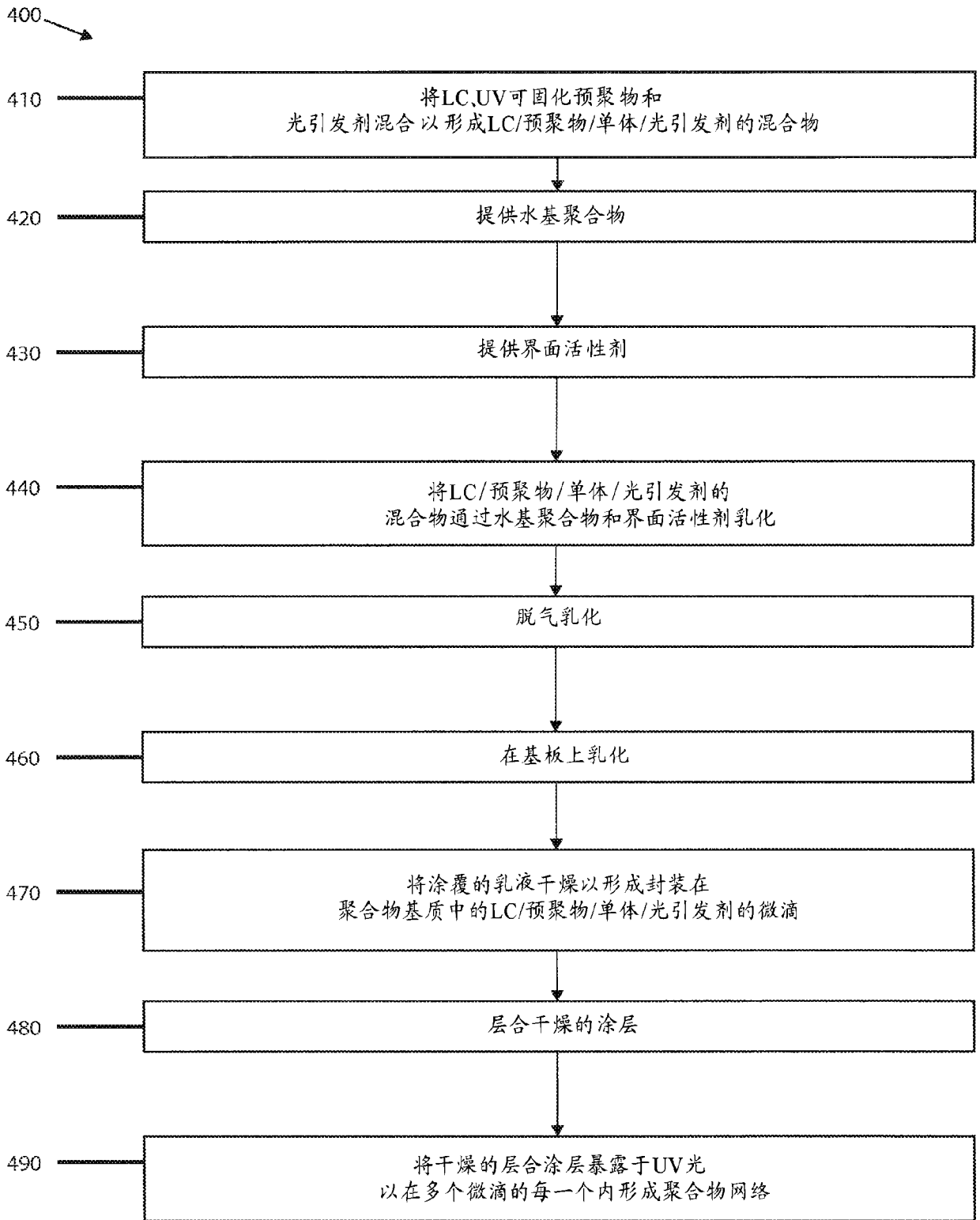


图4A

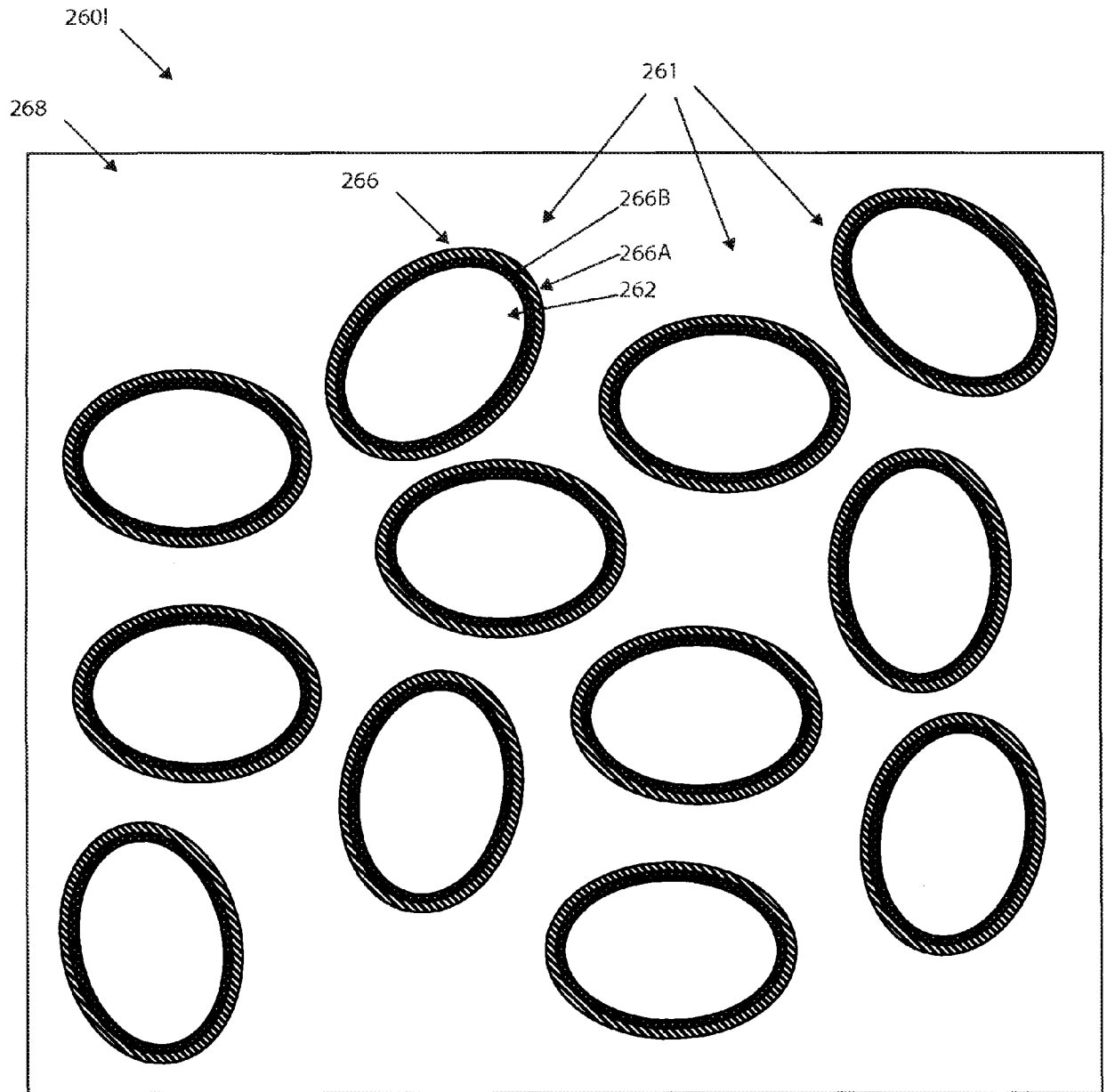


图4B

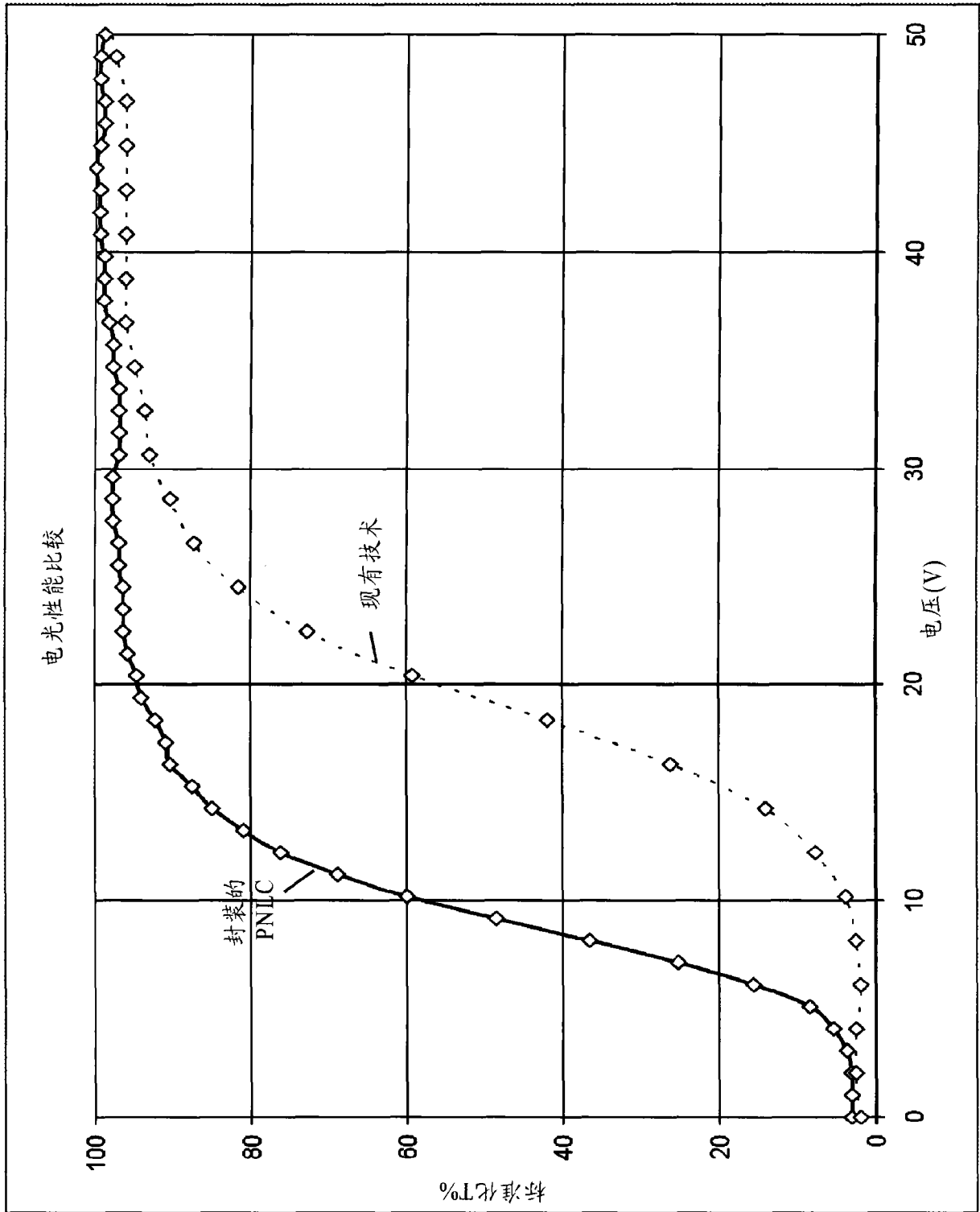


图5