



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103513488 A

(43) 申请公布日 2014. 01. 15

(21) 申请号 201310250158. X

(22) 申请日 2013. 06. 21

(30) 优先权数据

2012-147643 2012. 06. 29 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京都

(72) 发明人 贝野由利子 小林健 首藤綾

高梨英彦

(74) 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

11105

代理人 贾静环

(51) Int. Cl.

G02F 1/167(2006. 01)

权利要求书1页 说明书16页 附图3页

(54) 发明名称

电泳元件和显示器

(57) 摘要

本发明提供电泳元件和显示器。所述电泳元件包括：包含在绝缘液体中并且由第一粒子和第二粒子构成的多个电泳粒子，其中第一粒子和第二粒子分别具有彼此不同的带电特性；以及包含在绝缘液体中并且由纤维状结构体形成的多孔层。

1. 一种电泳元件,包括:

包含在绝缘液体中并且由第一粒子和第二粒子构成的电泳粒子,第一粒子和第二粒子分别具有彼此不同的带电特性;以及

包含在绝缘液体中并且由纤维状结构体形成的多孔层。

2. 如权利要求 1 的电泳元件,其中第一粒子与第二粒子的存在比为至少约 1:0.5,但不大于约 1:30。

3. 如权利要求 1 的电泳元件,其中第二粒子具有等于或小于第一粒子的粒度的粒度。

4. 如权利要求 1 的电泳元件,其中第二粒子具有为至少约 50nm,但不大于约 200nm 的粒度。

5. 如权利要求 1 的电泳元件,其中第一粒子和第二粒子分别具有彼此相反的带电特性。

6. 如权利要求 1 的电泳元件,其中第一粒子和第二粒子分别具有彼此不同的反射特性。

7. 如权利要求 1 的电泳元件,其中第一粒子或第二粒子具有与绝缘液体的反射特性同等的反射特性。

8. 如权利要求 1 的电泳元件,其中第一粒子或第二粒子具有与纤维状结构体的反射特性同等的反射特性。

9. 如权利要求 1 的电泳元件,其中第一粒子或第二粒子与绝缘液体之间的折射率差为至少约 0,但不大于约 2.1。

10. 如权利要求 1 的电泳元件,其中纤维状结构体包括非电泳粒子,非电泳粒子各自具有与第一粒子的反射特性或第二粒子的反射特性不同的反射特性。

11. 如权利要求 1 的电泳元件,其中纤维状结构体由聚合物材料和无机材料中的一种形成。

12. 如权利要求 1 的电泳元件,其中纤维状结构体具有为至少约  $0.1\ \mu\text{m}$ ,但不大于约  $10\ \mu\text{m}$  的平均纤维直径。

13. 如权利要求 1 的电泳元件,其中纤维状结构体通过静电纤维纺丝法形成。

14. 如权利要求 1 的电泳元件,其中纤维状结构体是纳米纤维。

15. 如权利要求 10 的电泳元件,其中电泳粒子和非电泳粒子各自由选自有机颜料、无机颜料、染料、碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃以及聚合物材料等材料形成。

16. 如权利要求 10 的电泳元件,其中非电泳粒子各自具有高于电泳粒子各自的反射率的反射率。

17. 一种显示器,其设置有一对基材和设置在这对基材之间的电泳元件,这对基材的一个或两个具有光学透明性并且其各自设置有电极,所述电泳元件包括:

包含在绝缘液体中并且由第一粒子和第二粒子构成的电泳粒子,第一粒子和第二粒子分别具有彼此不同的带电特性;以及

包含在绝缘液体中并且由纤维状结构体形成的多孔层。

## 电泳元件和显示器

### 技术领域

[0001] 本公开内容涉及一种在绝缘液体中包含多个电泳粒子的电泳元件,以及使用这样的电泳元件的显示器。

### 背景技术

[0002] 近些年,随着由便携式电话、个人数码助理等所代表的移动装置的普及,对低电力消耗和高清晰度图像质量的显示器的需求一直在增加。首要地,近来,随着用于递送电子书的新兴行业的出现,用于带有长时间阅读文本信息的目的的阅读应用的个人数码助理(电子书终端)已引起关注,且因此期望有具有适合于这样的应用的显示图像质量的显示器。

[0003] 作为用于阅读应用的显示器,已经提出了胆甾型液晶显示器、电泳显示器、电氧化还原显示器、扭转球(twisting ball)型显示器等。在它们之中,以与纸相同的方式利用外部光的反射(散射)进行亮显示的反射型显示器已得到许多关注。该反射型显示器具有与纸的图像显示质量几乎类似的图像显示质量,并且由于消除了对于背光照明的需要而具有低的电力消耗。

[0004] 为了进一步降低电泳显示器的电力消耗,存在采用如下器件构造的方法:其消除对于电力的需要,同时在显示面板上保持相同的图像,即,具有记忆(memory)性能。例如,在日本未审专利申请公开 No. 2012-022296 中描述的电泳显示器由在绝缘液体中的电泳粒子以及纤维状结构体构成,纤维状结构体包含具有与电泳粒子的反射特性不同的反射特性的非电泳粒子。

### 发明内容

[0005] 然而,尽管日本未审专利申请公开 No. 2012-022296 中所描述的这样的显示器具有优良的对比度性能,但对于令人满意的记忆性能,仍然存在提升空间。

[0006] 期望提供一种能够改善记忆性能的电泳元件以及使用该电泳元件的显示器。

[0007] 按照本公开内容的实施方式,提供了一种电泳元件,其包括:包含在绝缘液体中并且由第一粒子和第二粒子构成的多个电泳粒子,其中第一粒子和第二粒子分别具有彼此不同的带电特性;以及包含在绝缘液体中并且由纤维状结构体形成的多孔层。

[0008] 按照本公开内容的实施方式,提供了一种显示器,其设置有一对基材和设置在这对基材之间的电泳元件,这对基材中的一个或两个具有光学透明性(光透过性)并且其各自设置有电极。所述电泳元件包括:包含在绝缘液体中并且由第一粒子和第二粒子构成的多个电泳粒子,其中第一粒子和第二粒子分别具有彼此不同的带电特性;以及包含在绝缘液体中并且由纤维状结构体形成的多孔层。

[0009] 在按照本公开内容的上述各实施方式的电泳元件和使用该电泳元件的显示器中,分别具有彼此不同的带电特性的第一粒子和第二粒子用作电泳粒子,从而使得可在电场去除后抑制电泳粒子的迁移。

[0010] 在按照本公开内容的上述各实施方式的电泳元件和使用该电泳元件的显示器中,

使用了分别具有彼此不同的带电特性的不同类型的电泳粒子。因此,抑制了在电场去除后电泳粒子的扩散,并且改善了记忆性能。因此,可提供具有降低的电力消耗的显示器。

[0011] 应当理解的是,之前的概述以及之后的详述都是示例性的,并且意在提供对所要求保护的技术的进一步说明。

### 附图说明

[0012] 包括附图以提供对本公开内容的进一步理解,并且附图被引入且构成本说明书的一部分。附图举例说明实施方式,并与说明书一起用于解释本技术的原理。

[0013] 图 1 是显示按照本公开内容实施方式的电泳元件的构造的顶视图。

[0014] 图 2 是显示电泳元件的构造的剖面图。

[0015] 图 3 是显示电泳粒子的制备步骤的流程图。

[0016] 图 4 是显示使用按照本公开内容实施方式的电泳元件的显示器的构造的剖面图。

[0017] 图 5 是用于说明显示器的运行的剖面图。

### 具体实施方式

[0018] 下文中,参照附图详细描述本公开内容的一些实施方式。注意,按以下给出的顺序提供描述:

[0019] 1. 实施方式

[0020] 1-1. 整体构造

[0021] 1-2. 制备电泳粒子的方法

[0022] 2. 应用例

[0023] 3. 实施例

[0024] (1. 电泳元件)

[0025] 图 1 和图 2 分别显示按照本公开内容实施方式的电泳元件 1 的平面构造和剖面构造。利用电泳现象产生对比度的电泳元件 1 可应用于各种电子设备,例如显示器等。该电泳元件 1 包括在绝缘液体 10 中的多个具有极性的电泳粒子 20 以及多孔层 30。在本公开内容的该实施方式中,电泳粒子 20 由具有彼此不同的带电特性的第一粒子 21 和第二粒子 22 构成。

[0026] 1-1. 整体构造

[0027] [绝缘液体]

[0028] 绝缘液体 10 可以为例如一种类型、或者两种或更多种类型的有机溶剂,更具体地,使用有机物质例如链烷烃或异构链烷烃(isoparaffin)。优选地,绝缘液体 10 可具有尽可能低的粘度和折射率。这确保电泳粒子 20 的迁移率(响应速度)提高,并且相应地,用于使电泳粒子 20 迁移所必需的能量(电力消耗)减少。此外,由于绝缘液体 10 和多孔层 30 之间的折射率差增大,多孔层 30 的反射率提高。

[0029] 应当注意,合适时,绝缘液体 10 可以包含各种材料。这样的材料的实例可包括着色剂、电荷控制剂、分散稳定剂、粘度调节剂、表面活性剂、树脂等。

[0030] [电泳粒子]

[0031] 电泳粒子 20 是分散在绝缘液体 10 中的带电粒子,并且带正电或负电,取决于电场

能够迁移通过多孔层 30。电泳粒子 20 可以由例如有机颜料、无机颜料、染料、碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃、或聚合物材料（树脂）的粒子（粉末）构成。此外，电泳粒子 20 可以为包含上述粒子的树脂固体成分的粉碎粒子、包囊（capsule）粒子等。注意，归入所述碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃或聚合物材料材料被排除在归入所述有机颜料、无机颜料或染料的材料之外。

[0032] 有机颜料的实例可包括偶氮颜料、金属络合物偶氮颜料、多缩合（缩聚）偶氮颜料、黄烷士林颜料、苯并咪唑酮颜料、酞菁颜料、喹吡啶酮颜料、葱醌颜料、二萘嵌苯颜料、茈酮颜料、葱吡啶颜料、皮葱酮颜料、二噻嗪颜料、硫靛颜料、异吲哚啉酮颜料、喹诺酞酮（quinophthalone）颜料、阴丹士林颜料等。无机颜料的实例可包括氧化锌、镉白、炭黑、铁黑、硼化钛、氧化铁红、氧化铁黄、铅丹、镉黄、硫化锌、锌钡白、硫化钡、硒化镉、碳酸钙、硫酸钡、铬酸铅、硫酸铅、碳酸钡、白铅、矾土白等。染料的实例可包括苯胺黑染料、偶氮染料、酞菁染料、喹诺酞酮染料、葱醌染料、甲川染料等。碳材料的实例可包括炭黑等。金属材料的实例可包括金、银、铜等。金属氧化物的实例可包括氧化钛、氧化锌、氧化锆、钛酸钡、钛酸钾、铜铬氧化物、铜锰氧化物、铜铁锰氧化物、铜铬锰氧化物、铜铁铬氧化物等。聚合物材料可为例如其中引入在可见光区中具有光吸收区的官能团的高聚物。如果聚合物材料为如上所述的在可见光区中具有光吸收区的任何高聚物，则对其类型无特别限制。

[0033] 虽然对于绝缘液体 10 中的电泳粒子 20 的含量（浓度）没有特别地限制，但是其可以例如在约 0.1 重量%—约 80 重量%（两个端点都包括在内）的范围内。这是因为确保了电泳粒子 20 的屏蔽性能（shielding performance）和迁移率。如果电泳粒子 20 的浓度小于约 0.1 重量%，多孔层将被屏蔽（隐蔽）是不太可能的。另一方面，如果电泳粒子 20 的浓度大于约 80 重量%，由于电泳粒子 20 的分散性的恶化，电泳粒子 20 将迁移是不太可能的，在一些情况下，这可导致电泳粒子 20 变得聚集在一起。

[0034] 如上所述，按照本公开内容的该实施方式电泳粒子 20 由两种类型的粒子（第一粒子 21 和第二粒子 22）构成。第一粒子 21 和第二粒子 22 具有彼此不同的电荷，其中任意一种带正电并且另一种带负电。因此，当施加电场时，第一粒子 21 和第二粒子 22 各自在其中电场施加的范围内向相应的方向迁移。具体来说，如图 2 所示，当从由多孔层 30 划分的电泳元件 1 的顶面方向和底面方向施加电场时，取决于第一粒子 21 和第二粒子 22 各自具有的电荷，第一粒子 21 和第二粒子 22 分别向第一区域 10A 和第二区域 10B 迁移。

[0035] 第一粒子 21 和第二粒子 22 由以上描述的材料形成，并且对于其各自可以使用相同的材料或不同的材料。然而，优选地，第一粒子 21 和第二粒子 22 可具有彼此不同的光学反射特性。例如，优选地，一些粒子可以具有与绝缘液体 10 的反射特性同等的反射特性，而其它粒子可以具有与将在下文中描述的多孔层 30 的反射特性同等的反射特性。这里，提供对如下实例的说明：其中，第一粒子 21 具有与绝缘液体 10 的反射特性同等的反射特性，而第二粒子 22 具有与第一粒子 21 不同的反射特性，并且第一粒子 21 与多孔层 30 一起产生对比度，也就是说，起到进行图像显示的作用。

[0036] 如上所述，优选地，第一粒子 21 可以具有与绝缘液体 10 的反射特性（反射率）同等的反射特性（反射率），并且可为能够至少屏蔽多孔层 30。这是因为，对比度是取决于第一粒子 21 和多孔层 30 之间的反射特性的差异而产生的。优选地，第一粒子 21 各自的粒度可以为，例如至少约 50nm，但不大于约 300nm。更优选地，粒度可以为至少约 75nm，但不大于

约 200nm。通过提高第一粒子 21 各自的粒度,改善了记忆性能。此外,虽然对于绝缘液体 10 中第一粒子 21 的含量没有特别地限制,但是其可以例如在约 0.1 重量 %–约 10 重量 % (两个端点都包括在内) 的范围内。

[0037] 根据第一粒子 21 对于产生对比度所起的作用来选择任何用于形成第一粒子 21 的材料。更特别地,在上述材料之中,在第一粒子 21 进行暗显示时待使用的材料可以为,例如,碳材料、金属氧化物等。碳材料可以为,例如,炭黑等。金属氧化物的实例可包括铜铬氧化物、铜锰氧化物、铜铁锰氧化物、铜铬锰氧化物、铜铁铬氧化物等。首要地,碳材料可为优选的。这是因为确保了优异的化学稳定性、迁移率以及光吸收性。另一方面,在第一粒子 21 进行亮显示时待使用的材料可以为金属氧化物,例如氧化钛、氧化锌、氧化锆、钛酸钡、钛酸钾等。

[0038] 在第一粒子 21 进行暗显示的情况下,尽管对于当从外部观察电泳元件 1 时是可见的第一粒子 21 的颜色没有特别地限制,只要该颜色确保产生对比度,但是任何接近于黑色的颜色可为优选的,并且黑色可为更优选的。另一方面,在第一粒子 21 进行亮显示的情况下,尽管对于当从外部观察电泳元件 1 时是可见的第一粒子 21 的颜色没有特别地限制,只要该颜色确保产生对比度,但是任何接近于白色的颜色可为优选的,并且白色可为更优选的。在任一种情况下,这是因为提升了对比度。

[0039] 优选地,第一粒子 21 可易于在绝缘液体 10 中长期分散和带电,同时难以吸附到多孔层 30 上。因此,例如,优选地,对于第一粒子 21 可选择具有与多孔层 30 相同的电荷极性的材料,或者可进行表面处理以使第一粒子 21 带上与多孔层 30 相同极性的电荷。具体来说,当多孔层 30 具有负的带电极性时,负电荷施加至第一粒子 21 的顶面(例如,可通过使用具有吸电子性的官能团进行改性)。相反,当多孔层 30 具有正的带电极性时,正电荷施加到第一粒子 21 的顶面(例如,可通过使用具有供电子性的官能团来进行改性)。这引起第一粒子 21 和多孔层 30 之间的静电斥力,从而抑制第一粒子 21 和多孔层 30 之间的吸附以及第一粒子 21 的聚集。应当注意的是,用于对第一粒子 21 的顶面进行改性的官能团不限于相同的官能团,如果第一粒子 21 和多孔层 30 显示出朝向相同方向(正极性或负极性)的电荷,则可以引入不同的官能团。另外,代替表面处理,可以使用分散剂例如电荷调节剂,或者可一起使用表面处理以及分散剂两者。

[0040] 分散剂的实例可包括可从位于 Wickliffe, OH (美国) 的 Lubrizol Corporation 获得的 Solspense 系列、可从位于 Wesel (德国) 的 BYK-Chemie GmbH 获得的 BYK 系列或者 Anti-Terra 系列、可从位于 Marlborough, MA (美国) 的 ICI Americas Inc. 获得的 Span 系列等。

[0041] 第二粒子 22 是用于抑制在电场去除后进行暗显示或亮显示的第一粒子 21 的扩散的粒子,并且如上所述具有与第一粒子 21 不同的电荷。在本公开内容的该实施方式中,当显示器由具有上述构造的电泳元件 1 构成时(例如,参见图 4),电泳粒子 20 (第一粒子 21 和第二粒子 22) 可呈现出以下行为。例如,当跨越在对向电极(像素电极 45 和对电极 52) 之中的预定电极施加电压时,在预定的区域产生电场。在其中施加电场的区域,例如,带负电的第一粒子 21 可向阳极(例如,像素电极 45) 一侧(第二区域 10B) 迁移,而带正电的第二粒子 22 可向阴极(例如,对电极 52) 一侧(第一区域 10A) 迁移。另一方面,在其中未施加电场的区域,第一粒子 21 可留在对电极 52 一侧(第一区域 10A),而第二粒子 22 可留在

像素电极 45 一侧（第二区域 10B）。相应地，优选地，第二粒子 22 具有与第一粒子 21 不同的反射率，例如，具有与连同第一粒子 21 一起产生对比度的多孔层 30 相同的反射率。或者，对于第二粒子 22 可以使用任何不构成对由第一粒子 21 进行的显示（暗显示或亮显示）的限制因素的材料，并且第二粒子 22 可以为透明的，就像绝缘液体 10 一样。换句话说，优选地，第二粒子 22 与绝缘液体 10 之间的折射率差可以等于或大于零。此外，对于折射率差的上限没有特别地限制，但是如果第一粒子 21 进行暗显示，而多孔层 30 进行亮显示，其可以容许为与多孔层 30 相同的反射率。其实例可以包括可用作包含在多孔层 30 中的非电泳粒子 32 的材料的氧化钛的反射率（约 2.1）。

[0042] 优选地，第二粒子 22 各自的粒度可等于或小于第一粒子 21 各自的粒度，并且更优选地，所述粒度可以为至少约 50nm，但不大于约 200nm。通过使所述粒度小于第一粒子 21 各自的粒度，这防止了在施加电压时第二粒子 22 卡在孔 33 中，从而确保了第一粒子 21 平稳地迁移。

[0043] 优选地，第二粒子 22 的加入量可以为，例如，按照第二粒子 22 与第一粒子 21 的比例（存在比，abundance ratio），在至少约 1:0.5，但不大于约 1:30 的范围内。虽然对于绝缘液体 10 中第二粒子 22 的含量没有特别地限制，其可以例如在约 0.1 重量%—约 60 重量%（两个端点都包括在内）的范围内。对于前述在日本未审专利申请公开 No. 2012-022296 中提出的电泳元件，通过经由施加电场而激活的电泳粒子的迁移来进行亮显示或暗显示。当去除电场时，被电场固定的电泳粒子逐渐扩散，导致了对比度相应地丧失。在本公开内容的该实施方式中，作为电泳粒子 20，除了可与日本未审专利申请公开 No. 2012-022296 中的电泳粒子相当的第一粒子 21 之外，还使用具有与第一粒子 21 的电荷相反的电荷的第二粒子 22。因此，当施加电场时，如上所述，例如，第一粒子 21 可向第一区域迁移，而第二粒子 22 可向其中多孔层 30 介于其间的对面的区域（例如，第二区域 10B）迁移。在电场去除之后，第一粒子 21 逐渐扩散，但由于第二区域 10B 处第二粒子 22 的存在，通过多孔层 30 的扩散速度降低。换句话说，在电场去除之后可抑制第一粒子 21 的扩散。

[0044] 为了通过第二粒子 22 抑制在电场去除之后第一粒子 21 的扩散，优选地，第二粒子 22 的加入量可以保持在上述范围内。当第二粒子 22 的存在比小于约 0.5 时，第一粒子 21 可向第二区域 10B 一侧容易地迁移，因为在除去所施加的任何电压之后，在与第一粒子 21 所存在的区域相反的一侧的区域（例如，第二区域 10B）处的第二粒子 22 的占有率是低的。结果，这可使得难以充分地抑制第一粒子 21 的扩散。另一方面，当第二粒子 22 的存在比大于约 30 时，第二粒子 22 不仅存在于第二区域 10B 中，还存在于作为粒子各自的迁移路径的孔 33 中。结果，这改善了记忆性能，尽管其防止在图像切换期间第一粒子 21 的迁移，这可引起响应速度降低。应当理解的是，第二粒子 22 与第一粒子 21 的存在比可以更优选地在至少约 1:10，但不大于约 1:15 的范围内。这使得可以保持优异的响应速度，同时改善记忆性能。应当理解的是，“存在比”是可以与重量比互换的，其相当于第二粒子 22 的数量。

[0045] [多孔层]

[0046] 多孔层 30 是由纤维状结构体 31 形成的三维立体结构，并且具有由这样的三维立体结构形成的多个孔 33。孔 33 是在施加电压时电泳粒子 20（第一粒子 21 和第二粒子 22）的迁移路径。纤维状结构体 31 含有被纤维状结构体 31 把持的多个非电泳粒子 32。取决于纤维状结构体 31 或 / 和非电泳粒子 32 之一或两者，多孔层 30 具有正极性或负极性。在

按照本公开内容的该实施方式的电泳元件 1 中,以电泳粒子 20 和多孔层 30 具有相同的电荷的这样的方式进行配置,尽管,优选地,对于电荷各自的制备,如上所述,可使电泳粒子 20 的带电极性与多孔层 30 的带电极性相一致。这是因为,防止了任何通过由于多孔层 30 的改性而引起的孔 33 的孔径以及光反射特性的变化所导致的作为显示器的特性的恶化。

[0047] 在作为三维立体结构的多孔层 30 中,单个纤维状结构体 31 可随意地缠绕,或者多个纤维状结构体 31 可随意地聚集并彼此重叠,或者两种这样的结构可混合。在多个纤维状结构体 31 的情况下,纤维状结构体 31 各自把持一个或者两个或更多个非电泳粒子 32。应当注意的是,图 2 显示了多孔层 30 由多个纤维状结构体 31 形成的情况。

[0048] 多孔层 30 是由纤维状结构体 31 形成的三维立体结构的一个原因是,通过光(外部光)的漫反射(多重散射),多孔层 30 的反射率提高,并且不存在增加多孔层 30 的厚度以实现这样的高反射率的需要。这提高了电泳元件 1 的对比度,同时降低了使电泳粒子 20 迁移所必需的能量。另外,由于孔 33 的平均孔径变得更大,并且孔 33 的数量增加,电泳粒子 20 易于迁移通过孔 33。因此,这在降低使电泳粒子 20 迁移所必需的能量同时提高了响应速度。

[0049] 纤维状结构体 31 为具有相对于纤维径(直径)足够大的长度的纤维状材料。纤维状结构体 31 可以由例如聚合物材料、无机材料等中的一种类型或者两种或更多种类型、或者其它任何材料构成。聚合物材料的实例可包括尼龙、聚乳酸、聚酰胺、聚酰亚胺、聚对苯二甲酸乙二醇酯、聚丙烯腈、聚环氧乙烷、聚乙烯基吡啶、聚氯乙烯、聚氨酯、聚苯乙烯、聚乙烯醇、聚砜、聚乙烯基吡咯烷酮、聚偏氟乙烯、聚六氟丙烯、醋酸纤维素、胶原蛋白、明胶、壳聚糖、上述材料的共聚物等。无机材料的可为例如氧化钛等。首要地,作为用于形成纤维状结构体 31 的材料,聚合物材料可为优选的。这是因为,由于聚合物材料呈现出较低的反应性(光学反应性等),即,化学稳定性,纤维状结构体 31 的非有意的分解反应被抑制。注意,当纤维状结构体 31 由具有高反应性的材料形成时,纤维状结构体 31 的顶面可优选被任何保护层(未示出)覆盖。

[0050] 对于纤维状结构体 31 的形状(外观)没有特别地限制,只要其采用如上所述的具有相对于纤维直径足够大的长度的纤维形状。具体地,纤维状结构体 31 可以采取线型形状,或者可为卷曲的、或者在中间折叠的。此外,纤维状结构体 31 可不仅在一个方向上延伸,而且在中间在一个方向、或者两个或更多个方向上分叉。尽管对于形成纤维状结构体 31 的方法没有特别地限制,但是优选地,可采用相分离法、相反转法、静电(电场)纺丝法、熔融纺丝法、湿式纺丝法、干式纺丝法、凝胶纺丝法、溶胶凝胶法、喷涂法等。这是因为容易以高的稳定性形成具有相对于纤维直径足够长的长度的纤维状材料。

[0051] 尽管对于纤维状结构体 31 的纤维直径没有特别限制,但是优选地,该纤维直径可尽可能地小。这是因为,容易发生光的漫射,并且孔 33 的孔径变得更大。然而,确定纤维直径以确保纤维状结构体 31 能够把持下文中描述的非迁移粒子 32 是必要的。因此,优选地,纤维状结构体 31 的纤维直径可为至少约 50nm,但不大于约 2000nm。此外,优选地,其平均纤维直径可小于约 10  $\mu\text{m}$ 。应当注意的是,尽管对于平均纤维直径的下限没有特别限制,但是其可为例如约 0.1  $\mu\text{m}$  或更小。可通过利用例如扫描电子显微镜的显微镜观察等来测量纤维直径以及平均纤维直径。应当注意的是,纤维状结构体 31 的平均长度可为可选择的(随意的, optional)。



[0052] 特别地,优选地,纤维状结构体 31 可为纳米纤维。这是因为,由于容易发生光的漫射,多孔层 30 的反射率进一步增加,并且由于单位体积中的孔 33 所占的比例增加,电泳粒子 20 易于迁移通过孔 33。这提高了对比度,同时进一步降低了使电泳粒子 20 迁移所必需的能量。纳米纤维是具有在约  $0.001\ \mu\text{m}$ – 约  $0.1\ \mu\text{m}$  (两个端点都包括在内) 范围内的纤维直径并且其长度为所述纤维直径的约 100 倍或更大的纤维状材料。优选地,作为纳米纤维的纤维状结构体 31 可使用静电纺丝法形成。这使得容易以高的稳定性形成具有小的纤维直径的纤维状结构体 31。

[0053] 优选地,纤维状结构体 31 可具有与电泳粒子 20 的反射特性不同的反射特性。具体地,尽管对纤维状结构体 31 的反射特性没有特别限制,但是优选地,至少整个多孔层 30 可为能够屏蔽电泳粒子 20 的。如上所述,这是因为通过电泳粒子 20 和多孔层 30 的反射特性之间的差异产生了对比度。因此,在绝缘液体 10 中具有光学透明性(透明且无色的)的纤维状结构体 31 可为不太优选的。然而,在纤维状结构体 31 的反射特性对多孔层 30 的反射特性具有几乎可忽略的影响且多孔层 30 的反射特性基本上由非迁移粒子 32 的反射特性决定的情况下,纤维状结构体 31 的反射特性可为可选择的(任意的)。

[0054] 虽然对于孔 33 各自的平均孔径没有特别地限制,但是优选地,其可为尽可能地大的。这是因为,电泳粒子 20 易于迁移通过孔 33。因此,优选地,孔 33 各自的平均孔径可在约  $0.01\ \mu\text{m}$ – 约  $10\ \mu\text{m}$  (两个端点都包括在内) 的范围内。

[0055] 虽然对于多孔层 30 的厚度没有特别地限制,但是其可以例如在约  $5\ \mu\text{m}$ – 约  $100\ \mu\text{m}$  (两个端点都包括在内) 的范围内。这是因为,多孔层 30 的屏蔽性能提高,并且电泳粒子 20 易于迁移通过孔 33。

[0056] 非电泳粒子 32 被纤维状结构体 31 把持(固定)并且是不进行电泳迁移的粒子。纤维状结构体 31 包括多个非电泳粒子 32,因此促进光的漫反射并且进一步提高电泳元件 1 的对比度。应当注意的是,非电泳粒子 32 可以部分地从纤维状结构体 31 暴露,或者可埋入纤维状结构体 31 中,只要非电泳粒子 32 被纤维状结构体 31 把持。

[0057] 非电泳粒子 32 具有与电泳粒子 20 不同的反射特性。虽然对于非电泳粒子 32 的反射特性没有特别地限制,但是优选地,至少整个多孔层 30 可为能够屏蔽电泳粒子 20 的。如前所述,这是因为,通过电泳粒子 20 和多孔层 30 之间的反射特性的差异来产生对比度。应当注意的是,在本公开内容的该实施方式中,非电泳粒子 32 的光学反射比高于第一粒子 21 的光学反射比。

[0058] 根据非电泳粒子 32 为产生对比度所起的作用来选择用于形成非电泳粒子 32 的材料。更具体地,当非迁移粒子 32 进行亮显示时待使用的材料与当第一粒子 21 进行亮显示时所选择的材料相同。另一方面,当非迁移粒子 32 进行暗显示时待使用的材料与当第一粒子 21 进行暗显示时所选择的材料相同。首要地,作为当非迁移粒子 32 进行亮显示时所选择的材料,金属氧化物可为优选的。这是因为保证了优异的化学稳定性、固定性以及光反射率。只要可产生对比度,用于形成非迁移粒子 32 的材料可以与用于形成电泳粒子 20 (第一粒子 21 和第二粒子 22) 的材料为相同的类型或不同的类型。应当注意的是,当非迁移粒子 32 进行亮显示或暗显示时是可见的颜色与对于电泳粒子 20 是可见的颜色所提供的描述的情况相同。

[0059] 1-2. 电泳粒子的制备方法

[0060] 如上所述,构成电泳粒子 20 的第一粒子 21 和第二粒子 22 具有彼此不同的极性,并且,例如,第一粒子 21 可以具有与多孔层 30 相同极性的电荷,而第二粒子 22 可以具有与第一粒子 21 相反极性的电荷。除了分别使用具有期望极性的各材料之外,还可以使用将在下文中描述的表面处理制备粒子 21 和 22 各自的带电极性。

[0061] 表面处理的实例可包括松香处理、表面活性剂处理、颜料衍生物处理、偶联剂处理、接枝聚合处理、微胶囊化处理等。在它们之中,偶联剂处理、接枝聚合处理、微胶囊化处理或这些处理的组合可为优选的。这是因为,保证了长期分散稳定性等。

[0062] 用于表面处理的材料可为例如,具有能够吸附到电泳粒子 20(第一粒子 21 和第二粒子 22) 的顶面上的官能团和可聚合官能团的材料(即,吸附性材料)等。可吸附的官能团的类型可根据用于形成电泳粒子 20 的材料来确定。作为例子,对于碳材料如炭黑的情况可使用苯胺衍生物如 4-乙炔基苯胺,以及对于金属氧化物材料的情况可使用有机硅烷衍生物如甲基丙烯酸-3-(三甲氧基甲硅烷基)丙酯。可聚合官能团的实例可包括乙烯基、丙烯酰基(acrylic group)、甲基丙烯酰基(methacrylate group)等。

[0063] 或者,用于表面处理的材料可以为,例如,能够接枝到其中引入可聚合官能团的电泳粒子 20 的顶面的材料(接枝材料)。优选地,这种接枝材料可具有可聚合官能团、以及用于分散的官能团,该官能团能够在绝缘液体 10 中分散并且通过空间约束保持分散性。可聚合官能团的类型可以与对于吸附性材料所提供的描述的情况相同。当绝缘液体 10 为链烷烃时,用于分散的官能团可以为,例如,支链烷基等。为了将接枝用材料聚合或接枝,可以使用聚合引发剂,例如偶氮二异丁腈(AIBN)。

[0064] 作为参考,在例如“Dispersion Technology of Ultrafine Particles and Evaluation Thereof—Surface Treatment, Pulverizing, and Dispersion Stabilization in Air/Liquid/Polymer Molecule(Science&Technology Co., Ltd.)”的书中包含了关于如上所述的将电泳粒子 20 分散在绝缘液体 10 中的方法的详细信息。

[0065] 制备电泳粒子 20(在该实例中的第一粒子 21)的方法的实例可如下。图 3 代表第一粒子 21 的制备程序的流程图。首先,例如,作为步骤 S101(SiO<sub>2</sub> 处理),可通过在水中溶解氢氧化钠和硅酸钠而制备溶液 A。随后,加热可向其中加入例如复合氧化物细粒(能够从位于日本东京的Dainichiseika Color&Chemicals Mfg. Co., Ltd获得的DAIPYR OXIDE Color TM3550)的溶液 A,并且之后,例如,可在所得的溶液 A 中滴加约 1mol/cm<sup>3</sup> 的硫酸、以及其中溶解有硅酸钠和氢氧化钠的水溶液。接下来,例如,作为步骤 S102(硅烷偶联反应),可加入乙醇和水的液体混合物以得到具有分散的硅烷包覆的复合氧化物粒子的溶液。之后,例如,可混合水、乙醇以及烯丙基三乙氧基硅烷,并且之后可加入上述具有分散的硅烷包覆的复合氧化物粒子的溶液以制备混合溶液。接下来,在该混合溶液的后处理之后,得到固体物质,并且可搅拌加入了例如甲苯的该固体物质以制备溶液 B。之后,作为步骤 S103(自由基聚合),例如,可将丙烯酸和 2,5-二甲基-1,5-己二烯加入溶液 B 中,并且之后可在氮气气流下搅拌所得的溶液 B。之后,以可将溶液 C(其中例如 2,2'-偶氮双(2-甲基丙腈)(偶氮二异丁腈:AIBN)溶解在甲苯中)与该溶液 B 混合的这样的方式引发第一粒子 21 的聚合反应。这样的步骤得到了由聚合物包覆的颜料形成的黑色第一粒子 21。

[0066] [电泳元件的优选显示方法]

[0067] 如上所述,在电泳元件 1 中,第一粒子 21 和多孔层 30(包含非电泳粒子 32 的纤维

状结构体 31) 各自进行亮显示和暗显示,从而产生对比度。这种情况下,第一粒子 21 可进行亮显示,而多孔层 30 可进行暗显示,并且反之亦然。作用的这种差异是由第一粒子 21 和 多孔层 30 之间的反射特性的关系来决定的。换句话说,进行亮显示的一个的反射率变得高于进行暗显示的另一的反射率。

[0068] 首要地,优选地,第一粒子 21 可进行暗显示,而多孔层 30 可进行亮显示。与此相关联,当多孔层 30 的光学特性基本上由非电泳粒子 32 的反射特性决定时,优选地,非电泳粒子 32 的反射率可高于第一粒子 21 的反射率。这是因为,这种情况下的用于亮显示的反射率通过利用通过多孔层 30(三维立体结构)的光的漫反射而显著增大,并且因此,相应地,对比度也明显地提高。

[0069] [电泳元件的运行]

[0070] 在电泳元件 1 中,电泳粒子 20(此情况下为第一粒子 21)和 多孔层 30(非电泳粒子 32)的反射特性是不同的。这种情况下,当对电泳元件 1 施加电场时,在其中施加电场的范围内,第一粒子 21 通过多孔层 30(孔 33) 向一个区域例如第一区域 10A 迁移。结果,当从第一粒子 21 已经迁移的一侧观看电泳元件 1 时,在第一粒子 21 迁移的范围内通过第一粒子 21 进行暗显示(或亮显示),而在第一粒子 21 未迁移的范围内通过多孔层 30 进行亮显示(或暗显示)。这产生了对比度。也就是,这显示了图像。

[0071] 在现有的电泳元件中,当去除电场时,已经向一个区域迁移的电泳粒子逐渐扩散以向被多孔层划分的区域的另一侧迁移。随着电泳粒子的这种迁移,在其中施加电场的区域和其中未施加电场的区域之间的对比度恶化,导致在显示面板上已经看到的图像逐渐丧失。结果,为了保持显示面板上的图像,必须继续恒定地施加电压,这造成对降低电力消耗的阻碍。

[0072] 为了降低电力消耗,可设计如上所述的实现保持图像而不提供任何电力的性能的方法,也就是,采用用于提供记忆性能的方法。为了使电泳元件具有记忆性能,在电极和电泳粒子之间产生的电像力(electrical image force)变成重要的参数。可以使用下面给出的表达式(1)来表示电像力。

[0073] (表达式 1)

$$F \propto q^2 / 4 \pi \epsilon r^2 \dots (1)$$

[0075] 表达式 1 显示,提高电像力,也就是使电泳粒子保持高电荷以向电泳元件提供记忆性能是有效的。另外,如果假设电泳粒子具有相同的电荷密度,则建立起由下面给出的表达式 2 所表示的关系。基于此,为了使电泳粒子保持高电荷,可设计提高电泳粒子各自的粒度的方法。

[0076] (表达式 2)

$$F \propto r^3 / 4 \pi \epsilon r^2 = r / 3 \pi \epsilon \dots (2)$$

[0078] 然而,电泳粒子各自的粒度的提高确保实现优异的记忆性能,尽管这可能造成如下缺点:通过多孔层的电泳粒子的渗透性的恶化,导致对比度下降。换句话说,已经证实,提高电泳粒子各自的粒度的方法使得难以在保持电泳元件的图像显示质量的同时改善记忆性能。

[0079] [运行和效果]

[0080] 相反,在本公开内容的该实施方式中,使用了进行显示面板的亮显示或暗显示的

第一粒子 21、以及具有与第一粒子 21 不同的带电极性的第二粒子 22 作为电泳粒子 20。在施加电场时，第二粒子 22 与第一粒子 21 做得相反。具体来说，当施加电场时，如果在其中施加电场的范围内，第一粒子 21 向第二区域 10B 一侧迁移，则在其中施加电场的范围内，第二粒子 22 向第一区域 10A 一侧迁移。这降低了去除电场后在第一区域 10A 和第二区域 10B 处的绝缘液体 10 的粒子密度（浓度）的差异，从而抑制了第一粒子 21 扩散进入第二区域 10B 一侧。结果，即使去除电场，也保持了暗显示区域和亮显示区域之间的对比度。

[0081] 另外，当跨越对向电极（像素电极 45 和对电极 52）施加电压时，第一粒子 21 和第二粒子 22 分别向相应的电极表面迁移。结果，电像力被施加在像素电极 45 和对电极 52 两者上。换句话说，认为在对向电极各自上，电荷被平衡，由此获得更大的电像力，而没有如上所述的以牺牲对比度为代价增加第一粒子 21 各自的粒度。

[0082] 如上所述，在按照本公开内容的该实施方式电泳元件 1 中，除了第一粒子 21 之外，使用具有与第一粒子 21 相反的电荷的第二粒子 22 作为电泳粒子 20。因此，抑制了在电场去除后的第一粒子 21 的任何扩散，从而改善记忆性能。这使得可以不继续恒定地施加电压而保持显示面板上的观看图像，这容许提供具有更少电力消耗的显示器。

[0083] (2. 应用例)

[0084] 接下来，提供对上述电泳元件 1 的应用例的说明。电泳元件 1 可应用于各种电子设备。尽管对于电子设备的类型没有特别地限制，但是例如，电泳元件 1 可应用于显示器。

[0085] [显示器的整体构造]

[0086] 图 4 显示了显示器的剖面结构，而图 5 是用于解释图 4 中所说明的显示器的运行的剖面图。应当注意的是，将在下文中描述的显示器的构造代表了一个用于参考的实例，并且合适时该构造可为可改变的。

[0087] 该显示器是利用电泳现象显示图像（例如，文本信息等）的电泳显示器（所谓的电子纸显示器）。在这种显示器中，如图 4 中的实例所示，驱动基板 40 和对向基板 50 可夹着按照本公开内容的上述实施方式电泳元件 1 彼此相对地设置，并且，例如，图像可显示在对向基板 50 一侧。应当注意的是，驱动基板 40 和对向基板 50 通过隔离物 60 以预定的空间间隔隔开。

[0088] [驱动基板]

[0089] 在驱动基板 40 上，例如，多个薄膜晶体管 (TFT) 42、保护层 43、平坦化绝缘层 44 以及多个像素电极 45 可以该顺序形成在支撑基材 41 的一侧。取决于像素排列，TFT42 和像素电极 45 以矩阵图案或段 (segment) 图案设置。

[0090] 支撑基材 41 可以由，例如，无机材料、金属材料、塑料材料等形成。无机材料的实例可包括硅 (Si)、氧化硅 ( $\text{SiO}_x$ )、氮化硅 ( $\text{SiN}_x$ )、氧化铝 ( $\text{AlO}_x$ ) 等。氧化硅可包括玻璃、旋涂玻璃等。金属材料的实例可包括铝 (Al)、镍 (Ni)、不锈钢等。塑料材料的实例可包括聚碳酸酯 (PC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯 (PEN)、聚醚醚酮 (PEEK) 等。

[0091] 支撑基材 41 可以是光学透明的或者可以是非光学透明的。这是因为，由于在对向基板 50 一侧显示图像，支撑基材 41 没有必要必须是光学透明的。另外，支撑基材 41 可以是具有刚性的基板，例如晶片，或者可以是具有柔性的薄层玻璃或膜，尽管在它们之中，后者可为优选的。这是因为实现了柔性（可折叠）显示。

[0092] TFT42 为用于选择像素的切换元件。应当注意的是, TFT42 可为使用无机半导体层的无机 TFT、或者使用有机半导体层作为沟道层的有机 TFT。保护层 43 和平坦化绝缘层 44 可以由例如绝缘材料如聚酰亚胺形成。然而, 只要保护层 43 的顶面被充分地平坦化, 就可以省略平坦化绝缘层 44。像素电极 45 可以由例如金属材料如金 (Au)、银 (Ag) 或铜 (Cu) 形成。像素电极 45 通过设置在保护层 43 和平坦化绝缘层 44 上的接触孔 (图中未示出) 与 TFT42 连接。

[0093] [对向基板]

[0094] 对向基板 50 可以为例如这样的基板: 在该基板上, 对电极 52 形成在支撑基材 41 一侧的整个表面上。然而, 对电极 52 可以与像素电极 45 一样以矩阵图案或段图案设置。

[0095] 除光学透明性以外, 支撑基材 51 可以由与支撑基材 41 相同的材料形成。这是因为, 由于在对向基板 50 一侧显示图像, 期望支撑基材 51 是光学透明的。对电极 52 可以由, 例如, 光学透明导电材料 (透明电极材料) 例如铟-锡氧化物 (ITO)、铟-锡氧化物 (ATO)、氟掺杂锡氧化物 (FTO)、铝掺杂锌氧化物 (AZO) 等形成。

[0096] 当在对向基板 50 一侧显示图像时, 由于通过对电极 52 看到电泳元件 1, 优选地, 对电极 52 的光学透明度 (透射比) 可尽可能地高, 例如为约 80% 以上。另外, 优选地, 对电极 52 的电阻可尽可能地低, 例如, 约  $100 \Omega / \text{sq}$  或更少。

[0097] [电泳元件]

[0098] 电泳元件 1 包括在绝缘液体 10 中的作为电泳粒子 20 的多个第一粒子 21 和第二粒子 22、以及具有多个孔 33 的多孔层 30。绝缘液体 10 填充驱动基板 40 和对向基板 50 之间的空间, 并且多孔层 30 可被例如间隔物 60 支撑。其中填充绝缘液体 10 的空间被划分为在接近像素电极 45 的一侧的第一区域 10A 以及在接近对电极 52 的一侧的第二区域 10B, 其中多孔层 30 插入其间作为分界。绝缘液体 10、电泳粒子 20 以及多孔层 30 的构成与本公开内容的上述实施方式中的绝缘液体 10、电泳粒子 20 以及多孔层 30 的构成分别相同。应当注意的是, 为了简化的描绘, 图 4 和图 5 各自仅显示了部分孔 33。

[0099] [间隔物]

[0100] 间隔物 60 可以由例如绝缘材料如聚合物材料形成。

[0101] 虽然对于间隔物 60 的形状没有特别地限制, 但是确保对电泳粒子 20 的迁移没有造成阻碍和确保使电泳粒子 20 均匀地分散的形状, 例如格子形状可为优选的。另外, 虽然对于间隔物 60 的厚度没有特别地限制, 但是优选地, 为了降低电力消耗的目的, 该厚度可尽可能地小, 例如, 可以在约  $10 \mu\text{m}$  - 约  $100 \mu\text{m}$  (两个端点都包括在内) 的范围内。

[0102] [显示器的运行]

[0103] 在该显示器中, 如图 4 所示, 在起始状态下, 多个第一粒子 21 位于第一区域 10A, 并且多个第二粒子 22 位于第二区域 10B。在这种情况下, 由于在所有像素中多孔层 30 被第一粒子 21 屏蔽, 当从对向基板 50 一侧观看时, 显示器被置于没有对比度产生 (无图像显示) 的状态。

[0104] 当如图 5 所示通过 TFT42 选择像素并且在像素电极 45 和对电极 52 之间施加电场时, 第一粒子 21 从第一区域 10A 通过多孔层 30 (孔 33) 向第二区域 10B 迁移。在这种情况下, 由于其中多孔层 30 被第一粒子 21 屏蔽的像素以及其中多孔层 30 未被第一粒子 21 屏蔽的像素同时存在, 当从对向基板 50 一侧观看时, 显示器被置于产生了对比度的状态。这

容许显示出图像。

[0105] [显示器的运行和效果]

[0106] 按照这种显示器,使用了按照本公开内容的上述实施方式的电泳元件 1。因此,抑制了去除电场后第一粒子 21 的扩散以改善记忆性能。这使得可以不需要继续恒定地施加电压而保持显示面板上的观看图像,这容许提供具有更少电力消耗的显示器。

[0107] (3. 实施例)

[0108] 接下来,将提供对本技术的一个实施方式的实施例的详细描述。

[0109] (实验例 1)

[0110] 按照以下给出的步骤,使用电泳粒子 20(黑色的第一粒子 21(用于暗显示)和白色的第二粒子 22)以及白色的多孔层 30(含有粒子的纤维状结构体)(用于亮显示)制造显示器。

[0111] [电泳粒子的制备]

[0112] 首先,通过在 43g 水中溶解 43g 氢氧化钠和 0.37g 硅酸钠来制备溶液 A。之后,将向其中加入 5g 复合氧化物细粒(能够从位于日本东京的Dainichiseika Color&Chemicals Mfg. Co., Ltd 获得的 DAIPYROXIDE Color TM3550)的溶液 A 搅拌(15 分钟),并且之后进行超声搅拌(在 30-35 摄氏度下,15 分钟)。接下来,在将溶液 A 加热至 90 摄氏度之后,向所得溶液 A 中滴加 15cm<sup>3</sup> 体积的 0.22mol/cm<sup>3</sup> 的硫酸、以及体积为 7.5cm<sup>3</sup> 的水溶液 2 小时,所述水溶液中溶解有 6.5mg 的硅酸钠以及 1.3mg 的氢氧化钠。接下来,(在室温下)冷却溶液 A,并且之后加入 1.8cm<sup>3</sup> 体积的 1mol/cm<sup>3</sup> 的硫酸。之后,在进行离心分离(以 3700rpm,30 分钟)和倾析后,将所得的溶液 A 在乙醇中再分散,并且进行进一步的离心分离(以 3500rpm,30 分钟)和倾析两次。之后,在每个瓶子中加入 5cm<sup>3</sup> 体积的乙醇与 0.5cm<sup>3</sup> 体积的水的液体混合物,并且进行超声搅拌(1 小时)以制备具有分散的硅烷包覆的复合氧化物粒子的溶液。

[0113] 接下来,将具有分散的硅烷包覆的复合氧化物粒子的溶液与其中已混合 3cm<sup>3</sup> 的水、30cm<sup>3</sup> 的乙醇以及 2g 的烯丙基三乙氧基硅烷的溶液混合搅拌(7 分钟),然后进行搅拌(10 分钟)和离心分离(以 3500rpm,30 分钟)。随后,在进行倾析之后,进行在乙醇中的再分散以及离心分离(以 3500rpm,30 分钟)两次作为清洗操作。进一步地,在减压环境(室温)下干燥 6 小时后,将所得溶液加热至 70 摄氏度以干燥 2 小时。之后,加入 50cm<sup>3</sup> 的甲苯以制备溶液 B,其随后使用珠磨机搅拌(12 小时)。之后,在溶液 B 中加入 0.5g 的丙烯酸以及 2.0g 的 2,5-二甲基-1,5-己二烯,并且之后在氮气气流下搅拌所得的溶液 B(20 分钟)。进一步地,在溶液 B 加热至 50 摄氏度并且搅拌(20 分钟)之后,向该溶液 B 中加入溶解有 0.01gAIBN 的甲苯溶液(3cm<sup>3</sup>,溶液 C),并且将所得溶液加热至 65 摄氏度,并且搅拌 1 小时。接下来,在冷却至室温后,加入乙酸乙酯,并且之后进行离心分离(以 3500rpm,30 分钟)。随后,在进行倾析之后,进行如下操作三次作为清洗操作:再分散到乙醇中以及离心分离(以 3500rpm,30 分钟)。进一步地,在减压环境(室温)下干燥 12 小时之后,将所得溶液加热至 70 摄氏度以干燥 2 小时。这样的步骤获得了黑色的电泳粒子(第一粒子 21),其各自由粒度为 160nm 的聚合物包覆的颜料构成。

[0114] [绝缘液体的制备]

[0115] 接下来,为了制备绝缘液体 10,制备了有机溶剂,其含有:1.0%的 N,N-二甲基丙

烷-1,3-二胺、12-羟基十八烷酸、以及甲氧基磺酰氧基甲烷(可从位于Wickliffe, OH(USA)的Lubrizol Corporation获得的Solsperser17000)、5.0%的脱水山梨糖醇三油酸酯(Span85)、以及作为主要组分的94%的异构链烷烃(可从位于Irving, Tx(USA)的Exxon Mobil Corporation获得的IsoparG)。这里,将作为第一粒子21的0.3g上述黑色电泳粒子以及作为第二粒子22的0.65g二氧化硅粒子(粒度为100nm)加入到9.4g的绝缘液体中,并且使用加有玻璃珠(外径为0.8mm)的珠磨机搅拌所得液体(1小时)。之后,使用玻璃纤维过滤器过滤绝缘液体10以去除珠子,从而获得了具有分散的电泳粒子20(第一粒子21和第二粒子22)的绝缘液体。

#### [0116] [多孔层的制备]

[0117] 之后,作为用于形成纤维状结构体31的材料,通过在88g的DMF中溶解12g聚丙烯腈(可从位于StLouis, MO(USA)的Sigma-Aldrich Co.获得;分子量为150000)而制备溶液D。接下来,作为非电泳粒子32,例如,将40g的氧化钛(可从位于Osaka, Japan的Sakai Chemical Industry Co.,Ltd.获得的TITONER-42)加入到溶液D中,并且之后使用珠磨机混合所得溶液以获得纺丝溶液。之后,将该纺丝溶液注入注射器中,并且使用电纺丝机器(可从位于Fukuoka, Japan的Mecc Co.,Ltd.获得的NANON)在其上以预定的图案形状形成有像素电极(ITO)的玻璃基板上进行八个来回(eight-reciprocating)的纤维纺丝。纤维纺丝条件包括28kV的场强、 $0.5\text{cm}^3/\text{分钟}$ 的排放速度、15cm的纤维纺丝距离、以及20mm/s的扫描速度。之后,在真空炉(75摄氏度)中干燥玻璃基板12小时以形成含有非电泳粒子32的纤维状结构体31。

#### [0118] [显示器的装配]

[0119] 首先,从其上形成有像素电极45的玻璃基板上去除附着到其中未形成像素电极的区域的不想要的纤维状结构体31,并且之后,在其上在前侧形成有对电极52(ITO)的玻璃基板上设置PET膜(厚度为 $30\mu\text{m}$ )作为间隔物。在该间隔物上,重叠其上形成有像素电极45和纤维状结构体31的玻璃基板。应当注意的是,在没有与多孔层30重叠的位置,绘制(牵拉,draw)含有珠子(外径 $=30\mu\text{m}$ )的光固化树脂(可从位于Osaka, Japan的Sekisui Chemical Co.,Ltd.获得的光敏树脂Photorec A-400)。最终,在将具有分散的电泳粒子20的绝缘液体注入两个玻璃基板之间的间隙后,使用滚筒对这些玻璃基板进行整体加压以使多孔层30在像素电极45和对电极52之间延伸,并且之后再次对玻璃基板进行整体加压以进行压缩。

[0120] 另外,通过改变第二粒子22的加入量、粒度或材料来进行实验(实验例2-7)。另外,进行不加入第二粒子22的实验(实验例8)作为对比例。表1是实验例1-8中的第二粒子22的加入量和粒度、以及第一粒子21与第二粒子22的存在比的列表。表2是实验例1-8中的黑反射率(%)、白反射率(%)以及对比度的测量结果的列表。

[0121] 在黑反射率和白反射率的测量中,使用分光光度计(可从位于Tokyo, Japan的Yokogawa Meters&Instruments Corporation获得的YOKOGAWA SPECTROCOLORIMETER CD100)测量在45度环形照明中相对于标准扩散板的基板法线方向上的反射率。使用确保黑显示和白显示的反射率值被稳定的电压作为驱动电压(在这种情况下为15V),并且在每种显示状态中的反射率被规定为黑反射率和白反射率。对比度是以用白反射率除以黑反射率的方式获得的值。记忆性能是通过在停止施加电压1分钟后、5分钟后、以及30分钟后测

量对比度获得的结果。

[0122] [表 1]

[0123]

	第二粒子			存在比 (第一粒子: 第二粒子)
	材料	粒度(nm)	加入量(g)	
实验例 1	硅胶	100	0.65	1:5
实验例 2	硅胶	100	0.3	1:2
实验例 3	硅胶	100	2	1:15
实验例 4	硅胶	100	4	1:30
实验例 5	硅胶	200	0.65	1:5
实验例 6	硅胶	35	0.65	1:5
实验例 7	氧化钛	90	1.5	1:5
实验例 8	—	—	—	—

[0124]

[0125] [表 2]

[0126]

	白反射率 (%)	黑反射率 (%)	对比度	记忆性能		
				1 分钟后	5 分钟后	30 分钟 后
实验例 1	40	2	20	好	好	差
实验例 2	42	2	21	好	差	差
实验例 3	40	2	20	好	好	好
实验例 4	32	4	8	好	好	好
实验例 5	30	3	10	好	好	好
实验例 6	40	2	20	差	差	差
实验例 7	46	2	23	好	好	好
实验例 8	44	2	22	差	差	差

[0127] 从表 2 中可以看出,与未加入第二粒子 22 的实验例 8 相比,在加入了第二粒子 22 的实验例 1-5 和实验例 7 中,记忆性能得到了改善。换句话说,证明了通过加入具有与第一



粒子 21 不同的带电特性的粒子 (第二粒子 22), 记忆性能得到了改善。但是, 在实验例 6 中, 几乎没有观察到记忆性能。这是由于两个原因。作为第一个原因, 认为由于用作第二粒子 22 的硅胶的粒度降低, 使得由第二粒子 22 施加的电像力小于由第一粒子 21 施加的电像力, 这使得难以使电荷平衡。作为第二个原因, 认为不能够确保大到足以在电场去除后抑制第一粒子 21 的扩散的体积。

[0128] 另外, 在实验例 2 中, 观察到了记忆性能的改善, 尽管其保持时间不充分。认为这是由于第二粒子 22 的加入量少。在实验例 3-5 中, 观察到了优异的记忆性能。但是, 在实验例 3 中, 记忆性能得到了改善, 并且保持了优异的对比度, 尽管在实验例 4 和 5 中, 反射率和对比度恶化。认为这是由于在实验例 4 中第二粒子 22 的加入量是过量的。在实验例 5 中, 认为由于第二粒子 22 各自的粒度增加, 第二粒子 22 能够迁移的空间减少, 导致迁移的容易性降低。另外, 在实验例 1-6 中, 使用硅胶作为第二粒子 22, 尽管, 如从实验例 7 的结果看出的, 材料并不限于硅胶, 但证明即使使用任何其它的材料 (在这种情况下为氧化钛), 也可获得同样的结果。应当注意的是, 由于氧化钛是白色的, 并且其反射特性高于硅胶的反射特性, 与实验例 1-6 相比, 白反射率得到了改善。

[0129] 至此, 参考一个实施方式对本技术进行了说明, 尽管本技术并不限于上述的实施方式, 但不同的变化是可利用的。例如, 按照本公开内容的上述实施方式的电泳元件不限于显示器, 而是可以应用于任何其它的电子设备。

[0130] 另外, 本技术包括本文中描述的和本文中引入的各种实施方式中的一些或全部的任何可能的组合。

[0131] 从本公开内容的上述实例实施方式可以获得至少以下配置:

[0132] (1) 一种电泳元件, 包括:

[0133] 包含在绝缘液体中并且由第一粒子和第二粒子构成的多个电泳粒子, 第一粒子和第二粒子分别具有彼此不同的带电特性; 以及

[0134] 包含在绝缘液体中并且由纤维状结构体形成的多孔层。

[0135] (2) 如 (1) 的电泳元件, 其中第一粒子与第二粒子的存在比为至少约 1:0.5, 但不大于约 1:30。

[0136] (3) 如 (1) 或 (2) 的电泳元件, 其中第二粒子具有等于或小于第一粒子的粒度的粒度。

[0137] (4) 如 (1)-(3) 任意之一的电泳元件, 其中第二粒子具有为至少约 50nm, 但不大于约 200nm 的粒度。

[0138] (5) 如 (1)-(4) 任意之一的电泳元件, 其中第一粒子和第二粒子分别具有彼此相反的带电特性。

[0139] (6) 如 (1)-(5) 任意之一的电泳元件, 其中第一粒子和第二粒子分别具有彼此不同的反射特性。

[0140] (7) 如 (1)-(6) 任意之一的电泳元件, 其中第一粒子或第二粒子具有与绝缘液体的反射特性同等的反射特性。

[0141] (8) 如 (1)-(7) 任意之一的电泳元件, 其中第一粒子或第二粒子具有与纤维状结构体的反射特性同等的反射特性。

[0142] (9) 如 (1)-(8) 任意之一的电泳元件, 其中第一粒子或第二粒子与绝缘液体之间

的折射率差为至少约 0, 但不大于约 2.1。

[0143] (10) 如 (1)-(9) 任意之一的电泳元件, 其中纤维状结构体包括多个非电泳粒子, 非电泳粒子各自具有与第一粒子的反射特性或第二粒子的反射特性不同的反射特性。

[0144] (11) 如 (1)-(10) 任意之一的电泳元件, 其中纤维状结构体由聚合物材料和无机材料中的一种形成。

[0145] (12) 如 (1)-(11) 任意之一的电泳元件, 其中纤维状结构体具有为至少约  $0.1 \mu\text{m}$ , 但不大于约  $10 \mu\text{m}$  的平均纤维直径。

[0146] (13) 如 (1)-(12) 任意之一的电泳元件, 其中纤维状结构体通过静电纤维纺丝法形成。

[0147] (14) 如 (1)-(13) 任意之一的电泳元件, 其中纤维状结构体是纳米纤维。

[0148] (15) 如 (10)-(14) 任意之一的电泳元件, 其中电泳粒子和非电泳粒子各自自由选自有机颜料、无机颜料、染料、碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃以及聚合物材料的材料形成。

[0149] (16) 如 (10)-(15) 任意之一的电泳元件, 其中非电泳粒子各自具有高于电泳粒子各自的反射率的反射率。

[0150] (17) 一种显示器, 其设置有一对基材和设置在这对基材之间的电泳元件, 这对基材的一个或两个具有光学透明性并且其各自设置有电极, 所述电泳元件包括:

[0151] 包含在绝缘液体中并且由第一粒子和第二粒子构成的多个电泳粒子, 第一粒子和第二粒子分别具有彼此不同的带电特性; 以及

[0152] 包含在绝缘液体中并且由纤维状结构体形成的多孔层。

[0153] 本公开内容包含涉及于 2012 年 6 月 29 日向日本专利局提交的日本在先专利申请 JP2012-147643 中所公开的内容的主题, 其全部内容通过参考引入本文。

[0154] 本领域技术人员应当理解, 取决于设计要求和其它因素, 可以进行各种修改、组合、子组合和变形, 只要它们在所附权利要求或其等同物的范围之内。

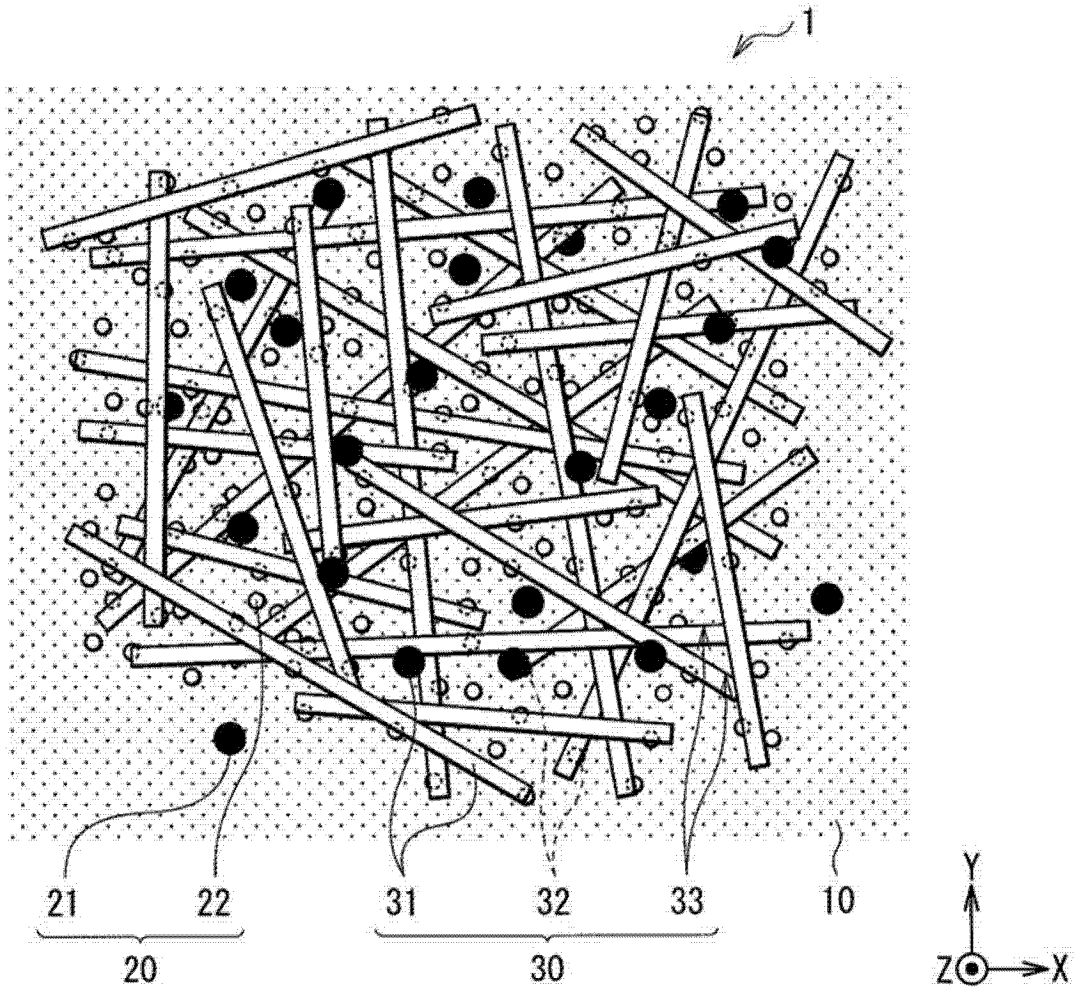


图 1

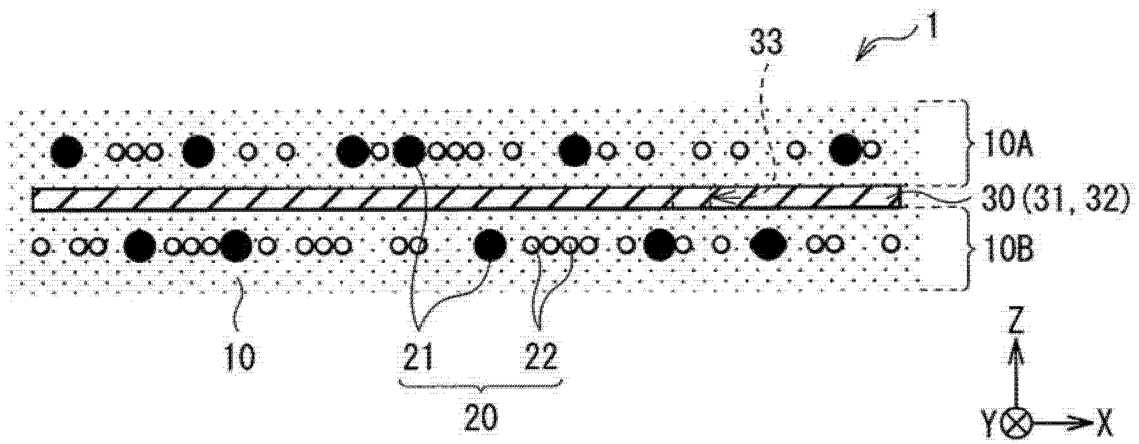


图 2

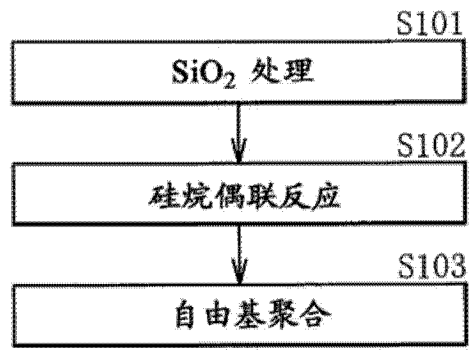


图 3

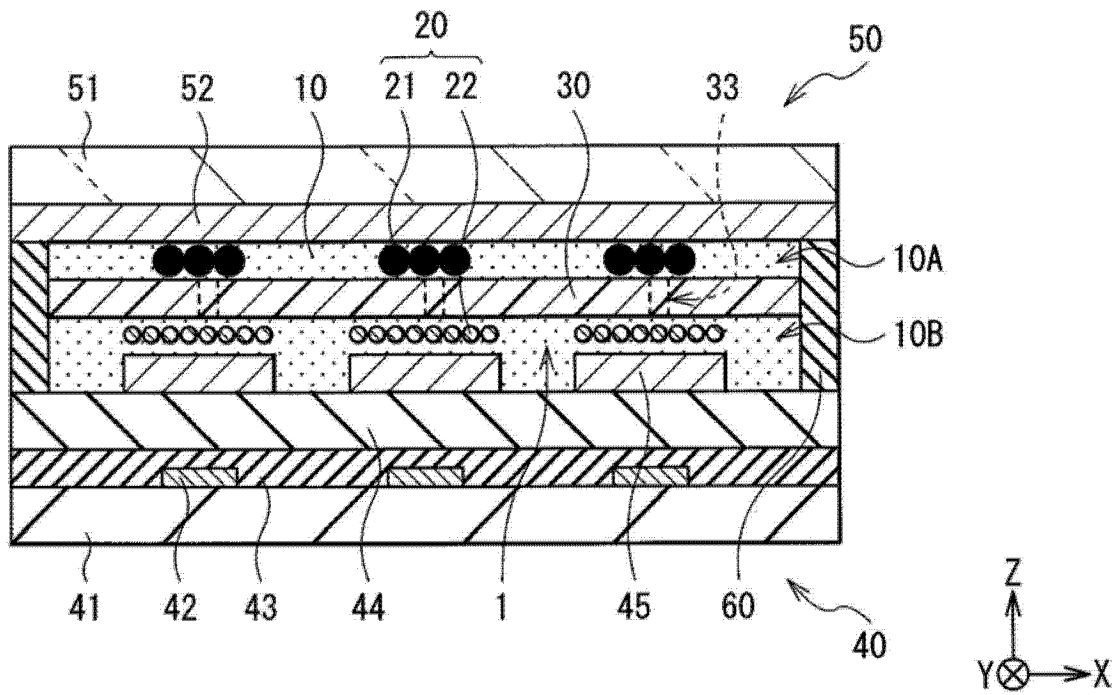


图 4

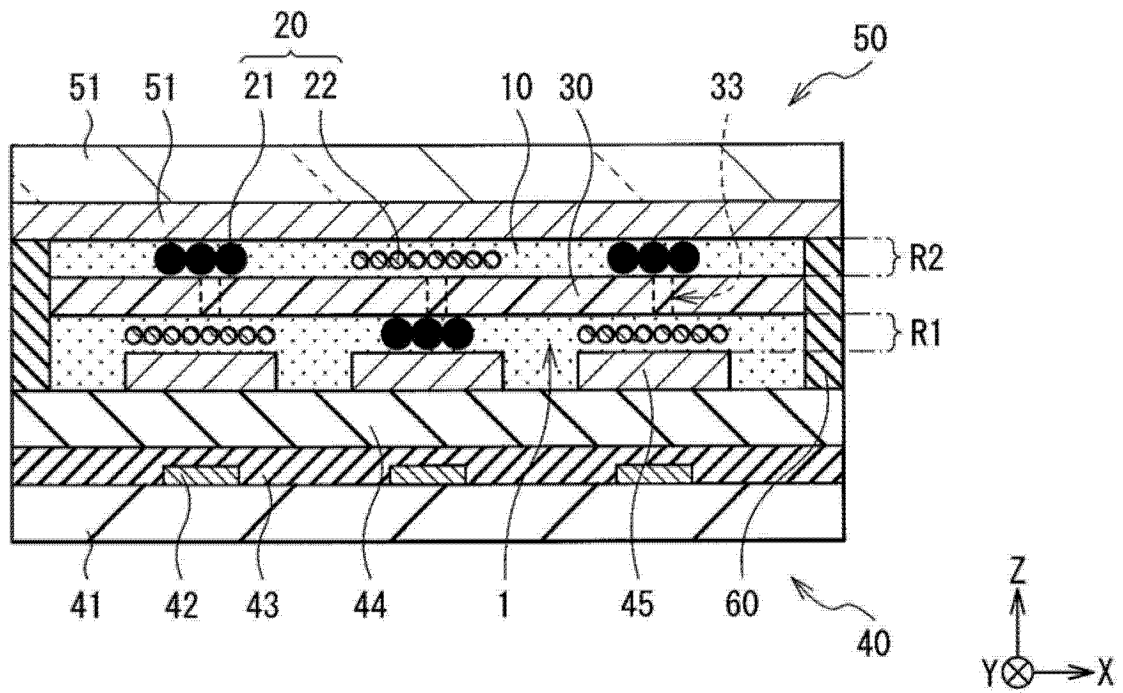


图 5