



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103135309 A

(43) 申请公布日 2013.06.05

(21) 申请号 201210460495.7

(22) 申请日 2012.11.15

(30) 优先权数据

2011-255212 2011.11.22 JP

2011-255213 2011.11.22 JP

2012-232700 2012.10.22 JP

(71) 申请人 索尼公司

地址 日本东京

(72) 发明人 贝野由利子 小林健 首藤绫

高梨英彦

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限

责任公司 11240

代理人 张英 李丙林

(51) Int. Cl.

G02F 1/167(2006.01)

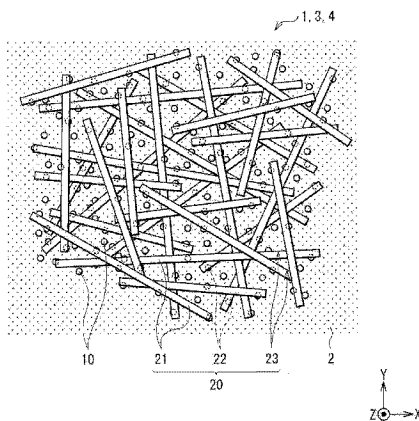
权利要求书2页 说明书28页 附图4页

(54) 发明名称

电泳装置、电泳装置的制造方法、以及显示器

(57) 摘要

本发明提供了电泳装置、电泳装置的制造方法、以及显示器。所述电泳装置包括：绝缘液体中的多个电泳颗粒；和所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层，所述纤维状结构的极性与所述电泳颗粒的极性相同。



1. 一种电泳装置,包括:
绝缘液体中的多个电泳颗粒;和
所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层,所述纤维状结构具有与所述电泳颗粒的极性相同的极性。
2. 根据权利要求1所述的电泳装置,其中,所述纤维状结构与具有与所述电泳颗粒的极性相同极性的官能团形成共价键。
3. 根据权利要求1所述的电泳装置,其中,所述纤维状结构中添加有具有与所述电泳颗粒的极性相同极性的化学物质。
4. 根据权利要求1所述的电泳装置,其中,所述纤维状结构包含多个具有与所述电泳颗粒的反射特性不同的反射特性的非移动颗粒。
5. 根据权利要求1所述的电泳装置,其中,所述纤维状结构由聚合物材料和无机材料中的一种或多种形成。
6. 根据权利要求1所述的电泳装置,其中,所述纤维状结构包含细孔,所述细孔具有等于或大于0.01微米且等于或小于10微米的平均孔径。
7. 根据权利要求1所述的电泳装置,其中,所述纤维状结构通过静电纺丝形成。
8. 根据权利要求1所述的电泳装置,其中,所述纤维状结构是纳米纤维。
9. 根据权利要求4所述的电泳装置,其中,所述电泳颗粒和所述非移动颗粒各自由有机颜料、无机颜料、染料、碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃和聚合物材料中的一种或多种形成。
10. 根据权利要求4所述的电泳装置,其中,所述非移动颗粒具有的反射率高于所述电泳颗粒的反射率。
11. 根据权利要求1所述的电泳装置,其中,所述电泳颗粒在所述绝缘液体中的含量为0.1wt%以上至10wt%以下。
12. 一种制造电泳装置的方法,所述方法包括:
形成具有极性的电泳颗粒;和
构造多孔层并形成具有与所述电泳颗粒的极性相同极性的纤维状结构。
13. 根据权利要求12所述的制造电泳装置的方法,其中,通过向纤维状结构中引入官能团而形成具有与所述电泳颗粒的极性相同极性的所述纤维状结构,所述官能团具有与所述电泳颗粒的极性相同的极性。
14. 根据权利要求12所述的制造电泳装置的方法,其中,通过向纤维状结构中添加化学物质而形成具有与所述电泳颗粒的极性相同极性的所述纤维状结构,所述化学物质具有与所述电泳颗粒的极性相同的极性。
15. 一种显示器,包括:
在一对基底之间的电泳装置,所述基底的一个或两个透光,且所述基底各自包括电极,
所述电泳装置包括:
绝缘液体中的多个电泳颗粒;和
所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层,所述纤维状结构具有与所述电泳颗粒的极性相同的极性。
16. 一种电泳装置,包括:

绝缘液体中的多个电泳颗粒 ;和

所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层,所述纤维状结构包含多个非移动颗粒,并且所述非移动颗粒以在预定范围内的量添加并分散在所述纤维状结构中。

17. 根据权利要求 16 所述的电泳装置,其中,所述纤维状结构由聚合物材料和无机材料中的一种或多种形成。

18. 根据权利要求 16 所述的电泳装置,其中,所述非移动颗粒由有机颜料、无机颜料、染料、碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃和聚合物材料中的一种或多种形成。

19. 根据权利要求 16 所述的电泳装置,其中,所述非移动颗粒包括氧化钛。

20. 一种制造电泳装置的方法,所述方法包括:

确定添加并混合在纤维状结构中的非移动颗粒的量的最佳范围 ;以及

将具有最佳范围内的量的所述非移动颗粒添加到所述纤维状结构中,并将所添加的非移动颗粒分散在所述纤维状结构中。

21. 一种显示器,包括:

在一对基底之间的电泳装置,所述基底的一个或两个透光,且所述基底各自包括电极,所述电泳装置包括:

绝缘液体中的多个电泳颗粒 ;和

所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层,所述纤维状结构包含多个非移动颗粒,所述非移动颗粒具有与所述电泳颗粒的反射特性不同的反射特性,且所述非移动颗粒以在预定范围内的量添加并分散在所述纤维状结构中。

电泳装置、电泳装置的制造方法、以及显示器

技术领域

[0001] 本发明涉及在绝缘液体(绝缘性液体, insulating liquid)中包括多个电泳颗粒的电泳装置(electrophoretic device)和制造所述电泳装置的方法。本发明还涉及包括所述电泳装置的显示器。

背景技术

[0002] 近年来,作为由诸如手机和个人数字助理的装置代表的移动装置的广泛使用的结果,对于具有低功率消耗和高等级图像品质的显示器的需求增加。特别地,作为电子书的分布业务的推出的结果,为了长时间阅读文字信息的用于阅读应用的个人数字助理(电子书终端)近来引起了关注。这导致对具有适合用于这种应用的显示等级的显示器的需求。

[0003] 作为用于阅读应用的显示器,已经提出了显示器诸如胆甾型液晶显示器、电泳显示器、电致变色显示器和扭转向列球型显示器。特别地,反射型显示器是优选的。一个原因是,这提供了与纸类似的显示等级,因为与纸相同,反射型显示器通过利用外部光的反射(散射)而进行光显示。另一个原因是,这降低了电力消耗,因为在反射型显示器中不需要背光。

[0004] 反射型显示器的主要候选者是通过利用电泳现象而建立对比度的电泳显示器。为此的一个原因是,电泳显示器实现了低电力消耗且在高速响应方面优异。因此,已经对电泳显示器的显示方法进行了各种研究。

[0005] 具体地,已经提出了如下方法,其中,将具有不同的光学反射特性的两种带电颗粒分散在绝缘液体中,并且作为对电场的响应而传输带电颗粒(例如,参见日本经审查专利申请公开号 S50-015115 和日本专利号 4188091)。在这种方法中,带电颗粒的分布状态响应电场而变化,因为两种带电颗粒具有相互相反的极性。

[0006] 此外,已经提出了如下方法,其中,将多孔层布置在绝缘液体中并将带电颗粒分散在绝缘液体中,且作为对电场的响应而通过多孔层的细孔传输带电颗粒(例如,参见日本未审查专利申请公开号 2005-107146、2005-128143 和 2002-244163、和日本经审查专利申请公开号 S50-015120)。在这种方法中,例如,可以将具有通过激光打孔而形成的细孔的聚合物膜,利用材料如合成纤维纺织的布,开孔多孔聚合物等用作多孔膜。

发明内容

[0007] 尽管已经对电泳显示器提出了各种显示方法,但是其显示等级不充分。考虑到电泳显示器可以进一步扩展至例如,彩色显示器、视频显示器等,必需进一步提高显示特性,更具体地,进一步提高对比度和响应速度。

[0008] 期望提供一种能够实现高对比度和高速响应的电泳装置。还期望提供一种制造上述电泳装置的方法和显示器。

[0009] 根据本发明的一个实施方式,提供了一种电泳装置,包括:绝缘液体中的多个电泳颗粒;和所述绝缘液体中的由纤维状结构(fibrous structure)形成的多孔层,所述纤维状

结构的极性(polarity)与所述电泳颗粒的极性相同。

[0010] 根据本发明的一个实施方式,提供了一种制造电泳装置的方法,所述方法包括:形成具有极性的电泳颗粒;和构造多孔层并形成极性与所述电泳颗粒的极性相同的纤维状结构。

[0011] 根据本发明的一个实施方式,提供了一种显示器,包括在一对基底(基体,base)之间的电泳装置,所述基底的一个或两个透光(optically transmissive),且所述基底各自包括电极。所述电泳装置包含绝缘液体中的多个电泳颗粒;和所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层,所述纤维状结构的极性与所述电泳颗粒的极性相同。

[0012] 在根据本发明实施方式的电泳装置和制造所述电泳装置的方法中,构造多孔层的纤维状结构的极性与电泳颗粒的极性相同。这抑制了在电泳颗粒通过纤维状结构时,电泳颗粒被纤维状结构吸收。

[0013] 根据本发明的一个实施方式,提供了一种电泳装置,包括:绝缘液体中的多个电泳颗粒;和所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层,所述纤维状结构包含多个非移动颗粒(非泳动颗粒,non-migrating particle),所述非移动颗粒以在预定范围内的量添加并分散在所述纤维状结构中。

[0014] 根据本发明的一个实施方式,提供了一种制造电泳装置的方法,所述方法包括:确定添加并混合在纤维状结构中的非移动颗粒的量的最佳范围;以及将具有最佳范围内的量的所述非移动颗粒添加到所述纤维状结构中,并将所添加的非移动颗粒分散在所述纤维状结构中。

[0015] 根据本发明的一个实施方式,提供了一种显示器,包括在一对基底之间的电泳装置,所述基底的一个或两个透光,且所述基底各自包括电极。所述电泳装置包括绝缘液体中的多个电泳颗粒;和所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层,所述纤维状结构包含多个非移动颗粒,所述非移动颗粒的反射特性(reflection characteristics)与所述电泳颗粒的反射特性不同,且所述非移动颗粒以在预定范围内的量添加并分散在所述纤维状结构中。

[0016] 在根据本发明实施方式的电泳装置和制造电泳装置的方法中,非移动颗粒以在预定范围内的量添加并分散在构造多孔层的纤维状结构中。这确保了电泳颗粒传输的通道并因非移动颗粒而提高了光散射效率(optical scattering efficiency)。

[0017] 根据本发明实施方式的电泳装置和制造电泳装置的方法,构造多孔层的纤维状结构的极性与电泳颗粒的极性相同。因此,抑制了在电泳颗粒通过纤维状结构时,电泳颗粒被纤维状结构吸收,并提高了对比度。因此,可以提供具有提高显示特性的高等级显示器。

[0018] 根据本发明实施方式的电泳装置和制造电泳装置的方法,非移动颗粒以在预定范围内的量添加并分散在构造多孔层的纤维状结构中。因此,确保了电泳颗粒传输的通道并因非移动颗粒而提高了光散射效率。因此,可以提高响应速度并提高对比度。

[0019] 应当理解,上述一般说明和下列详细说明都是例示性的,且旨在提供所要求的本发明的进一步说明。

附图说明

[0020] 包括附图以提供公开内容的进一步理解,并将附图并入且构成本说明书的一部

分。附图示出了实施方式,且与说明书一起用于解释本发明的原理。

[0021] 图 1 是示出根据本发明的第一至第三实施方式的任一种的电泳装置的构造的平面图。

[0022] 图 2 是示出电泳装置的构造的横截面图。

[0023] 图 3 是示出制造图 2 中所示的电泳装置的方法的流程图。

[0024] 图 4 是示出制造本发明第二实施方式中的多孔层的方法的流程图。

[0025] 图 5 是示出使用根据本发明第一至第三实施方式的任一种的电泳装置的显示器的构造的横截面图。

[0026] 图 6 是用于解释显示器的运行的横截面图。

[0027] 图 7 是示出对比度和标准偏差之间的关系特性图。

[0028] 图 8 是示出包含非移动颗粒的纤维状结构的示意图。

[0029] 图 9 是示出制造图 8 中所示的纤维状结构的方法的流程图。

具体实施方式

[0030] 在下文中,参考附图详细地描述本发明的优选实施方式。将以下列顺序给出说明。

[0031] 1. 第一实施方式(其中将官能团引入到纤维状结构中的实例)

[0032] 1-1. 一般构造

[0033] 1-2. 形成多孔层的方法

[0034] 2. 第二实施方式(其中将化学物质添加到纤维状结构中的实例)

[0035] 3. 应用例

[0036] 4. 实施例

[0037] [1. 第一实施方式]

[0038] [电泳装置]

[0039] 图 1 和图 2 分别示出了本发明第一实施方式的电泳装置 1 的平面构造和横截面构造。电泳装置 1 通过利用电泳现象而建立了对比度。电泳装置 1 可应用于例如各种电子装置诸如显示器。电泳装置 1 包括在绝缘液体 2 中的多个具有极性的电泳颗粒 10 和多孔层 20。在本实施方式中,构造多孔层 20 的纤维状结构 21 的极性与电泳颗粒 10 的极性相同。

[0040] 纤维状结构 21 构造多孔层 20,且是长度相对于其纤维直径足够大的纤维状材料。如上所述,本实施方式的纤维状结构 21 的极性与电泳颗粒 10 的极性相同。具体地,纤维状结构 21 的表面用极性与电泳颗粒 10 的极性相同的官能团改性。利用电泳现象的本实施方式电泳装置 1 通过电泳颗粒 10 和多孔层 20 之间的光学反射特性(在下文中,简称为“反射特性”)之差而建立对比度。具体地,当对电泳装置 1 施加电场时,电泳颗粒 10 在施加了电场的区域中,通过将纤维状结构 21 构造为具有三维结构而形成的细孔 23 而传输。由此,显示器在亮显示和暗显示之间转换。电泳颗粒 10 是各自具有极性的带电颗粒。电泳颗粒 10 的表面与具有受体性能或给体性能的官能团结合,后面对其进行详细描述。因此,当纤维状结构 21 的极性与电泳颗粒 10 的极性相反时,电泳颗粒 10 会被纤维状结构 21 吸收或者纤维状结构 21 防止电泳颗粒 10 通过细孔 23 传输。这会导致显示特性劣化。另一方面,在本实施方式中,将极性与电泳颗粒 10 的极性相同的官能团连接至纤维状结构 21 的表面。由此,抑制了电泳颗粒 10 被纤维状结构 21 吸收在细孔 23 中。

[0041] 与纤维状结构 21 的表面结合的官能团没有特别限制,只要所述官能团的极性与电泳颗粒 10 的极性相同即可。举例来说,除了胺类官能团(诸如氨基基团、亚氨基基团、和酰胺基团)之外,还可以将硅原子(Si)、钛原子、铝原子、硅氧烷(-Si-O-)、钛酸根(titanate) (-Ti-O-) 或者铝酸根(aluminate) (-Al-O-) 结合至纤维状结构 21 的表面。纤维状结构 21 和上述官能团之间的结合类型没有具体限制,然而,共价结合是优选的。如上所述,电泳颗粒 10 传输通过在纤维状结构 21 中形成的细孔 23 的内部。因此,可以认为,电泳颗粒 10 接触纤维状结构 21。因此,当纤维状结构 21 和上述官能团之间的结合力弱时,上述官能团可以从纤维状结构 21 上脱附(desorb)。

[0042] 对纤维状结构 21 改性的方法,即,纤维状结构 21 的表面处理方法没有特别限制。然而,改性,即,纤维状结构 21 的表面处理优选在适当条件下进行。例如,优选使用利用硅烷偶联剂的气相反应。为此的一个原因是,必需在不改变纤维状结构 21 的结构的情况下进行改性,因为可以认为由纤维状结构 21 构造的间隙(细孔 23)和纤维状结构 21 的结构在电泳装置 1 中是重要的。下面对电泳装置的一般构造进行描述。

[0043] [1-1. 一般构造]

[0044] [绝缘液体]

[0045] 绝缘液体 2 可以是例如一种或多种有机溶剂。具体地,绝缘液体 2 可以是例如,有机溶剂诸如链烷烃(paraffin)和异链烷烃(soparaffin)。优选的是,绝缘液体 2 的粘度和折射率尽可能地低。一个原因是,这提高了电泳颗粒 10 的移动(响应速度)并因此降低了传输电泳颗粒 10 所需要的能量(消耗的电力)。另一个原因是,这放大了绝缘液体 2 的折射率和多孔层 20 的折射率之间的差异,提高了多孔层 20 的反射率。

[0046] 应当注意,绝缘液体 2 可以根据需要包含各种材料。各种材料的实例包括着色剂、电荷控制剂、分散稳定剂、粘度调节剂、表面活性剂和树脂。

[0047] [电泳颗粒]

[0048] 电泳颗粒 10 是分散在绝缘液体 2 中且可响应电场施加通过多孔层 20 的细孔 23 传输的带电颗粒。电泳颗粒 10 可以由例如材料诸如有机颜料、无机颜料、染料、碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃和聚合物材料(树脂)的一种或多种颗粒(粉末)构成。此外,电泳颗粒 10 可以是例如,颗粒诸如包含上述颗粒的固体树脂的粉碎颗粒和胶囊颗粒。应当注意,对应于碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃和聚合物材料的材料不在对应于有机颜料、无机颜料和染料的材料中。

[0049] 有机颜料的实例包括偶氮类颜料(azo-based pigment)、金属络合物偶氮类颜料、缩聚偶氮类颜料、黄烷土酮类颜料、苯并咪唑酮类颜料、酞菁类颜料、喹吖啶酮类颜料、蒽醌类颜料、二萘嵌苯类颜料、紫环酮类颜料(perinone-based pigment)、蒽吡啶类颜料(anthrapyridine-based pigments)、皮蒽酮类颜料、二噁嗪类颜料、硫靛蓝类颜料、异吡啶啉酮类颜料、喹酞酮类颜料(quinophthalone-based pigments)和阴丹士林类颜料。无机颜料的实例包括氧化锌、锑白、炭黑、铁黑、硼化钛、铁丹、玛皮珂黄(mapico yellow)、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、铅白和矾土白。染料的实例包括苯胺黑类染料(nigrosine-based dye)、偶氮类染料、酞菁类染料、喹酞酮类染料、蒽醌类染料、和次甲基类染料。碳材料的实例包括炭黑。金属材料的实例包括金、银和铜。金属氧化物的实例包括氧化钛(二氧化钛, titanium oxide)、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-锰氧化物和铜-铁-铬氧化物。聚合物材料的实例包括其中引入了在可见光范围内具有光吸收范围的官能团的聚合物化合物。聚合物化合物的类型没有特别限制,只要如上所述聚合物化合物在可见光范围内具有光吸收范围即可。

[0050] 电泳颗粒 10 在绝缘液体 2 中的含量(浓度)没有特别限制,然而,举例来说,其含量可以为 0.1wt% 以上至 10wt% 以下。一个原因是,这确保了电泳颗粒 10 的屏蔽性能和移动。在本实施方式中,当电泳颗粒 10 的含量低于 0.1wt% 时,电泳颗粒 10 可能难以屏蔽(掩盖)多孔层 20。另一方面,当其含量高于 10wt% 时,电泳颗粒 10 的分散性下降。这可能使得电泳颗粒 10 难以移动,且在一些情况下可能使电泳颗粒 10 聚集。

[0051] 电泳颗粒 10 可具有任何反射特性(反射率)。电泳颗粒 10 的反射特性没有特别限制。然而,优选的是,电泳颗粒 10 屏蔽至少多孔层 20。为此的一个原因是,电泳颗粒 10 和多孔层 20 之间的反射特性之差造成对比度。

[0052] 此处,根据电泳颗粒 10 造成对比度的作用来选择用于形成电泳颗粒 10 的具体材料。具体地,当电泳颗粒 10 进行亮显示时使用的材料的实例包括:金属氧化物诸如氧化钛、氧化锌、氧化锆、钛酸钡和钛酸钾;无机盐诸如硫酸钡和碳酸钙;有机化合物诸如二苯乙烯基衍生物(例如,参见日本未审查专利申请公开号 H11-130975)和聚乙烯基-萘细颗粒;和中空细颗粒。另一方面,当电泳颗粒 10 进行暗显示时使用的材料的实例包括:碳材料和金属氧化物。碳材料的实例包括炭黑。金属氧化物的实例包括铜-铬氧化物、铜-锰氧化物、铜-铁-锰氧化物、铜-铬-锰氧化物、和铜-铁-铬氧化物。

[0053] 当电泳颗粒 10 进行亮显示时,当从其外部看到电泳装置 1 时可见的电泳颗粒 10 的颜色没有特别限制,只要由此造成对比度即可。然而,特别地,接近白色的颜色是优选的,且白色是更优选的。另一方面,当电泳颗粒 10 进行暗显示时,当从其外部看到电泳装置 1 时可见的电泳颗粒 10 的颜色没有特别限制,只要由此造成对比度即可。然而,接近黑色的颜色是优选的,且黑色是更优选的。为此的一个原因是,对比度在任一种情况下都高。

[0054] 此外,优选的是,电泳颗粒 10 在绝缘液体 2 中容易分散和长时间带电,且难以被多孔层 20 吸收。因此,可以通过静电排斥使用分散剂(或电荷调节剂)来分散电泳颗粒 10,或者可以对电泳颗粒 10 进行表面处理。另外,可以进行它们两者。

[0055] 分散剂的实例包括得自 Lubrizol Corporation 的 Solspere 系列、得自 BYK-Chemie GmbH 的 BYK 系列和 Anti-Terra 系列、以及得自 ICI Americas Inc 的 Span 系列。

[0056] 表面处理的实例包括松香处理、表面活性剂处理、颜料衍生物处理、偶联剂处理、接枝聚合处理和微囊化处理。特别地,接枝聚合处理、微囊化处理或者它们的组合是优选的。一个原因是,这可以例如长时间提供分散稳定性。

[0057] 用于表面处理而提供的材料可以是例如,包含可聚合官能团和可被电泳颗粒 10 的表面吸收的官能团的材料(吸收性材料)。可吸收官能团的类型根据用于形成电泳颗粒 10 的材料确定。举例来说,相对于碳材料诸如炭黑,可吸收官能团可以是苯胺衍生物诸如 4-乙烯基苯胺,且相对于金属氧化物,可吸收官能团可以是有机硅烷衍生物诸如甲基丙烯酸-3-(三甲氧基甲硅烷基)丙基酯。可聚合官能团的实例包括乙烯基基团、丙烯酰基基团(acryl group)、和甲基丙烯酰基基团。

[0058] 此外,用于表面处理的材料可以是例如,可接枝到引入了可聚合官能团的电泳颗粒 10 的表面上材料(接枝材料)。接枝材料优选包含可聚合官能团和可分散到绝缘液体 2 中且使得可通过位阻保持分散性的分散用官能团。可聚合官能团的类型与对于吸收性材料所述的类型类似。当绝缘液体 2 是链烷烃时,分散用官能团可以是例如,基团诸如支链烷基基团。例如,可以使用聚合引发剂诸如偶氮二异丁腈(AIBN)以便聚合和接枝接枝材料。

[0059] 为了参考,在书籍如“分散超细颗粒的技术及其评价~表面处理、粉碎、以及分散体在气体、液体和聚合物中的稳定~(technology of dispersing ultrafine particles and evaluation thereof~surface processing,pulverizing,and stabilization of dispersion in gas,liquid,and polymer~)”(Science & technology Co.,Ltd. 出版)中对如上所述将电泳颗粒 10 分散在绝缘液体 2 中的方法的细节进行了描述。

[0060] [多孔层]

[0061] 多孔层 20 是由上述纤维状结构 21 形成的三维结构,且包含多个细孔 23。纤维状结构 21 包含多个非移动颗粒 22。换句话说,非移动颗粒 22 被纤维状结构 21 保持。作为三维结构的多孔层 20 可包含无规缠结的一种纤维状结构 21 或者可包含无规聚集和覆盖的多种纤维状结构 21。可替换地,多孔层 20 可包含两者。当包含多个纤维状结构 21 时,纤维状结构 21 各自保持一个或多个非移动颗粒 22。应当注意,图 2 示出了其中用多个纤维状结构 21 形成多孔层 20 的情况。

[0062] 多孔层 20 是用纤维状结构 21 形成的三维结构的一个原因在于,对光(外部光)进行漫射(diffuse)(多重散射),且因此,多孔层 20 的反射率提高,且使得多孔层 20 的厚度薄而获得高反射率。因此,由电泳装置 1 造成的对比度增大,且传输电泳颗粒 10 所需要的能量下降。此外,另一个原因是,细孔 23 的平均孔径和数目增大,因此,电泳颗粒 10 变得容易通过细孔 23 传输。因此,响应速度提高,且传输电泳颗粒 10 所需要的能量下降。

[0063] 纤维状结构 21 包含多个非移动颗粒 22,因为光变得更容易漫射,由此,提高了多孔层 20 的反射率。由此,由电泳装置 1 造成的对比度变得进一步更高。

[0064] 纤维状结构 21 可以是例如聚合物材料和无机材料的一种或多种,或者可以是其他材料。聚合物材料的实例包括尼龙、聚乳酸酯、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、聚乙烯基咪唑、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、纤维素乙酸酯、胶原、明胶、壳聚糖、和它们的共聚物。无机材料的实例包括氧化钛。特别地,对于形成纤维状结构 21 的材料,聚合物材料是优选的。为此的一个原因是,上述材料具有低反应性(诸如光反应性),换句话说,化学稳定,因此,抑制了纤维状结构 21 的无意的分解反应。应当注意,当纤维状结构 21 由具有高反应性的材料形成时,纤维状结构 21 的表面优选覆盖有任何保护膜(未示出)。

[0065] 如上所述,纤维状结构 21 的形状(外观)没有特别限制,只要纤维状结构 21 相对于其纤维直径具有足够大的长度即可。具体地,纤维状结构 21 可以是线性的,可以是卷曲的,或者可以是在其一个点中弯曲的。另外,纤维状结构 21 的延伸方向不限于一个方向,且纤维状结构 21 可以在其一些点中在一个或多个方向上支化。形成纤维状结构 21 的方法没有特别限制。举例来说,优选的是,纤维状结构 21 通过诸如相分离法、相转化法、静电(电场)纺丝法、溶解纺丝法、湿式纺丝法、干式纺丝法、凝胶纺丝法、溶胶凝胶纺丝法和喷涂法的方法形成。一个原因是,这使得可容易且稳定地形成相对于其纤维直径具有足够大的长度的

纤维状材料。

[0066] 纤维状结构 21 的平均纤维直径没有特别限制。然而,优选的是,其平均纤维直径尽可能地小。一个原因是,这使得可容易地漫射光且使得细孔 23 的孔径可以更大。应注意,可以将平均纤维直径设定为使得纤维状结构 21 可保持后述的非移动颗粒 22。因此,纤维状结构 21 的平均纤维直径优选等于或小于 $10\ \mu\text{m}$ 。应注意,平均纤维直径的下限没有特别限制。举例来说,平均纤维直径的下限是 $0.1\ \mu\text{m}$,且可以小于 $0.1\ \mu\text{m}$ 。平均纤维直径可以例如通过利用显微镜如扫描电子显微镜进行显微镜观察而测量。应注意,纤维状结构 21 的平均长度可以是任意长度。

[0067] 特别地,纤维状结构 21 优选为纳米纤维。一个原因是这使得可容易地漫射光,因此,提高了多孔层 20 的反射率。另一个原因是,这提高了单位体积中的细孔 23 的比率,因此,使得电泳颗粒 10 可容易地传输通过细孔 23。因此,对比度进一步提高,且传输电泳颗粒 10 所需要的能量进一步降低。纳米纤维是具有 $0.001\ \mu\text{m}$ 以上至 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下纤维直径且长度为其纤维直径的 100 倍以上的纤维状材料。作为纳米纤维的纤维状结构 21 优选通过静电纺丝(electrostatic spinning)形成,因为容易且稳定地形成具有小纤维直径的纤维状结构 21。

[0068] 纤维状结构 21 优选具有与电泳颗粒 10 不同的反射特性。具体地,纤维状结构 21 的反射特性没有特别限制。然而,优选的是,至少多孔层 20 整体屏蔽电泳颗粒 10。一个原因是,如上所述,这造成由电泳颗粒 10 和多孔层 20 之间的反射特性之差而产生的对比度。因此,透光的(无色且透明的)纤维状结构 21 是不优选的。然而,在纤维状结构 21 的反射特性对多孔层 20 的反射特性影响很小的情况下,纤维状结构 21 可具有任意反射特性,且多孔层 20 的反射特性基本上由非移动颗粒 22 的反射特性确定。

[0069] 细孔 23 的平均孔径没有特别限制。然而,特别地,优选的是,细孔 23 的平均孔径尽可能地大,因为这使得电泳颗粒 10 可以容易地传输通过细孔 23。因此,细孔 23 的平均孔径优选为 $0.01\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 。

[0070] 多孔层 20 的厚度没有特别限制。举例来说,多孔层 20 的厚度可以为 $5\ \mu\text{m}$ 以上至 $100\ \mu\text{m}$ 以下。一个原因是,这提高了多孔层 20 的屏蔽特性,且使得电泳颗粒 10 可容易地通过细孔 23 传输。

[0071] 非移动颗粒 22 被纤维状结构 21 保持(固定),且不是电泳的。形成非移动颗粒 22 的材料可以例如与电泳颗粒 10 的材料类似,且如后所述,根据非移动颗粒 22 的作用而选择。

[0072] 应注意,非移动颗粒 22 可以从纤维状结构 21 中部分露出或者可以嵌入在纤维状结构 21 中,只要非移动颗粒 22 被纤维状结构 21 保持即可。

[0073] 非移动颗粒 22 具有与电泳颗粒 10 不同的反射特性。非移动颗粒 22 的反射特性没有特别限制。然而,优选的是,至少多孔层 20 整体屏蔽电泳颗粒 10。一个原因是,如上所述,这通过利用电泳颗粒 10 和多孔层 20 之间的反射特性之差而造成对比度。

[0074] 此处,形成非移动颗粒 22 的材料根据非移动颗粒 22 造成对比度的作用而进行选择。具体地,进行亮显示的非移动颗粒 22 的材料与关于进行亮显示的电泳颗粒 10 而选择的材料类似。另一方面,进行暗显示的非移动颗粒 22 的材料与关于进行暗显示的电泳颗粒 10 而选择的材料类似。特别地,关于进行亮显示的非移动颗粒 22 而选择的材料优选为金属

氧化物,因为这提供了优异的化学稳定性、优异的固定性和优异的光学反射特性。形成非移动颗粒 22 的材料可以与形成电泳颗粒 10 的材料类型相同,或者可以与形成电泳颗粒 10 的材料类型不同,只要非移动颗粒 22 造成对比度即可。

[0075] 应注意,当非移动颗粒 22 进行亮显示或暗显示时可见的颜色与关于电泳颗粒 10 所述的可见颜色类似。

[0076] [1-2. 形成多孔层的方法]

[0077] 形成多孔层 20 的处理的实例可以为如下。图 3 是形成多孔层 20 的方法的流程图。首先,作为步骤 S101(制备聚合物溶液(高分子溶液, polymer solution)),将聚合物材料溶解在有机溶剂诸如 N,N'-二甲基甲酰胺(DMF)中以制备聚合物溶液。随后,作为步骤 S102(非移动颗粒的分散),将非移动颗粒 22(诸如氧化钛)添加到聚合物溶液中,将其充分搅拌以将非移动颗粒 22 分散在聚合物溶液中。随后,作为步骤 S103(纺丝),利用其中分散有非移动颗粒 22 的聚合物溶液通过静电纺丝进行纺丝以形成纤维状结构 21。随后,作为步骤 S104(表面处理),例如,可以例如在 40°C 以上至 120°C 以下,将作为偶联剂的氨基硅烷偶联剂和纤维状结构 21 加热 10 分钟以上至 15 分钟以下,然后,可以例如在 60°C 下退火 10 分钟以上至 2 小时以下。这提供了利用表面用氨基基团改性的纤维状结构 21 形成的多孔层 20。

[0078] [电泳装置的优选显示方法]

[0079] 如上所述,在电泳装置 1 中,电泳颗粒 10 和多孔层 20(包含非移动颗粒 22 的纤维状结构 21)各自进行亮显示或者暗显示以造成对比度。在本实施方式中,电泳颗粒 10 可进行亮显示且多孔层 20 可进行暗显示。可替换地,电泳颗粒 10 可进行暗显示且多孔层 20 可进行亮显示。这种作用的差异根据电泳颗粒 10 的反射特性和多孔层 20 的反射特性之间的关系来确定。换句话说,进行亮显示的成分的任一种的反射率都高于进行暗显示的其他成分的反射率。

[0080] 特别地,优选的是,电泳颗粒 10 进行暗显示且多孔层 20 进行亮显示。根据其,在多孔层 20 的反射特性基本上由非移动颗粒 22 的反射特性确定的情况下,非移动颗粒 22 的反射率优选高于电泳颗粒 10 的反射率。一个原因是,在这种情况下,亮显示中的反射率显著高,因为利用由多孔层 20(三维结构)造成的光漫射,且根据其,对比度显著高。

[0081] [电泳装置的运行]

[0082] 在电泳装置 1 中,电泳颗粒 10 的反射特性和多孔层 20(非移动颗粒 22)的反射特性相互不同。在这种情况下,当对电泳装置 1 施加电场时,电泳颗粒 10 在施加了电场的区域中通过多孔层 20(细孔 23)传输。由此,当从已经向其传输了电泳颗粒 10 的侧看到电泳装置 1 时,在已经传输了电泳颗粒 10 的区域中通过电泳颗粒 10 进行暗显示(或亮显示),且在未传输电泳颗粒 10 的区域中通过多孔层 20 进行亮显示(或暗显示)。这造成对比度。

[0083] 在现有的电泳装置中,对电泳颗粒进行表面处理,使得电泳颗粒带电而不相互聚集,且将与这些电泳颗粒的化学相互作用很小的聚合物主要用作纤维状结构。具体地,对电泳颗粒进行提供受体特性的表面处理以将各个电泳颗粒的表面的 SP 值(溶解度参数)设定在特定范围内。将具有弱给体特性的聚合物用作纤维状结构的材料。这种构造使得电泳颗粒可以移动而不被纤维状结构缠结。然而,这种构造的问题在于,纤维状结构因其弱给体特性而吸收电泳颗粒和分散助剂,因此,显示特性下降。

[0084] [功能和效果]

[0085] 另一方面,根据本实施方式,将极性与电泳颗粒 10 的极性相同的官能团引入到构造(构成)多孔层 20 的纤维状结构 21 的表面。由此,纤维状结构 21 具有与电泳颗粒 10 相同的极性。这防止了通过细孔 23 传输的电泳颗粒 10 被纤维状结构 21 吸收,所述细孔 23 由纤维状结构 21 形成。因此,电泳装置 1 在亮显示和暗显示中的反射特性提高,且对比度提高。

[0086] [2. 第二实施方式]

[0087] 图 4 示出了在本发明第二实施方式的电泳装置 3 中形成多孔层 20 的方法的流程。本实施方式的电泳装置 3 与第一实施方式的电泳装置 1 的不同之处在于,通过在形成构造多孔层 20 的纤维状结构 21 时添加极性与电泳颗粒 10 相同的化学物质而使得纤维状结构 21 可具有与电泳颗粒 10 相同的极性。应注意,与上述第一实施方式中相同的成分由相同的标号表示,且不再进一步描述。

[0088] 添加至纤维状结构 21 中的化学物质没有特别限制,只要如上所述,所述化学物质显示与电泳颗粒 10 相同的极性即可。例如,当电泳颗粒 10 带正电时,优选使用具有氨基基团的物质诸如 N,N-二甲基-1,3-丙二胺、3-氨基丙基三甲基硅烷和正辛基胺。此外,例如,当电泳颗粒 10 带负电时,优选使用包含环氧基基团的物质诸如 2-(3,4-环氧基环己基)乙基三甲氧基硅烷和 3-缩水甘油氧基丙基三甲氧基硅烷或者包含羧基基团的物质诸如丙酮二羧酸和己二酸。

[0089] 作为形成多孔层 20 的程序,如图 4 中所示,首先,作为步骤 S201 (制备聚合物溶液),将聚合物材料溶解在有机溶剂诸如 N,N'-二甲基甲酰胺(DMF)中以制备聚合物溶液。然后,作为步骤 S202 (添加化学物质),例如,向其中添加 N,N-二甲基-1,3-丙二胺。随后,作为步骤 S203 (非移动颗粒和化学物质的分散),将非移动颗粒 22 (诸如氧化钛)添加到聚合物溶液中,将其充分搅拌以将非移动颗粒 22 分散在聚合物溶液中。随后,作为步骤 S204 (纺丝),利用其中分散有非移动颗粒 22 的聚合物溶液通过静电纺丝进行纺丝以形成纤维状结构 21。这提供了利用带正电的纤维状结构 21 形成的多孔层 20。

[0090] 如上所述,在本实施方式中,在形成纤维状结构 21 时通过向聚合物溶液中添加化学物质而使得多孔层 20 可以具有与电泳颗粒 10 相同的极性。除了在上述第一实施方式中获得的效果之外,这还提供了简化制造过程的效果。另外,这提高了选择材料的自由度。

[0091] [3. 电泳装置的应用例]

[0092] 然后,将给出上述电泳装置 1 和 3 的应用例的说明。电泳装置 1 和 3 可应用于各种电子装置。电子装置的类型没有特别限制。举例来说,电泳装置 1 和 3 可应用于显示器。

[0093] [显示器的一般构造]

[0094] 图 5 示出了显示器的横截面构造。图 6 是用于解释图 5 中所示的显示器的运行(操作)的图。应注意,下述显示器的构造仅是实例,且其构造可以适当改变。

[0095] 该显示器是通过利用电泳现象来显示图像(诸如文本信息)的电泳显示器(所谓的电子纸显示器)。该显示器可包括例如,以其间具有电泳装置 50 的方式相互面对的驱动基板 30 和对向基板(opposed substrate) 40,如图 5 中所示。该显示器可以显示例如其对向基板 40 侧上的图像。应注意,驱动基板 30 和对向基板 40 通过隔片(隔板, spacer) 60 隔开,从而在其间具有预定的空间。

[0096] [驱动基板]

[0097] 驱动基板 30 可包括例如,在支持基底 31 的表面上依次形成的多个薄膜晶体管(TFT) 32、保护层 33、平坦化绝缘层(planarization insulating layer) 34 和多个像素电极 35。TFT 32 和像素电极 35 根据像素的布置以矩阵或分段状布置。

[0098] 支持基底 31 可以由例如材料诸如无机材料、金属材料 and 塑料材料形成。无机材料的实例包括硅(Si)、硅氧化物(SiO_x)、硅氮化物(SiN_x)和铝氧化物(AlO_x)。硅氧化物的实例包括玻璃和旋涂式玻璃(spin on glass) (SOG)。金属材料的实例包括铝(Al)、镍(Ni)和不锈钢。塑料材料的实例包括聚碳酸酯(PC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)和聚醚醚酮(PEEK)。

[0099] 支持基底 31 可以透光或者可以不透光。一个原因是,支持基底 31 不需要透光,因为在显示器的对向基板 40 侧上显示图像。此外,支持基底 31 可以是具有刚性的基板诸如晶片,或者可以是具有柔性的薄层玻璃或膜。特别地,支持基底 31 优选为后者,因为由此实现了柔性的(可弯曲的)显示器。

[0100] TFT 32 是用于选择像素的转换元件。TFT 32 可以是包含无机半导体层作为沟道层的无机 TFT,或者可以是包含有机半导体层作为沟道层的有机 TFT。保护层 33 和平坦化绝缘层 34 可以例如由绝缘树脂材料诸如聚酰亚胺形成。应注意,当保护层 33 的表面充分平坦时,可以不设置平坦化绝缘层 34。像素电极 35 可以由例如金属材料诸如金(Au)、银(Ag)和铜(Cu)形成。像素电极 35 通过设置在保护层 33 和平坦化绝缘层 34 中的接触孔(未示出)连接至 TFT 32。

[0101] [对向基板]

[0102] 对向基板 40 可包括例如在支持基底 41 的整个表面上形成的对向电极 42。应注意,对向电极 42 可以以与像素电极 35 类似的方式以矩阵或分段状布置。

[0103] 支持基底 41 由与支持基底 31 的材料类似的材料形成,不同之处在于,支持基底 41 透光。一个原因是,支持基底 41 透光,因为在显示器的对向基板 40 侧上显示图像。对向电极 42 由例如透光的导电材料(透明电极材料)诸如铟-锡-氧化物(ITO)、铟-锡-氧化物(ATO)、氟掺杂的锡氧化物(FTO)和铝掺杂的锌氧化物(AZO)形成。

[0104] 在显示器的对向基板 40 侧上显示图像的情况下,通过对向电极 42 看到电泳装置 50。因此,优选的是,对向电极 42 的透光特性(光透射率)尽可能地高,例如,等于或高于 80%。此外,优选的是,对向电极 42 的电阻尽可能地低,例如,等于或小于 $100 \Omega / \square$ 。

[0105] [电泳装置]

[0106] 电泳装置 50 具有与上述电泳装置 1 和 3 类似的构造。具体地,电泳装置 50 在绝缘液体 51 中包括多个电泳颗粒 52 和含有多个细孔 54 的多孔层 53。绝缘液体 51 填充驱动基板 30 和对向基板 40 之间的空间。多孔层 53 可以被例如隔片 60 保持。通过作为边界的多孔层 53 将用绝缘液体 51 填充的空间分段为更接近于像素电极 35 的残留区域 R1 和更接近于对向电极 42 的传输区域 R2。绝缘液体 51、电泳颗粒 52 和多孔层 53 的构造分别与绝缘液体 2、电泳颗粒 10 和多孔层 20 的构造类似。应注意,为了简化说明,图 5 和图 6 仅示出了细孔 54 的部分。

[0107] [隔片]

[0108] 隔片 60 可以由例如,绝缘材料诸如聚合物材料形成。

[0109] 隔片 60 的形状没有特别限制。然而,特别地,隔片 60 优选具有不阻止电泳颗粒 52 的传输且使得电泳颗粒 52 可以均匀地分散的形状,例如,格子状形状。此外,隔片 60 的厚度没有特别限制。然而,特别地,优选的是,隔片 60 尽可能地薄,且可以是例如,10 μm 至 100 μm 以便降低电力消耗。

[0110] [显示器的运行]

[0111] 在显示器中,如图 5 中所示,在初始状态中将多个电泳颗粒 52 布置在残留区域 R1 中。在这种情况下,在大多数像素中电泳颗粒 52 被多孔层 53 屏蔽。因此,电泳装置 50 处于在从其对向基板 40 侧看到电泳装置 50 时不造成对比度的状态(不显示任何图像)。

[0112] 当通过 TFT 32 选择像素并对像素电极 35 和对向电极 42 之间施加电场时,如图 6 中所示,电泳颗粒 52 通过多孔层 53 (细孔 54)从残留区域 R1 传输到传输区域 R2 中。在这种情况下,其中电泳颗粒 52 被多孔层 53 屏蔽的像素和其中电泳颗粒 52 不被多孔层 53 屏蔽的像素共存。因此,电泳装置 50 处于在从其对向基板 40 侧看到电泳装置 50 时造成对比度的状态。由此,显示图像。

[0113] [显示器的功能和效果]

[0114] 根据所述显示器,电泳装置 50 具有与上述电泳装置 1 类似的构造。因此,电泳装置 50 在亮显示和暗显示中的反射特性提高,且对比度提高。因此,可以提供具有提高的显示特性的高等级显示器。

[0115] [4. 实施例]

[0116] 然后,将给出本发明优选实施方式的实施例的详细说明。

[0117] [实施例 1]

[0118] 利用黑色(用于暗显示)电泳颗粒和白色(用于亮显示)多孔层(含颗粒的纤维状结构)如下制造显示器。应注意,在实施例 1 中,通过利用官能团对构造多孔层 20 的纤维状结构 21 的表面改性而使得多孔层 20 可具有与电泳颗粒 10 相同的电荷。

[0119] [电泳颗粒的制备]

[0120] 首先,将 43g 氢氧化钠和 0.37g 硅酸钠溶解在 43g 水中以制备溶液 A。随后,将 5g 复合氧化物细颗粒(Daipyroxide Black 9550, 得自 Dainichiseika Color & Chemicals Mfg. Co., Ltd.) 添加到溶液 A 中,并对所得物进行搅拌(15 分钟),然后,对其进行超声搅拌(在 30° C 至 35° C 下持续 15 分钟)。然后,将溶液 A 加热至 90° C,然后,用 2 小时滴加其中溶解了 15 cm^3 的 0.22 mol/cm^3 硫酸,6.5mg 硅酸钠和 1.3mg 氢氧化钠的 7.5 cm^3 水溶液。随后,将溶液 A 冷却(在室温下),然后,将 1.8 cm^3 的 1 mol/cm^3 硫酸添加到其中。然后,对溶液 A 进行离心(在 3700rpm 下持续 30 分钟)和倾析,并将所得物再次分散在乙醇中。对所得物进行离心(在 3500rpm 下持续 30 分钟)和倾析的组合两次以上。随后,将 5 cm^3 乙醇和 0.5 cm^3 水的混合物添加到每个瓶中,对其进行超声搅拌(1 小时)。由此,制备硅烷涂布的复合氧化物颗粒的分散溶液。

[0121] 随后,将分散溶液与其中混合了 3 cm^3 水,30 cm^3 乙醇和 4g N-[3-(三甲氧基甲硅烷基)丙基]-N'-(4-乙烯基苄基)乙二胺盐酸盐(40% 甲醇溶液)的溶液 A 混合并搅拌(7 分钟)。然后将溶液 A 搅拌(持续 10 分钟),并对其离心(在 3500rpm 下持续 30 分钟)。随后,在倾析后,进行两次再分散在乙醇中和离心(在 3500rpm 下持续 30 分钟)的组合作为清洗。之后,在减压环境下(在室温下)将所得物干燥 6 小时,然后,加热至 70° C 并干燥 2 小

时。然后,将 50cm³ 甲苯添加到溶液 A 的干燥固体中以制备溶液 B,将其在辊磨机(辊压机, roll mill)中搅拌(持续 12 小时)。随后,将 0.5g 丙烯酸和 2.0g 2,5-二甲基-1,5-己二烯添加到溶液 B 中,在氮气流下将其搅拌(持续 20 分钟)。此外,将溶液 B 加热至 50° C 并搅拌(持续 20 分钟),然后,将其中溶解了 0.01g AIBN 的甲苯溶液(3cm³, 溶液 C)添加到溶液 B 中。将所得物加热至 65° C 并搅拌 1 小时。随后,将所得物冷却至室温,并将乙酸乙酯添加到其中,对其进行离心(在 3500rpm 下持续 30 分钟)。随后,对所得物进行倾析,然后,进行三次再分散在乙酸乙酯中和离心(在 3500rpm 下持续 30 分钟)的组合以作为清洗,并在减压环境下(在室温下)干燥 12 小时,加热至 70° C 并干燥 2 小时。由此,获得了由聚合物涂布的颜料制成的黑色移动颗粒(电泳颗粒 10)。

[0122] [绝缘液体的制备]

[0123] 然后,将作为原始成分的总计 0.75% 的 N,N-二甲基丙烷-1,3-二胺、12-羟基十八酸酯和甲氧基磺酰基氧基甲烷(Solsperse 17000, 得自 Lubrizol Corporation)、5.0% 脱水山梨糖醇三油酸酯(三油酸山梨坦)和 94% 异链烷烃(IsoparG, 得自 Exxon Mobil Corporation)混合以制备绝缘液体。此处,根据需要将 0.2g 移动颗粒添加到 9.7g 绝缘液体中,在添加了玻璃珠(0.8 mmφ)的玻璃研磨机中搅拌(持续 1 小时)。之后,通过玻璃纤维过滤器将所得物过滤以除去珠子。由此,制备了其中分散了移动颗粒的绝缘液体。

[0124] [多孔层的制备]

[0125] 随后,作为形成纤维状结构 21 的材料,将 12g 聚丙烯腈(得自 Sigma-Aldrich Co. LLC., 分子量 150000)溶解在 88g DMF 中以制备溶液 D。随后,例如,将作为非移动颗粒 22 的 40g 氧化钛(TITONE R-42, 得自 Sakai Chemical Industry Co., Ltd.)添加到溶液 D 中,将其在玻璃研磨机中进行混合以制备纺丝溶液。随后,将纺丝溶液加入注射器中,并利用电动纺丝机(NANON, 得自 MECC Co., Ltd.)在其上形成有预定图案的像素电极(ITO)的玻璃基板上进行 8 个冲程的纺丝。此处,在如下条件下进行纺丝:电场强度=28kV;放电速度=0.5cm³/分钟;纺丝距离=15cm;和扫描速度=20mm/s。随后,在真空烘箱中(在 75° C 下)将玻璃基板干燥 12 小时。由此,形成了包含非移动颗粒 22 的纤维状结构 21。

[0126] 随后,将形成在玻璃基板上的纤维状结构 21 与基板一起放在 Teflon(特氟隆)容器中。将包含氨基硅烷偶联剂(3-氨基丙基三乙氧基硅烷)的另一个容器放在相同的 Teflon 容器中。将 Teflon 容器放在 120° C (实施例 1-1)或 60° C (实施例 1-2)下的烘箱中,并在其中保持 12 小时。之后,将基板从 Teflon 容器中取出,并在加热板上在 60° C 下退火 2 小时。

[0127] [显示器的组装]

[0128] 首先,将在未形成像素电极的区域中的不必要的纤维状结构 21 从形成了像素电极 35 的玻璃基板上除去。之后,在其整个表面上形成有对向电极 42 (ITO)的玻璃基板上形成 PET 膜(厚度 30 μm)以作为隔片。将其上形成有像素电极 35 和纤维状结构 21 的玻璃基板覆盖在该隔片上。应注意,将包含珠子(外径 30 μm)的光固化性树脂(光敏树脂 PhotolecA-400, 得自 Sekisui Chemical Co., Ltd.)用于在不覆盖多孔层 20 的位置处进行拉伸。最后,将其中分散有电泳颗粒 10 的绝缘液体注射到两个玻璃基板之间的间隙中之后,利用辊压机对一体的两个玻璃基板进行压制,从而使得多孔层 20 在像素电极 35 和对向电极 42 之间扩展(spread)。之后,对一体的两个玻璃基板再次进行压制以将其压缩。

[0129] 另外,制造了其中未对纤维状结构进行表面处理的显示器以作为比较例。

[0130] 作为实施例 1-1 和 1-2 和比较例的显示器的性能,检查了黑色反射率(%)、白色反射率(%)、对比度和驱动电压(V),并获得了表 1 中所示的结果。

[0131] 在测量黑色反射率和白色反射率时,利用分光光度计(MCPD-7000,得自 Otsuka Electronics Co.,Ltd.)在 45° 下在环状照明下相对于标准扩散器测量垂直于基板的方向上的反射率。在本实施例中,将反射率在黑色显示和白色显示两者中都变得稳定的电压确定为驱动电压,并将在各个显示状态中的反射率确定为黑色反射率或者白色反射率。对比度是通过将白色反射率除以黑色反射率而获得的值。

[0132] [表 1]

[0133]

	表面处理温度(° C)	黑色反射率(%)	白色反射率(%)	对比率
实施例 1-1	120	3	45	15
实施例 1-2	60	3	30	10
比较例	-	3	24	8

[0134] 将实施例 1-1 和 1-2 与比较例进行比较可以看出,纤维状结构上的表面处理提高了对比度。此外,将实施例 1-1 与实施例 1-2 进行比较可以看出,当将表面处理的温度设定为 120° C 时,对比率提高 1.5 倍。

[0135] 这些结果显示如下内容。当将具有与电泳颗粒相同的极性的官能团(在本实施例中为氨基基团)引入到纤维状结构的表面中时,因电排斥而抑制了电泳颗粒被纤维状结构吸收。这提高了白色反射率且还提高了对比率。此外,当将表面处理的温度设定为 120° C 时,纤维状结构和偶联剂充分地相互反应而在氨基基团和聚丙烯腈之间形成共价键,其是保持纤维的结构。这显著提高了白色反射率和对比率。

[0136] 应注意,尽管为了便于比较,在本实施例中在实施例 1-1 和 1-2 和比较例中使用相同的电泳颗粒且以 3% 黑色反射率计算对比率,但是通过本发明实施方式可以提高对比率而与电泳颗粒的类型无关。此外,通过选择电泳颗粒(例如,通过使用具有小于本实施例中使用的电泳颗粒的粒径的颗粒)使得黑色反射率可以小于 3%。这使得可以提高白色反射率和对比率。

[0137] [实施例 2]

[0138] [实施例 2-1]

[0139] 在实施例 2 中,通过向形成多孔层 20 的聚合物中添加化学物质而使得多孔层 20 带电以具有与电泳颗粒 10 相同的电荷(+). 在实施例 2 中,与上述实施例 1 类似的程序制造显示器,不同之处在于绝缘液体的制备和多孔层的制备。

[0140] [绝缘液体的制备]

[0141] 作为绝缘液体,制备了包含总计 1% 的 N,N-二甲基丙烷-1,3-二胺、1,2-羟基十八酸酯和甲氧基磺酰基氧基甲烷(Solsperse 17000,得自 Lubrizol Corporation)、2% 的脱水山梨糖醇单油酸酯(Span80)和 97% 异链烷烃(IsoparG,得自 Exxon Mobil Corporation)

的有机溶剂。此处,根据需要将 0.2g 移动颗粒添加到 9.7g 绝缘液体中,在添加了玻璃珠(0.8 mmφ)的玻璃研磨机中搅拌(持续 1 小时)。之后,通过玻璃纤维过滤器将所得物过滤以除去珠子。由此,制备了其中分散了移动颗粒的绝缘液体。

[0142] [多孔层的制备]

[0143] 随后,作为形成纤维状结构 21 的材料,将 12g 聚丙烯腈(得自 Sigma-Aldrich Co. LLC., 分子量 150000)和作为使多孔层 20 带正电的化学物质的 12g N,N-二甲基-1,3-丙二胺(以重量比,聚丙烯腈:N,N-二甲基-1,3-丙二胺=1:1)溶解在 88g DMF 中以制备溶液 D。随后,例如,将作为非移动颗粒 22 的 40g 氧化钛(TITONE R-42,得自 Sakai Chemical Industry Co., Ltd.)添加到 60g 溶液 D 中,将其在玻璃研磨机中进行混合以制备纺丝溶液。随后,将纺丝溶液加入注射器中,并利用电动纺丝机(NANON,得自 MECC Co., Ltd.)在其上形成有预定图案的像素电极(ITO)的玻璃基板上进行 8 个冲程的纺丝。此处,在如下条件下进行纺丝:电场强度=28kV;放电速度=0.5cm³/分钟;纺丝距离=15cm;和扫描速度=20mm/秒。随后,在真空烘箱中(在 75°C 下)将玻璃基板干燥 12 小时。由此,形成了包含非移动颗粒 22 的纤维状结构 21。此处,多孔层 20 带正电,因为向通过向其中添加 N,N-二甲基-1,3-丙二胺而包括形成在其中的孔的多孔层 20 的表面中引入了氨基基团。

[0144] [实施例 2-2]

[0145] [多孔层的制备]

[0146] 作为形成纤维状结构 21 的材料,将 12g 聚丙烯腈(得自 Sigma-Aldrich Co. LLC., 分子量 150000)和作为使多孔层 20 带正电的化学物质的 12g 3-氨基丙基三甲氧基硅烷(KBM-903,得自 Shin-Etsu Chemical Co., Ltd.) (以重量比,聚丙烯腈:3-氨基丙基三甲氧基硅烷=1:1)溶解在 88g DMF 中以制备溶液。而且,对多孔层 20 的厚度进行调节,使得氧化钛的重量(每单位面积的氧化钛重量)与实施例 2-1 中相同。多孔层 20 带正电,因为与上述实施例 2-1 中同样,向通过向其中添加 3-氨基丙基三甲氧基硅烷而包括形成在其中的孔的多孔层 20 的表面中引入了氨基基团。

[0147] [实施例 2-3]

[0148] [多孔层的制备]

[0149] 作为比较例,仅将 12g 聚丙烯腈(得自 Sigma-Aldrich Co. LLC., 分子量 150000)作为形成纤维状结构 21 的材料溶解在 88g DMF 中而不添加任何化学物质以制备溶液。此外,对多孔层 20 的厚度进行调节,使得氧化钛的重量(每单位面积的氧化钛重量)与实施例 2-1 中相同。在本实施例中,多孔层 20 带负电,因为通过仅使用聚丙烯腈作为纤维状结构 21 的液体材料,在多孔层 20 的表面上存在源自聚丙烯腈的氰基基团。

[0150] 与上述实施例 1 类似的方式测量了实施例 2-1 至 2-3 的黑色反射率(%),白色反射率(%)和对比度。将其结果示于表 2 中。

[0151] [表 2]

[0152]

	电泳颗粒		多孔层		黑色反射率 (%)	白色反射率 (%)	对比率
	电荷	官能团	电荷	官能团			
实施例 2-1	+	氨基基团	+	氨基基团	2	52	26
实施例 2-2	+	氨基基团	+	氨基基团	2	50	25
实施例 2-3	+	氨基基团	-	氰基基团	4	41	10

[0153] 从表 2 中可以得到如下内容。在其中未添加使得多孔层 20 具有与电泳颗粒相同极性的化学物质的实施例 2-3 (比较例) 中, 对比率为 10%。另一方面, 在实施例 2-1 和 2-2 中, 获得了等于或大于 25% 的有利的对比率。可认为为此的一个原因是, 由于向多孔层 20 中添加了用于调节电荷的化学物质, 所以使得电泳颗粒 10 和多孔层 20 带电而具有相同的极性。而且, 实施例 2-1 的黑色反射率、白色反射率和对比率处于与实施例 2-2 类似的水平。因此, 黑色反射率、白色反射率和对比度的每个值看起来都与用于调节电荷的化学物质的类型无关。

[0154] 因此, 可以说, 通过使电泳颗粒 10 和多孔层 20 的电荷极性(极性)相同而提高了显示器的对比率。

[0155] 在上文中, 已经参考第一和第二实施方式对本发明进行了描述。然而, 本发明不限于上述实施方式中的实施例且可以进行各种改变。例如, 本发明的电泳装置不限于应用于显示器, 而是可以应用于其他电子装置。

[0156] 根据本公开内容的上述示例性实施方式, 可以实现至少下列构造。

[0157] (1) 一种电泳装置, 包括:

[0158] 绝缘液体中的多个电泳颗粒; 和

[0159] 所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层, 所述纤维状结构的极性与所述电泳颗粒的极性相同。

[0160] (2) 根据(1)所述电泳装置, 其中所述纤维状结构与极性与所述电泳颗粒的极性相同的官能团形成共价键。

[0161] (3) 根据(1)所述电泳装置, 其中在所述纤维状结构中添加有极性与所述电泳颗粒的极性相同的化学物质。

[0162] (4) 根据(1)至(3)中任一项所述电泳装置, 其中所述纤维状结构包含多个反射特性与所述电泳颗粒的反射特性不同的非移动颗粒。

[0163] (5) 根据(1)至(4)中任一项所述电泳装置, 其中所述纤维状结构由聚合物材料和无机材料中的一种或多种形成。

[0164] (6) 根据(1)至(5)中任一项所述电泳装置, 其中所述纤维状结构包含细孔, 所述细孔具有等于或大于 0.01 微米且等于或小于 10 微米的平均孔径。

[0165] (7) 根据(1)至(6)中任一项所述电泳装置, 其中所述纤维状结构通过静电纺丝形成。

[0166] (8) 根据(1)至(7)中任一项所述电泳装置, 其中所述纤维状结构是纳米纤维。

[0167] (9) 根据(4)至(8)中任一项所述电泳装置, 其中所述电泳颗粒和所述非移动颗粒各自由有机颜料、无机颜料、染料、碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃和聚合物材料中的一种或多种形成。

[0168] (10) 根据(4)至(9)中任一项所述电泳装置, 其中所述非移动颗粒具有的反射

率高于所述电泳颗粒的反射率。

[0169] (11)一种制造电泳装置的方法,所述方法包括:

[0170] 形成具有极性的电泳颗粒;和

[0171] 构造多孔层并形成极性与所述电泳颗粒的极性相同的纤维状结构。

[0172] (12)根据(11)所述的制造电泳装置的方法,其中通过向纤维状结构中引入官能团而形成极性与所述电泳颗粒的极性相同的纤维状结构,所述官能团的极性与所述电泳颗粒的极性相同。

[0173] (13)根据(11)所述的制造电泳装置的方法,其中通过向纤维状结构中添加化学物质而形成极性与所述电泳颗粒的极性相同的纤维状结构,所述化学物质的极性与所述电泳颗粒的极性相同。

[0174] (14)一种显示器,包括:

[0175] 在一对基底之间的电泳装置,所述基底的一个或两个透光,且所述基底各自包括电极,

[0176] 所述电泳装置包括:

[0177] 绝缘液体中的多个电泳颗粒;和

[0178] 所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层,所述纤维状结构的极性与所述电泳颗粒的极性相同。

[0179] 在下文中,将参考附图对本发明的第三实施方式进行详细说明。以下列顺序给出说明。

[0180] 5. 第三实施方式

[0181] 5-1. 一般构造

[0182] 5-2. 形成多孔层的方法

[0183] 6. 应用例

[0184] 7. 实施例

[0185] [5. 第三实施方式]

[0186] [电泳装置]

[0187] 图1和图2分别示出了本发明第三实施方式电泳装置4的平面构造和横截面构造。电泳装置4通过利用电泳现象而建立了对比度。电泳装置4可应用于例如各种电子装置诸如显示器。电泳装置4包括在绝缘液体2中的多个具有极性的电泳颗粒10和多孔层20。在本实施方式中,多孔层20包含纤维状结构21和非移动颗粒22,且非移动颗粒22以在预定范围内的量添加并分散在纤维状结构21中。

[0188] [5-1. 一般构造]

[0189] [绝缘液体]

[0190] 绝缘液体2可以是例如一种或多种有机溶剂。具体地,绝缘液体2可以是例如,有机溶剂诸如链烷烃和异链烷烃。优选的是,绝缘液体2的粘度和折射率尽可能地低。一个原因是,这提高了电泳颗粒10的移动(响应速度)并因此降低了传输电泳颗粒10所必需的能量(消耗的电力)。另一个原因是,这放大了绝缘液体2的折射率和多孔层20的折射率之间的差异,提高了多孔层20的反射率。

[0191] 应注意,绝缘液体2可以根据需要包含各种材料。各种材料的实例包括着色剂、电

荷控制剂、分散稳定剂、粘度调节剂、表面活性剂和树脂。

[0192] [电泳颗粒]

[0193] 电泳颗粒 10 是分散在绝缘液体 2 中且可响应电场施加通过多孔层 20 的细孔 23 传输的带电颗粒。电泳颗粒 10 可以由例如材料诸如有机颜料、无机颜料、染料、碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃和聚合物材料(树脂)的一种或多种颗粒(粉末)构成。此外,电泳颗粒 10 可以是例如,颗粒诸如包含上述颗粒的固体树脂的粉碎颗粒和胶囊颗粒。应当注意,对应于碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃和聚合物材料的材料不在对应于有机颜料、无机颜料和染料的材料中。

[0194] 有机颜料的实例包括偶氮类颜料、金属络合物偶氮类颜料、缩聚偶氮类颜料、黄烷士酮类颜料、苯并咪唑酮类颜料、酞菁类颜料、喹吡啶酮类颜料、蒽醌类颜料、二萘嵌苯类颜料、紫环酮类颜料、蒽吡啶类颜料、皮蒽酮类颜料、二噁嗪类颜料、硫靛蓝类颜料、异吲哚啉酮类颜料、喹酞酮类颜料和阴丹士林类颜料。无机颜料的实例包括氧化锌、锑白、炭黑、铁黑、硼化钛、铁丹、玛皮珂黄、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、铅白和砷土白。染料的实例包括苯胺黑类染料、偶氮类染料、酞菁类染料、喹酞酮类染料、蒽醌类染料和次甲基类染料。碳材料的实例包括炭黑。金属材料的实例包括金、银和铜。金属氧化物的实例包括氧化钛、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-锰氧化物和铜-铁-铬氧化物。聚合物材料的实例包括其中引入了在可见光范围内具有光吸收范围的官能团的聚合物化合物。聚合物化合物的类型没有特别限制,只要如上所述聚合物化合物在可见光范围内具有光吸收范围即可。

[0195] 电泳颗粒 10 在绝缘液体 2 中的含量(浓度)没有特别限制,然而,举例来说,其含量可以为 0.1wt% 以上至 10wt% 以下。一个原因是,这确保了电泳颗粒 10 的屏蔽性能和移动。在本实施方式中,当电泳颗粒 10 的含量低于 0.1wt% 时,电泳颗粒 10 可能难以屏蔽(掩盖)多孔层 20。另一方面,当其含量高于 10wt% 时,电泳颗粒 10 的分散性下降。这可能使得电泳颗粒 10 难以移动,且在一些情况下可能使电泳颗粒 10 聚集。

[0196] 电泳颗粒 10 可具有任何反射特性(反射率)(在下文中,简称为“反射特性”)。电泳颗粒 10 的反射特性没有特别限制。然而,优选的是,电泳颗粒 10 屏蔽至少多孔层 20。为此的一个原因是,电泳颗粒 10 和多孔层 20 之间的反射特性之间的差异造成对比度。

[0197] 此处,根据电泳颗粒 10 造成对比度的作用来选择用于形成电泳颗粒 10 的具体材料。具体地,当电泳颗粒 10 进行亮显示时使用的材料的实例包括:金属氧化物诸如氧化钛、氧化锌、氧化锆、钛酸钡、硫化钡和钛酸钾;和有机球形颗粒诸如三聚氰胺和苯代三聚氰胺。另一方面,当电泳颗粒 10 进行暗显示时使用的材料的实例包括:碳材料和金属氧化物。碳材料的实例包括炭黑。金属氧化物的实例包括铜-铬氧化物、铜-锰氧化物、铜-铁-锰氧化物、铜-铬-锰氧化物、和铜-铁-铬氧化物。特别地,碳材料是优选的,因为由此获得了优异的化学稳定性、优异的移动和优异的光吸收特性。

[0198] 当电泳颗粒 10 进行亮显示时,当从其外部看到电泳装置 4 时可见的电泳颗粒 10 的颜色没有特别限制,只要由此造成对比度即可。然而,特别地,接近白色的颜色是优选的,且白色是更优选的。另一方面,当电泳颗粒 10 进行暗显示时,当从其外部看到电泳装置 4 时可见的电泳颗粒 10 的颜色没有特别限制,只要由此造成对比度即可。然而,接近黑色的

颜色是优选的,且黑色是更优选的。为此的一个原因是,对比度在任一种情况下都高。

[0199] 此外,优选的是,电泳颗粒 10 在绝缘液体 2 中容易分散和长时间带电,且难以被多孔层 20 吸收。因此,可以通过静电排斥使用分散剂(或电荷调节剂)来分散电泳颗粒 10,或者可以对电泳颗粒 10 进行表面处理。另外,可以进行它们两者。

[0200] 分散剂的实例包括得自 Lubrizol Corporation 的 Solsperse 系列、得自 BYK-Chemie GmbH 的 BYK 系列和 Anti-Terra 系列、以及得自 ICI Americas Inc 的 Span 系列。

[0201] 表面处理的实例包括松香处理、表面活性剂处理、颜料衍生物处理、偶联剂处理、接枝聚合处理和微囊化处理。特别地,接枝聚合处理、微囊化处理或者它们的组合是优选的。一个原因是,这可以例如长时间提供分散稳定性。

[0202] 用于表面处理而提供的材料可以是例如,包含可聚合官能团和可被电泳颗粒 10 的表面吸收的官能团的材料(吸收性材料)。可吸收官能团的类型根据用于形成电泳颗粒 10 的材料确定。举例来说,相对于碳材料诸如炭黑,可吸收官能团可以是苯胺衍生物诸如 4- 乙烯基苯胺,且相对于金属氧化物,可吸收官能团可以是有机硅烷衍生物诸如甲基丙烯酸-3-(三甲氧基甲硅烷基)丙基酯。可聚合官能团的实例包括乙烯基基团、丙烯酰基基团、和甲基丙烯酰基基团。

[0203] 此外,用于表面处理的材料可以是例如,可接枝到引入了可聚合官能团的电泳颗粒 10 的表面上材料(接枝材料)。接枝材料优选包含可聚合官能团和可分散到绝缘液体 2 中且使得可通过位阻保持分散性的分散用官能团。可聚合官能团的类型与对于吸收性材料所述的类型类似。当绝缘液体 2 是链烷烃时,分散用官能团可以是例如,基团诸如支链烷基基团。例如,可以使用聚合引发剂诸如偶氮二异丁腈(AIBN)以便聚合和接枝接枝材料。

[0204] 为了参考,在书籍如“分散超细颗粒的技术及其评价~表面处理、粉碎、以及分散体在气体、液体和聚合物中的稳定~(technology of dispersing ultrafine particles and evaluation thereof~surface processing,pulverizing,and stabilization of dispersion in gas,liquid,and polymer~)”(Science & technology Co.,Ltd. 出版)中对如上所述将电泳颗粒 10 分散在绝缘液体 2 中的方法的细节进行了描述。

[0205] [多孔层]

[0206] 多孔层 20 是由纤维状结构 21 形成的三维结构,且包含多个由该三维结构形成的细孔 23。纤维状结构 21 包含多个非移动颗粒 22。换句话说,非移动颗粒 22 被纤维状结构 21 保持。作为三维结构的多孔层 20 可包含无规缠结的一种纤维状结构 21 或者可包含无规聚集和覆盖的多种纤维状结构 21。可替换地,多孔层 20 可包含两者。当包含多个纤维状结构 21 时,纤维状结构 21 各自保持一个或多个非移动颗粒 22。应注意,图 2 示出了其中多孔层 20 用多个纤维状结构 21 形成的情况。

[0207] 多孔层 20 是用纤维状结构 21 形成的三维结构的一个原因在于,对光(外部光)进行漫射(diffuse)(多重散射),且因此,多孔层 20 的反射率提高,且使得多孔层 20 的厚度薄而获得高反射率。因此,由电泳装置 4 造成的对比度增大,且传输电泳颗粒 10 所必需的能量下降。此外,另一个原因是,细孔 23 的平均孔径和数目增大,因此,电泳颗粒 10 变得容易通过细孔 23 传输。因此,响应速度提高,且传输电泳颗粒 10 所需要的能量下降。

[0208] 纤维状结构 21 是相对于其纤维直径具有足够大的长度的纤维状材料。纤维状结

构 21 可以是例如, 聚合物材料和无机材料中的一种或多种或者可以是其他材料。聚合物材料的实例包括尼龙、聚乳酸酯、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、聚乙烯基咪唑、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、纤维素乙酸酯、胶原、明胶、壳聚糖和它们的共聚物。无机材料的实例包括氧化钛。特别地, 对于形成纤维状结构 21 的材料, 聚合物材料是优选的。为此的一个原因是, 上述材料具有低反应性(诸如光反应性), 换句话说, 化学稳定, 因此, 抑制了纤维状结构 21 的无意的分解反应。应注意, 当纤维状结构 21 由具有高反应性的材料形成时, 纤维状结构 21 的表面优选覆盖有任意保护膜(未示出)。

[0209] 如上所述, 纤维状结构 21 的形状(外观)没有特别限制, 只要纤维状结构 21 相对于其纤维直径具有足够大的长度即可。具体地, 纤维状结构 21 可以是线性的, 可以是卷曲的或者可以是在其一个点中弯曲的。另外, 纤维状结构 21 的延伸方向不限于一个方向, 且纤维状结构 21 可以在其点中在一个或多个方向上支化。形成纤维状结构 21 的方法没有特别限制。举例来说, 优选的是, 纤维状结构 21 通过诸如相分离法、相转化法、静电(电场)纺丝法、溶解纺丝法、湿式纺丝法、干式纺丝法、凝胶纺丝法、溶胶凝胶纺丝法和喷涂法的方法形成。一个原因是, 这使得可容易且稳定地形成相对于其纤维直径具有足够大的长度纤维状材料。

[0210] 纤维状结构 21 的平均纤维直径没有特别限制。然而, 优选的是, 其平均纤维直径尽可能地小。一个原因是, 这使得可容易地扩散光且使得细孔 23 的孔径可以更大。应注意, 可以将平均纤维直径设定为使得纤维状结构 21 可保持后述的非移动颗粒 22。因此, 纤维状结构 21 的平均纤维直径优选等于或小于 $10\ \mu\text{m}$ 。应注意, 平均纤维直径的下限没有特别限制。举例来说, 平均纤维直径的下限是 $0.1\ \mu\text{m}$, 且可以小于 $0.1\ \mu\text{m}$ 。平均纤维直径可以例如通过利用显微镜如扫描电子显微镜进行显微镜观察而测量。应注意, 纤维状结构 21 的平均长度可以是任意长度。

[0211] 特别地, 纤维状结构 21 优选为纳米纤维。一个原因是这使得可容易地漫射光, 因此, 提高了多孔层 20 的反射率。另一个原因是, 这提高了单位体积中的细孔 23 的比率, 因此, 使得电泳颗粒 10 可容易地通过细孔 23 传输。因此, 对比度进一步提高, 且传输电泳颗粒 10 所需要的能量进一步降低。纳米纤维是具有 $0.001\ \mu\text{m}$ 以上至 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下纤维直径且长度为其纤维直径的 100 倍以上的纤维状材料。作为纳米纤维的纤维状结构 21 优选通过静电纺丝形成, 因为容易且稳定地形成具有小纤维直径的纤维状结构 21。

[0212] 纤维状结构 21 优选具有与电泳颗粒 10 不同的反射特性。具体地, 纤维状结构 21 的反射特性没有特别限制。然而, 优选的是, 至少多孔层 20 整体屏蔽电泳颗粒 10。一个原因是, 如上所述, 这造成由电泳颗粒 10 和多孔层 20 之间的反射特性的差异而产生的对比度。因此, 透光的(无色且透明的)纤维状结构 21 是不优选的。然而, 在纤维状结构 21 的反射特性对多孔层 20 的反射特性影响很小的情况下, 纤维状结构 21 可具有任意反射特性, 且多孔层 20 的反射特性基本上由非移动颗粒 22 的反射特性确定。

[0213] 细孔 23 的平均孔径没有特别限制。然而, 特别地, 优选的是, 细孔 23 的平均孔径尽可能地大, 因为这使得电泳颗粒 10 可以容易地通过细孔 23 传输。因此, 细孔 23 的平均孔径优选为 $0.01\ \mu\text{m}$ 至 $10\ \mu\text{m}$ 。

[0214] 多孔层 20 的厚度没有特别限制。举例来说, 多孔层 20 的厚度可以为 $5\ \mu\text{m}$ 以上至

100 μm 以下。一个原因是,这提高了多孔层 20 的屏蔽特性,且使得电泳颗粒 10 可容易地通过细孔 23 传输。

[0215] 非移动颗粒 22 被纤维状结构 21 保持(固定),且不是电泳的。纤维状结构 21 包含多个非移动颗粒 22 以使得可更容易地漫射光且进一步提高电泳装置 4 的对比度。

[0216] 纤维状结构 21 中的非移动颗粒 22 优选以预定范围内的量添加到其中并分散在其中。应注意,非移动颗粒 22 可以从纤维状结构 21 中部分露出或者可以嵌入在纤维状结构 21 中,只要非移动颗粒 22 被纤维状结构 21 保持即可。

[0217] 图 7 示出了与分散在纤维状结构 21 中的非移动颗粒 22 的标准偏差和对比度之间的关系相关的估计值、理论值和实际测量值。通常,据估计,当纤维状结构 21 中的非移动颗粒 22 的标准偏差较小时,即,当非移动颗粒 22 中的变化较小时,对比度提高。另外,可以认为,通过向纤维状结构 21 中添加大量的非移动颗粒 22 而提高了光学反射率。然而,可以看出,理论上,对比度随着纤维状结构 21 中的非移动颗粒 22 的标准偏差的提高而提高。而且,可以看出,实际上,纤维状结构 21 中的非移动颗粒 22 的变化量具有限制,且当标准偏差的值超出特定值时对比度急剧下降。

[0218] 为此的一个原因是,当纤维状结构 21 中包含的非移动颗粒 22 的标准偏差大于预定值时,非移动颗粒 22 之间的距离变大,且由非移动颗粒 22 造成的光反射效率下降。而且,当使多孔层 20 更厚以补偿下降的反射率时,细孔 23 的孔径变小,且传输电泳颗粒 10 所需要的能量增大。另一方面,可以认为另一个原因是,当纤维状结构 21 中包含的非移动颗粒 22 的标准偏差小于预定值时,非移动颗粒 22 在多孔层 20 中的分布因非移动颗粒 22 的聚集而变得不均匀,且反射率下降。此外,非移动颗粒 22 在纤维状结构 21 中的密度提高,由此,纤维状结构 21 的纤维直径变得与非移动颗粒 22 的粒径近似相同,且细孔 23 的孔径变得更小。因此,电泳颗粒 10 的传输速度下降,且传输所需要的能量增大。换句话说,优选的是,纤维状结构 21 中包含的非移动颗粒 22 以预定范围内的量添加至其中并分散在其中。具体地,优选的是,各个纤维状结构 21 具有在一种纤维状结构中包含一个或多个其中存在非移动颗粒 22 的区域(第一区域 S1)和一个或多个其中不存在非移动颗粒 22 的区域(第二区域 S2)的构造,如图 8 中所示。

[0219] 具体地,例如,对本实施方式中添加至纤维状结构 21 中的非移动颗粒 22 进行布置,从而使得纤维状结构 21 的纤维直径的标准偏差 δ 变为 0.1 以上至 0.3 以下。此外,其中非移动颗粒 22 不存在于任何纤维状结构 21 中的体积比优选平均地等于或高于 10% 且等于或低于 50%。这提供了其中由非移动颗粒 22 造成的光散射效率高的多孔层 20。

[0220] 非移动颗粒 22 具有与电泳颗粒 10 不同的反射特性。非移动颗粒 22 的反射特性没有特别限制。然而,优选的是,至少多孔层 20 整体屏蔽电泳颗粒 10。一个原因是,这建立了由电泳颗粒 10 和多孔层 20 之间的反射特性之差而产生的对比度。应注意,非移动颗粒 22 的光学反射率高于电泳颗粒 10 的光学反射率。

[0221] 此处,形成非移动颗粒 22 的材料根据非移动颗粒 22 造成对比度的作用而进行选择。具体地,进行亮显示的非移动颗粒 22 的材料与关于进行亮显示的电泳颗粒 10 而选择的材料类似。另一方面,进行暗显示的非移动颗粒 22 的材料与关于进行暗显示的电泳颗粒 10 而选择的材料类似。特别地,关于进行亮显示的非移动颗粒 22 而选择的材料优选为金属氧化物,因为这提供了优异的化学稳定性、优异的固定性和优异的光学反射特性。形成非移

动颗粒 22 的材料可以与形成电泳颗粒 10 的材料类型相同,或者可以与形成电泳颗粒 10 的材料类型不同,只要非移动颗粒 22 造成对比度即可。应注意,当非移动颗粒 22 进行亮显示或暗显示时可见的颜色与关于电泳颗粒 10 所述的可见颜色类似。

[0222] [5-2. 形成多孔层的方法]

[0223] 形成多孔层 20 的方法的实例可以为如下。图 9 示出了形成多孔层 20 的方法的流程。首先,确定添加并分散在纤维状结构 21 中的非移动颗粒 22 的量的最佳范围(步骤 S301)。特别地,制备其中将作为纤维状结构 21 的材料的聚合物材料溶解在有机溶剂诸如 N, N'-二甲基甲酰胺(DMF)中的聚合物溶液(步骤 301-1)。随后,将聚合物溶液分为多组,且例如,将作为非移动材料 22 的氧化钛添加到聚合物溶液的各个组中,从而使得一个分散溶液的浓度比另一个高 5wt%。将各个分散溶液充分搅拌以将非移动颗粒 22 分散在聚合物溶液中(步骤 S301-2)。随后,利用各个制备的分散溶液通过静电纺丝进行纺丝以形成纤维状结构 21。随后,对于各浓度测量纤维状结构 21 的光学反射率,并确定待添加的非移动颗粒 22 的量的最佳范围(步骤 S301-3)。应注意,非移动颗粒 22 的浓度可以根据需要在较小的范围内检查。另外,可以适当省略对各浓度的检查。之后,如步骤 S301-1 和 S301-2 中一样,制备了其中分散有纤维结构 21 的聚合物溶液(步骤 S302),且将以上述步骤 S301-3 确定的最佳范围的量的非移动颗粒 22 添加到聚合物溶液中以制备分散溶液(步骤 S303)。随后,利用其中分散有非移动颗粒 22 的聚合物溶液通过静电纺丝进行纺丝以形成纤维状结构 21(步骤 S304)。这提供了确保电泳颗粒 10 的传输通道(细孔 23)并提高光散射效率的多孔层 20。

[0224] [电泳颗粒的优选显示方法]

[0225] 如上所述,在电泳装置 4 中,电泳颗粒 10 和多孔层 20(包含非移动颗粒 22 的纤维状结构 21)各自进行亮显示或者暗显示以造成对比度。在本实施方式中,电泳颗粒 10 可进行亮显示且多孔层 20 可进行暗显示。可替换地,电泳颗粒 10 可进行暗显示且多孔层 20 可进行亮显示。这种作用的差异根据电泳颗粒 10 的反射特性和多孔层 20 的反射特性之间的关系来确定。换句话说,进行亮显示的成分的任一种的反射率都高于进行暗显示的其他成分的反射率。

[0226] 特别地,优选的是,电泳颗粒 10 进行暗显示且多孔层 20 进行亮显示。根据其,在多孔层 20 的反射特性基本上由非移动颗粒 22 的反射特性确定的情况下,非移动颗粒 22 的反射率优选高于电泳颗粒 10 的反射率。一个原因是,在这种情况下,亮显示中的反射率显著高,因为利用由多孔层 20(三维结构)造成的光漫射,且根据其,对比度显著较高。

[0227] [电泳装置的运行]

[0228] 在电泳装置 4 中,电泳颗粒 10 的反射特性和多孔层 20(非移动颗粒 22)的反射特性相互不同。在这种情况下,当对电泳装置 4 施加电场时,电泳颗粒 10 在施加了电场的区域中通过多孔层 20(细孔 23)传输。由此,当从已经向其传输了电泳颗粒 10 的侧看到电泳装置 4 时,在已经传输了电泳颗粒 10 的区域中通过电泳颗粒 10 进行暗显示(或亮显示),且在未传输电泳颗粒 10 的区域中通过多孔层 20 进行亮显示(或暗显示)。这造成对比度。

[0229] 已经如上所述调查了提高电泳显示器的显示等级,特别地,对比度和响应速度的方法。这种方法的一个实例可以是通过向构造进行亮显示(或暗显示)的多孔层的纤维状结构中添加具有与进行暗显示(或亮显示)的电泳颗粒不同的反射特性的非移动颗粒而提高

对比度的方法,如本实施方式中那样。与现有的电泳装置相比,这提高了对比度并提高了电泳颗粒的响应速度。

[0230] 然而,对比率未如通过添加非移动颗粒以提高多孔层和电泳颗粒的对比度而提高纤维状结构的光学反射率,电泳装置中非移动颗粒的光学反射率所预期的(参考图 7 中的估计值)而提高。

[0231] 另一方面,在本实施方式中,预先相对于添加到纤维状结构 21 中的非移动颗粒 22 的量测量非移动颗粒 22 在纤维状结构 21 中的分散状态和光学反射率。结果,可以看出,随着添加的非移动颗粒 22 的量提高至特定比率,纤维状结构 21 的光学反射率提高,但是当添加的非移动颗粒 22 的量变得大于特定比率时,光学反射率急剧下降,如图 7 中所示。换句话说,可以看出,添加到纤维状结构 21 中的非移动颗粒 22 的量具有最佳范围。

[0232] [功能和效果]

[0233] 因此,在本实施方式中,预先测量添加到纤维状结构 21 中的非移动颗粒 22 的量的最佳范围,并根据最佳范围以在预定范围内的量将非移动颗粒 22 添加并分散在构造多孔层 20 的纤维状结构 21 中。由此,确保了电泳颗粒 10 的传输通道,由非移动颗粒 22 造成的光散射效率提高。因此,响应速度提高,且对比度提高。此外,提供了具有提高显示特性的的高等级显示器。

[0234] 而且,如上所述,响应速度提高,因此,电力消耗下降。

[0235] [6. 电泳装置的应用例]

[0236] 然后,将给出上述电泳装置 4 的应用例的说明。电泳装置 4 可应用于各种电子装置。电子装置的类型没有特别限制。举例来说,电泳装置 4 可应用于显示器。

[0237] [显示器的一般构造]

[0238] 图 5 示出了显示器的横截面构造。图 6 是用于解释图 5 中所示的显示器的运行的图。应注意,下述显示器的构造仅是实例。因此,其构造可以适当改变。

[0239] 该显示器是通过利用电泳现象来显示图像(诸如文本信息)的电泳显示器(所谓的电子纸显示器)。该显示器可包括例如,以其间具有电泳装置 50 的方式相互面对的驱动基板 30 和对向基板 40,如图 5 中所示。该显示器可以显示例如其对向基板 40 侧上的图像。应注意,驱动基板 30 和对向基板 40 通过隔片 60 隔开,从而在其间具有预定的空间。

[0240] [驱动基板]

[0241] 驱动基板 30 可包括例如,在支持基底 31 的表面上依次形成的多个薄膜晶体管(TFT) 32、保护层 33、平坦化绝缘层 34 和多个像素电极 35。TFT 32 和像素电极 35 根据像素的布置以矩阵或分段状布置。

[0242] 支持基底 31 可以由例如材料诸如无机材料、金属材料 and 塑料材料形成。无机材料的实例包括硅(Si)、硅氧化物(SiO_x)、硅氮化物(SiN_x)和铝氧化物(AlO_x)。硅氧化物的实例包括玻璃和旋涂式玻璃(SOG)。金属材料的实例包括铝(Al)、镍(Ni)和不锈钢。塑料材料的实例包括聚碳酸酯(PC)、聚对苯二甲酸乙二醇酯(PET)、聚萘二甲酸乙二醇酯(PEN)和聚醚醚酮(PEEK)。

[0243] 支持基底 31 可以透光或者可以不透光。一个原因是,支持基底 31 不需要透光,因为在显示器的对向基板 40 侧上显示图像。此外,支持基底 31 可以是具有刚性的基板诸如晶片或者可以是具有柔性的薄层玻璃或膜。特别地,支持基底 31 优选为后者,因为由此实

现了柔性的(可弯曲的)显示器。

[0244] TFT 32 是用于选择像素的转换元件。TFT 32 可以是包括无机半导体层作为沟道层的无机 TFT, 或者可以是包括有机半导体层作为沟道层的有机 TFT。保护层 33 和平坦化绝缘层 34 可以例如由绝缘树脂材料诸如聚酰亚胺形成。应注意, 当保护层 33 的表面充分平坦时, 可以不设置平坦化绝缘层 34。像素电极 35 可以由例如金属材料诸如金(Au)、银(Ag)和铜(Cu)形成。像素电极 35 通过设置在保护层 33 和平坦化绝缘层 34 中的接触孔(未示出)而连接至 TFT 32。

[0245] [对向基板]

[0246] 对向基板 40 可包括例如在支持基底 41 的整个表面上形成的对向电极 42。应注意, 对向电极 42 可以以与像素电极 35 类似的方式以矩阵或分段状布置。

[0247] 支持基底 41 由与支持基底 31 的材料类似的材料形成, 不同之处在于, 支持基底 41 透光。一个原因是, 支持基底 41 透光, 因为在显示器的对向基板 40 侧上显示图像。对向电极 42 由例如透光的导电材料(透明电极材料)诸如铟-锡-氧化物(ITO)、铟-锡-氧化物(ATO)、氟掺杂的锡氧化物(FTO)和铝掺杂的锌氧化物(AZO)形成。

[0248] 在显示器的对向基板 40 侧上显示图像的情况下, 通过对向电极 42 看到电泳装置 50。因此, 优选的是, 对向电极 42 的透光特性(光透射率)尽可能地高, 例如, 等于或高于 80%。此外, 优选的是, 对向电极 42 的电阻尽可能地低, 例如, 等于或低于 $100 \Omega / \square$ 。

[0249] [电泳装置]

[0250] 电泳装置 50 具有与上述电泳装置 4 类似的构造。具体地, 电泳装置 50 在绝缘液体 51 中包含多个电泳颗粒 52 和含有多个细孔 54 的多孔层 53。绝缘液体 51 填充驱动基板 30 和对向基板 40 之间的空间。多孔层 53 可以被例如隔片 60 保持。通过作为边界的多孔层 53 将用绝缘液体 51 填充的空间分段为更接近于像素电极 35 的残留区域 R1 和更接近于对向电极 42 的传输区域 R2。绝缘液体 51、电泳颗粒 52 和多孔层 53 的构造分别与绝缘液体 2、电泳颗粒 10 和多孔层 20 的构造类似。应注意, 为了简化说明, 图 5 和图 6 仅示出了细孔 54 的部分。

[0251] [隔片]

[0252] 隔片 60 可以由例如, 绝缘材料诸如聚合物材料形成。

[0253] 隔片 60 的形状没有特别限制。然而, 特别地, 隔片 60 优选具有不阻止电泳颗粒 52 的传输且使得电泳颗粒 52 可以均匀地分散的形状, 例如, 格子状形状。此外, 隔片 60 的厚度没有特别限制。然而, 特别地, 优选的是, 隔片 60 尽可能地薄, 且可以是例如, $10 \mu\text{m}$ 至 $100 \mu\text{m}$ 以便降低电力消耗。

[0254] [显示器的运行]

[0255] 在本显示器中, 如图 5 中所示, 在初始状态中将多个电泳颗粒 52 布置在残留区域 R1 中。在这种情况下, 在大多数像素中电泳颗粒 52 被多孔层 53 屏蔽。因此, 电泳装置 50 处于在从其对向基板 40 侧看到电泳装置 50 时不造成对比度的状态(不显示任何图像)。

[0256] 当通过 TFT 32 选择像素并对像素电极 35 和对向电极 42 之间施加电场时, 如图 6 中所示, 电泳颗粒 52 通过多孔层 53 (细孔 54) 从残留区域 R1 传输到传输区域 R2 中。在这种情况下, 其中电泳颗粒 52 被多孔层 53 屏蔽的像素和其中电泳颗粒 52 不被多孔层 53 屏蔽的像素共存。因此, 电泳装置 50 处于在从其对向基板 40 侧看到电泳装置 50 时造成对比

度的状态。由此,显示图像。

[0257] [显示器的功能和效果]

[0258] 根据本显示器,电泳装置 50 具有与上述电泳装置 4 类似的构造。因此,可以获得高对比度、高速响应性和低功率消耗。因此,以低功率消耗显示了高等级图像。

[0259] [7. 实施例]

[0260] 然后,将给出本发明优选实施方式的实施例的详细说明。

[0261] [实施例 3 和 4]

[0262] 利用黑色(用于暗显示)电泳颗粒和白色(用于亮显示)多孔层(含颗粒的纤维状结构)如下制造显示器。

[0263] [移动颗粒的制备]

[0264] 首先,将 43g 氢氧化钠和 0.37g 硅酸钠溶解在 43g 水中以制备溶液 A。随后,在对溶液 A 进行搅拌的同时将 5g 复合氧化物细颗粒(Daipyroxide Black 9550, 得自 Dainichiseika Color & Chemicals Mfg. Co., Ltd.) 添加到溶液 A 中,并对所得物进行搅拌(持续 15 分钟),然后,对其进行超声搅拌(在 30° C 至 35° C 下持续 15 分钟)。然后,将溶液 A 加热(至 90° C),然后,用 2 小时滴加其中溶解了 15cm³ (=ml)的 0.22mol/cm³ 硫酸、6.5mg 硅酸钠和 1.3mg 氢氧化钠的 7.5cm³ 水溶液。随后,将溶液 A 冷却(在室温下),然后,将 1.8cm³ 的 1mol/cm³ 硫酸添加到溶液 A 中。之后,对溶液 A 进行离心(在 3700rpm 下持续 30 分钟)和倾析。然后,将所得物再次分散在乙醇中,并对所得物重复离心(在 3500rpm 下持续 30 分钟)和倾析的组合两次。随后,将 5cm³ 乙醇和 0.5cm³ 水的混合物添加到每个瓶中,对其进行超声搅拌(持续 1 小时)。由此,获得硅烷涂布的复合氧化物颗粒的分散溶液。

[0265] 随后,将 3cm³ 水、30cm³ 乙醇和 4g N-[3-(三甲氧基甲硅烷基)丙基]-N'-(4-乙炔基苄基)乙二胺盐酸盐(40% 甲醇溶液)混合并搅拌(持续 7 分钟),且在其中倒入所有分散溶液。随后,将混合物溶液搅拌(持续 10 分钟),并对其离心(在 3500rpm 下持续 30 分钟)。随后,在倾析后,对所得物进行再分散在乙醇中和离心(在 3500rpm 下持续 30 分钟)的组合两次作为清洗。在倾析后,在减压环境下(在室温下)将所得物干燥(持续 6 小时),然后,在减压环境下(在 70° C 下)干燥(持续 2 小时)以获得固体材料。然后,将 50cm³ 甲苯添加到固体材料中以制备溶液 B,将其在辊磨机中搅拌(持续 12 小时)。随后,将溶液 B 放入三颈烧瓶中,并向其中添加 0.5g 丙烯酸和 2.0g 2,5-二甲基-1,5-己二烯,在氮气流下对其进行搅拌(持续 20 分钟)。然后,对溶液 B 进行进一步搅拌(在 50° C 下持续 20 分钟)。将其中 0.01g AIBN 溶解在 3cm³ 甲苯中的溶液 C 添加到溶液 B 中,并对所得物进行加热(至 65° C)。随后,将混合物溶液搅拌(持续 1 小时),冷却(在室温下)并与乙酸乙酯一起倒入瓶子中。对所得物进行离心(在 3500rpm 下持续 30 分钟)。随后,对所得物进行倾析,然后,进行三次再分散在乙酸乙酯中和离心的组合(在 3500rpm 下持续 30 分钟)以作为清洗。在减压环境下(在室温下)将所得物干燥(12 小时),并在在减压环境下(在 70° C 下)进一步干燥(持续 2 小时)。由此,获得了由聚合物涂布的颜料制成的黑色移动颗粒。

[0266] [绝缘液体的制备]

[0267] 然后,作为绝缘液体,制备了包含作为原始成分的 0.75% 的甲氧基磺酰基氧基甲烷(Solsperse 17000, 得自 Lubrizol Corporation)、5.0% 脱水山梨糖醇三油酸酯(Span85)和 94% 异链烷烃(IsoparG, 得自 Exxon Mobil Corporation)的有机溶剂。此处,根

据需要将 0.2g 移动颗粒添加到 9.7g 绝缘液体中,在添加了玻璃珠(0.8 mm ϕ)的玻璃研磨机中搅拌(持续 1 小时)。之后,通过玻璃纤维过滤器将混合物溶液过滤以除去珠子。由此,获得了其中分散了移动颗粒的绝缘液体。

[0268] [多孔层的制备]

[0269] 随后,将作为用于形成纤维状结构 21 的材料的 12g 聚丙烯腈(得自 Sigma-Aldrich Co. LLC., 分子量 150000)溶解在 88g DMF 中以制备溶液 D。随后,例如,将作为非移动颗粒 22 的 45g 氧化钛(TITONE R-42,得自 Sakai Chemical Industry Co., Ltd.)添加到 55g 溶液 D 中,将其在玻璃研磨机中进行混合以制备纺丝溶液。将此时的氧化钛浓度描述为 d wt%。随后,将纺丝溶液加入注射器中,并利用电动纺丝机(NANON,得自 MECC Co., Ltd.)在其上形成有预定图案的像素电极(ITO)的玻璃基板上进行 8 个冲程的纺丝。在如下条件下进行纺丝:电场强度 =28kV;放电速度 =0.5cm³/分钟;纺丝距离 =15cm;和扫描速度 =20mm/s。随后,在真空烘箱中(在 75 $^{\circ}$ C 下)将玻璃基板干燥 12 小时。由此,形成了包含非移动颗粒 22 的纤维状结构 21。应注意,在实施例 3-2 至 3-7 中,以类似的方式制备了 d 为 40、35、30、25、20 和 15 的纺丝溶液且形成了纤维状结构 21。在实施例 4 中,使用三聚氰胺-甲醛球形颗粒代替氧化钛作为移动颗粒。将纺丝溶液制造为具有 50、30、25 和 10 的 d 以形成纤维状结构 21。

[0270] [显示器的组装]

[0271] 首先,将在未形成像素电极的区域中的不必要的纤维状结构 21 从其上形成有像素电极 35 的玻璃基板上除去。之后,在其整个表面上形成有对向电极 42 (ITO)的玻璃基板上形成 PET 膜(厚度 30 μ m)以作为隔片。将其上形成有像素电极 35 和纤维状结构 21 的玻璃基板覆盖在该隔片上。应注意,将包含珠子(外径 30 μ m)的光固化性树脂(光敏树脂 Photolec A-400,得自 Sekisui Chemical Co., Ltd.)用于在不覆盖多孔层的位置处进行拉伸。最后,在将其中分散有移动颗粒的绝缘液体注射到两个玻璃基板之间的间隙中之后,利用辊压机对一体的两个玻璃基板进行压制,从而使得多孔层 20 与像素电极 35 和对向电极 42 邻近。之后,对一体的玻璃基板再次进行压制以对多孔层 20 进行压缩。

[0272] 作为实施例 3 和 4 的显示器的性能,检查了黑色反射率(%),白色反射率(%),对比度和响应速度(ms)。获得了表 3 和表 4 中所示的结果。

[0273] 在测量黑色反射率和白色反射率时,在对显示器施加交流电压(0.1Hz 和 15V)1 小时之后,利用分光光度计(eye-one pro,得自 X-Rite, Incorporated.)在 45 $^{\circ}$ 下在环状照明下相对于标准扩散器测量垂直于基板的方向上的反射率。对比率(CR)是通过将白色反射率除以黑色反射率而获得的值。通过利用函数发生器(得自 Toyo Corporation)施加矩形波电场(15V)来测量亮度。响应速度是当白色的亮度为 1 且黑色的亮度为 0 时施加电场时亮度从 0.1 变为 0.9 所需要的时间以及停止施加电场时亮度从 0.9 变为 0.1 所需要的时间的平均值。

[0274] 此外,在实施例 3 和 4 中,对非移动颗粒在任何纤维状结构中的标准偏差 δ 和任何纤维状结构中不包含非移动颗粒的部分的体积分数 v (%) 进行计算。标准偏差 δ 通过如下计算:制备纤维状结构,然后,利用扫描电子显微镜测量其纤维直径。更具体地,对于每 100nm 长度测量任何纤维状结构(纤维长度 10 μ m)的纤维直径 X_i ,且利用下列表达式(1)和(2)计算标准偏差 δ 。应注意, \bar{x} 是测量值的平均值。此外,当平均纤维直径为 1 μ m 以下

时计算体积分数 v 。

$$[0275] \quad \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

$$[0276] \quad \delta = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \quad (2)$$

[0277] [表 3]

[0278]

	非移动颗粒在溶液 D 中的浓度 d (wt%)	标准偏差 δ	体积分数 (%)	白色反射率 (%)	黑色反射率 (%)	CR	平均响应速度 (ms)
实施例 3-1	45	0.01	1	27	5.2	5	700
实施例 3-2	40	0.07	5	28	3.2	9	650
实施例 3-3	35	0.1	10	43	1.1	39	600
实施例 3-4	30	0.19	34	42	1.1	38	600
实施例 3-5	25	0.25	40	42	1.1	38	550
实施例 3-6	20	0.3	50	40	1.8	22	550
实施例 3-7	15	0.36	74	32	2.5	13	500

[0279] [表 4]

	非移动颗粒在溶液 D 中的浓度 d (wt%)	标准偏差 δ	体积分数 (%)	白色反射率 (%)	黑色反射率 (%)	CR	平均响应速度 (ms)
[0280] 实施例 4-1	50	0.08	0	11	3	4	1000
实施例 4-2	30	0.16	10	15	0.7	21	800
实施例 4-3	25	0.15	15	15	1	15	750
实施例 4-4	10	0.46	85	7	2	4	600

[0281] 从表 3 中可以看出,在实施例 3-3 至 3-6 中保持了 20 以上的高对比率,而在实施例 3-1、3-2 和 3-7 中对比率降低至 10% 水平以下。可以认为,为此的一个原因是,在实施例诸如其中标准偏差小(0.01 或者 0.07)且其中不存在非移动颗粒的空间的体积分数小(1% 或者 5%)的实施例 3-1 和 3-2 中,不能获得由非移动颗粒造成的有效光散射。此外,平均响应速度下降,因为纤维状结构中的三维细孔也变得更小。可以认为,另一个原因是,在实施例诸如其中标准偏差大(0.36)且体积分数大(74%)的实施例 3-7 中,非移动颗粒以其间具有间隔的方式存在于纤维状结构中,但是非移动颗粒的绝对量小,且产生纤维的大块(large mass),即,发生聚集现象。因此,光散射效率下降,且对比度下降。此外,平均响应速度可以明显更快,但是平均响应速度实际上未变得更快,因为对比度低。

[0282] 从表 4 中可以看出,在实施例 4-2 和 4-3 中,保持了 10 以上的高对比率,但是在实施例 4-1 和 4-4 中,对比率降低至 5% 以下。可以认为,为此的一个原因是,与实施例 3 中同样,实施例 4-1 中的由非移动颗粒造成的低光散射效率,且是实施例 4-4 中的少量非移动颗粒及其聚集体。

[0283] 如上所述,可以看出,纤维状结构中的非移动颗粒相对于反射率和响应速度具有有利的分散比(最佳范围)。特别地,可以看出,标准偏差优选等于或大于 0.1 且等于或小于

0.3。此外,体积分数(在纤维状结构中不包含非移动颗粒的体积比)优选等于或高于10%且等于或低于50%。

[0284] 当1.第一实施方式、1-1.一般构造、1-2.形成多孔层的方法、2.第二实施方式、3.应用例和4.实施例以及5.第三实施方式、5-1.一般构造、5-2.形成多孔层的方法、6.应用例和7.实施例时,进一步提高了对比度。

[0285] 在上面参考优选实施方式对本发明进行了描述。然而,本发明不限于优选实施方式中所述的内容且可以进行各种变化。例如,本发明的电泳装置不是受限制地应用于显示器,而是可应用于其他电子装置。

[0286] 根据本公开内容的上述示例性实施方式,可以实现至少下列构造。

[0287] (1)一种电泳装置,包括:

[0288] 绝缘液体中的多个电泳颗粒;和

[0289] 所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层,所述纤维状结构包含多个非移动颗粒,并且所述非移动颗粒以在预定范围内的量添加并分散在所述纤维状结构中。

[0290] (2)根据(1)所述电泳装置,其中非移动颗粒被布置为使得所述纤维状结构的纤维直径的标准偏差等于或大于0.1且等于或小于0.3。

[0291] (3)根据(1)或者(2)所述电泳装置,其中所述非移动颗粒在所述纤维状结构中的不存在率等于或高于10%且等于或低于50%。

[0292] (4)根据(1)至(3)中任一项所述电泳装置,其中所述纤维状结构的纤维直径等于或高于50纳米且等于或小于2000纳米。

[0293] (5)根据(1)至(4)中任一项所述电泳装置,其中所述纤维状结构由聚合物材料和无机材料中的一种或多种形成。

[0294] (6)根据(1)至(5)中任一项所述电泳装置,其中所述纤维状结构的平均纤维直径等于或大于0.1微米且等于或小于10微米。

[0295] (7)根据(1)至(6)中任一项所述电泳装置,其中所述纤维状结构通过静电纺丝形成。

[0296] (8)根据(1)至(7)中任一项所述电泳装置,其中所述非移动颗粒的光学反射特性与所述电泳颗粒的光学反射特性不同。

[0297] (9)根据(1)至(8)中任一项所述电泳装置,其中所述非移动颗粒由有机颜料、无机颜料、染料、碳材料、金属材料、金属氧化物、玻璃和聚合物材料中的一种或多种形成。

[0298] (10)根据(1)至(9)中任一项所述电泳装置,其中所述非移动颗粒包含氧化钛。

[0299] (11)根据(1)至(10)中任一项所述电泳装置,其中所述非移动颗粒的反射率高于所述电泳颗粒的反射率。

[0300] (12)一种制造电泳装置的方法,所述方法包括:

[0301] 确定添加并混合在纤维状结构中的非移动颗粒的量的最佳范围;以及

[0302] 将具有最佳范围内的量的所述非移动颗粒添加到所述纤维状结构中,并将所添加的非移动颗粒分散在所述纤维状结构中。

[0303] (13)根据(12)所述的制造电泳装置的方法,其中所述最佳范围通过测量光学反射率相对于所述非移动颗粒在所述纤维状结构中的含有率的分布状态而确定。

[0304] (14)一种显示器,包括:

[0305] 在一对基底之间的电泳装置,所述基底的一个或两个透光,且所述基底各自包含电极,

[0306] 所述电泳装置包括:

[0307] 绝缘液体中的多个电泳颗粒;和

[0308] 所述绝缘液体中的由纤维状结构形成的多孔层,所述纤维状结构包含多个非移动颗粒,所述非移动颗粒的反射特性与所述电泳颗粒的反射特性不同,且所述非移动颗粒以在预定范围内的量添加并分散在所述纤维状结构中。

[0309] 本申请包括与分别在 2011 年 11 月 22 日、2011 年 11 月 22 日和 2012 年 10 月 22 日向日本专利局提交的日本优先权专利申请 JP 2011-255212、JP 2011-255213 和 JP 2012-232700 中公开的内容相关的主旨,由此通过参考将其全部内容并入本文中。

[0310] 本领域技术人员应当理解,可以根据设计要求和因素进行各种修改、组合、亚组合和改变,只要它们在所附权利要求书或其等价物的范围内即可。

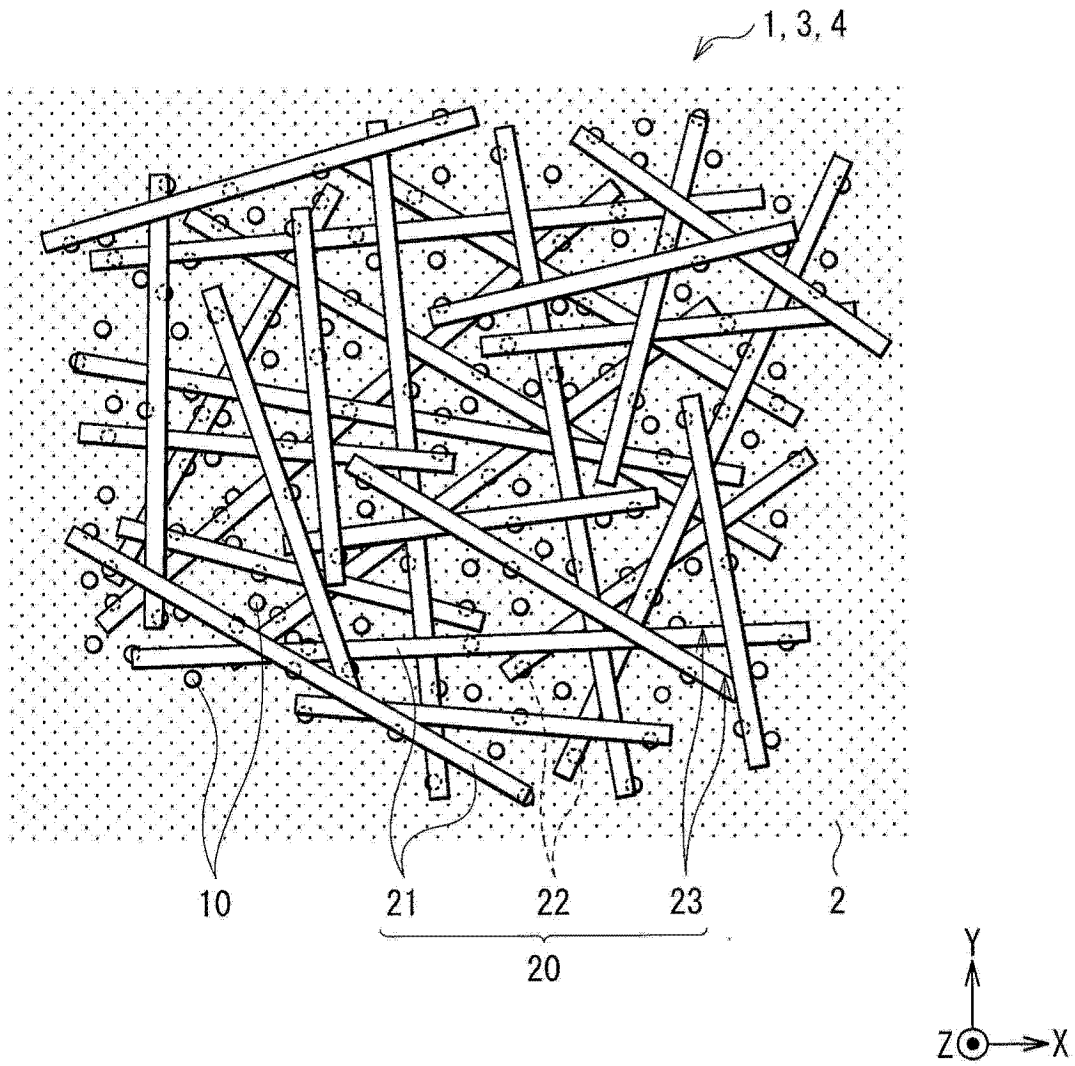


图 1

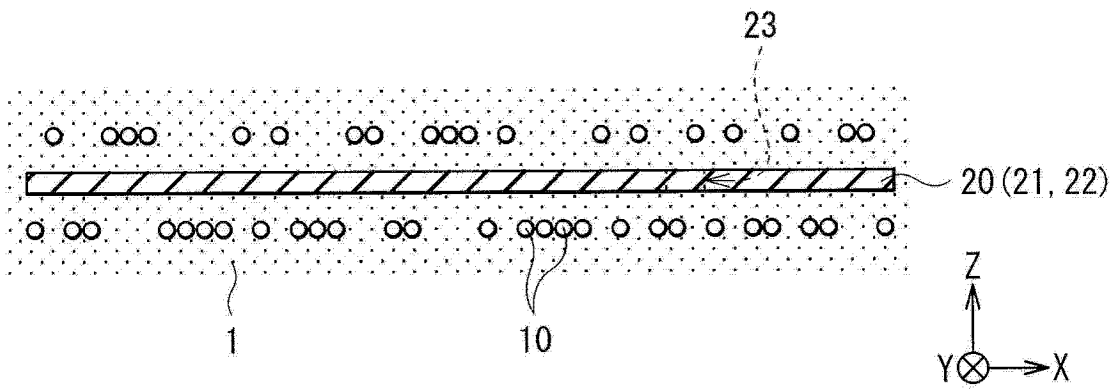


图 2

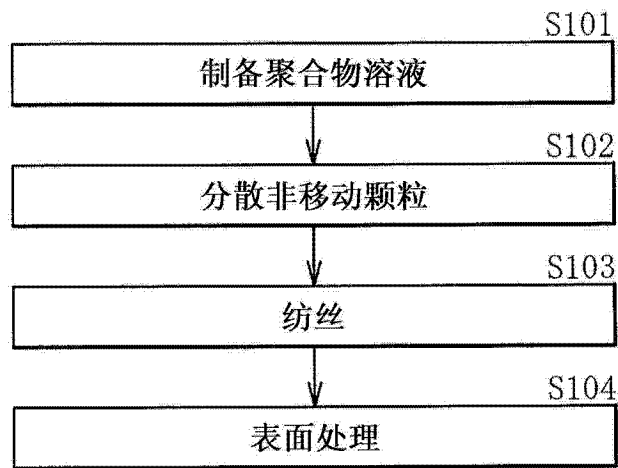


图 3

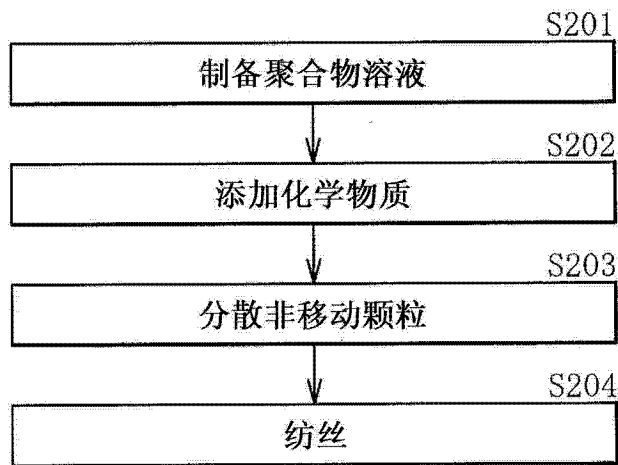


图 4

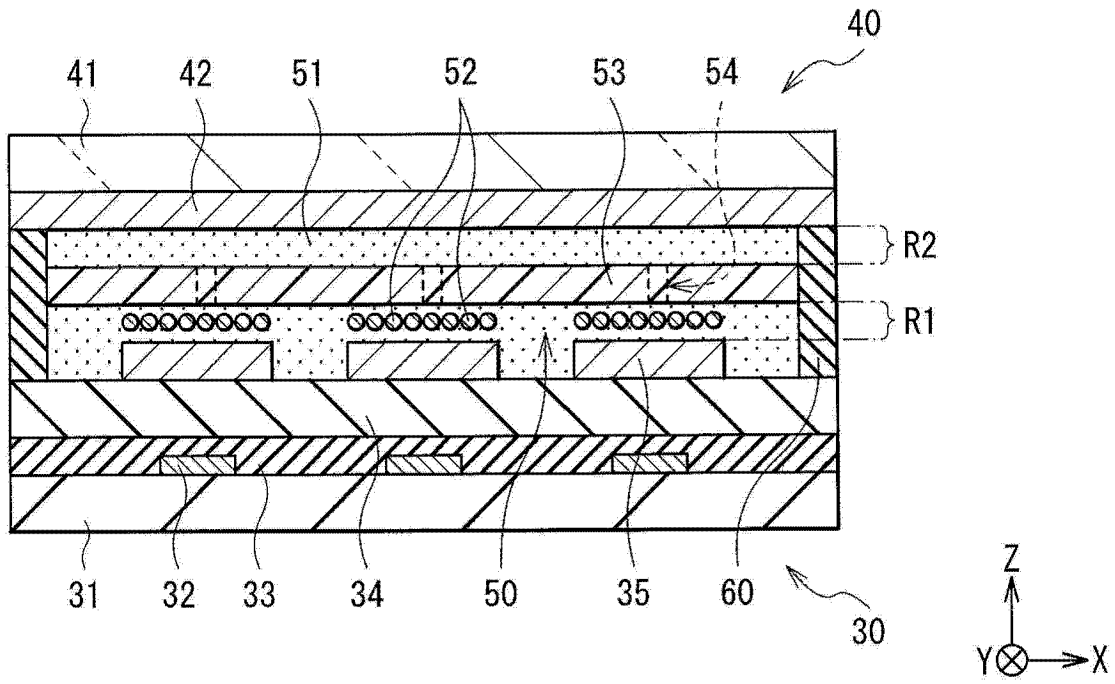


图 5

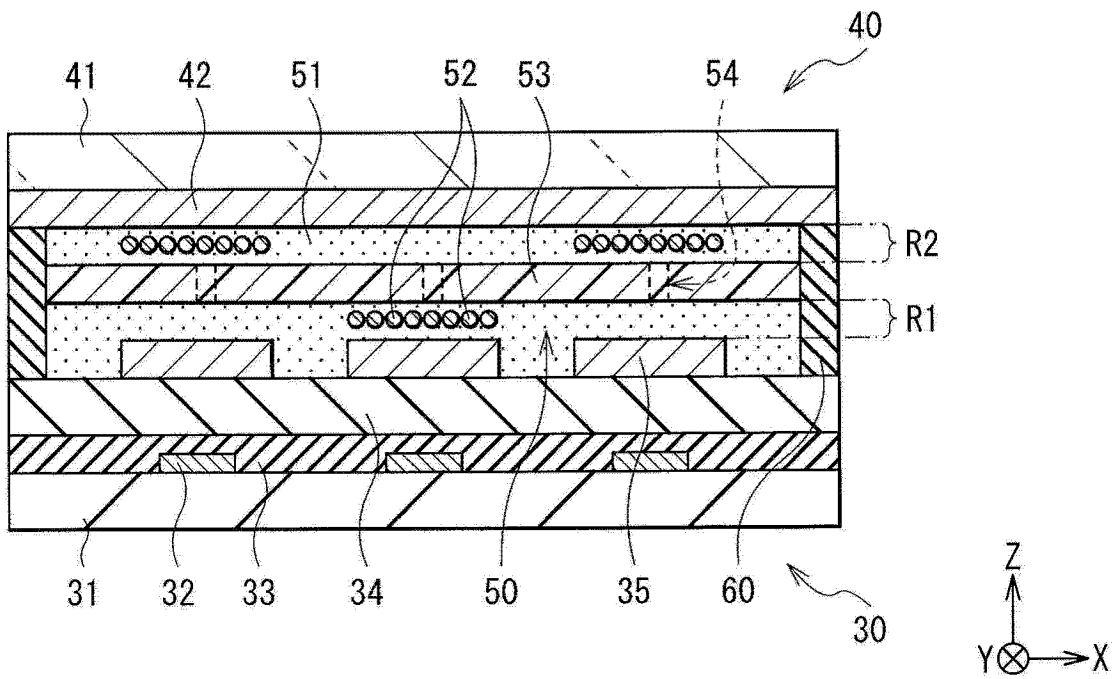


图 6

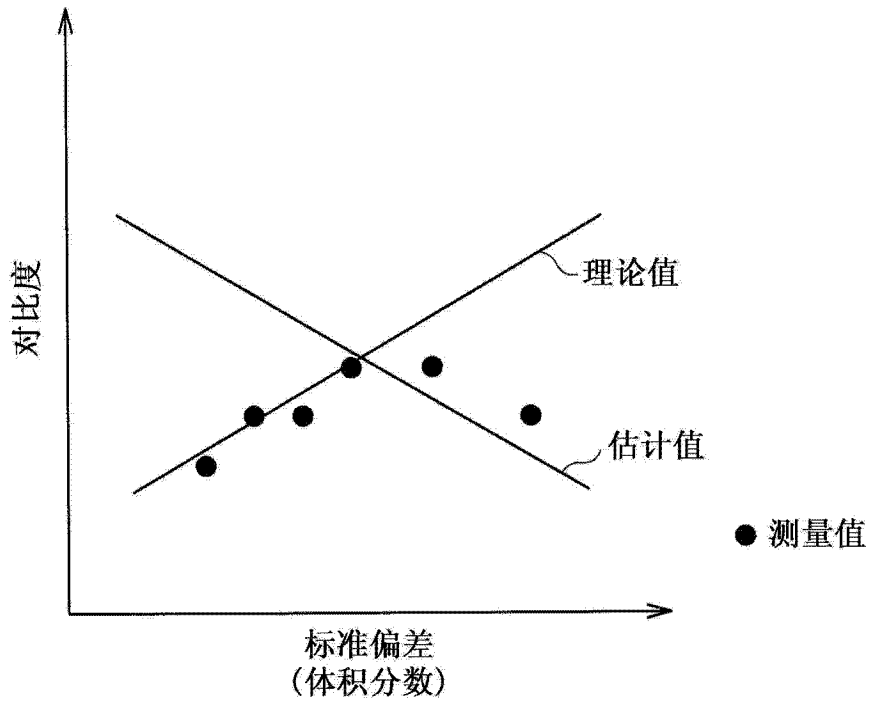


图 7

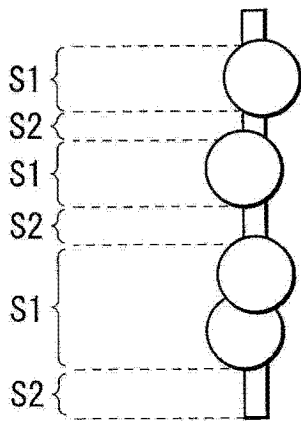


图 8

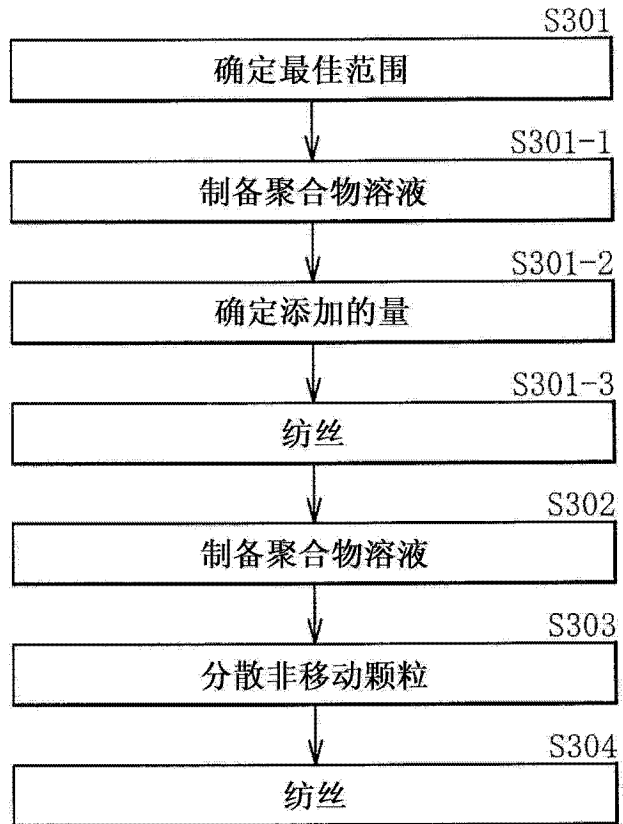


图 9