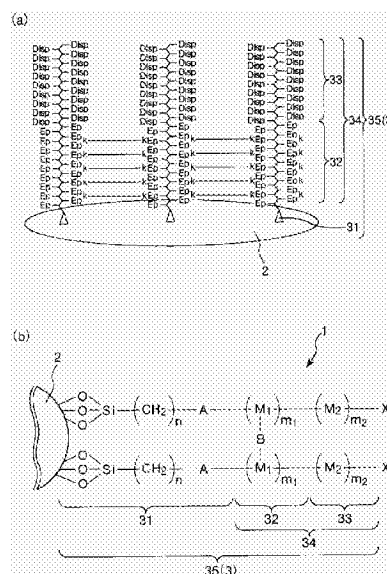




(45)授权公告日 2017.07.21

权利要求书1页 说明书20页 附图7页

本发明的电泳粒子,具有母粒和被覆层,被覆层含有多个聚合物,聚合物具备与母粒的表面结合的具有聚合开始基的聚合引发剂部、和以聚合开始基作为起点、单体通过活性自由基聚合而聚合成的聚合部,聚合物包含聚合引发剂部、第1聚合部和第2聚合部,第1聚合部由与聚合引发剂部连接的包含具有交联基团的单体的第1单体聚合成,第2聚合部由不含具有交联基团的单体的第2单体聚合成,聚合物彼此在第1聚合部的交联基团部分介由交联剂连接起来。



1. 一种电泳粒子,其特征在于,具有母粒、和覆盖所述母粒的至少一部分的被覆层,

所述被覆层含有多个聚合物,所述聚合物具备与该母粒的表面结合的具有聚合开始基的聚合引发剂部以所述聚合开始基作为起点、单体通过活性自由基聚合而聚合成的聚合部,

所述聚合物包含所述聚合引发剂部、与该聚合引发剂部连接的第1聚合部和与所述第1聚合部连接的第2聚合部,所述第1聚合部通过包含具有交联基团的单体的第1单体通过活性自由基聚合而聚合成,所述第2聚合部通过不含具有交联基团的单体的第2单体通过活性自由基聚合而聚合成,所述聚合物彼此之间在所述第1聚合部的所述交联基团部分介由交联剂连接起来。

2. 如权利要求1所述电泳粒子,所述第1单体包含作为所述交联基团具有环氧基的单体。

3. 如权利要求1或2所述电泳粒子,所述第2单体包含非离子性单体。

4. 如权利要求1或2所述电泳粒子,所述第2单体包含阳离子性单体。

5. 如权利要求1或2所述电泳粒子,所述第2单体包含阴离子性单体。

6. 如权利要求1或2所述电泳粒子,所述聚合引发剂是硅烷偶联剂。

7. 如权利要求1或2所述电泳粒子,所述聚合开始基是通过原子转移自由基聚合进行聚合的基团。

8. 如权利要求1或2所述电泳粒子,所述聚合物在所述母粒表面上的结合度为0.01条链/nm²以上、0.5条链/nm²以下。

9. 一种电泳粒子的制造方法,所述电泳粒子具有母粒、和覆盖所述母粒的至少一部分的被覆层,所述制造方法的特征在于,包含以下第1工序和第2工序,

第1工序:准备所述母粒,并使多个具有聚合开始基的聚合引发剂与该母粒的表面结合;

第2工序:使具有交联基团的第1单体以所述聚合开始基作为起点,通过活性自由基聚合进行聚合后,使不具有交联基团的第2单体通过活性自由基聚合进行聚合,与此同时使所述交联基团彼此介由交联剂而连接起来,从而形成具有第1聚合部和第2聚合部的聚合部,并得到多个聚合物。

10. 如权利要求9所述电泳粒子的制造方法,在所述第2工序中,在使所述第2单体进行聚合前,使所述交联基团彼此介由所述交联剂连接起来。

11. 一种电泳分散液,其特征在于,含有:

权利要求1~8的任一项所述电泳粒子,或

通过权利要求9或10所述电泳粒子的制造方法制造出的电泳粒子。

12. 一种电泳片,其特征在于,包含基板和配置在所述基板上方的分别收纳权利要求11所述的电泳分散液的多个结构体。

13. 一种电泳装置,其特征在于,具备权利要求12所述的电泳片。

14. 一种电子设备,其特征在于,具备权利要求13所述的电泳片。

电泳粒子、电泳粒子的制造方法、电泳分散液、电泳片、电泳装置和电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及电泳粒子、电泳粒子的制造方法、电泳分散液、电泳片、电泳装置和电子设备。

背景技术

[0002] 通常,当使电场作用到在液体中分散有微粒的分散体系时,微粒会借助库仑力在液体中移动(泳动),这是人们知道的。该现象被称作“电泳”,近年来利用该电泳来显示所希望的信息(图像)的电泳显示装置作为新的显示装置受到人们关注。

[0003] 该电泳显示装置具有下述特征:具有在停止施加电压的状态下的显示记忆性、大视场角性,以及能够以低电力消耗进行高分辨率的显示等。

[0004] 此外,电泳显示装置,由于是非发光型器件,所以与布朗管之类的发光型显示器件相比,具有对眼睛有益的特征。

[0005] 已经知道了,在这种电泳显示装置中,作为配置在具有电极的一对基板间的电泳分散液,具有由电泳粒子分散在溶剂中而成的分散液。

[0006] 在该构成的电泳分散液中,作为电泳粒子使用带正电性的电泳粒子、和带负电性的电泳粒子,以及根据需要含有不带电的粒子,通过使用这样的电泳分散液,通过在一对基板(电极)间施加电压,就能够显示出所希望的信息(图像)。

[0007] 这里,作为电泳粒子,通常使用相对于基材粒子具有由高分子连接而成的被覆层的粒子,通过形成这种具有被覆层(高分子)的构造,能够使电泳粒子分散在电泳分散液中并带电。

[0008] 此外,这种构造的电泳粒子,可以通过使用例如原子转移自由基聚合反应(atom transfer radical polymerization: ATRP),按照以下方式制造。

[0009] 即、先准备基材粒子,在该基材粒子的表面上,结合具有聚合开始基的聚合引发剂后,使单体以该聚合开始基作为起点,通过活性自由基聚合而形成聚合了的聚合部,从而设置高分子(聚合物),通过这样赋予带电性和/或分散性等性质,由此制造电泳粒子(参照例如,专利文献1。)

[0010] 但在这种使用ATRP制造的电泳粒子中,高分子仅其一端部与基材粒子连接。因此,在电泳装置的制造过程中和/或电泳装置的使用过程中,受起因于振动等因素导致电泳粒子彼此撞击的物理性影响、以及受来源于电泳粒子所分散的溶剂的化学性影响,会造成以高分子的一端部和基材粒子连接起来的连接部作为起点,高分子从基材粒子脱离的情况。结果、在电泳装置的制造时和使用时,存在在电泳分散液中含有的多个电泳粒子间带电性和分散性等参差不齐的问题。

[0011] 现有技术文献

[0012] 专利文献

[0013] 专利文献1:日本特开2007-225732号公报

发明内容

[0014] 发明要解决的课题

[0015] 本发明的目的之一是,提供在电泳分散液中带电性和分散性长期稳定的电泳粒子、以及能够制造可发挥这种功能的电泳粒子的电泳粒子制造方法、使用了这种电泳粒子的可靠性高的电泳分散液、电泳片、电泳装置和电子设备。

[0016] 解决课题的方法

[0017] 这样的目的是通过下述本发明实现的。

[0018] 本发明的电泳粒子,其特征在于,具有母粒、和覆盖所述母粒的至少一部分的被覆层,

[0019] 所述被覆层含有多个聚合物,所述聚合物具备与该母粒的表面结合的具有聚合开始基的聚合引发剂部、和以所述聚合开始基作为起点、单体通过活性自由基聚合而聚合成的聚合部,

[0020] 所述聚合物包含所述聚合引发剂部、第1聚合部和第2聚合部,所述第1聚合部与该聚合引发剂部连接,通过包含具有交联基团的单体的第1单体进行活性自由基聚合而聚合,所述第2聚合部与所述第1聚合部连接,通过不含具有交联基团的单体的第2单体进行活性自由基聚合而聚合,所述聚合物彼此在所述第1聚合部的所述交联基团部分介由交联剂连接起来。

[0021] 通过这样,能够成为在电泳分散液中带电性和分散性长期稳定的电泳粒子。

[0022] 本发明的电泳粒子中,所述第1单体优选包含作为所述交联基团具有环氧基的单体。

[0023] 由于环氧基是反应性特别高的基团,所以能够更切实地介由交联剂将交联基团彼此交联起来。

[0024] 本发明的电泳粒子中,所述第2单体优选包含非离子性单体。

[0025] 通过这样,能够使电泳粒子在电泳分散液中不凝聚地分散开。

[0026] 本发明的电泳粒子中,所述第2单体优选包含阳离子性单体。

[0027] 通过这样,在电泳分散液中,能够赋予给电泳粒子带正电性。

[0028] 本发明的电泳粒子中,所述第2单体优选包含阴离子性单体。

[0029] 通过这样,在电泳分散液中,能够赋予电泳粒子带负电性。

[0030] 本发明的电泳粒子,所述聚合引发剂优选为硅烷偶联剂。

[0031] 如果是硅烷偶联剂,就能够介由其本身所具有的烷氧基甲硅烷基那样的结合基,使聚合开始基切实地与母粒的表面结合。

[0032] 本发明的电泳粒子,所述聚合开始基优选可以通过原子转移自由基聚合进行聚合的基团。

[0033] 通过这样,能够使聚合开始基与单体反应的活性自由基聚合以更低成本、控制性更好地、简便高效地进行。

[0034] 本发明的电泳粒子,所述聚合物优选在所述母粒的表面上的结合度为0.01条链/ nm^2 以上、0.5条链/ nm^2 以下。

[0035] 通过这样,能够更切实地使交联基团彼此交联,能够成为在电泳分散液中发挥出

优异的分散性和移动性这两者的电泳粒子。

[0036] 本发明的电泳粒子的制造方法,所述电泳粒子具有母粒、和覆盖所述母粒的至少一部分的被覆层,所述制造方法的特征在于,包含以下第1工序和第2工序,

[0037] 第1工序:准备所述母粒,并使多个具有聚合开始基的聚合引发剂与该母粒的表面结合;

[0038] 第2工序:使具有交联基团的第1单体以所述聚合开始基作为起点,通过活性自由基聚合进行聚合后,使不具有交联基团的第2单体通过活性自由基聚合进行聚合,与此同时使所述交联基团彼此介由交联剂而连接起来,从而形成具有第1聚合部和第2聚合部的聚合部,并得到多个聚合物。

[0039] 通过这样,能够形成在电泳分散液中带电性和分散性长期稳定的电泳粒子。

[0040] 在本发明的电泳粒子的制造方法中,在所述第2工序中,优选在所述第2单体进行聚合前使所述交联基团彼此介由所述交联剂连接起来。

[0041] 通过这样,能够使交联剂更容易达到位于母粒侧的第1聚合部,所以能够使多个第1聚合部所具有的交联基团彼此介由交联剂更切实地连接起来。

[0042] 本发明的电泳分散液,其特征在于,含有:本发明的电泳粒子、或通过本发明的电泳粒子的制造方法制造出的电泳粒子。

[0043] 通过这样,能够形成具有发挥优异的分散性和移动性这两者的电泳粒子的电泳分散液。

[0044] 本发明的电泳片,其特征在于,包含基板和配置在所述基板上方的、分别装纳本发明的电泳分散液的多个结构体。

[0045] 通过这样,能够得到性能和可靠性高的电泳片。

[0046] 本发明的电泳装置,其特征在于,具备本发明的电泳片。

[0047] 通过这样,能够得到性能和可靠性高的电泳装置。

[0048] 本发明的电子设备,其特征在于,具备本发明的电泳装置。

[0049] 通过这样,能够得到性能和可靠性高的电子设备。

附图说明

[0050] 图1是显示本发明的电泳粒子的实施方式的纵截面图。

[0051] 图2是显示图1所示的电泳粒子所具有的聚合物的模式图。

[0052] 图3是模式性显示电泳显示装置的实施方式的纵截面的图。

[0053] 图4是显示图3所示的电泳显示装置的工作原理的模式图。

[0054] 图5是显示将本发明的电子设备用于电子纸的实施方式的立体图。

[0055] 图6是显示将本发明的电子设备用于显示器的实施方式的图。

[0056] 图7是显示用于测定电泳分散液中的电泳粒子的泳动移动度的密封室的结构的模式图。

具体实施方式

[0057] 下面基于附图所示的优选实施方式来对本发明的电泳粒子、电泳粒子的制造方法、电泳分散液、电泳片、电泳装置和电子设备进行具体说明。

[0058] <电泳粒子>

[0059] 首先,对本发明的电泳粒子予以说明。

[0060] 图1是显示本发明的电泳粒子的实施方式的纵截面图,图2是图1所示的电泳粒子所具有的聚合物的模式图。

[0061] 电泳粒子1具有母粒2和设置在母粒2的表面上的被覆层3。

[0062] 母粒2适合使用例如颜料粒子、树脂粒子、或它们的复合粒子中的至少1种。这些粒子制造容易。

[0063] 作为构成颜料粒子的颜料,可以列举出例如、苯胺黑、炭黑、钛黑等黑色颜料、二氧化钛、三氧化锑、硫酸钡、硫化锌、锌华、二氧化硅等白色颜料、单偶氮、双偶氮、多偶氮等偶氮系颜料、异吲哚啉酮、铬黄、铁黄、镉黄、钛黄、锑等黄色颜料、喹吖啶酮红、钼铬红等红色颜料、酞菁蓝、阴丹士林蓝、普鲁士蓝、群青、钴蓝等蓝色颜料、酞菁绿等绿色颜料等,可以使用它们中的1种、或将2种以上组合使用。

[0064] 此外,作为构成树脂粒子的树脂材料,可以列举出例如、丙烯酸系树脂、聚氨酯系树脂、尿素系树脂、环氧系树脂、聚苯乙烯、聚酯等,可以使用它们中的1种、或将2种以上组合使用。

[0065] 此外,作为复合粒子,可以列举出例如,通过用树脂材料覆盖颜料粒子的表面而进行了覆层处理的粒子、通过用颜料覆盖树脂粒子的表面而进行了覆层处理的粒子、由颜料和树脂材料以适当的组成比混合而成的混合物构成的粒子等。

[0066] 再者,通过适宜地选择作为母粒2使用的颜料粒子、树脂粒子和复合粒子的种类,能够将电泳粒子1的颜色设定成所希望的颜色。

[0067] 再者,母粒2具有能够与后述具有聚合开始基的聚合引发剂键合(连接)的官能团是必要的。但根据颜料粒子、树脂粒子和复合粒子的种类不同,有不具有官能团的情况,所以在该情况,要预先实施酸处理、碱处理、UV处理、臭氧处理、等离子体处理等的官能团导入处理,在母粒2的表面上导入官能团。此外,作为官能团,可以列举出例如羟基等。

[0068] 母粒2其表面的至少一部分(在图示的结构中几乎是全部)被被覆层3覆盖。

[0069] 本发明中,被覆层3包含多个聚合物35,所述聚合物35含有与母粒2的表面结合的、具有聚合开始基的聚合引发剂部31、和单体以该聚合开始基作为起点、通过活性自由基聚合而聚合成的聚合部34,进而聚合部34具有与聚合引发剂部31连接的第1聚合部32和第2聚合部33,所述第2聚合部33与第1聚合部32的连接聚合引发剂部31的端部相反侧的端部连接,所述第1聚合部32通过包含具有交联基团的单体的第1单体进行活性自由基聚合而聚合,所述第2聚合部33通过不具有交联基团的第2单体进行活性自由基聚合而聚合,并且聚合物35彼此在第1聚合部32的交联基团部分介由交联剂而连接。

[0070] 即、聚合物35含有聚合引发剂部31、与聚合引发剂部31连接的第1聚合部32、和与第1聚合部32的连接的第2聚合部33,所述第1聚合部32通过包含具有交联基团的单体的第1单体进行活性自由基聚合而聚合,所述第2聚合部33通过不含具有交联基团的单体的第2单体进行活性自由基聚合而聚合,聚合物35彼此在第1聚合部32的交联基团部分介由交联剂而连接(参照图2(a))。

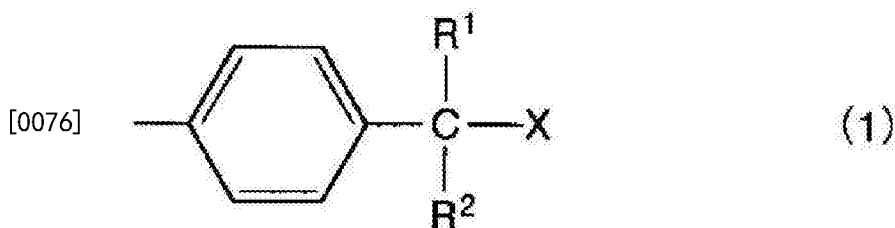
[0071] 具有聚合开始基的聚合引发剂部31,在与母粒2的表面结合的同时,与以该聚合开始基作为起点聚合而成的聚合部34结合。

[0072] 即、具有聚合开始基的聚合引发剂部31发挥将母粒2和聚合部34连接起来的连接部的功能。

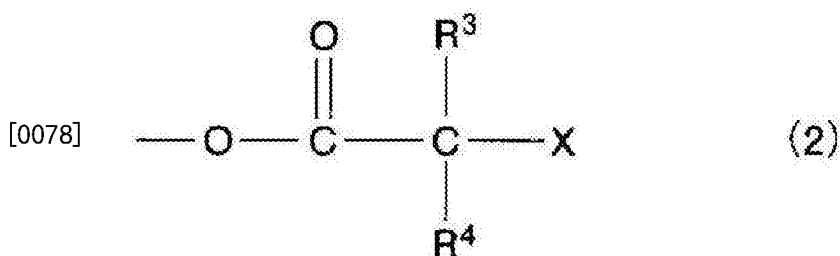
[0073] 作为该聚合引发剂,只要是具有聚合开始基、进而具有能够与母粒2的表面结合的功能的引发剂,就没有特殊限定,可以列举出例如,具有聚合开始基的硅烷偶联剂。如果是硅烷偶联剂,能够介由其本身所具有的烷氧基甲硅烷基那样的结合基,在母粒2的表面上切实地结合聚合引发剂(硅烷偶联剂)。

[0074] 作为聚合开始基,可以列举出,通过原子转移自由基聚合(ATRP)进行聚合的聚合开始基、通过氮氧化物调介聚合(NMP)进行聚合的聚合开始基、通过可逆性加成断裂型链转移聚合(RAFT)进行聚合的聚合开始基、通过使用有机碲化合物的活性自由基聚合(TERP)进行聚合的聚合开始基,等等,尤其是优选通过原子转移自由基聚合(ATRP)进行聚合的聚合开始基。由此能够使聚合开始基与单体反应的活性自由基聚合以更低成本、控制性更好地、更简便、高效地进行。

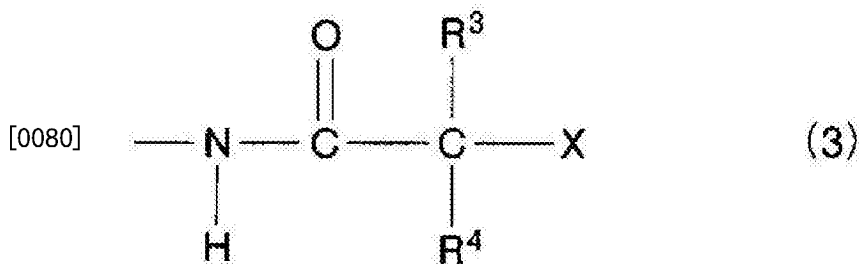
[0075] 作为可通过原子转移自由基聚合进行聚合的聚合开始基,可以列举出例如,来自有机卤化物或卤化磺酰化合物的聚合开始基,作为来自有机卤化物的聚合开始基,可以列举出具有下述通式(1)所示的苄基衍生基的聚合开始基、具有下述通式(2)所示的 α -卤代酯基的聚合开始基、和具有下述通式(3)所示的 α -卤代酰胺基的聚合开始基。进而,作为来自卤化磺酰化合物的聚合开始基,可以列举出下述通式(4)所示的聚合开始基。



[0077] [式中, R^1 和 R^2 分别独立地表示选自氢、和碳原子数1~8的烷基,X表示氯、溴或碘。]

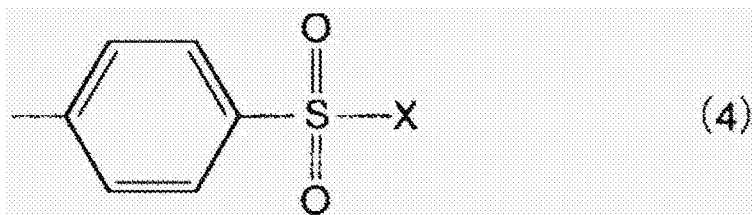


[0079] [式中, R^3 和 R^4 分别独立地表示氢、碳原子数1~20的烷基、碳原子数6~12的芳基或碳原子数7~20的芳基烷基,但 R^3 和 R^4 都是氢的情况除外。此外,X表示氯、溴或碘。]



[0081] [式中, R^3 和 R^4 分别独立地表示氢、碳原子数1~20的烷基、碳原子数6~12的芳基或碳原子数7~20的芳基烷基,但 R^3 和 R^4 都是氢的情况除外。此外,X表示氯、溴或碘。]

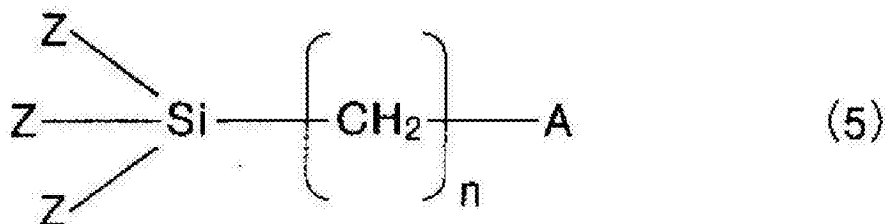
[0082]



[0083] [式中,X表示氯、溴或碘。]

[0084] 因此,在作为聚合引发剂使用硅烷偶联剂时,该聚合引发剂可以用例如下述通式(5)表示。

[0085]



[0086] [式中,A表示聚合开始基。Z表示结合基团,分别独立地表示氢、甲基、氯、甲氧基或乙氧基,但3个Z全都是氢或者甲基的情况除外,n表示1~20的整数。]

[0087] 聚合部34具有与聚合引发剂部31连接的第1聚合部32、和第2聚合部33,所述第2聚合部与第1聚合部32的连接聚合引发剂部31的端部相反侧的端部连接。

[0088] 下面对这些第1聚合部32和第2聚合部33依次进行说明。

[0089] 第1聚合部32,与聚合引发剂部31连接,是包含具有交联基团的单体的第1单体通过活性自由基聚合而聚合成的。并且该交联基团,与相邻的聚合物(高分子)35的第1聚合部32所具有的交联基团在一处位置或多处位置介由交联剂连接起来。

[0090] 像这样,在本发明中,形成如下结构,即与母粒2连接的聚合物35,相邻的聚合物彼此之间在第1聚合部32所具有的交联基团部分介由交联剂而连接起来。

[0091] 因此,聚合物35,不仅在聚合引发剂部31侧的端部,而且相邻的聚合物35也连接在一起。因此,例如、即使在聚合引发剂部31侧的端部的连接部发生聚合物35从母粒2脱离,由于聚合物35彼此连接在一起,结果能够防止在连接部从母粒2脱离的聚合物35与母粒2脱离。即、能够提高聚合物35与母粒2的紧密附着强度,能够实现电泳粒子1的耐久性的提高。

[0092] 因而,在电泳装置的制造过程中、和/或电泳装置的使用过程,即使受到因振动等因素而电泳粒子1彼此撞击的物理性影响、或受到来自电泳粒子1所分散的溶剂的化学性影响,也能切实地防止聚合物35从母粒2脱离。因此,在电泳装置的制造时和使用时,能够切实地防止在电泳分散液中含有的多个电泳粒子1间出现带电性和分散性等特性上的参差不齐,从而使得电泳粒子1的带电性和分散性等特性长期稳定。

[0093] 第1单体具有能够通过活性自由基聚合进行聚合的聚合基团、和能够介由交联剂将相邻的聚合物35所具有的交联基团交联起来的交联基团。

[0094] 作为第1单体所具有的聚合基团,可以列举出例如,乙烯基、苯乙烯基、(甲基)丙烯酸基之类的含碳-碳双键的基团。

[0095] 此外,作为第1单体所具有的交联基团,可以列举出例如,环氧基、异氰酸酯基、羧基、氨基等,其中,尤其优选环氧基。在这些交联基团中,环氧基,由于反应性特别高,所以能够介由交联剂将交联基团彼此更切实地交联。

[0096] 作为交联基团具有环氧基的第1单体,可以列举出例如,(甲基)丙烯酸缩水甘油基酯、(甲基)丙烯酸 β -甲基缩水甘油基酯、(甲基)丙烯酸3,4-环氧环己基甲基酯、(甲基)丙烯酸3,4-环氧环己基乙基酯、(甲基)丙烯酸3,4-环氧环己基丙基酯、烯丙基缩水甘油基醚等。

[0097] 此外,在使用作为交联基团具有环氧基的第1单体时,作为交联剂可以列举出例如,酸酐、多元胺化合物、酚化合物、硫醇化合物等,可以使用它们中的1种,或组合2种以上使用。通过作为交联剂使用这些化合物,能够与环氧基反应而形成连接结构,所以能够介由该交联剂将交联基团彼此切实地连接起来。

[0098] 特别是、在这些交联剂中,优选多元胺化合物。多元胺化合物操作容易且反应性高,所以能够更切实地将交联基团彼此连接起来。

[0099] 再者,作为交联剂的具体例,可以列举出例如,二乙烯三胺、三乙烯四胺、四乙烯五胺、二丙烯三胺、二乙基氨基丙胺之类的链状脂肪族多元胺、N-氨基乙基哌嗪、~~基~~烷二胺、异佛尔酮二胺之类的环状脂肪族多元胺、间苯二甲胺、ショーアミンX、アミンブラック、ショーアミンブラック之类的脂肪芳香族胺、间苯二胺、二氨基二苯基甲烷、二氨基二苯基砷之类的芳香族胺、邻苯二甲酸酐、偏苯三甲酸酐、均苯四甲酸二酐、二苯甲酮四甲酸二酐、乙二醇双偏苯三甲酸酯、甘油三偏苯三甲酸酯、马来酸酐、四氢邻苯二甲酸酐、琥珀酸酐、甲基环己烯二甲酸酐、烷基苯乙烯-马来酸酐共聚物、氯菌酸酐、聚壬二酸酐之类的酸酐等。

[0100] 再者,通过相邻的聚合物35所具有的交联基团彼此介由交联剂连接而形成的交联结构,并不需要在第1聚合部32所具有的各第1单体上形成,只要在各聚合物35的第1聚合部32上至少形成1个即可。

[0101] 此外,第1单体,除了可以是具有1个交联基团的1官能体以外,还可以是具有2个以上交联基团的多官能体。进而,构成第1聚合部32的多个第1单体中的一部分,也可以不具有交联基团。如此通过作为第1单体使用多官能体或不具有交联基团的单体,能够容易地将第1聚合部32中的交联密度设定成所希望的大小。

[0102] 进而,第1聚合部32,其厚度为,与聚合引发剂部31厚度合起来优选设定在1nm程度以上、100nm程度以下、进而优选设定在5nm程度以上、20nm程度以下。在将厚度设定成低于上述下限值时,在第1聚合部32中有可能不能以充分量形成交联基团彼此介由交联剂连接起来的交联结构,不能充分提高聚合物35与母粒2的紧密附着强度。此外,在将厚度设定为大于上述上限值时,电泳粒子1的粒径毫无意义地增大,在电泳分散液中移动时的阻力变大,这有可能会造成其在电泳分散液中的移动度降低。

[0103] 第2聚合部33,与第1聚合部32的连接聚合引发剂部的端部相反侧的端部连接,是不具有交联基团的第2单体通过活性自由基聚合而聚合成的,用于发挥后述电泳分散液中的电泳粒子1的特性。

[0104] 第2单体不含有具有交联基团的单体,不具有交联基团,但具有能够通过活性自由基聚合而聚合的聚合基团,根据赋予给电泳粒子1的特性,分为非离子性单体、阳离子性单体和阴离子性单体。

[0105] 此外,作为第2单体所具有的聚合基团,没有特殊限定,可以列举出例如,与前述第1单体所具有的聚合基团同样的聚合基团。

[0106] 此外,通过作为第2单体使用包含非离子性单体的单体,并通过活性自由基聚合来形成第2聚合部33,从而使第2聚合部33相对于后述电泳分散液中含有的分散介质显示出优

异的亲和性。因此,能够使这种具有第2聚合部33的电泳粒子1在电泳分散液中不凝聚地分散开。

[0107] 作为这种非离子性单体,可以列举出例如,1-己烯、1-庚烯、1-辛烯、(甲基)丙烯酸甲酯、(甲基)丙烯酸乙酯、(甲基)丙烯酸丙酯、(甲基)丙烯酸硬脂基酯、(甲基)丙烯酸月桂基酯、(甲基)丙烯酸癸酯、(甲基)丙烯酸异辛酯、(甲基)丙烯酸异冰片基酯、(甲基)丙烯酸环己酯、(甲基)丙烯酸五氟丙酯等丙烯酸系单体、苯乙烯、2-甲基苯乙烯、3-甲基苯乙烯、4-甲基苯乙烯、2-乙基苯乙烯、3-乙基苯乙烯、4-乙基苯乙烯、2-丙基苯乙烯、3-丙基苯乙烯、4-丙基苯乙烯、2-异丙基苯乙烯、3-异丙基苯乙烯、4-异丙基苯乙烯、4-叔丁基苯乙烯等苯乙烯系单体。

[0108] 此外,通过使用包含阳离子性单体的单体作为第2单体,并通过活性自由基聚合来形成第2聚合部33,能够使第2聚合部33在后述电泳分散液中带正电。因此,在电泳分散液中,具有这种第2聚合部33的电泳粒子1成为带正电性的电泳粒子(正电泳粒子)。

[0109] 作为这种阳离子性单体,可以列举出例如,在其结构中具有氨基的单体,具体地说,可以列举出氨基甲基(甲基)丙烯酸酯、氨基乙基(甲基)丙烯酸酯、N,N-二甲基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯、N-乙基-N-苯基氨基乙基(甲基)丙烯酸酯、N,N-二甲基(甲基)丙烯酰胺、N,N-二乙基(甲基)丙烯酰胺、4-乙烯基吡啶等。

[0110] 此外,通过使用包含阴离子性单体的单体作为第2单体,并通过活性自由基聚合来形成第2聚合部33,能够使第2聚合部33在后述电泳分散液中带负电。因此,在电泳分散液中,具有这种第2聚合部33的电泳粒子1成为带负电性的电泳粒子(负电泳粒子)。

[0111] 作为这种阴离子性单体,可以列举出例如,在其结构中具有羧基或磺酰基的单体,具体可以列举出,(甲基)丙烯酸、(甲基)丙烯酸羧甲酯、(甲基)丙烯酸羧乙酯、乙烯基苯甲酸、乙烯基苯乙酸、乙烯基苯丙酸、乙烯基磺酸、(甲基)丙烯酸磺基甲酯、(甲基)丙烯酸2-磺基乙酯等。

[0112] 此外,由于通过上述各种第2单体聚合而形成第2聚合部33,所以通过设定来自这些第2单体的结构单元的数量,能够使来自各种第2单体的特性的程度以所希望的程度赋予给第2聚合部33。

[0113] 再者,由上述聚合引发剂(硅烷偶联剂)、第1单体、第2单体和交联剂得到的聚合物35,在以 M_1 表示第1单体、以 M_2 表示第2单体、以B表示交联剂时,能够以图2(b)那样的模式图表示。再者,图2(b)中,相邻聚合物35所具有的多个第1单体 M_1 彼此也可以介由至少1个交联剂B而连接。

[0114] 此外,在上述被覆层3中,优选聚合物35在母粒2的表面上的结合度为0.01条链/ nm^2 以上、0.5条链/ nm^2 以下,更优选为0.05条链/ nm^2 以上、0.1条链/ nm^2 以下。

[0115] 这里,先使具有聚合开始基的聚合引发剂结合在母粒2的表面上,然后以该聚合引发剂的聚合开始基作为起点,形成聚合部34,由此使聚合物35结合在母粒2的表面上,如果形成这样的结构,通常、聚合物35在母粒2上的结合度显示出超过上述范围而变大的倾向。即、显示出在母粒2上致密地形成聚合物35的倾向。

[0116] 如果将这样的以致密状态在母粒2的表面形成有聚合物35的电泳粒子1分散在电泳分散液中,则根据电泳分散液中含有的分散介质的种类不同,有时该分散介质会难以浸入到聚合物之间的空间,由于这个原因,有时电泳粒子1不能发挥充分的分散性。

[0117] 与此相对,通过将聚合物35在母粒2的表面的结合度设定在上述范围内,聚合物35在母粒2的表面的结合度变为稀疏状态,结果、分散介质变得能够容易地浸入聚合物35之间的空间。因此,能够赋予电泳粒子1充分的分散性。

[0118] 进而,通过聚合物35的结合度变为稀疏状态,各聚合物35可以更容易地运动而彼此没有干扰。因此,通过向电泳分散液中添加离子,具有来自非离子性单体的第1聚合部32的聚合物35能够捕捉到该离子,结果、电泳粒子1成为具有带电性的粒子。

[0119] 此外,在电泳粒子1含有聚合物35时,所述聚合物35具有来自阳离子性单体或阴离子性单体的第1聚合部32,如果分散介质浸入到聚合物35之间的空间,则反荷离子从第1聚合部32的脱离容易进行,第1聚合部32的带电性提高,结果、电泳粒子1的移动性变得更优异。

[0120] 进而,由于能够更切实地使交联基团彼此交联,所以能够对电泳粒子1赋予充分的分散性和移动性这两者。

[0121] 上述那样的在母粒2的表面上形成了聚合物35的电泳粒子1,例如,可以通过以下方式制造,所述聚合物35含有聚合引发剂部31、和具有第1聚合部32和第2聚合部33的聚合部34

[0122] <电泳粒子的制造方法>

[0123] 下面对电泳粒子1的制造方法予以说明。

[0124] 电泳粒子1的制造方法包含以下第1工序和第2工序,

[0125] 第1工序:准备母粒2,并在该母粒2的表面上结合多个具有聚合开始基的聚合引发剂;

[0126] 第2工序:以所述聚合开始基作为起点,使具有交联基团的第1单体通过活性自由基聚合进行聚合后,使不具有交联基团的第2单体通过活性自由基聚合进行聚合,与此同时使所述交联基团彼此介由交联剂而连接起来,从而形成具有第1聚合部32和第2聚合部33的聚合部34,得到多个聚合物35。

[0127] 下面对各工序进行详细说明。

[0128] [1] 首先,准备母粒2,使具有聚合开始基的聚合引发剂与该母粒2的表面结合(第1工序)。

[0129] 再者,在将聚合物35在母粒2的表面的结合度设定为 0.01 条链/ nm^2 以上、 0.5 条链/ nm^2 以下时,在本工序[1]中要使聚合引发剂以相对于母粒2的表面的结合度为 0.01 条链/ nm^2 以上、 0.5 条链/ nm^2 以下的范围。

[0130] 作为这里的将聚合引发剂相对于母粒2的表面的结合度设定在上述范围内的方法,可以列举出例如,以下所示的I~III的方法。

[0131] 即、I的方法是,以在含有聚合引发剂的溶液中聚合引发剂含量变低的方式配制上述溶液,使这种溶液与母粒2的表面接触的方法(稀释法)。

[0132] 此外,II的方法是,配制含有具有聚合开始基的聚合引发剂、和不具有聚合开始基的聚合引发剂的溶液,使该溶液与母粒2的表面接触的方法(竞合法)。

[0133] 进而,III的方法是,配制含有具有聚合开始基的聚合引发剂的溶液,使该溶液与母粒2的表面接触,使具有聚合开始基的聚合引发剂与母粒2的表面结合,然后使结合上的聚合引发剂的聚合开始基的一部分失活的方法(失活法)。

[0134] 下面对I~III的方法依次进行具体说明。

[0135] <<I:稀释法>>

[0136] I的方法是以下方法:以在含有具有聚合开始基的聚合引发剂的溶液中具有聚合开始基的聚合引发剂含量变低的方式配制上述溶液,使该溶液与母粒2的表面接触的方法。

[0137] 通过如此将与母粒2的表面接触的溶液中含有的具有聚合开始基的聚合引发剂含量设定为低浓度,能够降低具有聚合开始基的聚合引发剂与母粒2的表面接触的接触机会,所以能够使具有聚合开始基的聚合引发剂在母粒2的表面上的结合度变为稀疏状态。

[0138] 此外,要使具有聚合开始基的聚合引发剂相对于母粒2的表面的结合度在上述范围内,可以通过将所述溶液中的具有聚合开始基的聚合引发剂含量设定在基于下述式(A)求出的范围来进行。

$$[0139] \quad 0.01 < \frac{\frac{W_{ini}}{M_w} N_A}{S W_p} < 0.5 \quad \dots (A)$$

[0140] [式中, W_{ini} 表示具有聚合开始基的硅烷偶联剂的重量[g], M_w 表示具有聚合开始基的硅烷偶联剂的分子量[g/mol], S 表示母粒的比表面积[nm²/g], W_p 表示母粒的重量[g], N_A 表示阿佛加德罗常数[/mol]。]

[0141] 这里,例如,当在比表面积为10m²/g的母粒2上形成分子量300的具有聚合开始基的聚合引发剂时,由上述式(A)可以求出0.00005< W_{ini}/W_p <0.0025的关系。

[0142] 因此,在这种情况下,通过在上述溶液中含有相对于母粒2的重量为0.005~0.25质量%的范围内的具有聚合开始基的聚合引发剂,就能够使具有聚合开始基的聚合引发剂相对于母粒2的表面的结合度设定在上述范围内。

[0143] 再者,作为使溶液与母粒2的表面接触的方法,可以列举出例如,I:将母粒2浸渍在溶液中的方法(浸渍法),II:在母粒2的表面涂布溶液的方法(涂布法);III:向母粒2的表面以喷淋状供给所述溶液的方法(喷雾法)等。

[0144] 此外,作为用于配制上述溶液的溶剂,可以列举出例如,己烷、苯、甲苯、乙醚、氯仿、乙酸乙酯、二氯甲烷等非极性溶剂、四氢呋喃、丙酮、乙腈、N,N-二甲基甲酰胺、二甲亚砜等非质子性极性溶剂、甲醇、乙醇、丙醇、丁醇等质子性极性溶剂等,可以使用它们中的1种,或组合2种以上使用。此时,为了提高聚合引发剂(硅烷偶联剂)31的反应性,还可以添加少量的水或者酸或者碱。

[0145] 此外,在使用浸渍法时,还可以根据情况,对上述溶液照射规定时间的超声波,并搅拌规定时间。通过这样,溶液中的母粒2的分散性提高,所以能够使具有聚合开始基的聚合引发剂更均匀地与母粒2的表面结合。

[0146] 再者,母粒2的表面与具有聚合开始基的聚合引发剂的反应,例如,在使用浸渍法的情况,可以通过过滤等方法除去过剩的溶液,然后将母粒2加热来进行。此外,对母粒2加热时的条件,加热温度设定在100~150℃的程度,加热时间设定在30~90分钟的程度。

[0147] <<II:竞合法>>

[0148] II的方法,如前所述,是配制含有具有聚合开始基的聚合引发剂、和不具有聚合开始基的聚合引发剂(硅烷偶联剂)的溶液,使这样的溶液与母粒2的表面接触的方法。

[0149] 通过这样,使与母粒2的表面接触的溶液中,除了含有具有聚合开始基的聚合引发剂以外,还含有不具有聚合开始基的聚合引发剂(硅烷偶联剂),在母粒2的表面上就会结合上具有聚合开始基的聚合引发剂和不具有聚合开始基的聚合引发剂(硅烷偶联剂)这两者,结果,具有聚合开始基的聚合引发剂相对于母粒2的表面的结合度变为稀疏状态。

[0150] 此外,要使具有聚合开始基的聚合引发剂相对于母粒2的表面的结合度在上述范围内,能够通过将上述溶液中的具有聚合开始基的聚合引发剂的含量、和不具有聚合开始基的聚合引发剂(硅烷偶联剂)的含量之比设定在基于下述式(C)求出的范围来进行。

[0151] 即、在将上述溶液中的具有聚合开始基的聚合引发剂和不具有聚合开始基的聚合引发剂(硅烷偶联剂)的摩尔比设定为 $m:(1-m)$ 时,在使用这种溶液处理得到的母粒2的表面上、具有聚合开始基的聚合引发剂结合度(表面密度)可以用下述式(B)表示。

$$[0152] \quad \frac{m}{S_A m + S_B (1-m)} \quad \dots (B)$$

[0153] [式中, S_A 表示具有聚合开始基的聚合引发剂的被覆面积 [nm^2], S_B 表示不具有聚合开始基的聚合引发剂(硅烷偶联剂)的被覆面积 [nm^2].]

[0154] 由于该结合度只要满足 $0.01 \sim 0.5$ [条链/ nm^2]即可,所以基于下述式(C),可以求得 $0.01 S_A < m < 0.5 S_A$ 的关系。

$$[0155] \quad 0.01 < \frac{m}{S_A m + S_B (1-m)} < 0.5 \quad \dots (C)$$

[0156] [式中,可以将 S_A 和 S_B 当做 $S_A = S_B$ 进行处理。]

[0157] 另外,通常、具有聚合开始基的聚合引发剂的被覆面积 S_A 为 0.2 nm^2 时就能够处置,所以通过以满足 $0.002 < m < 0.1$ 的关系的方式配制含有具有聚合开始基的聚合引发剂、和不具有聚合开始基的聚合引发剂(硅烷偶联剂)的溶液,能够使具有聚合开始基的聚合引发剂相对于母粒2的表面的结合度设定在上述范围内。

[0158] 再者,在该方法中,优选遍及母粒2的表面的能够结合聚合引发剂的基本所有区域都连接上具有聚合开始基的聚合引发剂或不具有聚合开始基的聚合引发剂(硅烷偶联剂)。因此,在该方法所使用的溶液中,优选具有聚合开始基的聚合引发剂和不具有聚合开始基的聚合引发剂(硅烷偶联剂)合起来以过剩量含有,具体地说,优选相对于母粒2的重量,含有 $1 \sim 5$ 重量%的程度。

[0159] 此外,在作为不具有聚合开始基的聚合引发剂,使用聚合引发剂的硅烷偶联剂时,可以列举出例如,乙烯基三甲氧基硅烷、乙烯基三乙氧基硅烷、乙烯基三苯氧基硅烷、对苯乙烯基三甲氧基硅烷、对苯乙烯基三乙氧基硅烷、对苯乙烯基三苯氧基硅烷、3-丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、3-丙烯酰氧基丙基三乙氧基硅烷、3-丙烯酰氧基丙基三苯氧基硅烷、3-甲基丙烯酰氧基丙基三甲氧基硅烷、3-甲基丙烯酰氧基丙基三乙氧基硅烷、3-甲基丙烯酰氧基丙基三苯氧基硅烷、3-氨基丙基三甲氧基硅烷、3-巯基丙基三甲氧基硅烷、3-巯基丙基三乙氧基硅烷、3-(环氧丙氧基)丙基三甲氧基硅烷、烯丙基三甲氧基硅烷、烯丙基三乙氧基硅烷、烯丙基三苯氧基硅烷、甲基三甲氧基硅烷、二甲基二甲氧基硅烷、三甲基甲氧基硅烷、正丙基三甲氧基硅烷、正丁基三乙氧基硅烷、正己基三甲氧基硅烷、正己基三乙氧基硅烷、正辛基三乙氧基硅烷、正癸基三甲氧基硅烷、苯基三甲氧基硅烷、二苯基二甲氧基硅烷等,

可以使用它们中的1种,或组合2种以上使用。

[0160] <<III:失活法>>

[0161] III的方法,如上所述,是配制含有具有聚合开始基的聚合引发剂的溶液,使该溶液与母粒2的表面接触,使具有聚合开始基的聚合引发剂与母粒2的表面结合后,使结合上的聚合引发剂的聚合开始基的一部分失活的方法。

[0162] 由于如此使母粒2的表面结合上的多个聚合引发剂中的、一部分的聚合引发剂所具有的聚合开始基失活(惰性化),结果聚合开始基在母粒2的表面上的结合度就变为稀疏状态。

[0163] 再者,在该方法中,优选遍及母粒2的表面上的能够结合聚合引发剂的基本所有区域,连接上具有聚合开始基的聚合引发剂。因此,在该方法使用的溶液中,优选以过剩量含有具有聚合开始基的聚合引发剂,具体地说,优选相对于母粒2的重量含有1~5重量%的程度。

[0164] 此外,作为使聚合开始基失活的方法,没有特殊限定,可以列举出例如,使表面结合上具有聚合开始基的聚合引发剂的母粒2以分散在液体中的状态、或干燥的状态,被酸性溶液或碱性溶液处理的溶液处理、以及UV照射处理、电晕处理、臭氧处理、等离子体处理、电子束照射处理等。

[0165] [2] 接下来,使具有交联基团的第1单体以聚合引发剂所具有的聚合开始基作为起点,通过活性自由基聚合进行聚合后,使不具有交联基团的第2单体通过活性自由基聚合进行聚合,与此同时使交联基团彼此介由交联剂而连接起来,由此形成具有第1聚合部32和第2聚合部33的聚合部34,从而得到多个聚合物35(第2工序)。

[0166] [2-1] 首先,使具有交联基团的第1单体以聚合引发剂所具有的聚合开始基作为起点,通过活性自由基聚合进行聚合。

[0167] 该活性自由基聚合可以通过例如,使含有第1单体和催化剂的溶液与结合上了具有聚合开始基的聚合引发剂部31的母粒2的表面接触等方式来进行。

[0168] 作为催化剂,可以使用能够在第1聚合部32的生长过程中使生长末端变为聚合开始基的催化剂、或路易斯酸性度较低的催化剂。作为这样的催化剂,可以列举出例如,Cu、Fe、Au、Ag、Hg、Pd、Pt、Co、Mn、Ru、Mo和Nb等过渡金属的卤化物、酞菁铜等以有机基团作为配体配位而成的过渡金属配合物等,其中,尤其优选以过渡金属的卤化物作为主成分的催化剂。

[0169] 此外,作为用于配制上述溶液的溶剂,可以列举出例如,水、甲醇、乙醇、丁醇之类的醇类、己烷、辛烷、苯、甲苯和二甲苯等烃类、乙醚、四氢呋喃等醚类、氯苯、邻二氯苯之类的卤代芳香族烃类等,它们可以单独使用,或作为混合溶剂使用。

[0170] 将该溶液与连接上了具有聚合开始基的聚合引发剂部31的母粒2的表面接触,就会在聚合开始基和第1单体所具有的聚合基团之间发生聚合反应。此外,在第1聚合部32的生长过程中,生长末端总会变为聚合开始基,在该聚合开始基和第1单体的聚合基团之间进一步发生聚合反应,从而合成(生成)第1聚合部32。

[0171] 这里,在活性自由基聚合中,由于在第1聚合部32的生长过程中,生长末端总是具有聚合活性,所以在第1单体被消耗完、聚合反应停止后,如果重新加入第1单体,则聚合反应还会进一步进行。

[0172] 因此,根据所希望的聚合度来相应地调整向反应体系中供给的第1单体的量、反应时间、催化剂量,结果就可以精度良好地控制所合成的聚合物35中具有的来自第1单体的结构单元的数量。

[0173] 此外,能够得到聚合度的分布一致的第1聚合部32。

[0174] 此外,所述溶液(反应液),优选在聚合反应开始前,预先进行脱氧处理。作为脱氧处理可以列举出例如,通过氩气、氮气等惰性气体进行的、真空脱气后的置换或吹扫处理等。

[0175] 此外,通过在聚合反应之际将所述溶液的温度加热到规定的温度(第1单体和催化剂活化的温度),能够使第1单体的聚合反应更迅速且切实地进行。

[0176] 该加热的温度,根据催化剂的种类等而有所不同,没有特殊限定,但优选为30~100℃程度。此外,加热时间(反应时间),在加热的温度在前述范围时,优选在10~20小时程度。

[0177] [2-2] 接下来,使母粒2的表面上介由聚合引发剂部31而连接上的多个第1聚合部32所具有的交联基团彼此介由交联剂连接起来。

[0178] 通过这样,会形成相邻的第1聚合部32所具有的交联基团彼此介由交联剂连接起来的交联结构。

[0179] 该交联结构的形成可以通过例如,使介由聚合引发剂部31而结合上了多个第1聚合部32的母粒2的表面与含有交联剂的溶液接触等方式来进行。

[0180] 此外,作为用于配制该溶液的溶剂,可以使用与在前述工序[2-1]中说明的同样的溶剂。

[0181] 进而,在各母粒2上形成的交联基团的数量A[个]、和交联剂所具有的反应部位的数量B[个]的比A:B优选为1:2~10:1,更优选为1:1(等量)。在交联剂的添加量为过剩时,会产生未反应的交联剂、和仅部分发生交联的交联剂,所以第1聚合部32的强度有可能不能变的充分强。另一方面,在交联剂不足时,未反应的交联基团大量残留,第1聚合部32的强度有可能不能变的充分强。

[0182] 再者,优选在含有交联剂的溶液中含有固化促进剂。通过这样,能够更顺畅地进行上述交联结构的形成。

[0183] 作为固化促进剂,没有特殊限定,可以列举出例如,咪唑类及其衍生物、叔胺类以及季铵盐等,可以使用它们中的1种,或组合2种以上使用。

[0184] 此外,通过在交联反应之际将上述溶液的温度加热到规定的温度(交联基团和交联剂反应的温度),能够使该反应更迅速且切实地进行。

[0185] 该加热的温度,根据交联基团和交联剂的种类等而有所不同,没有特殊限定,但优选为30~100℃的程度。此外,加热的时间(反应时间),在加热的温度为前述范围时,优选为0.5~10小时的程度。

[0186] 再者,在该交联结构形成后,有时会在第1聚合部32中残留未反应的交联基团。这种情况,由于交联基团(特别是、环氧基)反应性高,所以在后面的工序[2-3]或电泳分散液中,交联基团会发生非我们想要的反应(例如,分解反应),结果电泳粒子1的分散特性和带电特性等特性可能会发生变化。出于防止这样的特性变化的目的,可以在本工序[2-2]之后,预先进行交联基团的分解处理。

[0187] 作为分解处理,可以列举出例如,与通常的酸、碱、亚硫酸钠等试剂接触的方法。

[0188] [2-3] 接下来,在第1聚合部32的连接聚合引发剂部31的端部相反侧的端部上,使不具有交联基团的第2单体通过活性自由基聚合进行聚合。

[0189] 该活性自由基聚合可以通过例如,使含有第2单体和催化剂的溶液与介由聚合引发剂部31而结合上了多个第1聚合部32的母粒2的表面接触等方式来进行。

[0190] 作为催化剂和用于配制上述溶液的溶剂,可以使用与前述工序[2-1]中说明的同样的溶剂。

[0191] 如果将该溶液与介由聚合引发剂部31而结合上了多个第1聚合部32的母粒2的表面接触,由于在第1聚合部32的形成后、在生长末端残留有聚合开始基,所以在该聚合开始基与第2单体所具有的聚合基团之间会发生聚合反应。进而,与第1聚合部32的生长过程同样地,在第2聚合部33的生长过程中,生长末端总会变为聚合开始基,在该聚合开始基与第2单体的聚合基团之间进一步发生聚合反应而合成(生成)第2聚合部33。

[0192] 这里,在活性自由基聚合中,由于在第2聚合部33的生长过程中,生长末端总是具有聚合活性,所以如果在第2单体被消耗完、聚合反应停止后,重新加入第2单体,聚合反应就会进一步进行。

[0193] 因此,按照所希望的聚合度来相应地调整供给到反应体系的第2单体的量、反应时间和/或催化剂量,结果、就能精度良好地控制合成的聚合物35所具有的来自第2单体的结构单元的数量。

[0194] 此外,能够得到聚合度的分布一致的第2聚合部33(聚合物35)。

[0195] 基于这样的原因,能够一边抑制各电泳粒子之间的参差不齐,一边以简易工序形成含有具有所希望的聚合度的第2聚合部33的聚合物35。结果、电泳粒子1在后述电泳分散液中具有优异的分散性和移动性。

[0196] 此外,所述溶液(反应液),与前述工序[2-1]同样,优选在聚合反应开始前进行脱氧处理。

[0197] 进而,与前述工序[2-1]同样,通过在聚合反应之际将上述溶液的温度加热到规定的温度(单体和催化剂活化的温度),能够更迅速且切实地使单体的聚合反应进行。

[0198] 再者,当在前述工序[1]中将具有聚合开始基的聚合引发剂部31相对于母粒2的表面的结合度设定在 0.01 条链/ nm^2 以上、 0.5 条链/ nm^2 以下时,对于本工序[2]中形成的聚合物35也同样,可以使聚合物35相对于母粒2的表面的结合度设定在 0.01 条链/ nm^2 以上、 0.5 条链/ nm^2 以下。

[0199] 如以上那样,制造出母粒2上覆盖了被覆层3的电泳粒子1。

[0200] 再者,本实施方式中,对在前述工序[2-1]中的第1聚合部32的形成后、在前述工序[2-2]中使多个第1聚合部32所具有的交联基团介由交联剂而连接起来的情况进行了说明,但并不限于这种情况,例如,也可以在前述工序[2-3]中的第2聚合部33的形成后,使上述交联基团介由交联剂而连接起来。但通过如本实施方式那样,在前述工序[2-3]前实施前述工序[2-2],能够更容易地使交联剂到达位于母粒2侧的第1聚合部32,所以能够更切实地介由交联剂使多个第1聚合部32所具有的交联基团彼此连接起来。

[0201] <电泳分散液>

[0202] 接下来,对本发明的电泳分散液予以说明。

[0203] 电泳分散液是使至少1种的电泳粒子(本发明的电泳粒子)分散(悬浊)在分散介质(液相分散介质)中而成的。

[0204] 作为分散介质,优选使用具有比较高的绝缘性的分散介质,可以列举出例如、各种水、醇类、溶纤剂类、酯类、脂肪族烃类(液体石蜡)、脂环式烃类、芳香族烃类、卤代烃类、芳香族杂环类等,它们既可以作为单独的溶剂使用,也可以作为混合溶剂使用。

[0205] 此外,在分散介质中,根据需要,还可以添加例如,电解质、表面活性剂(阴离子性或阳离子性)、金属皂、树脂材料、橡胶材料、油类、清漆、由复合物等的粒子构成的静电控制剂、润滑剂、稳定化剂、各种染料等各种添加剂。

[0206] 此外,电泳粒子向分散介质中的分散,可以例如进行涂料振荡法、球磨法、介质磨法、超声波分散法、搅拌分散法等中的1种,或组合进行2种以上。

[0207] 在这种电泳分散液中,通过被覆层3所具有的聚合物35的作用,能够使电泳粒子1发挥出优异的分散性和移动性这两者。

[0208] <电泳显示装置>

[0209] 接下来,对本发明的电泳片所适用的电泳显示装置(本发明的电泳装置)予以说明。

[0210] 图3是示意性示出电泳显示装置的实施方式的纵截面图,图4是显示图3所示的电泳显示装置的工作原理的示意图。再者,在下文中,为了便于说明,将图3和图4中的上侧当做“顶”、将下侧当做“底”进行说明。

[0211] 图3所示的电泳显示装置920具有:电泳显示片(前面的面)921、电路基板(背面的面)922、将电泳显示片921和电路基板922接合起来的粘接剂层98、和将电泳显示片921和电路基板922之间的间隙气密性密封的密封部97。

[0212] 电泳显示片(本发明的电泳片)921具有基板912和显示层9400,基板912具有平板状的基部92、和设置在基部92的底面上的第2电极94,显示层9400设置在该基板912的底面(一面)侧,由以矩阵状形成的隔壁940和电泳分散液910构成。

[0213] 另一方面,电路基板922具有对置基板911和电路(图中未示出),对置基板911具有平板状的基部91和设置在基部91的顶面上的多个第1电极93,电路设置在该对置基板911(基部91)上,包含例如TFT等的开关元件。

[0214] 下面对各部的构造依次进行说明。

[0215] 基部91和基部92,分别由片状(平板状)的材料构成,具有对配置在它们之间的各部件予以支持和保护的功能。

[0216] 各基部91、92分别可以是具有柔韧性的,也可以是硬质的,但优选具有柔韧性的。通过使用具有柔韧性的基部91、92,可以得到具有柔韧性的电泳显示装置920、即在构建例如电子纸方面有用的电泳显示装置920。

[0217] 此外,在使各基部(基材层)91、92具有柔韧性时,优选它们分别由树脂材料构成。

[0218] 这种基部91、92的平均厚度分别根据构成材料、用途等来适宜设定,没有特殊限定,但优选在20~500 μm 程度,更优选在25~250 μm 程度。

[0219] 在这些基部91、92的隔壁940侧的面、即基部91的顶面和基部92的底面,分别设置了层状(膜状)的第1电极93和第2电极94。

[0220] 在第1电极93和第2电极94之间施加电压,在它们之间就会产生电场,该电场作用

到电泳粒子(本发明的电泳粒子)95上。

[0221] 本实施方式中,第2电极94被当做共同电极,第1电极93被当做划分成矩阵状(行列状)的个别电极(与开关元件连接的像素电极),第2电极94与1个第1电极93重合的部分构成1个像素。

[0222] 作为各电极93、94的构成材料,只要分别是实质上具有导电性的材料,就没特殊限定。

[0223] 这种电极93、94的平均厚度,分别按照构成材料、用途等来适宜设定,没有特殊限定,优选在0.05~10 μ m程度,更优选在0.05~5 μ m程度。

[0224] 再者,各基部91、92和各电极93、94中的配置在显示面侧的基部和电极(在本实施方式中是基部92和第2电极94)分别被设成具有透光性的、即实质上透明的(无色透明、有色透明或半透明)。

[0225] 电泳显示片921中,以与第2电极94的底面接触的方式设置有显示层9400。

[0226] 该显示层9400结构为:电泳分散液(上述本发明的电泳分散液)910被装入(封入)被隔壁940划分开的多个像素空间9401内。

[0227] 隔壁940在对置基板911和基板912之间以划分出矩阵状的方式形成。

[0228] 作为隔壁940的构成材料,可以列举出例如、丙烯酸系树脂、聚氨酯系树脂、烯烃系树脂之类的热塑性树脂、环氧系树脂、三聚氰胺系树脂、酚系树脂之类的热固性树脂等的各种树脂材料等,可以使用它们中的1种或将2种以上组合使用。

[0229] 被装入像素空间9401内的电泳分散液910,在本实施方式中,是使着色粒子95b和白色粒子95a这2种(至少1种的电泳粒子1)分散(悬浮)在分散介质96中而成的,使用了前述本发明的电泳分散液。

[0230] 这种电泳显示装置920,当在第1电极93和第2电极94之间施加电压时,依从在它们之间产生的电场,着色粒子95b、白色粒子95a(电泳粒子1)朝着某一电极进行电泳。

[0231] 本实施方式中,作为白色粒子95a使用带正电荷的粒子,作为着色粒子(黑色粒子)95b使用带负电荷的粒子。也就是说,作为白色粒子95a使用母粒2带正电的电泳粒子1,作为着色粒子95b使用母粒2带负电的电泳粒子1。

[0232] 在使用这样的电泳粒子1时,在将第1电极93设为正电位时,如图4(A)所示,白色粒子95a向第2电极94侧移动,向第2电极94聚集,另一方面,着色粒子95b向第1电极93侧移动,向第1电极93聚集。因此,从上方(显示面侧)看电泳显示装置920时,就能够看到白色粒子95a的颜色,也就是说,能够看到白色。

[0233] 与此相反,当将第1电极93设为负电位时,如图4(B)所示,白色粒子95a向第1电极93侧移动,向第1电极93聚集。另一方面,着色粒子95b向第2电极94侧移动,向第2电极94聚集。因此,在从上方(显示面侧)看电泳显示装置920时,就会看到着色粒子95b的颜色,也就是说,能够看到黑色。

[0234] 在这样的构造中,通过适宜地设定白色粒子95a、着色粒子95b(电泳粒子1)的带电量、电极93或94的极性、电极93、94间的电位差等,就会在电泳显示装置920的显示面侧按照白色粒子95a和着色粒子95b的颜色组合、以及向电极93、94集合的粒子的数量等而显示出所希望的信息(图像)。

[0235] 此外,电泳粒子1的比重优选设定成与分散介质96的比重大致相等。通过这样,即

使在电极93、94间的电压施加停止后,电泳粒子1也能够分散在分散介质96中在一定的位罝长时间滞留。也就是说,能够长时间保持电泳显示装置920上显示出的信息。

[0236] 再者,电泳粒子1的平均粒径优选为0.1~10 μm 的程度,更优选在0.1~7.5 μm 的程度。通过使电泳粒子1的平均粒径在上述范围,能够切实防止电泳粒子1彼此凝聚、防止其在分散介质96中的沉降,结果能够很好地防止电泳显示装置920的显示品质劣化。

[0237] 本实施方式中,电泳显示片921和电路基板922介由粘接剂层98接合。通过这样,能够更切实地固定电泳显示片921和电路基板922。

[0238] 粘接剂层98的平均厚度,没有特殊限定,但优选1~30 μm 的程度,更优选为5~20 μm 的程度。

[0239] 在基部91和基部92之间,沿着它们的边缘部设置有密封部97。通过该密封部97,各电极93、94、显示层9400和粘接剂层98被气密性地密封。通过这样,能够防止水分侵入到电泳显示装置920内,更切实地防止电泳显示装置920的显示性能劣化。

[0240] 作为密封部97的构成材料,可以使用与作为上述隔壁940的构成材料所列举的同样的材料。

[0241] <电子设备>

[0242] 接下来,对本发明的电子设备予以说明。

[0243] 本发明的电子设备具有前述的电泳显示装置920。

[0244] <<电子纸>>

[0245] 首先对本发明的电子设备用于电子纸时的实施方式予以说明。

[0246] 图5是显示本发明的电子设备用于电子纸时的实施方式的立体图。

[0247] 图5所示的电子纸600具有主体601和显示单元602,主体601由具有与纸同样的质感和柔软性的可重写片构成。

[0248] 在这种电子纸600中,显示单元602由前述的电泳显示装置920构成。

[0249] 接下来,对本发明的电子设备予以说明。

[0250] <<显示器>>

[0251] 接下来,对本发明的电子设备用于显示器时的实施方式予以说明。

[0252] 图6是显示本发明的电子设备用于显示器时的实施方式的图。其中,图6中(a)是截面图、(b)是主视图。

[0253] 图6所示的显示器(显示装置)800具有主体部801和电子纸600,电子纸600设置成能够在主体部801上自由装卸。

[0254] 主体部801,其侧部(图6(a)中的右侧)形成能够插入电子纸600的插入口805,此外,内部设置有两组移送辊对802a、802b。当电子纸600介由插入口805插入到主体部801内时,电子纸600就以被移送辊对802a、802b夹持的状态设置在主体部801中。

[0255] 此外,在主体部801的显示面侧(图6(b)中是纸面跟前侧)形成有矩形的孔部803,在该孔部803嵌入了透明玻璃板804。通过这样,能够从主体部801的外部看到设置在主体部801中的电子纸600。也就是说,在该显示器800中,通过基于透明玻璃板804来目视设置在主体部801中的电子纸600,而构成显示面。

[0256] 此外,在电子纸600的插入方向的前端部(图6中是左侧)设置有端子部806,在主体部801的内部设置有插座807,在电子纸600设置在主体部801中的状态下插座807与端子部

806连接。该插座807与控制器808和操作部809电连接。

[0257] 在这种显示器800中,电子纸600以能够自由装卸地状态设置在主体部801中,所以能够以从主体部801取出的状态便携地使用。

[0258] 此外,在这种显示器800中,电子纸600由前述电泳显示装置920构成。

[0259] 再者,本发明的电子设备并不限于以上产品,还可以列举出例如电视机、取景器型或监视直视型磁带录像机、汽车导航仪、寻呼机、电子记事本、便携型电子计算器、电子报纸、文字处理器、个人电脑、工作站、可视电话、POS终端、具有触摸面板的装置等,在这些各种电子设备的显示部都能够使用电泳显示装置920。

[0260] 上面基于图示的实施方式对本发明的电泳粒子、电泳粒子的制造方法、电泳分散液、电泳片、电泳装置和电子设备进行了说明,但本发明并不限于此,各部的构造可以替换成具有同样功能的任意构造。此外,也可以使本发明附加上其它任意的构造物。

[0261] 此外,本发明的电泳粒子的制造方法,也可以追加进行1种或2种以上任意的目标工序。

[0262] 实施例

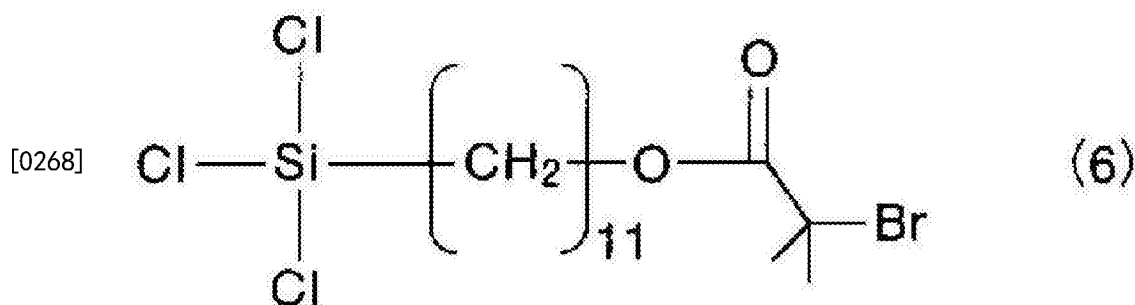
[0263] 接下来,对本发明的具体实施例予以说明。

[0264] 1.电泳粒子的制造

[0265] (实施例1)

[0266] <1>首先,作为母粒准备氧化钛粒子(チタン工業社制、“KR-310”)。

[0267] <2>接下来,向不锈钢制容器内投入四氢呋喃溶剂、下述化学式(6)所示的化合物(具有聚合开始基的硅烷偶联剂)和母粒,得到混合液,然后进行3小时搅拌混合。接下来,通过离心分离操作仅将氧化钛粒子取出,然后在120℃的干燥炉中进行2小时烧成,从而使具有聚合开始基的硅烷偶联剂与母粒的表面结合。



[0269] <3>接下来,向不锈钢制容器中的四氢呋喃溶剂和上述母粒的混合液中投入20重量%的作为第1单体的甲基丙烯酸缩水甘油基酯。接下来将反应体系内充分地进行氮气置换,然后添加作为聚合催化剂的溴化铜和2,2'-联吡啶,开始ATRP反应。为了提高反应控制性,调整反应中的温度在60~80℃之间。通过每隔一定时间就取样,来确认反应的进行和结束。将体系内的温度恢复到室温后,用溶剂清洗母粒,除去未反应的单体残渣和聚合催化剂,在80℃的干燥炉干燥2小时,从而形成第1聚合部。

[0270] <4>将上述粒子与作为交联剂的二丙烯三胺5重量%一起投入到甲苯溶液中,然后一边加热到60℃一边充分搅拌混合,从而使多个第1聚合部所具有的交联基团(缩水甘油基)介由交联剂连接起来。通过反应后的FT-IR分析,确认来自环氧基的峰消失,从而能够确认交联反应如所期望地那样进行了。

[0271] <5>接下来,将作为阳离子性单体的甲基丙烯酰基氯化胆碱1重量%、作为非离子性单体的甲基丙烯酸月桂基酯5重量%投入到四氢呋喃溶剂中,然后与上述方法同样地,通过使用ATRP法,形成与第1聚合部连接的第2聚合部。

[0272] 通过历经以上工序,制造出了母粒上形成被覆层的实施例1的电泳粒子。

[0273] 再者,实施例1的电泳粒子中的、母粒的表面上结合的具有聚合开始基的硅烷偶联剂的结合度,根据由TGA(热重量测定)法求出的硅烷偶联剂的附着重量和根据BET法求出的比表面积进行计算,结果为0.032条链/nm²。

[0274] (实施例2~5)

[0275] 在前述工序<2>中,适当设定混合液中含有的具有聚合开始基的硅烷偶联剂的含量,如表1那样改变母粒的表面上结合的具有聚合开始基的硅烷偶联剂的结合度,除此以外,与上述实施例1同样地、制造出实施例2~5的电泳粒子。

[0276] (比较例1)

[0277] 除了省略前述工序<3>、<4>以外,与上述实施例1同样地、制造出不具有第1聚合部的比较例1的电泳粒子。

[0278] (比较例2)

[0279] 除了省略前述工序<4>以外,与上述实施例1同样地、制造出省略了第1聚合部中通过交联剂进行交联的比较例2的电泳粒子。

[0280] 2.电泳分散液的调制

[0281] 作为分散介质准备アイソパーG(エクソン化学社制),向该分散介质中分别添加各实施例和各比较例的电泳粒子10重量%,从而配制出各实施例和各比较例的电泳分散液。

[0282] 3.评价

[0283] [1] 首先,将各实施例和各比较例的电泳分散液分别填充到图7所示的、由平行平板电极101、102形成的密封室100中。

[0284] [2] 接下来,在该电极101、102间施加电压,使电泳粒子进行泳动,用高速照相机103观测其样子,计算电泳粒子的移动速度。然后用施加的电场强度进行换算,计算出电泳移动度。

[0285] [3] 接下来,将各实施例和各比较例的电泳分散液各10mL分别封入到15mL锥形管内。然后,通过超声波对该锥形管赋予振动。

[0286] <使锥形管振动的条件>

[0287] • 处理时间:60分钟

[0288] • 振动的周期:42kHz

[0289] [4] 接下来,将振动赋予后的各实施例和各比较例的电泳分散液与前述工序[1]、[2]同样地填充到密封室100中,计算这些电泳移动度。

[0290] 将这些结果示于表1。

[0291] 表1

[0292]

	硅烷偶联剂的结合度 [条链/ μm^2]	电泳移动度 $\times 10^{-5}$ [cm^2/Vs]	
		振动赋予前	振动赋予后
实施例 1	0.032	8.2	9.1
实施例 2	0.050	7.8	7.8
实施例 3	0.086	5.2	5.1
实施例 4	0.100	4.1	4.1
实施例 5	0.300	2.4	2.2
比较例 1	0.032	9.9	2.3
比较例 2	0.032	9.9	1.7

[0293] 如表1所明示,各实施例的电泳显示装置,未发现电泳粒子的泳动移动度在对电泳分散液赋予振动的前后有大的差别。

[0294] 与此相对,各比较例的电泳显示装置,通过对电泳分散液赋予振动,结果赋予振动后的电泳粒子的泳动移动度降低。在对比较例1、2的试样进行超声波处理后得到的分散液的上清液中,通过FT-IR分析和NMR分析,能够确认存在被切断的高分子链。另一方面,在实施例1~5中,在上清液中却没有检测到任何物质。

[0295] 因此可以认为,通过在第1聚合部中形成了交联基团介由交联剂而交联的交联结构,电泳粒子中的聚合物的紧密附着强度提高。

[0296] 进而,由实施例2~4的结果可知,通过将具有聚合开始基的硅烷偶联剂的结合度设定在合适的范围内,结果、泳动移动度变为 4.1×10^{-5} [cm^2/Vs]以上,发挥出优异的移动性。

[0297] 附图标号说明

[0298] 1……电泳粒子 2……母粒 3……被覆层 31……具有聚合开始基的聚合引发剂部 32……第1聚合部 33……第2聚合部 34……聚合部 35……聚合物

[0299] 91……基部 92……基部 93……第1电极 94……第2电极 95……电泳粒子 95a……白色粒子 95b……着色粒子 96……分散介质 97……密封部 98……粘接剂层 910……电泳分散液 911……对置基板 912……基板 920……电泳显示装置 921……电泳显示片 922……电路基板

[0300] 940……隔壁 9400……显示层 9401……像素空间 100……密封室 101、102……平行平板电极 103……高速照相机 600……电子纸 601……本体 602……显示单元 800……显示器 801……本体部

[0301] 802a、802b……移送辊对 803……孔部 804……透明玻璃板 805……插入口 806……端子部 807……插座 808……控制器 809……操作部

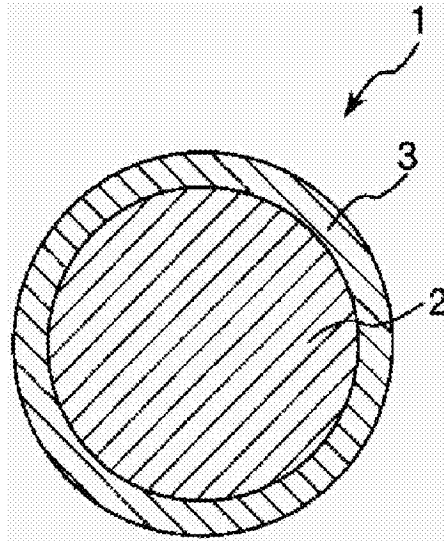


图1

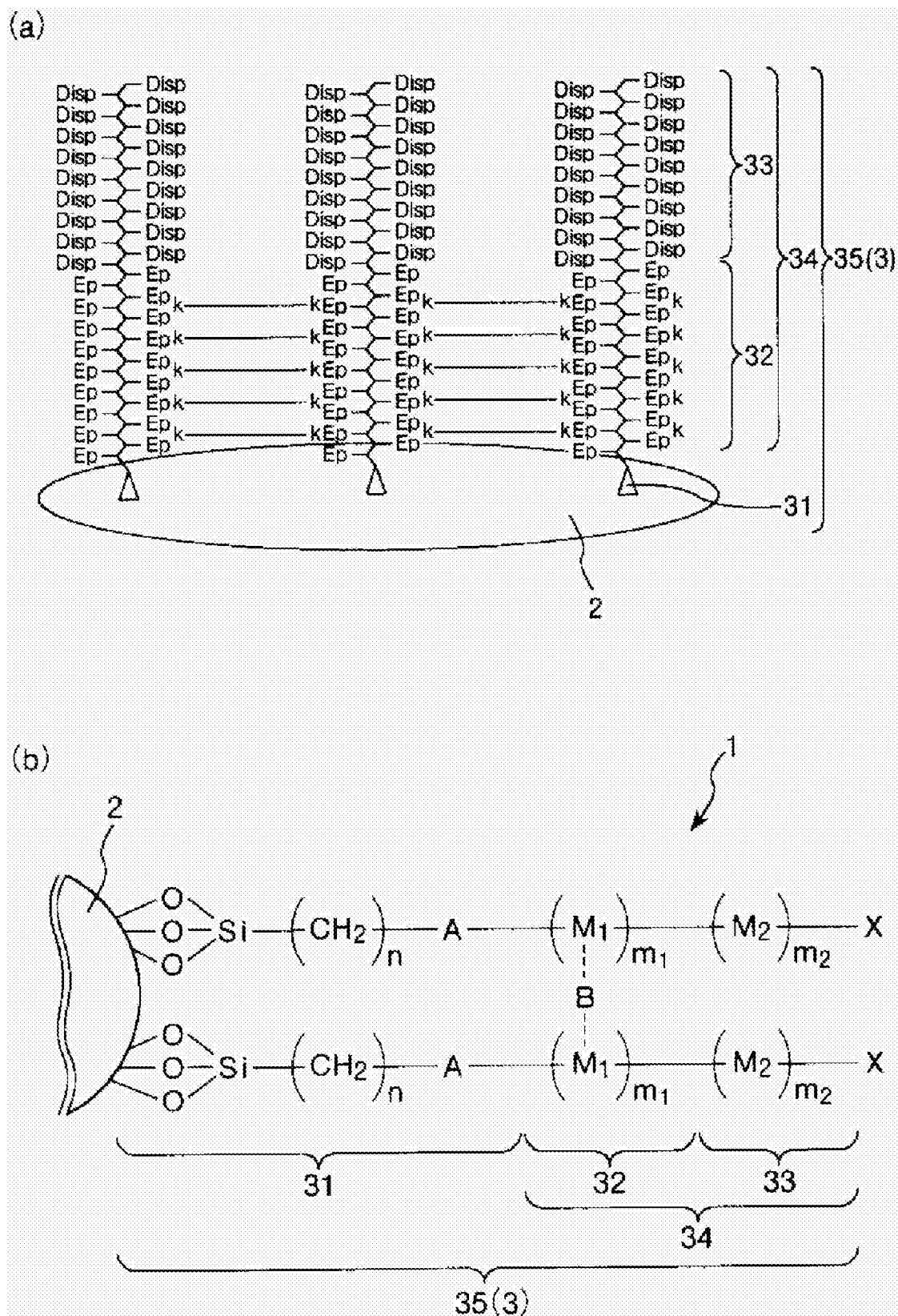


图2

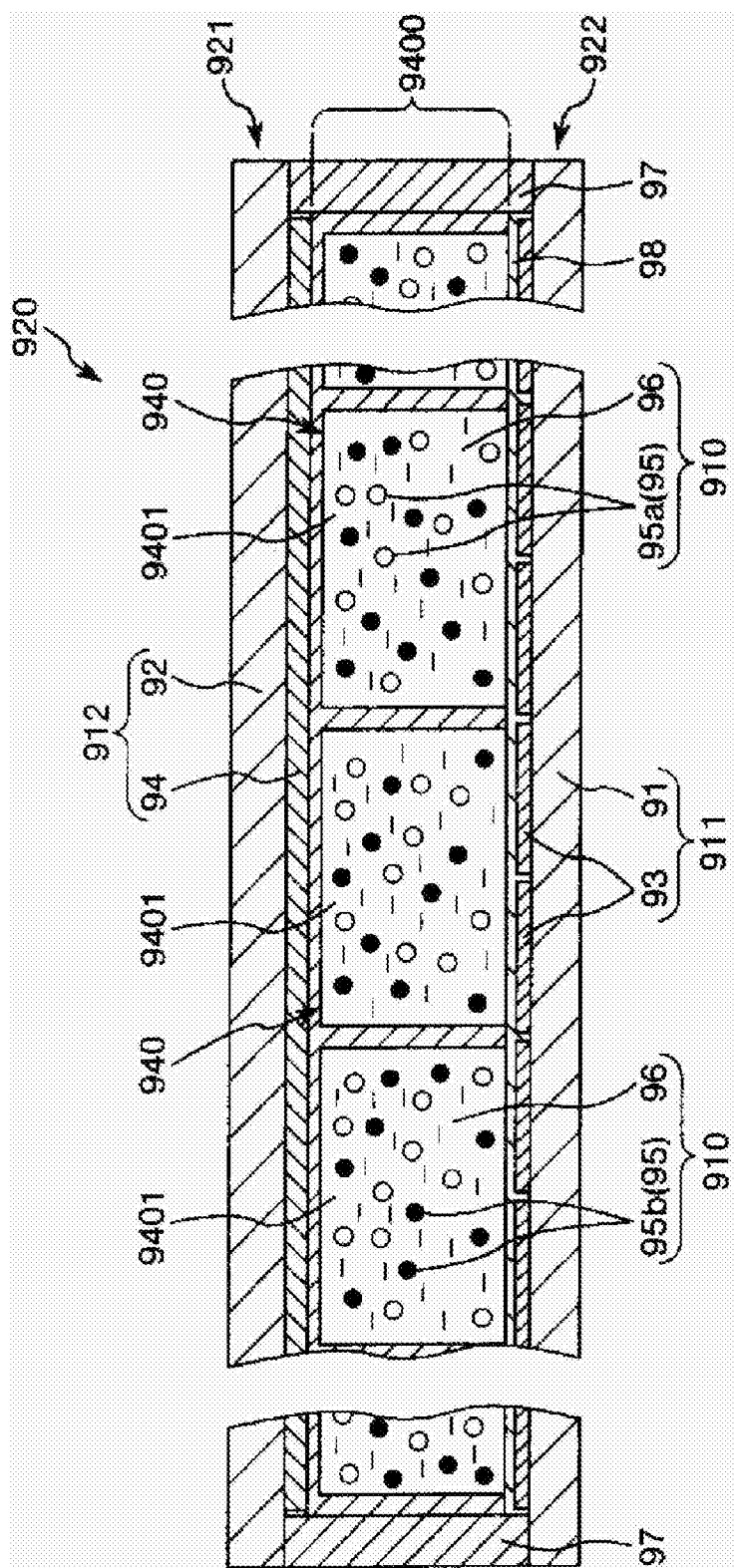


图3

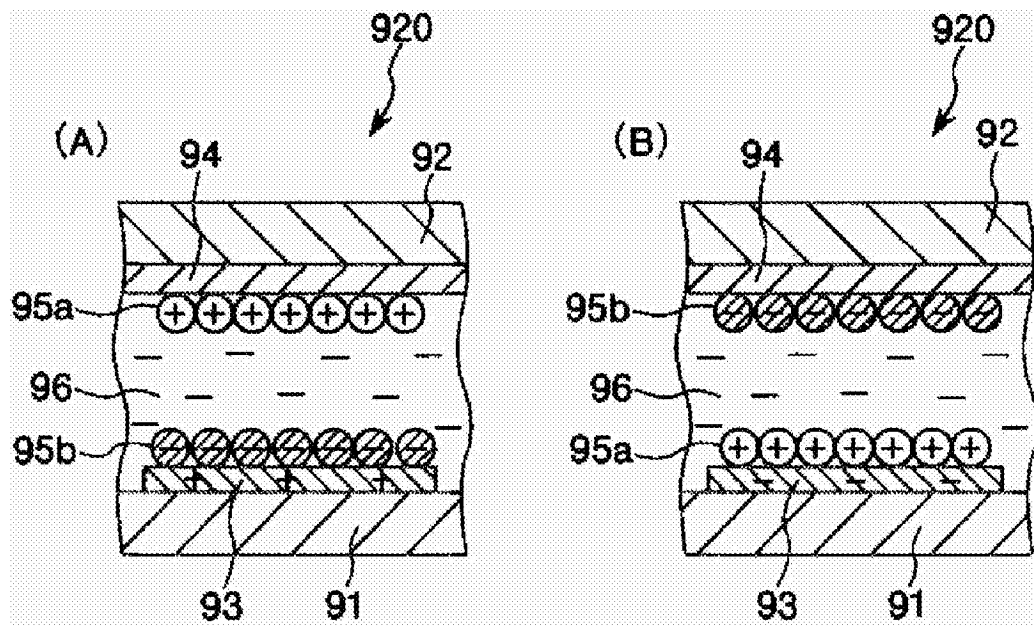


图4

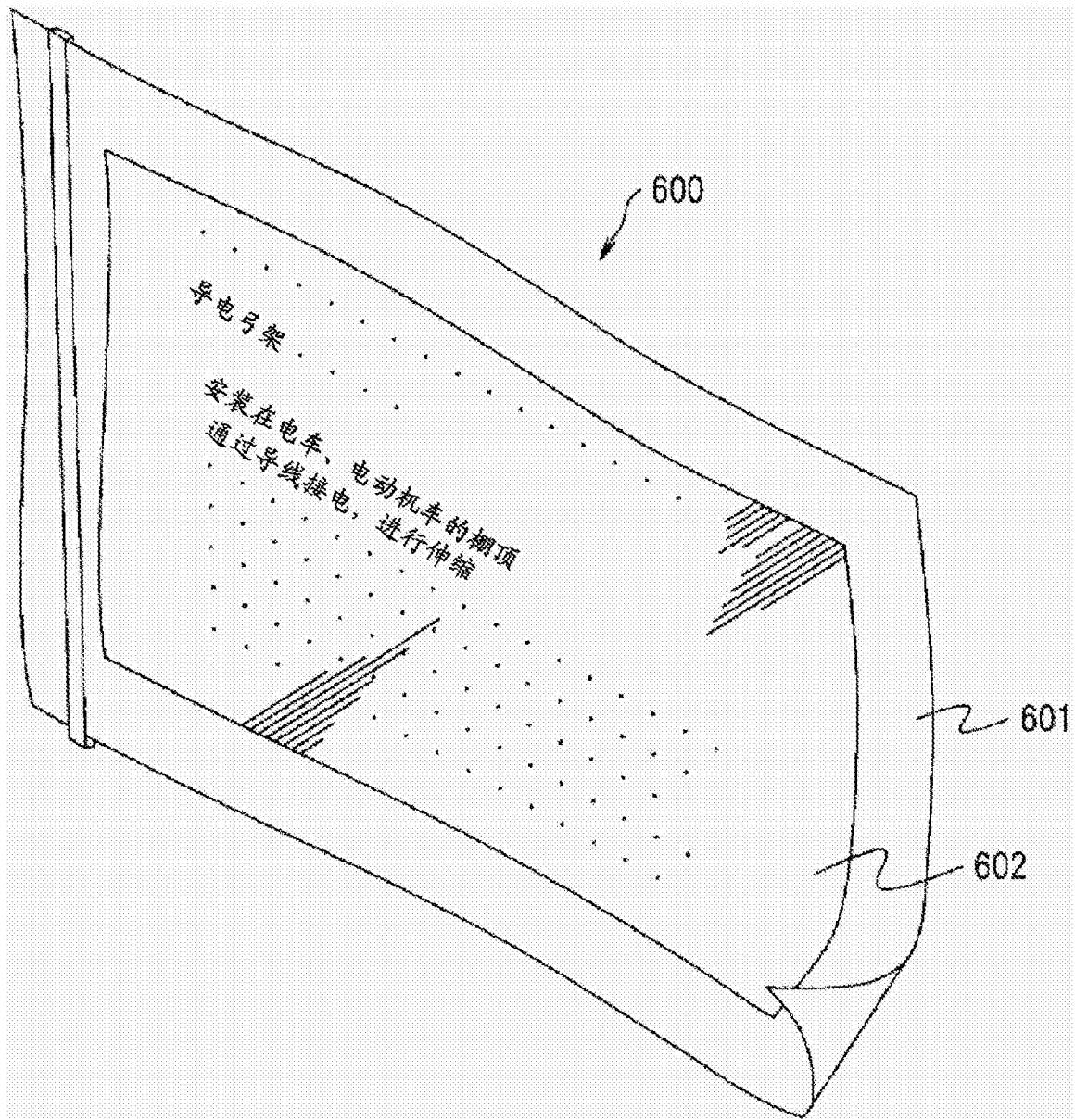


图5

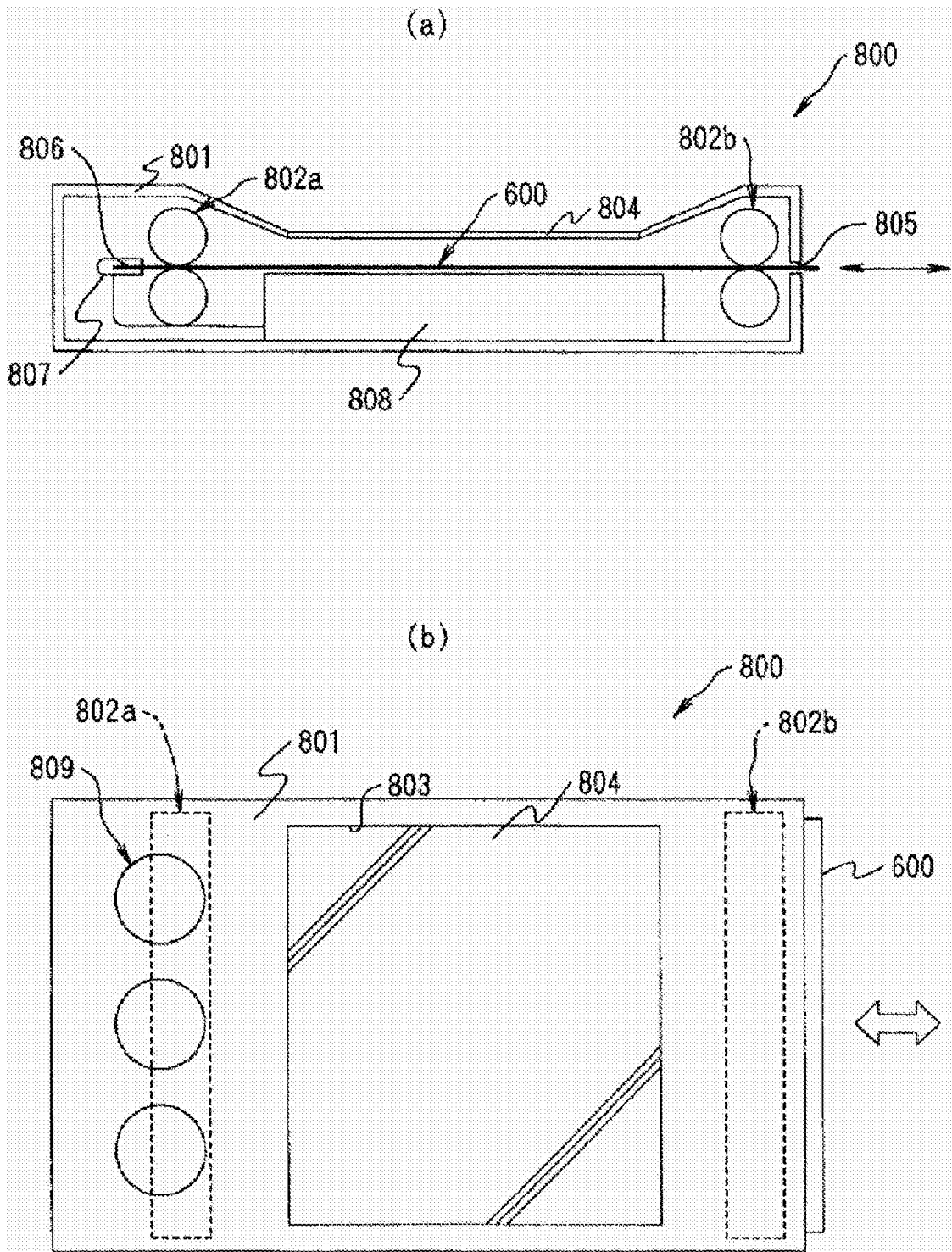


图6

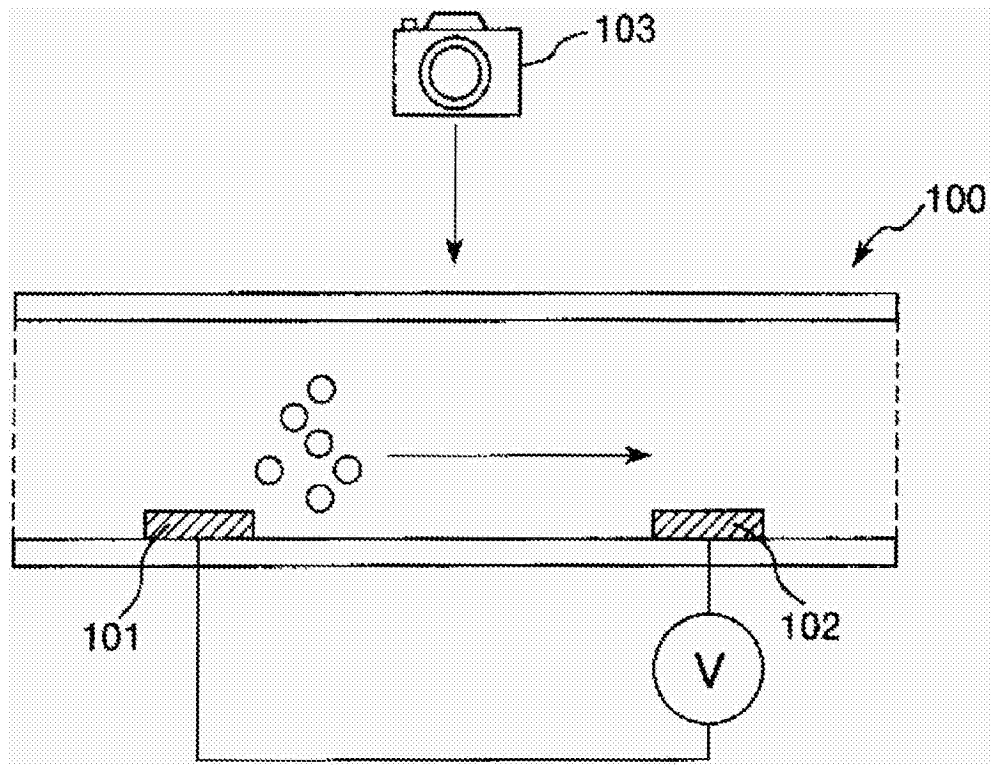


图7